



PROGRAMM ANSCHLUSS DER OFFSHORE-WINDENERGIE (PAWOZ)- EEMSHAVEN

UVS-Hauptbericht

Ministerie van Klimaat en Groene Groei
[nl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum]

21. FEBRUAR 2025

Projekt Programm Anschluss der Offshore-Windenergie (PAWOZ) - Eemshaven
Auftraggeber Ministerie van Klimaat en Groene Groei
[nl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum]

Titel MER-hoofdrapport
Organisation RHW - Combi RHDHV & W+B
Arbeitspaket 2.4 – Hoofdrapport MER
Bestandteil GEN - General
Art RP - Report
Fachbereich MR - MER
Status A1 - Client accepted
Fortschritt in % 100%
Projektnummer BI9148
Aktenzeichen des Dokuments BI9148-RHW-2.4-GEN-RP-MR-116878

Datum 21. FEBRUAR 2025

Dies ist eine deutsche Übersetzung. Die niederländischen Versionen der Dokumente sind verbindlich. Bei Interpretationsunterschieden im Text ist die niederländische Version maßgebend.

Adresse **Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.** **Royal HaskoningDHV Nederland B.V.**
Postbus 24087 Postfach 1132
3511 SW Utrecht 3818 EX Amersfoort
Niederlande Niederlande
www.witteveenbos.com www.royalhaskoningdhv.nl

INHALTSVERZEICHNIS

1	BESCHREIBUNG DES PROGRAMMS PAWOZ-EEMSHAVEN	7
1.1	Grund und Anlass für das Programm	7
1.2	Zielsetzung des Programms	10
1.3	Plangebiet	11
1.4	Was dem Programm vorausging	11
1.5	Zusammenhang mit anderen Projekten und Programmen	12
1.6	Beziehung zwischen Programm, UVS und IEA	13
1.7	Leitfaden UVS-Hauptbericht PAWOZ	14
2	BESCHLÜSSE, UVP-PFLICHT, GESETZE UND POLITIK	16
2.1	Beschlussfassung über das PAWOZ	16
2.2	UVP-Verfahren bei der Beschlussfassung	17
2.3	Die Rolle der UVS und der IEA bei der Bestimmung der möglichen Trassen.	17
2.4	Was der Veröffentlichung dieser UVS vorausging	19
2.4.1	Bekanntmachung Absicht und Vorschlag zur Beteiligung	20
2.4.2	„Notitie Reikwijdte en Detailniveau“ [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad]	20
2.4.3	Bericht Trassenentwicklung	21
2.4.4	Erstellung und Vorlage UVS, IEA und des Programms	21
2.5	Folgemaßnahmen im Verfahren nach Veröffentlichung dieser UVS	22
2.6	Folgeentscheidungen	22
2.6.1	Projektbeschlüsse und Genehmigungen	22
2.6.2	Projekt-UVP für Folgeentscheidungen	23
2.7	Politik, Gesetze und Vorschriften	23
3	AKTUELLE SITUATION UND AUTONOME ENTWICKLUNGEN	24
3.1	Aktuelle Situation in der Nordsee	24
3.2	Aktuelle Situation des Wattenmeergebiets	25
3.3	Aktuelle Situation an Land	26
3.4	Naturschutz	27
3.5	Autonome Entwicklungen	28

4	VORHABEN	32
4.1	Elektrische Verbindungen	33
4.1.1	Offshore-Plattformen	34
4.1.2	Offshore-Kabelsysteme	34
4.1.3	Onshore-Kabelsysteme	35
4.1.4	Umspannwerk oder Konverterstation	36
4.2	Wasserstoffanschlüsse	36
4.2.1	Offshore-Plattformen	37
4.2.2	Pipelines auf See	37
4.2.3	Pipelines an Land	38
4.2.4	Anlandestationen und Ventilstationen	39
4.3	Tunnelsystem zwischen Ballonplaat und Eemshaven	39
4.3.1	Eintrittspunkt Nordsee	39
4.3.2	Tunnelröhren	40
4.3.3	Anlandepunkt an Land	40
5	TRASSEN UND STATIONEN	41
5.1	Ausgangspunkte zur Trassenentwicklung	41
5.2	Ergebnis des Trassenentwicklungsprozesses	42
5.3	Nordsee	44
5.3.1	(Suchgebiete) Plattformen	44
5.3.2	Nordseetrassen	44
5.4	Wattenmeergebiet	45
5.4.1	II: Oude-Westereems-Trasse	47
5.4.2	V: Boschgat-Trasse	47
5.4.3	VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse	48
5.4.4	VIII: Ameland-Wantij-Trasse	48
5.4.5	IX: Zoutkamperlaag-Trasse	48
5.4.6	X: Tunnel-Trasse	49
5.5	Festland	50
5.5.1	Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel	50
5.5.2	Übersichtskarte Landtrassen Kabelsysteme und Pipelines	51
5.5.3	Landtrassen Kabelsysteme	53
5.5.4	Suchgebiete Umspannwerke und Konverterstationen	54
5.5.5	Landtrassen Wasserstoff-Pipelines	54
5.5.6	Anlandestationen und Ventilstationen	55
6	METHODEN ZUR BEURTEILUNG DER UMWELTAUSWIRKUNGEN	56
6.1	Von Themen zu Bewertungsaspekten und Kriterien	56
6.2	Bewertungsrahmen	57
6.2.1	Boden und Wasser auf See	57
6.2.2	Boden und Wasser an Land	58
6.2.3	Natur	58

6.2.4	Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie	60
6.2.5	Schifffahrt und Sicherheit	60
6.2.6	Nutzungsfunktionen	61
6.2.7	Lebensumfeld	62
6.3	Beurteilungsmethodik	63
6.4	Bandbreitenmethode	63
6.5	Beurteilung Weltnaturerbe	64
6.6	Kreislaufprinzip	64
6.7	Klimaanpassung und Biodiversität	65
7	INFORMATIONSBLÄTTER ÜBER DIE UMWELTAUSWIRKUNGEN VON TRASSEN UND STATIONSSTANDORTEN	66
7.1	(Suchgebiete) Plattformen	67
7.2	Nordseetrassen – Kabelsysteme und Pipelines	67
7.3	II: Oude-Westereems-Trasse – Kabelsysteme	67
7.4	II: Oude-Westereems-Trasse – Pipelines	67
7.5	V: Boschgat-Trasse – Kabelsysteme	67
7.6	VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse – Kabelsysteme	67
7.7	VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse – Pipelines	67
7.8	VIII: Ameland-Wantij-Trasse – Pipelines	67
7.9	IX: Zoutkamperlaag-Trasse – Pipelines	67
7.10	X: Tunnel-Trasse, Eintrittspunkt Nordsee und Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II – Kabelsysteme und Pipelines	67
7.11	Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel	67
7.12	Landtrassen für Kabelsysteme	67
7.13	Suchgebiete Umspannwerke und Konverterstationen	67
7.14	Landtrassen für Pipelines	67
7.15	Suchgebiete Wasserstoffanlandestationen	67
8	WISSENSLÜCKEN, ÜBERWACHUNG UND AUSWERTUNG	68
8.1	Wissenslücken	68
8.2	Ansatz für die Überwachung und Auswertung	70
9	DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DER UMWELTSTUDIE	72
9.1	Nordseetrassen und (Suchgebiete) Plattformen	72
9.2	Wattenmeertrassen	73
9.3	Landtrassen	78

9.4	Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel	79
9.5	Suchgebiete Umspannwerke und Konverterstationen	80
9.6	Suchgebiete Wasserstoffanlandestationen	81
9.7	Kumulierung	82
9.8	Aufmerksamkeitsschwerpunkte für Folgeentscheidungen	82
10	ABKÜRZUNGEN UND GLOSSAR	84
11	REFERENZEN	93
	Letzte Seite	93
	Anhang/Anhänge	Anzahl Seiten
I	Rechts- und Strategierahmen	9
II	Bericht Trassenentwicklung	783
III	Heritage Impact Assessment	181
IV	Kreislaufprinzip	45

1

BESCHREIBUNG DES PROGRAMMS PAWOZ-EEMSHAVEN

Dies ist die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) des Programms Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven [Programm Anschluss der Offshore-Windenergie – Eemshaven]. In der Nordsee nördlich der Watteninseln sind neue Windparks geplant. Die Energie aus diesen künftigen Windparks soll in der Umgebung des Eemshavens an das Energienetz angeschlossen werden. Im Rahmen der UVS wurden die Umweltauswirkungen mehrerer Trassen für Kabelsysteme und Wasserstoff-Pipelines von künftigen Windparks in der Nordsee durch das Wattenmeergebiet und das Festland bis zum Eemshaven untersucht. Die UVS sorgt dafür, dass das niederländische Ministerium für Klima und grünes Wachstum bei der Entscheidung über das Programm die Umweltauswirkungen ausreichend berücksichtigt.

1.1 Grund und Anlass für das Programm

Unser Klima verändert sich, für viele ist das mittlerweile erkennbar. Der Klimawandel, mit dem unsere Gesellschaft konfrontiert ist, ist kein neuer Prozess, sondern schon seit Jahrzehnten bekannt. Die Folgen zeigen sich immer klarer. Die Europäische Union und die niederländische Regierung haben dazu Zielvorgaben gemacht. Diese sind für die Niederlande im [„Klimaatakkoord“ \[Klimaabkommen\]](#) vom 28. Juni 2019 festgelegt. Dieses enthält Zwischenziele für 2030 und das endgültige Ziel für 2050. Das Erreichen dieser Ziele begrenzt den Klimawandel und seine (zukünftigen) Auswirkungen. Die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe sind einer der Faktoren, die zum Klimawandel beitragen. Daher lautet das Zwischenziel des [Klimaabkommens](#), die CO₂-Emissionen bis 2030 um 55 % zu senken und bis 2050 klimaneutral zu sein. Anstatt aus fossilen Brennstoffen muss die niederländische Energie nachhaltig erzeugt werden, zum Beispiel mit Windkraft und Solaranlagen.

Im aktuellen [Regierungsprogramm der Niederlande](#) vom 13. September 2024 wird zudem erneut betont, dass die Niederlande bei der Versorgung mit Energie und (kritischen) Rohstoffen weniger abhängig von anderen Ländern werden wollen. Die Niederlande wollen die Chancen der Klima- und Energiewende nutzen. Um grün zu werden, unseren Wohlstand zu erhalten und unsere Energieunabhängigkeit zu erhöhen, müssen die Niederlande jetzt die richtigen Entscheidungen treffen.

Im Rahmen internationaler Vereinbarungen, wie dem Pariser Klimaabkommen vom 12. Dezember 2015, und des eigenen nationalen Klimagesetzes vom 2. Juli 2019, haben sich die Niederlande außerdem verpflichtet, Ziele für eine nachhaltigere Energieversorgung zu erreichen. Die Erreichung dieser Ziele wird jährlich im [Klimabericht](#) überwacht. Die Realisierung der Offshore-Windkraft ist für die Erreichung dieser gesetzlich festgelegten Ziele unerlässlich. Diese gesetzlich festgelegten Ziele wurden im Klimagesetz vom 2. Juli 2019 festgehalten.

Die niederländische Nordsee ist ein gutes Gebiet für die Erzeugung von Windenergie. Das liegt daran, dass das Meer nicht sehr tief ist und die Bodenverhältnisse günstig sind, so dass Windturbinen leicht zu errichten sind. Außerdem weht der Wind auf der Nordsee meist stark und dies ermöglicht die Erzeugung von viel erneuerbarer Energie. Darüber hinaus gibt es entlang der Küste viele Industriebetriebe, die erneuerbare Energie benötigen. Der Beitrag des Programms besteht darin, die Anbindung von Offshore-Windenergiegebieten zu ermöglichen und damit die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und anderen Ländern zu verringern.

Nördlich der niederländischen Watteninseln, in der Nordsee, entstehen neue Windparks. Dabei geht es in jedem Fall um den Windpark *Ten Noorden van de Waddeneilanden* (TNW, 700 Megawatt) und den Windpark *Doordewind* (DDW, 4 Gigawatt). Die niederländische Regierung hat Pläne, in Zukunft noch mehr Offshore-Windparks zu entwickeln. Die Energie aus diesen neuen Windparks muss auch an Land befördert werden.

Die Energie aus diesen Windparks muss in das nationale Hochspannungsnetz von TenneT oder in das Wasserstoffnetz Niederlande von Gasunie beim Eemshaven eingespeist werden. Dies kann über Stromkabel (nachstehend Kabelsysteme genannt) oder, wenn der Strom auf See in Wasserstoff umgewandelt wird, über Wasserstoff-Pipelines (im Folgenden: Pipelines) geschehen. Der niederländische Staat untersucht nun gemeinsam mit der Umgebung, welche Trassen und Standorte für den Bau, die Nutzung und die Instandhaltung von Kabelsystemen, Pipelines und dazugehörigen Stationen in Frage kommen, um die Windenergie zum Eemshaven zu bringen. Außerdem wird geprüft, welche Trasse(n) zuerst genutzt werden soll(en).

Dabei ist es wichtig, die Auswirkungen der verschiedenen Trassen und Stationsstandorte sorgfältig zu untersuchen und zu prüfen, wie sie sich bei der Verwendung unterschiedlicher Verlegetechniken unterscheiden. Die Entscheidungsfindung darüber, welche Trassen in welcher Reihenfolge zu nutzen sind, erfolgt im Rahmen des Programms Anschluss der Offshore-Windenergie - Eemshaven (im Folgenden: PAWOZ).

Kabelsysteme und Pipelines

Wenn Kabelsysteme gemeint sind, die keine Stromkabel sind, wird ihre Bezeichnung voll ausgeschreiben (z. B. Telekom-Kabel). Wenn Pipelines gemeint sind, die keine Wasserstoff-Pipelines sind, wird ihre Bezeichnung voll ausgeschrieben (z. B. Gaspipelines).

Um die Windenergie zum Eemshaven zu bringen, müssen die Kabelsysteme und Pipelines durch das Wattenmeergebiet verlegt werden. Die Durchquerung des Wattenmeergebiets ist eine der größten Herausforderungen des PAWOZ. Das Wattenmeer ist nämlich ein empfindliches und einzigartiges Gebiet. Zudem ändert sich die Form des Wattenmeerbodens durch die Gezeiten und den Wind ständig. Es hat den Status eines UNESCO-Weltnaturerbes und ist auch ein Natura 2000-Gebiet. Dafür gelten besondere Regeln. Das Wattenmeer hat auch eine wichtige Funktion für Erholung, Fischerei und Schifffahrt, und es gibt weitere Kabel und Pipelines.

Es ist kompliziert, Kabelsysteme, Pipelines oder dazugehörige Stationen in der Nordsee, auf den Watteninseln und auf dem Festland zu verlegen. Das liegt an den bestehenden Werten und Nutzungsfunktionen, wie dem Agrarland im Norden der Niederlande.

In der Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030 [Sondierungsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie, [VAWOZ 2030](#)] (Witteveen+Bos, 2021) wurde festgestellt, dass der Eemshaven der logischste Standort für die Anlandung der Kabelsysteme der Windparks nördlich der Watteninseln ist. Im Eemshaven ist der Bedarf an Windenergie nämlich groß. Darüber hinaus ist der Eemshaven über ein Energienetz gut an den Rest der Niederlande angebunden. So kann die in der Region (vorübergehend) nicht nutzbare Energie weiter in die Niederlande transportiert werden. Dies wird im nachstehenden Textkasten näher erläutert. Mit dem Standort Eemshaven sind im PAWOZ die (neuen) Hochspannungsstationen im und um den Eemshaven sowie das Wasserstoffnetz im Norden der Niederlande gemeint. Der Anschluss befindet sich nicht immer im Eemshaven selbst, aber auf jeden Fall in der Nähe des Eemshavens.

Warum der Eemshaven?

Im Vorfeld des PAWOZ wurden mehrere Studien über mögliche Standorte für die Anlandung von Energie aus den Windparks in der Nordsee nördlich der Watteninseln durchgeführt. Es ist die Entscheidung gefallen, die Energie aus den Windparks TNW und DDW zur Umgebung des Eemshavens zu übertragen. Warum diese Entscheidung?

Bereits früher wurde für den Windpark TNW eine mögliche Anbindung von Kabelsystemen an drei Standorten [untersucht](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019), nämlich in Richtung Burgum, Eemshaven oder Vierverlaten. Aus dieser Studie geht hervor, dass an den Standorten Vierverlaten und Burgum kein hoher Bedarf an erneuerbaren Energien besteht (oder geplant ist). An beiden Standorten reicht die Anschlusskapazität nicht aus, um zukünftige Windparks anzuschließen und die Energie weiter über das nationale Netz zu transportieren. Außerdem müssen die Trassen nach der Durchquerung des Wattenmeergebiets immer auch durch andere wertvolle Landschaften führen. Auch die Anbindung an den Eemshaven kann die Durchquerung wertvoller Landschaften (einschließlich großer Agrarflächen) erfordern, aber es besteht ein großer Bedarf an Windenergie, um die bestehende Industrie nachhaltiger zu machen. Daher ist der Eemshaven von diesen drei Standorten am besten geeignet.

Auch Den Helder und Emden (in Deutschland) wurden als [mögliche Standorte](#) (Royal HaskoningDHV, 2021) geprüft. Diese Studie ergab, dass in Den Helder ein Hochspannungsnetz mit ausreichender Anschluss- und Übertragungskapazität nicht rechtzeitig realisiert werden kann. Dieser Standort wird also nicht weiter erwogen. Die Regierung geht davon aus, dass die in den Niederlanden erzeugte Windenergie auch in den Niederlanden genutzt werden sollte. Daher kommt der Bau von grenzüberschreitenden Strom- und Wasserstoffanschlüssen nicht in Frage. Zudem ist der Platz in Deutschland aufgrund der bereits bestehenden Kabel und Pipelines von und zu deutschen Windparks begrenzt. Damit scheidet auch Emden als Anschlussstandort aus.

Die Region Nördliche Niederlande [bevorzugt](#) (Regio Noord-Nederland, 2020) eine möglichst direkte Anbindung an den Eemshaven. Diese Präferenz wurde in der [Parlamentsdrucksache](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat [nl. Ministerium für Wirtschaft und Klima], 2021) zur Sondierung der Anlandung von Offshore-Windenergie 2030 bestätigt. Die Region und das Ministerium haben folgende Gründe für die Bevorzugung des Eemshavens:

- die Nachfrage nach erneuerbarer Energie im Eemshaven und seiner Umgebung ist groß, sodass Energieangebot und -nachfrage übereinstimmen. Die Anbindung von Windenergie an den Eemshaven bietet der dort ansässigen Industrie die Möglichkeit, (beschleunigt) nachhaltiger zu werden. Damit wird auch der CO₂-Ausstoß der Industrie reduziert, was eines der Ziele des Klimaabkommens ist;
 - in der Umgebung des Eemshavens hat die provinz Groningen einen offenen Planungsprozess zur Entwicklung des Oostpolders eingeleitet. In diesem 600 Hektar großen Gebiet wird unter anderem die Möglichkeit geprüft, Raum für neue energieorientierte Unternehmen wie Wasserstofffabriken, Batteriefabriken und Datenzentren zu schaffen. Solche Unternehmen wollen in Zukunft an die erneuerbaren Energien angeschlossen werden können;
 - im Eemshaven ist im Gegensatz zu anderen Standorten im Norden der Niederlande die Energieinfrastruktur bereits weitgehend vorhanden, um die Windenergie bei Bedarf in das nationale Stromnetz für den Rest der Niederlande einzuspeisen. Zusätzliche Investitionen zum Ausbau der Infrastruktur sind daher an diesem Standort nur in begrenztem Rahmen erforderlich;
 - das Kabinett hat in seiner Stellungnahme gegenüber dem [parlamentarischen Untersuchungsausschuss zur Erdgasgewinnung](#) (Tweede Kamer Der Staten-Generaal [nl. Zweite Kammer der Generalstaaten], 2023) in Groningen [angekündigt](#) (Ministerium für Wirtschaft und Klima, 2023a), dass es der Aufforderung der provinz Groningen nachkommt, mindestens 33 % der noch zu schaffenden Kapazität für Offshore-Windenergie in der provinz Groningen anzulanden. Voraussetzungen hierfür sind eine gute räumliche Integration und das Vorhandensein der Ergebnisse der laufenden Analysen zu Anlandungsmöglichkeiten im Eemshaven (PAWOZ).
-

1.2 Zielsetzung des Programms

Das Ziel von PAWOZ ist es, zu untersuchen, wo ausreichend Raum für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und zugehörigen Stationen in der Nordsee, im Wattenmeergebiet und an Land vorhanden ist. In jedem Fall geht es um den Raum für die Anbindung der Windparks TNW und DDW. Außerdem wurde untersucht, wie viel weiteren Platz es für zusätzliche Anschlüsse gibt. Dafür wird der Umfang für diese Studie auf maximal 10,7 GW elektrische Anschlüsse und 36-42 GW Wasserstoffanschlüsse festgelegt.

Bei jeder Trasse bestehen Herausforderungen, weil bestimmte Regeln gelten und es auch andere Nutzer gibt. Für jede Trasse wurde untersucht, wie viel Platz zur Verfügung steht. Diese Informationen dienen als Input für das Programm. Das Programm setzt Prioritäten bei den Trassen.

Dies bedeutet, dass eine Trasse gegenüber einer anderen bevorzugt wird. Wenn TNW und DDW entwickelt werden, werden die Trassen des PAWOZ genutzt, um die Windparks anzubinden. Für andere zukünftige Windparks werden die Trassen des PAWOZ zusammen mit denen des pVAWOZ berücksichtigt. Das PAWOZ trägt somit dazu bei, Offshore-Windparks anzubinden und dadurch den CO₂-Ausstoß der Niederlande zu reduzieren und die Energiewende in den Niederlanden voranzubringen.

Aufgabe ausgewiesene und zukünftige Windenergiegebiete

Aufgabe für das Windenergiegebiet DDW

Das Windenergiegebiet Doordewind (DDW) wird aus zwei Windparks bestehen, DDW-1 und DDW-2. Beide erhalten eine Kapazität von 2 GW. In dieser UVS wurden der Einfachheit halber beide zukünftigen Windparks zusammengenommen. Dies wird als Windpark DDW bezeichnet und hat eine Kapazität von 4 GW. DDW wird mit zwei Gleichstrom-Kabelsystemen (von je 2 GW) an das nationale Hochspannungsnetz angeschlossen.

Aufgabe für das Windenergiegebiet TNW

Der Windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) erhält eine Kapazität von 700 MW. Der Windpark wurde im März 2023 als Demonstrationsprojekt für Wasserstoff für 500 MW ausgewiesen und soll über eine Pipeline an das Wasserstoffnetz Niederlande angeschlossen werden. Die noch laufende Studie Wiederverwendung von Erdgaspipelines für den Wasserstofftransport (HGH2) untersucht die Möglichkeit, bestehende Offshore-Gaspipelines für diesen Zweck wiederzuverwenden. In dieser UVS wurde die Möglichkeit des Baus einer neuen Pipeline untersucht. Dies für den Fall, dass das Projekt mit vorhandenen Pipelines nicht möglich ist. Es wird geprüft, ob die restlichen 200 MW mit einer elektrischen Verbindung an DDW angeschlossen werden können.

Alternativ wurde die Möglichkeit geprüft, TNW mit zwei Wechselstrom-Kabelsystemen (von je 350 MW) an das nationale Hochspannungsnetz anzuschließen. Diese Alternative kann genutzt werden, wenn es sich als unmöglich erweist, eine bestehende Pipeline wiederzuverwenden oder eine neue zu bauen, oder wenn sich herausstellt, dass das Demonstrationsprojekt aus anderen Gründen nicht durchgeführt werden kann.

Zukünftige Windenergiegebiete

Es ist noch nicht entschieden, welche Gebiete in Zukunft, nach den Windenergiegebieten TNW und DDW, für die Windenergie reserviert werden und wo die Energie aus diesen Parks an Land geführt wird. Im Rahmen des Programms Verbindungen Aanlanding Wind Op Zee 2031-2040 [Programm für die Verbindungen zur Anlandung von Offshore-Windenergie, pVAWOZ] wird die Anlandung der zukünftigen Windparks untersucht. Das pVAWOZ nutzt die Ergebnisse des PAWOZ, um zu bestimmen, ob und über welche Trassen zukünftige Windgebiete an den Eemshaven angeschlossen werden können.

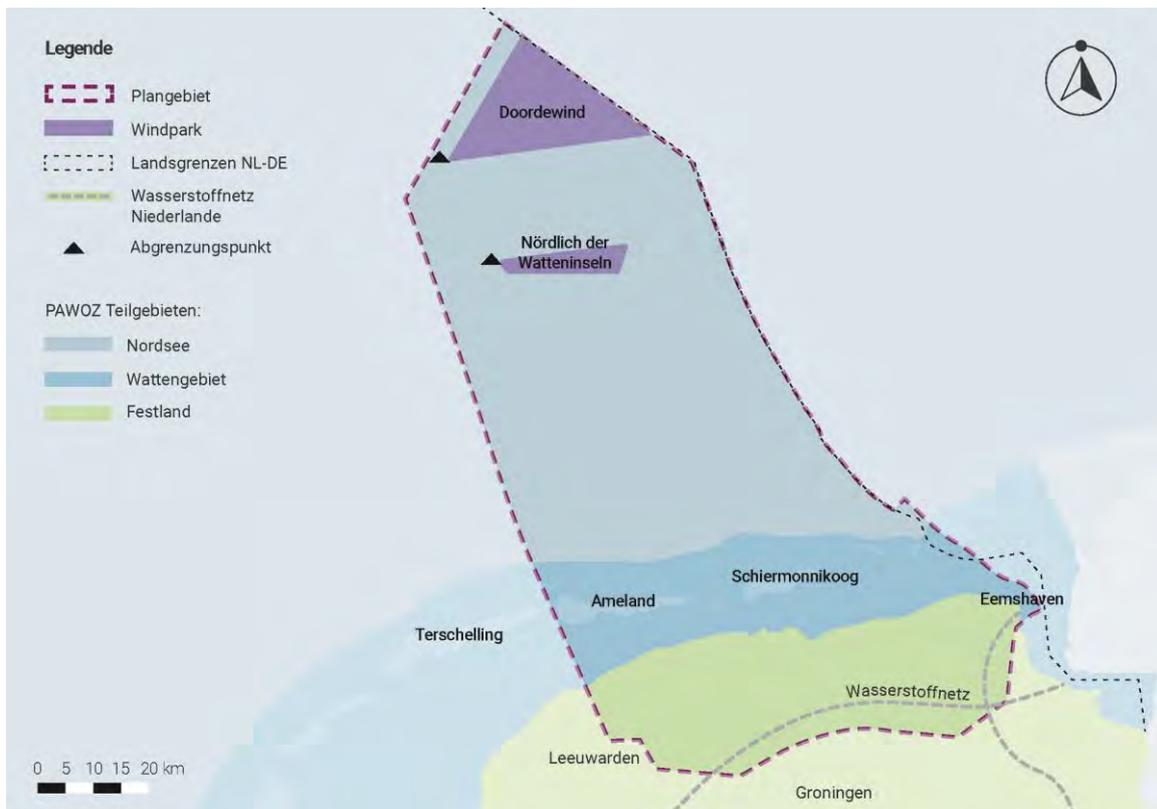
1.3 Plangebiet

Abbildung 1.1 zeigt die Trassen und das Gebiet, in dem die Trassen untersucht wurden. Dies wird als PAWOZ-Plangebiet bezeichnet. Das Plangebiet liegt zwischen den geplanten Windparks TNW und DDW im Norden, der Stadt Leeuwarden im Westen, dem Südrand des Wasserstoffnetzes Niederlande im Süden und dem Gebiet des Ems-Dollart-Vertrages im Osten. Das Plangebiet ist in drei Teilgebiete unterteilt: die Nordsee, das Wattenmeergebiet und das Festland. Die Watteninseln und die Festlandsküste sind Teil des Wattenmeergebiets.

Abgrenzung PAWOZ - pVAWOZ

Bei den Untersuchungen für das PAWOZ und das pVAWOZ wurde mit sogenannten Abgrenzungspunkten gearbeitet. Da die Untersuchungen dieser Programme gleichzeitig stattfinden, wurde festgelegt, bis wohin eine Trasse im PAWOZ untersucht wird und wo das pVAWOZ anfängt. Der Abgrenzungspunkt ist also der Punkt, an dem sich die zu untersuchenden Trassen von PAWOZ und pVAWOZ berühren. Für Kabelsysteme liegt der Abgrenzungspunkt westlich des Windparks DDW. Für Pipelines liegt der Abgrenzungspunkt westlich des Windparks TNW.

Abbildung 1.1 Das PAWOZ-Plangebiet



1.4 Was dem Programm vorausging

Ausgangspunkt für das PAWOZ sind die Ergebnisse von drei Studien, die in den letzten Jahren über die Möglichkeiten, Windenergie im Norden der Niederlande an Land zu bringen, durchgeführt wurden. Dabei geht es um:

- Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden [[Netz auf See nördlich der Watteninseln](#), [NOZ TNW](#)] (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019): Anschluss von 700 MW (0,7 GW) mit Kabelsystemen;
- Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030 [Sondierungsstudie zur Anlandung von

Offshore-Windenergie, [VAWOZ 2030](#)] (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019): Anschluss von 4 GW mit Kabelsystemen;

- [Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied \[Studie zu Innovationen bei der Durchquerung des Wattenmeergebiets\]](#) (Royal HaskoningDHV, 2021): Durchquerung des Wattengebiets mit Kabelsystemen und Pipelines.

In diesen Studien wurden verschiedene Trassen für den Anschluss der Windparks TNW und DDW an das nationale Hochspannungsnetz untersucht. Bei der Studie zu Innovationen bei der Durchquerung des Wattenmeergebiets wurde auch berücksichtigt, dass Offshore-Windenergie in Wasserstoff umgewandelt wird und die Energie mit Pipelines an Land gebracht werden muss. Die Trassen aus diesen drei Studien bilden die Grundlage für die im Konzept-NRD [Konzeptbericht über Umfang und Detaillierungsgrad] enthaltenen Trassen. Dieser wurde zur Einsichtnahme vorgelegt und erst danach festgelegt. Das PAWOZ prüft die auf dieser Grundlage entwickelten Trassen.

1.5 Zusammenhang mit anderen Projekten und Programmen

Auch in der Nordsee, im Wattengebiet und auf dem Festland laufen eine Reihe weiterer Projekte und Programme. Diese Projekte und Programme können Einfluss auf die Untersuchungen und Ergebnisse des PAWOZ haben. Und vice versa. Daher ist es wichtig, einen guten Überblick über diese Zusammenhänge zu haben.

Eines dieser Programme ist das [Programm VAWOZ 2031-2040](#) (pVAWOZ) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024a). Das pVAWOZ ist die Fortsetzung der [VAWOZ 2030](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2023) und untersucht neue Anbindungspunkte für Offshore-Windparks, die im Zeitraum zwischen 2031 und 2040 errichtet werden könnten. Das pVAWOZ befasst sich mit der Frage, wie und über welche Trassen künftige Offshore-Windparks mit dem Festland verbunden werden können. Im PAWOZ wird die Entscheidung über den Anschluss der Windparks DDW und TNW in der Umgebung des Eemshavens getroffen. Das PAWOZ beansprucht also möglicherweise bereits eine Anzahl Trassen für sich. Eventuell verbleibende Trassen können im pVAWOZ zur Anbindung künftiger Windparks genutzt werden. Die Entscheidung darüber wird nicht im PAWOZ, sondern im pVAWOZ getroffen, weil darin eine Abwägung zu verschiedenen Trassen und Anlandungsstandorten gemacht wird.

Andere Projekte und Programme, mit denen das PAWOZ in Verbindung steht:

- Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030 [Sondierungsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie];
- Programma Energiehoofdstructuur [Programm Energiehauptstruktur, PEH];
- Programma Infrastructuur Duurzame Energie [Programm Infrastruktur Erneuerbare Energien, PID] 2022;
- Der Cluster Energiestrategie van Noord Nederland [Cluster Energiestrategie für den Norden der Niederlande, CES];
- Integrale Infrastructuurverkenning [Integrale Infrastrukturstudie] 2030-2050 (I13050-2);
- Noordzeeakkoord [Nordsee-Abkommen, NZA] (2020);
- Windenergie Infrastructuurplan Noordzee (WIN);
- Integraal Beleidskader natuur Waddenzee [Integrierter Politikrahmen Natur im Wattenmeer] (noch nicht veröffentlicht);
- Nationaal Waterstof Programma [Nationales Wasserstoffprogramm, NWP];
- Wiederverwendung Erdgaspipelines für Wasserstofftransport (HGH2) (laufende Studie);
- Das nationale und provinzbefugte Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie & Klimaat [Mehrjahresprogramm Infrastruktur Energie & Klima, MIEK und pMIEK];
- Regionale Energiestrategien in den Provinzen Groningen und Friesland (RES).

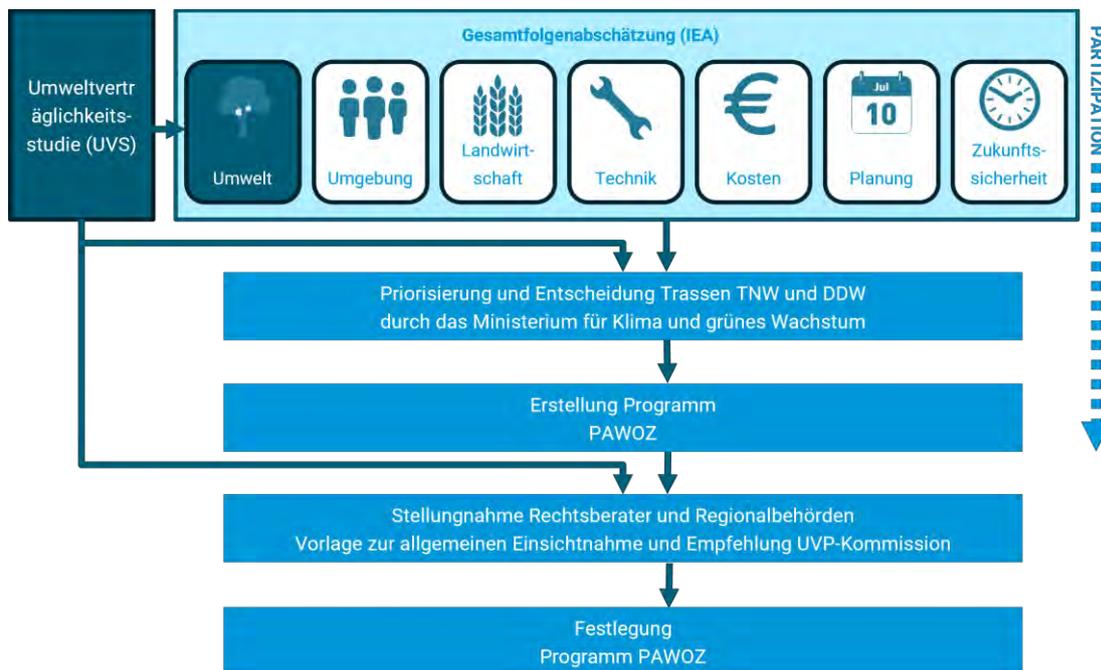
Diese Projekte und ihr Zusammenhang mit dem PAWOZ werden im Teilbericht Zukunftssicherheit der Gesamtfolgenabschätzung (IEA) näher beschrieben.

1.6 Beziehung zwischen Programm, UVS und IEA

In dem **Programm** für das PAWOZ wird eine Entscheidung getroffen, welche Trassen für die Anbindung der Windparks TNW und DDW genutzt werden können. Das Programm gibt auch an, welche Trassen bevorzugt für die Anbindung zukünftiger Windparks genutzt werden sollen. Zudem nennt das Programm Modalitäten für die Entwicklung von Trassen und Stationen. Wie die Bautechnik und die maximale Anzahl von Kabelsystemen und Pipelines, die auf einer Trasse verlegt werden können.

Zur Untermauerung des Programms wurden die vorliegende **Umweltverträglichkeitsstudie (UVS)** und die **Gesamtfolgenabschätzung (IEA)** verfasst. Abbildung 1.2 stellt die Beziehung zwischen dem Programm, der UVS und der IEA dar.

Abbildung 1.2 Beziehung zwischen Programm, UVS und IEA



Die UVS und IEA enthalten die Ergebnisse mehrerer Studien zur Beurteilung der Auswirkungen der Kabelsysteme, Pipelines und Stationen. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen wie:

- wo können die Kabelsysteme und Pipelines jetzt und in Zukunft verlegt werden?
- sind die Trassen technisch machbar?
- sind die Trassen genehmigungsfähig?
- ist ein Tunnel als Trasse machbar?
- was sind die Folgen der einzelnen Trassen für die Umwelt?
- welche Auswirkungen hat dies auf die Umgebungsparteien wie Grundbesitzer, die Landwirtschaft und die Anwohner?

Für ein Programm wie das PAWOZ ist die Erstellung einer UVS vorgeschrieben. Der Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen kann nämlich Auswirkungen auf die Umwelt haben. In der vorliegenden UVS werden die Ergebnisse der Untersuchungen zu den Auswirkungen auf die Umwelt beschrieben.

Der Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen kann auch Auswirkungen auf die Anwohner sowie die Landwirtschaft und Fischerei haben. Um auch diese Interessen im PAWOZ angemessen zu berücksichtigen, wurden in der IEA die Auswirkungen auf die Umgebung abgebildet. In der IEA wurden auch die verwendeten Techniken, die Auswirkungen auf die Landwirtschaft, die Kosten pro Trasse, die Planung und die Zukunftssicherheit betrachtet, d.h. wie viel Platz noch für andere Kabel und Pipelines vorhanden ist. Das

Thema Landwirtschaft wurde als Reaktion auf eine Stellungnahme des Landwirtschaftsverbands LTO in die IEA aufgenommen, um die Bedeutung der Landwirtschaft zu betonen und dem Thema einen herleitbaren Platz innerhalb des PAWOZ zu geben.

1.7 Leitfaden UVS-Hauptbericht PAWOZ

Die UVS des PAWOZ besteht aus einer Zusammenfassung für die Öffentlichkeit, dem vorliegenden Hauptbericht und sieben Teilberichten. Im Hauptbericht werden die wichtigsten Leitlinien über die Umweltauswirkungen für die Beschlussfassung über das Programm dargelegt. In den Teilberichten stehen die Beschreibungen der Auswirkungen und Beurteilungen aller Themen.

Abbildung 1.3 Position dieses Hauptberichts in der Berichtsstruktur der IEA und der UVS



Die ersten Kapitel dieses Hauptberichts beschreiben den Rahmen für die UVS. Kapitel 2 geht ein auf die UVS-Pflicht des PAWOZ, die erforderlichen Beschlüsse, die zuständigen Behörden und die geltenden Vorschriften und Gesetze. Kapitel 3 erörtert die aktuelle Situation und die zukünftigen Entwicklungen im Plangebiet.

In den folgenden Kapiteln wird erläutert, was tatsächlich stattfinden wird. Kapitel **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** beschreibt die Komponenten des neuen Stromnetzes, Wasserstoffnetzes und des Tunnelsystems. Dieses Kapitel enthält auch eine kurze Beschreibung der Baumaßnahmen. Kapitel 5 beschreibt, welche Trassen und Stationsstandorte untersucht wurden.

In Kapitel 6 wird der Ansatz der durchgeführten Umweltstudien beschrieben. Und in Kapitel 7 wird das Ergebnis der Umweltstudien für die Trassen und Stationen in der Nordsee, im Wattengebiet und auf dem Festland beschrieben.

In Kapitel 8 werden die Annahmen für Aspekte genannt, über die wir derzeit noch keine ausreichenden Kenntnisse haben. Außerdem wird dargelegt, wie sich mehr Wissen auf die Folgenabschätzung dieser UVS auswirken kann. Dieses Kapitel bietet auch einen Ansatz für eine eventuelle Überwachung, mit der die tatsächlich auftretenden Auswirkungen gemessen werden können.

Abschließend werden in Kapitel 9 die wichtigsten Ergebnisse der UVS zusammengefasst und das Folgeverfahren zur Beschlussfassung des PAWOZ beschrieben.

Beim PAWOZ geht es um eine technische Entwicklung und ihre Auswirkungen. Obwohl dieser Hauptbericht für eine breite Leserschaft geschrieben wurde, werden hier und da Fachbegriffe verwendet. Diese Fachbegriffe werden im Text erläutert. Ein Glossar zur Erläuterung von technischen Fachbegriffen und Abkürzungen befindet sich am Ende des Berichts. Danach folgt ein Quellenverzeichnis.

Anhang I enthält den allgemeinen rechtlichen und politischen Rahmen. Anhang II ist der Bericht zur Trassenentwicklung. Anhang III enthält das Heritage Impact Assessment. Anhang IV ist ein Bericht über die biologische Vielfalt und die Kreislaufwirtschaft des PAWOZ.

2

BESCHLÜSSE, UVP-PFLICHT, GESETZE UND POLITIK

Die möglichen Trassen durch die Nordsee, das Wattenmeergebiet und das Festland sowie die Stationsstandorte sind im Programm für das PAWOZ festgelegt. Das Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) wird für die Feststellung des Programms durchgeführt. Ein Großteil der Meeres- und Festlandflächen wird bereits genutzt oder ist geschützt, sodass eine Nutzung nicht zulässig ist. Daher ist der Raumbedarf von zentraler Bedeutung für die Bestimmung der möglichen Trassen und Stationsstandorte. In diesem Kapitel wird erläutert, wer die zuständige Behörde für das Programm ist. Ferner wird erläutert, wie im UVP-Verfahren die Umweltauswirkungen sowie die Chancen und Risiken für die einzelnen Trassen im Hinblick auf Abmilderungsmaßnahmen und Kompensation untersucht wurden.

2.1 Beschlussfassung über das PAWOZ

Der Name Programm Anschluss der Offshore-Windenergie – Eemshaven gibt an, dass es sich um ein Programm handelt. Ein Programm ist ein neues Instrument im Rahmen des Omgevingswet [niederl. Umwelt- und Planungsgesetz]. In diesem Fall legt das Programm den Raum fest, in dem das Vorhaben geplant ist. Dieser Raum umfasst einen Teil der Nordsee, das Wattenmeer und das Festland im Norden der Niederlande. Dies geschieht auf einer hohen Abstraktionsebene. Das bedeutet, dass nur festgelegt wird, was in einem bestimmten Raum passieren wird. Nach dem Programm folgt eine Projekt-UVP für die Folgeentscheidungen. Darin wird der genaue Raum für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen festgelegt.

Das PAWOZ gibt den Rahmen für alle Projekte vor, die den Bau von Kabelsystemen und/oder Pipelines von Offshore-Windparks zum Eemshaven beinhalten. Das bedeutet, dass das PAWOZ den Raum und die Ausgangspunkte für diese Projekte festlegt. Dies betrifft in jedem Fall die geplanten Windparks TNW und DDW. In Zukunft können auch noch weitere Offshore-Windgebiete ausgewiesen werden, die an den Eemshaven angeschlossen werden.

Wer trifft die Entscheidung?

Das PAWOZ befasst sich mit einem großen Plangebiet mit unterschiedlichen Eigenschaften und Belangen. Die Beschlüsse betreffen die Nutzung des verfügbaren Raums und wirken sich auf die Natur, die Schifffahrt, die Landwirtschaft, die Fischerei, die Lebensqualität und die Wirtschaft in dem Gebiet aus.

Über das Programm und die darin getroffenen Entscheidungen wird letztendlich ein Beschluss gefasst. Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum verabschiedet das Programm formell in Absprache mit dem Bestuurlijk Overleg Waddengebied [Beratungsgremium Wattenmeergebiet]. Im Beratungsgremium Wattenmeergebiet (BOW) sind mehrere nationale und regionale Behörden und Interessengruppen vertreten. Sie arbeiten zusammen und entscheiden über regionale Entwicklungen in dem Gebiet.

2.2 UVP-Verfahren bei der Beschlussfassung

Was im PAWOZ festgehalten wird, kann Auswirkungen auf die Umwelt und das Lebensumfeld haben. Daher ist es Pflicht, für das PAWOZ eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und eine Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) durchzuführen. Das ist im Umwelt- und Planungsgesetz festgelegt. Das UVP-Verfahren besteht aus einer Reihe von gesetzlich vorgeschriebenen Schritten. Da es sich um ein Programm handelt, geht es um eine Plan-UVS. Diese Plan-UVS und ihre Teilberichte enthalten Informationen in einem Detaillierungsgrad, der der Ebene eines Programms entspricht. Die Ergebnisse der UVS werden bei der Ausarbeitung des Programms berücksichtigt. Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum ist Initiator und zuständige Behörde für das Programm und dieses UVP-Verfahren.

Warum eine UVP-Pflicht?

Im Umwelt- und Planungsgesetz ist festgelegt, wann das UVP-Verfahren durchlaufen und eine UVS durchgeführt werden muss. Dies ist erforderlich, wenn ein Programm den Rahmen für Projekte vorgibt, die erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben können. Oder wenn eine entsprechende Prüfung der Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete erforderlich ist.

Das PAWOZ unterliegt aus folgenden Gründen der UVP-Pflicht:

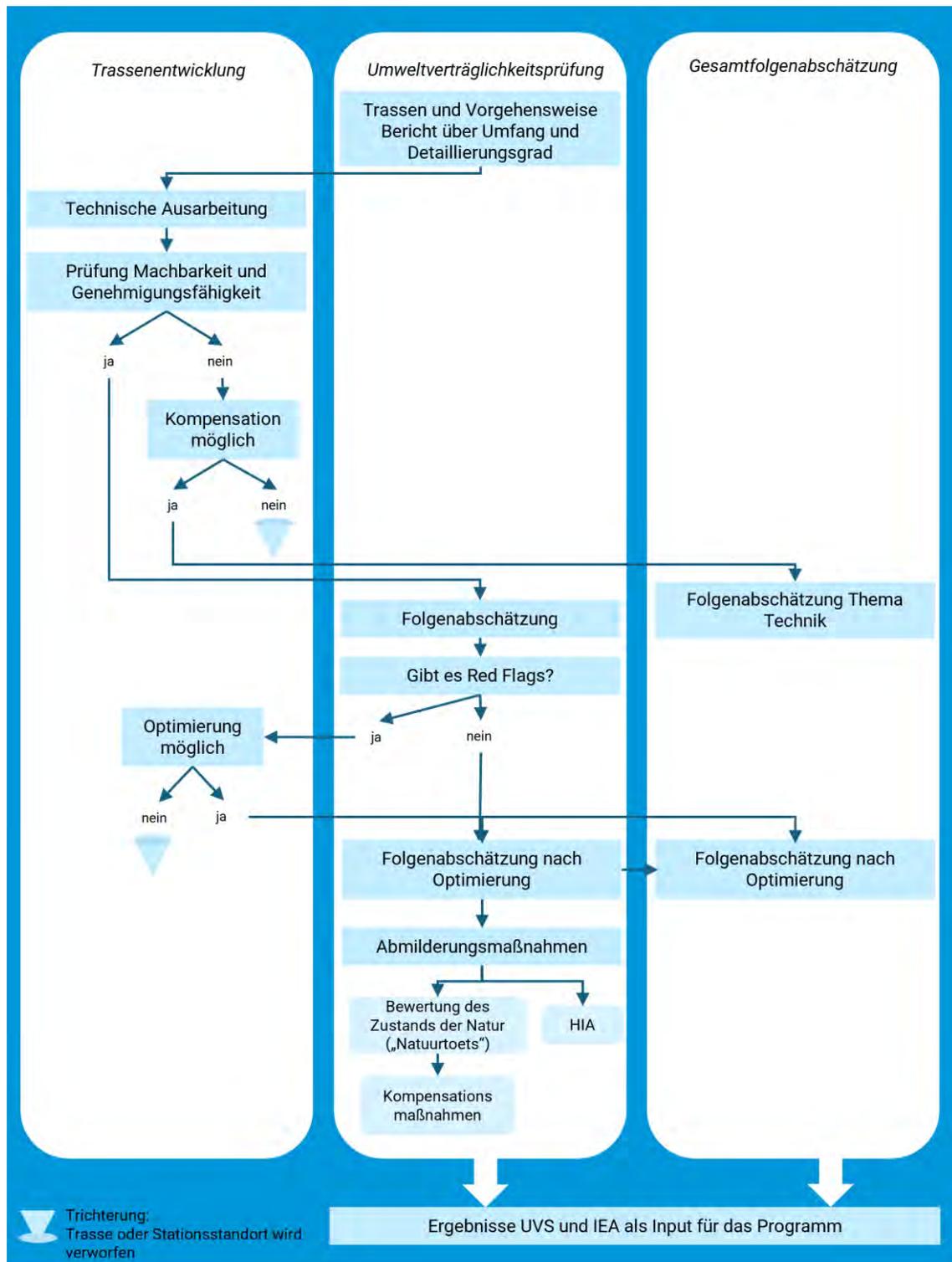
- das PAWOZ gibt den Rahmen für die Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines vor. Diese fallen unter die Kategorien J8 und J9 in Anhang V des „Omgevingsbesluit“ [niederl. Umgebungserlass];
- die Folgeentscheidungen des PAWOZ, wie z.B. Projektbeschlüsse und Genehmigungen, könnten erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben (Artikel 16.36 Absatz 1 des Umwelt- und Planungsgesetzes);
- für das PAWOZ muss eine entsprechende Prüfung durchgeführt werden, da es Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete geben kann (Artikel 16.36 Absatz 2 des Umwelt- und Planungsgesetzes).

Es gibt auch Aktivitäten im Rahmen des PAWOZ, die einer UVP-Pflicht unterliegen. Dies gilt zum Beispiel für die Entwässerung und Landgewinnung für das Tunnelsystem. Diese fallen unter die Kategorien K1 und J13 in Anhang V des Umgebungserlasses. Eine UVP-Beurteilung bedeutet, dass untersucht werden muss, ob die Auswirkungen möglicherweise so groß sind, dass ein UVP-Verfahren durchlaufen werden muss.

2.3 Die Rolle der UVS und der IEA bei der Bestimmung der möglichen Trassen.

Das Prozessdiagramm in Abbildung 2.1 zeigt die einzelnen Schritte, die im UVP-Verfahren, in der IEA und bei der Trassenentwicklung durchlaufen wurden. Mit diesen Schritten wurden die möglichen Trassen und Stationsstandorte für das Programm bestimmt. Im Verlauf wurden verschiedene Trassen und ein Stationsstandort verworfen.

Abbildung 2.1 Prozessdiagramm der durchlaufenen Schritte in der Trassenentwicklung, UVP und IEA bei der Trichterung von Trassen für das Programm



Bei der Erstellung einer UVS und der Festlegung eines Programms müssen vernünftige Alternativen geprüft werden. Wenn eine Alternative im Vorhinein nicht durchführbar ist (technisch nicht machbar und/oder genehmigungsfähig), braucht diese nicht untersucht zu werden. Im Entwicklungsprozess der Trassen wurde für jede Trasse eine robuste Planung erstellt. Robuste Planung bedeutet, dass sie auf Grundlage der verfügbaren Informationen sowohl technisch machbar als auch genehmigungsfähig erscheint.

Die Trassen wurden zunächst im Notitie Routeontwikkeling [Bericht Trassenentwicklung, NRO] technisch ausgearbeitet. Das heißt: Welches Bauverfahren wird bei welchem Teil der Trasse eingesetzt? Es werden nur bewährte und verfügbare Techniken verwendet. So kann das, was geplant ist, später auch tatsächlich umgesetzt werden.

Danach wurde innerhalb des NRO untersucht, welche Auswirkungen die Bautechniken auf den Meeresboden und die Naturwerte im Wattenmeergebiet haben. Auf Anraten der UVP-Kommission wurden diese beiden Fragen zuerst betrachtet, da diese Auswirkungen ausschlaggebend für die Genehmigungsfähigkeit der Trassen im Wattenmeergebiet sein könnten. Wenn eine Trasse auf der Grundlage der verfügbaren Informationen nicht genehmigungsfähig zu sein scheint, wird die Trasse verworfen (getrichert) und nicht weiter untersucht.

Warum sind die Auswirkungen auf den Meeresboden und die Naturwerte entscheidend?

Grund dafür sind die besonderen Naturwerte des Wattenmeeres und seine besonderen Regeln (UNESCO-Welterbe und Natura 2000-Gebiet). Um festzustellen, ob eine Genehmigung erteilt werden kann, wurde für jede Wattenmeertrasse geprüft, ob es möglich ist Maßnahmen zu ergreifen, die Auswirkungen auf die natürlichen Merkmale des Natura 2000-Gebiets vollständig verhindern. Falls das nicht möglich ist, wurde geprüft, ob eine Kompensation der Auswirkungen an anderer Stelle möglich ist. Das hängt mit der Verträglichkeitsprüfung und der ADC-Prüfung zusammen, die in einem solchen Fall durchgeführt werden müssen (siehe Abschnitt 6.2.3).

Die verbleibenden Trassen wurden in der UVS weiter untersucht und auf die anderen Auswirkungen auf die Natur sowie auf die Auswirkungen auf Boden, Wasser, Landschaft, Kulturgeschichte, Archäologie, Sicherheit, Lebensumfeld, Schifffahrt und die anderen Nutzungen bewertet. In der Gesamtfolgenabschätzung (IEA) wurden die Trassen auch auf Technik untersucht. In der ersten Runde der Folgenabschätzung waren genügend Informationen bekannt, um dieses Thema einzubeziehen. Wenn in dieser ersten Runde der Folgenabschätzung stark negative Auswirkungen festgestellt wurden, die so genannten Red Flags, wurde die Möglichkeit einer Änderung der Trasse oder der Bautechnik in Betracht gezogen. Die Trassen wurden optimiert und es wurde untersucht, ob es Aussicht auf eine Kompensation der negativen Auswirkung gibt (siehe Abschnitt 6.2.3). Auch in diesem Schritt wurden Trassen verworfen, wenn keine Lösungen für die Red Flags gefunden werden konnten.

Die letztendlich verbliebenen, optimierten Trassen wurden in der UVS und der IEA in einer zweiten Runde der Folgenabschätzung nochmals bewertet. Die Trassen wurden in der UVS auf dieselben Auswirkungen wie in der ersten Folgenabschätzung geprüft. Die Trassen wurden in der IEA im Hinblick auf Technik, Landwirtschaft, Kosten, Planung, Zukunftssicherheit und Umgebung untersucht. Wenn nachteilige Auswirkungen auftreten können, wurden Abmilderungsmaßnahmen vorgeschlagen, um diese zu verringern. Auch bei diesem Prozess wurden verschiedene Trassen und ein Stationsstandort verworfen, da keine Abmilderungsmaßnahmen umgesetzt werden können, um die negativen Auswirkungen zu begrenzen. Die verbliebenen Trassen und Stationen wurden schließlich in einem Natuurtoets (bestehend aus einer Verträglichkeitsprüfung und einer Artenschutzprüfung) auf ihre Auswirkungen auf Natura 2000 und geschützte Arten geprüft (siehe Abschnitt 6.2.3). In Kapitel 18 Kompensation des Teilberichts Natur wurden die Möglichkeiten zur Kompensation von negativen Auswirkungen auf Natura 2000 untersucht. In einer Welterbe-Folgenabschätzung [Englisch: Heritage Impact Assessment, HIA] wurden die Auswirkungen auf die Werte des UNESCO-Weltnaturerbes bewertet. Auf diese Weise wurden die Ergebnisse des UVP-Verfahrens und der IEA genutzt, um die möglichen Trassen zu bestimmen, die schließlich in das Programm aufgenommen wurden.

2.4 Was der Veröffentlichung dieser UVS vorausging

Bei jedem Schritt des UVP-Verfahrens wurden die regionalen Interessengruppen einbezogen. Der Input aus der Umgebung wurde bei der Ausarbeitung und Untersuchung der Trassen in der UVS und der IEA berücksichtigt. Verfügbare Informationen wurden möglichst frühzeitig kommuniziert und online auf der [PAWOZ-Website](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2024b)) veröffentlicht.

Der Teilbericht Umgebung der Gesamtfolgenabschätzung (IEA) beschreibt die im Beteiligungsprozess aufgeworfenen Fragen.

2.4.1 Bekanntmachung Absicht und Vorschlag zur Beteiligung

Die zuständige Behörde hat in einer öffentlichen Bekanntmachung angekündigt, dass die Beschlussfassung für das PAWOZ eingeleitet wird. Darin steht, wer welche Möglichkeiten hat, an der Entwicklung des Programms und den damit verbundenen Studien mitzuarbeiten. Das wird Beteiligung genannt.

Vom 15. April 2022 bis zum 27. Mai 2022 lagen die Absichtserklärung und der Vorschlag zur Beteiligung am PAWOZ zur Einsichtnahme aus. Während dieses Zeitraums war es möglich, eine so genannte Stellungnahme einzureichen. Am 21. April 2022 fand eine Online-Informationsveranstaltung statt.

Es gingen 13 Reaktionen zu der Absichtserklärung und dem Vorschlag zur Beteiligung ein. Diese Reaktionen wurden in einer Beteiligungsakte zusammengefasst. Die Antworten darauf finden sich in einer Antwortnote. Die Antwortnote, die Beteiligungsakte, die Absichtserklärung und der Vorschlag zur Beteiligung sind auf der [Website des Bureau Energieprojecten](#) zu finden (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2024b)).

2.4.2 Notitie Reikwijdte en Detailniveau [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad]

Konzept-NRD

Der erste Schritt des UVP-Verfahrens war die Erstellung des Konzeptberichts über Umfang und Detaillierungsgrad (Konzept-NRD). Das ist die Forschungsagenda des PAWOZ. Darin steht, welche Trassen untersucht werden und welche Studien in der UVS und der IEA durchgeführt werden. Während der NRD-Phase wurden mehrere Versammlungen für verschiedene Interessenvertreter organisiert.

Empfehlungen und Stellungnahmen

Mit diesem Bericht hat das Ministerium Empfehlungen und Stellungnahmen von Beratern, beteiligten Behörden, der UVP-Kommission, interessierten Parteien und anderen Interessenvertretern eingeholt. Ein Interessenvertreter ist jemand, der von diesem Programm auf bestimmte Weise betroffen ist. Zum Beispiel eine Behörde, eine (zivilgesellschaftliche) Organisation, ein Grundeigentümer, ein Landwirt oder ein Anwohner.

Vom 30. September 2022 bis zum 10. November 2022 konnte der Konzept-NRD eingesehen werden. In diesem Zeitraum konnte jeder eine Reaktion zum Konzept-NRD abgeben. Es gingen insgesamt 29 Reaktionen ein.

Empfehlung der UVP-Kommission

Die zuständige Behörde hat die UVP-Kommission beauftragt, eine Arbeitsgruppe zum PAWOZ zu bilden und zur Konzept-NRD zu beraten. Am 28. November 2022 gab die UVP-Kommission eine Empfehlung zur Konzept-NRD ab und nahm die Stellungnahmen in ihre Empfehlung auf. Die Empfehlung kann auf der [Website der UVP-Kommission](#) (UVP-Kommission, 2022) eingesehen werden.

UVP-Kommission

Die UVP-Kommission hat den Inhalt des NRD, des NRO, der UVS und der IEA bewertet. Der UVP-Kommission gehören unabhängige Sachverständige aus Wirtschaft, Wissenschaft und Wissenseinrichtungen an. Sie prüfen, ob die für die Beschlussfassung erforderlichen Informationen vorliegen. Das heißt, ob alle Interessen angemessen berücksichtigt wurden, ob die Studien ordnungsgemäß durchgeführt und die richtigen Schlussfolgerungen gezogen wurden.

Endgültiger NRD

Das Ministerium hat den Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad (NRD) für das PAWOZ am 30. Januar 2023 endgültig festgelegt (siehe [offizielle Veröffentlichung der Festlegung](#)) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023b). Der endgültige NRD und die Antwortnote sind auf der [Website des Bureau Energieprojecten](#) zu finden (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024b).

2.4.3 Bericht Trassenentwicklung

Bericht Trassenentwicklung Teil 1 und Teil 2

Im Bericht Trassenentwicklung (NRO) wurde das Verfahren des Trassenentwurfs beschrieben. Dabei wurden die Trassen aus dem NRD weiter ausgearbeitet und es wurde bestimmt, welche Trassen technisch machbar und genehmigungsfähig sind und welche nicht.

Im endgültigen NRD wurden 4 Trassen in der Nordsee sowie 8 Trassen für Kabelsysteme und 10 Trassen für Pipelines im Wattenmeergebiet als mögliche Trassen für weitere Untersuchungen ermittelt. Im NRO wurden die Technik und die Auswirkungen dieser Trassen auf die Ökologie und Morphologie im Natura 2000-Gebiet des Wattenmeeres betrachtet. Es wurde eine erste Einschätzung vorgenommen, ob Kabelsysteme und Pipelines auf den Trassen verlegt werden können und ob sie genehmigungsfähig zu sein scheinen. Während der NRO-Phase wurden mehrere Versammlungen für verschiedene Interessenvertreter organisiert.

Auf Grundlage der Untersuchungen im NRO wurden mehrere Trassen verworfen, weil sie nicht realisierbar oder genehmigungsfähig zu sein scheinen. Das gilt für die Meeuwenstaart-, Horsborngat- und Geul-Rottums-Trassen. Die Boschgat-Trasse wird für die Wasserstoff-Pipeline verworfen, aber die Kabelsysteme werden hier noch untersucht. Die verbliebenen Trassen wurden in der UVS und der IEA weiter untersucht.

Review Waddenacademie und Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Berichte Trassenentwicklung Teil 1 und Trassenentwicklung Teil 2 wurden durch die Waddenacademie und die UVP-Kommission überprüft. Die Empfehlungen der UVP-Kommission können auf der [Website der UVP-Kommission](#) (UVP-Kommission, 2022) eingesehen werden.

Am 3. August 2023 gab die UVP-Kommission eine Empfehlung zum Bericht Trassenentwicklung Teil 1 ab. Die Kommission empfiehlt, die Auswirkungen der verworfenen Trassen auf die geschützte Natur im Natura 2000-Gebiet des Wattenmeeres besser zu begründen und zu prüfen, ob es Möglichkeiten für eine Kompensation gibt.

Aufgrund der Empfehlung wurde der Bericht Trassenentwicklung Teil 2 um die Gründe ergänzt, aus denen die verworfenen Trassen negative Auswirkungen auf die geschützte Natur im Natura 2000-Gebiet des Wattenmeeres haben. Es wurde auch dargelegt, warum es keine Möglichkeiten gibt, diese Auswirkungen zu kompensieren. Am 23. August 2023 gab die UVP-Kommission eine Empfehlung über den Bericht Trassenentwicklung Teil 2 ab. Die UVP-Kommission wies darauf hin, dass der Bericht Trassenentwicklung Teil 2 die wesentlichen Umweltinformationen enthält, um zu entscheiden, welche Trassen in der UVS untersucht werden können.

2.4.4 Erstellung und Vorlage UVS, IEA und des Programms

Erste Runde Folgenabschätzung UVS und IEA

In der UVS und der IEA wurden die ökologischen und sonstigen Auswirkungen des Baus, des Betriebs und der Wartung von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen für die verbleibenden Trassen im NRO untersucht. Die Auswirkungen wurden in der ersten Runde der Folgenabschätzung bewertet.

Bericht Trassenentwicklung Teil 3

Im NRO Teil 3 wurde nach Optimierungen für die Trassen gesucht, bei denen in der ersten Runde der Folgenabschätzung stark negative Auswirkungen (Red Flags) festgestellt wurden. Aufgrund dieser Studien wurden erneut Trassen verworfen und geändert, um die Auswirkungen des Baus von Kabelsystemen oder Pipelines abzumildern.

Umweltverträglichkeitsstudie und Gesamtfolgenabschätzung

Die Auswirkungen der optimierten Trassen und Stationen wurden in der UVS und IEA neu bewertet. Daraus ergibt sich, wo und bei welchen Themen es zu negativen Auswirkungen kommt und welche Chancen und Risiken bestehen, wenn Kabelsysteme, Pipelines oder Stationen auf den Trassen gebaut werden. Während dieser Phase wurden mehrere Versammlungen für verschiedene Interessenvertreter organisiert. Die UVS und die IEA wurden von der zuständigen Behörde zur Unterstützung der Beschlussfassung im Programm herangezogen.

Programm

Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum bewilligt das Programm. Darin steht, welche Trassen und Stationsstandorte für die Anbindung der Windparks TNW und DDW genutzt werden. In dem Programm ist auch die Priorisierung der Trassen und Stationsstandorte enthalten, die für die Anbindung künftiger Windparks genutzt werden können.

2.5 Folgemaßnahmen im Verfahren nach Veröffentlichung dieser UVS

Einsichtnahme in den Programmentwurf und Überprüfung der UVS und IEA

Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum legt den Programmentwurf, mit der UVS und der IEA, zur Einsichtnahme vor. Es berät sich mit den gesetzlichen Beratern und den zuständigen Instanzen über den Inhalt der UVS, der IEA und den zu erlassenden Beschlussentwurf. Jeder kann innerhalb eines Zeitraums von 6 Wochen eine Stellungnahme einreichen. Die UVP-Kommission prüft, ob die UVS und die IEA alle entscheidungsrelevanten Informationen enthalten und berücksichtigt bei ihrer Empfehlung auch die Stellungnahmen.

Beschlussfassung

Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum bewilligt anschließend das Programm endgültig. Bei der endgültigen Festlegung wird in einer Antwortnote dargelegt, wie die Empfehlungen und Stellungnahmen umgesetzt wurden. Anschließend wird der Feststellungsbeschluss bekanntgemacht. In dem Programm werden die verschiedenen Schritte des Projektverfahrens zur Fassung eines Projektbeschlusses näher erläutert.

Keine Möglichkeit der Berufung

Das Programm ist selbstverpflichtend. Das bedeutet, dass das Programm nur für das Gremium gilt, das es verabschiedet hat. Daher kann keine Berufung gegen die Bewilligung des Programms eingelegt werden.

2.6 Folgeentscheidungen

2.6.1 Projektbeschlüsse und Genehmigungen

Das PAWOZ prüft, welche Trassen genug Raum für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen bieten. Es wird auch geprüft, unter welchen Bedingungen Kabelsysteme, Pipelines und Stationen gebaut werden können.

Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum wird dann abwägen, welche Trassen und Stationsstandorte für die Windparks TNW und DDW tatsächlich genutzt werden und welche anderen Trassen möglich sind. Sobald eine Entscheidung darüber gefallen ist, welche Trasse(n) für TNW, DDW und zukünftige Windparks genutzt wird/werden, kann ein Projektverfahren zur Verlegung von Kabelsystemen oder Pipelines zwischen

künftigen Windparks und dem Eemshaven beginnen. Dies ist das Verfahren, um zu einem Projektbeschluss zu gelangen. In dem Programm werden die verschiedenen Schritte des Projektverfahrens zur Fassung eines Projektbeschlusses näher erläutert.

Ein Projektbeschluss ist eine weitere Ausarbeitung dessen, was genau in dem festgelegten Raum des Programms geschehen wird. In einem Projektbeschluss wird eine konkrete Trasse von einem Windpark zum Eemshaven festgelegt und näher ausgearbeitet. Der Projektbeschluss bildet somit u. a. die Grundlage für Genehmigungen, die für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen erforderlich sind.

Das PAWOZ gibt den Rahmen für alle Projekte vor, die den Bau von Kabelsystemen oder Pipelines von Offshore-Windparks zum Eemshaven beinhalten. Das bedeutet, dass der Projektbeschluss im Einklang mit den Vereinbarungen des Programms stehen muss.

2.6.2 Projekt-UVP für Folgeentscheidungen

Ein Projektbeschluss und die erforderlichen Genehmigungen für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen unterliegen ebenfalls einer UVP-Pflicht. Ein weiteres UVP-Verfahren, in diesem Fall eine sogenannte Projekt-UVP, muss durchgeführt werden. In einer Projekt-UVP werden die Umweltauswirkungen detaillierter untersucht.

Im Gegensatz zum Programm ist der Initiator für den Projektbeschluss und die Projekt-UVP die Partei, die die Kabelsysteme oder Pipelines verlegt. Für den Bau von Kabelsystemen ist gesetzlich vorgeschrieben, dass dies TenneT als Betreiber des nationalen Hochspannungsnetzes ist. Am 2. Dezember 2022 teilte das Ministerium dem niederländischen Parlament mit, dass es Gasunie mit der Entwicklung des Offshore-Wasserstoffnetzes beauftragen wolle ([Parlamentsdrucksache vom 2. Dezember 2022](#)) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2022). Dies hat das Ministerium im Jahr 2024 bestätigt ([Parlamentsdrucksache vom 6. Juni 2024](#)) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024a). Es geht dabei um Pipelines. Die endgültige Benennung von Gasunie kann nach der Änderung der Gasrichtlinie im Energiegesetz erfolgen.

Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum und das Ministerium für Inneres und Königreichsbeziehungen sind die zuständigen Behörden für den Projektbeschluss und die Projekt-UVP. Sie fassen den Projektbeschluss.

2.7 Politik, Gesetze und Vorschriften

Das PAWOZ trägt dazu bei, Offshore-Windparks anzubinden und dadurch den CO₂-Ausstoß der Niederlande zu reduzieren und die Energiewende in den Niederlanden voranzubringen. Damit entspricht das PAWOZ dem geltenden Strategierahmen und der europäischen und niederländischen Gesetzgebung für Klimaziele und CO₂-Reduktion. Das Umwelt- und Planungsgesetz bildet den wesentlichen Rahmen für die Ausgangspunkte und Voraussetzungen für den Bau, die Nutzung und die Instandhaltung von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen. Aber auch andere (inter-)nationale Vereinbarungen, Gesetze und Vorschriften zu Raumplanung, Umwelt, Natur, Sicherheit, Archäologie und Kulturgeschichte finden Anwendung. Es ist wichtig, dass das PAWOZ und die UVS die Voraussetzungen erfüllen, die in diesen Gesetzen, Vorschriften und politischen Dokumenten festgelegt sind. In Anhang I sind die wichtigsten Gesetze und politischen Dokumente aufgeführt, die für das PAWOZ gelten. Die verschiedenen Teilberichte enthalten die thematischen Grundsätze und die Gesetze und Vorschriften, anhand derer die Auswirkungen bewertet wurden.

3

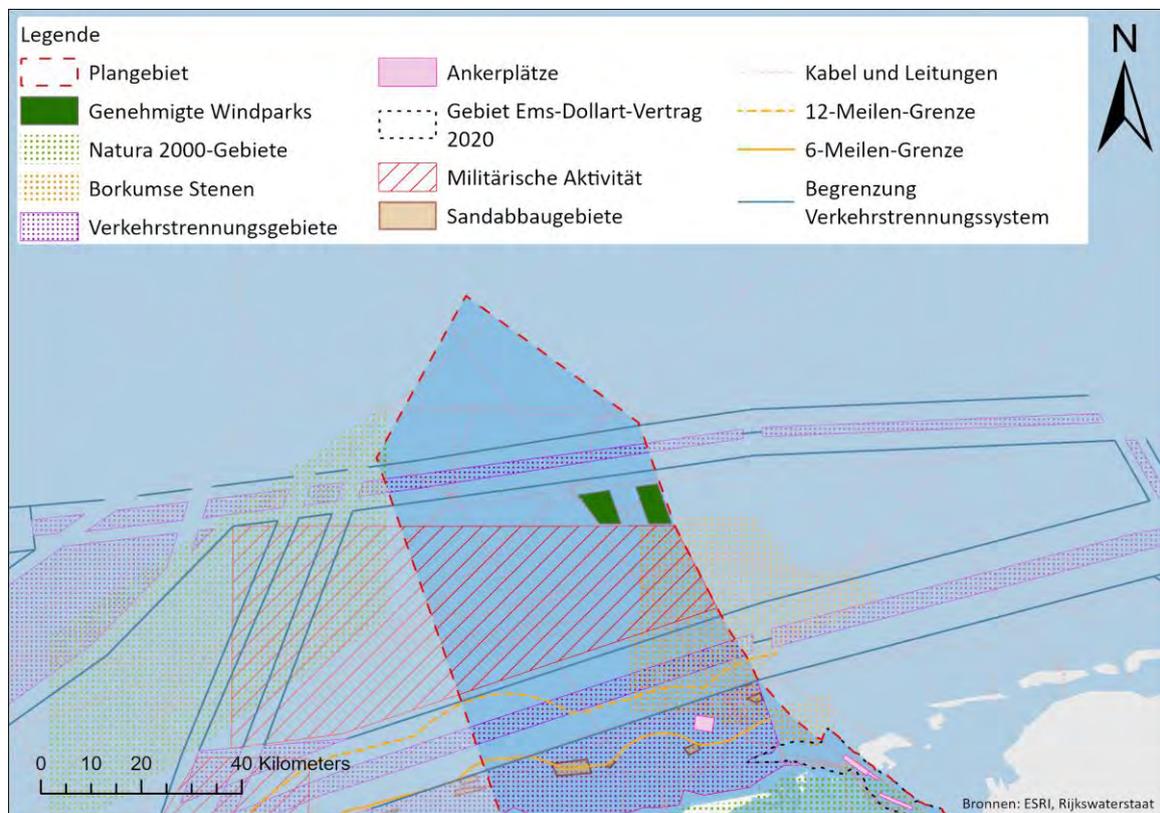
AKTUELLE SITUATION UND AUTONOME ENTWICKLUNGEN

Bei einer UVS werden die Auswirkungen im Hinblick auf eine künftige Situation ermittelt, wenn die geplante Aktivität nicht durchgeführt wird. Dies ist die Situation, wenn keine Kabelsysteme, Pipelines und Stationen gebaut werden, um Windparks in der Nordsee mit dem Eemshaven zu verbinden. Dies wird als Referenzsituation bezeichnet. Die Referenzsituation besteht aus der aktuellen Situation (wie ist es jetzt?) und allen Entwicklungen, die bereits sicher sind (was wird in der Zukunft passieren?), den so genannten autonomen Entwicklungen. In dieser UVS wurde zu diesem Zweck das Zieljahr 2040 betrachtet. Dieses Kapitel skizziert die aktuelle Situation und die autonomen Entwicklungen des PAWOZ. In den Teilberichten der UVS werden für jedes Thema die entsprechende aktuelle Situation und die autonome Entwicklung beschrieben.

3.1 Aktuelle Situation in der Nordsee

In Abbildung 3.1 sind die wichtigen Werte und Funktionen in der Nordsee im Plangebiet des PAWOZ dargestellt.

Abbildung 3.1 Aktuelle Situation in der Nordsee



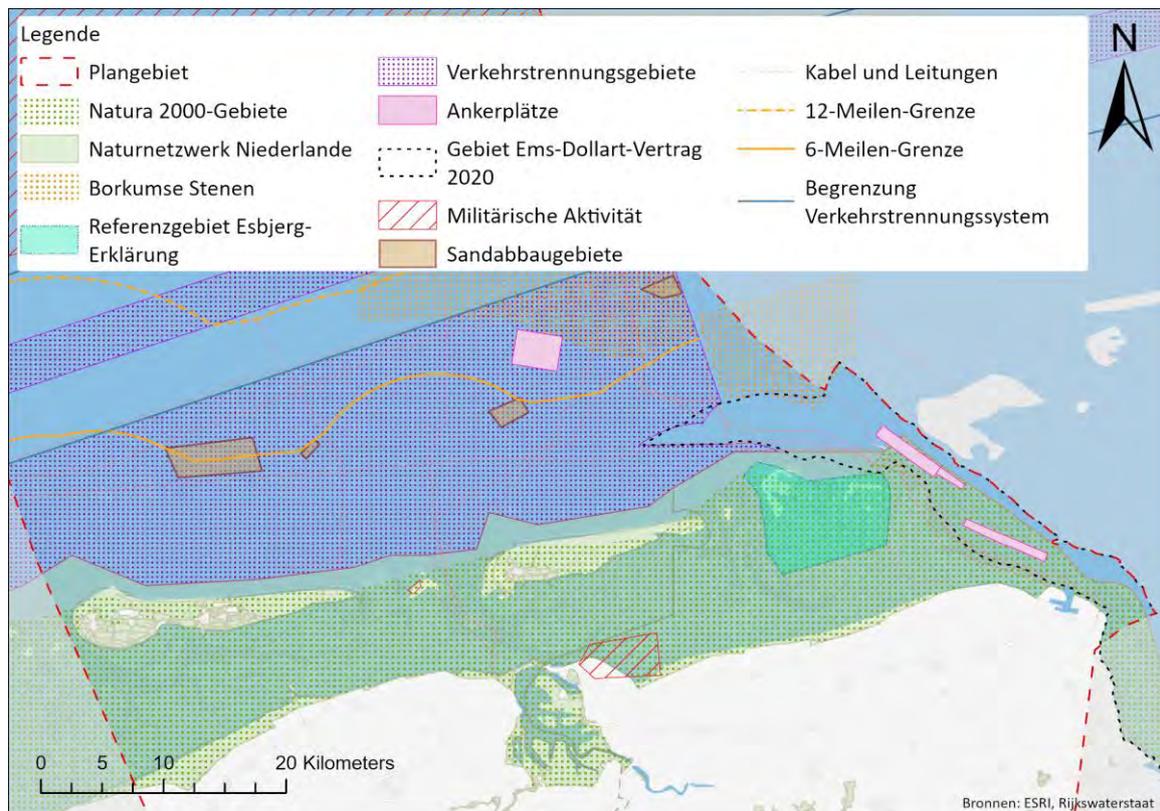
Der Teil der Nordsee, der in das Plangebiet fällt, wird für verschiedene Zwecke genutzt. Dazu gehört ein militärisches Übungsgebiet, in dem Flugzeuge und Schiffe Schießübungen durchführen. Durch das Plangebiet verlaufen zwei große Schifffahrtsrouten, und das Gebiet wird für die Fischerei und die Vergnügungsschifffahrt genutzt. Unter und auf dem Meeresboden liegen mehrere Kabel und Pipelines. Außerdem sind auf und im Meeresboden Schiffswracks und andere archäologische Werte verstreut.

Im Westen, unmittelbar außerhalb des Plangebiets, liegt das Natura 2000-Gebiet Friese Front. Es handelt sich um ein Naturschutzgebiet mit großer biologischer Vielfalt und einem vielfältigen Bodenleben aufgrund des Übergangs von flachen zu tieferen Gewässern. Östlich des Plangebietes befindet sich das Gebiet Borkumse Stenen. Der Meeresboden in diesem Gebiet ist voller Überreste einstiger Gletscher, wie Kies und großen Steinen. Das macht es zu einem Brutgebiet für besondere Tiere. Dadurch weist das Gebiet eine große biologische Vielfalt auf.

3.2 Aktuelle Situation des Wattenmeergebiets

In dieser UVS wird für das Wattenmeergebiet die Definition aus der [Agenda für die Wattenmeerregion 2050](#) verwendet. (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020). Das bedeutet, dass das Wattenmeergebiet aus dem Natura 2000-Gebiet Wattenmeer (einschließlich Ems-Dollart), den Watteninseln, dem Natura 2000-Gebiet Nordseeküste, das an die Watteninseln angrenzt, und der Küste der Provinzen Nordholland, Friesland und Groningen besteht. Wichtige Werte und Funktionen im Wattenmeergebiet sind in Abbildung 3.2 dargestellt.

Abbildung 3.2 Aktuelle Situation im Wattenmeergebiet



[Das niederländische Wattenmeergebiet](#) (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022) wurde 2009 als Natura 2000-Gebiet ausgewiesen und steht damit unter dem Schutz des Umwelt- und Planungsgesetzes. Das Wattenmeer ist eines der letzten verbliebenen großflächigen, bei Ebbe trocken liegenden Ökosysteme, in dem noch natürliche Prozesse ablaufen. Im und um das Wattenmeer gibt es mehrere tiefe und untiefe Gezeitenkanäle.

Das Wattenmeer und die Küstenzone sind relativ unteuf und haben eine flache Küste. Viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten sind dort zu finden. Aufgrund seiner einzigartigen geologischen und ökologischen Werte wurde das Wattenmeergebiet 2009 von der UNESCO zum Weltnaturerbe erklärt und sein [Outstanding Universal Value](#) (Wadden Sea World Heritage, n.d.) wurde anerkannt.

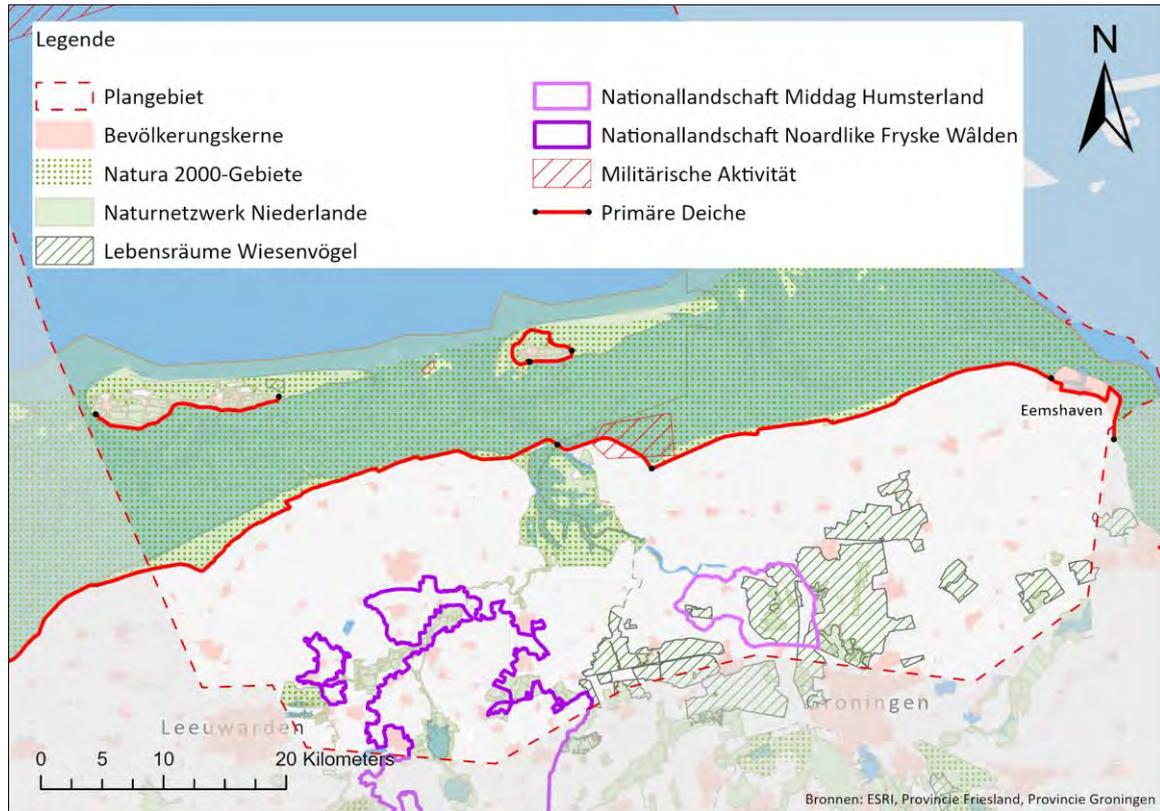
Im Plangebiet befinden sich mehrere Fahrrinnen, die u. a. von Fährdiensten zu den Watteninseln (Ameland und Schiermonnikoog) genutzt werden. Die Tiefe dieser Fahrrinnen wird durch Bagger aufrechterhalten. Das Wattenmeer wird von der gewerblichen Fischerei und der Vergnügungsschifffahrt genutzt. Es gibt Wattwanderwege. Ein Teil des militärischen Übungsgebietes Marnewaard liegt innerhalb des Plangebietes. Auf dem Meeresboden befinden sich auch Kabel für die Energieversorgung, Datenkabel sowie Wasser- und Gasleitungen zu den Watteninseln.

Ein Teil des Wattenmeergebietes ist die Emsmündung. Dies ist das Gebiet, in dem die Ems in das Wattenmeer und die Nordsee mündet. Dort gibt es Fahrrinnen für die Schifffahrt, zum Beispiel von Emden oder Delfzijl in Richtung Meer. Dieser Schiffsverkehr läuft hauptsächlich über die Westerems. Die Grenze zwischen den Niederlanden und Deutschland verläuft durch die Emsmündung. Die Niederlande und Deutschland sind sich seit langem uneinig darüber, wo die Grenze genau verläuft. Um eine gemeinsame Linie in diesem Gebiet zu gewährleisten, wurde ein Vertrag aufgestellt und von beiden Ländern unterzeichnet. Er enthält Vereinbarungen zwischen den Niederlanden und Deutschland über die gemeinsame Verwaltung und Nutzung des Gebietes. Dieser Vertrag legt fest, dass Deutschland die zuständige Behörde für die Sicherheit im Schiffsverkehr ist. Der Bau von Kabelsystemen und Pipelines kann Auswirkungen auf den Schiffsverkehr haben. Daher muss eine Ausführungsgenehmigung (Strom- und Schifffahrtpolizeiliche Genehmigung) bei der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) beantragt werden.

3.3 Aktuelle Situation an Land

Das Plangebiet liegt im nördlichen Teil der Provinzen Friesland und Groningen und umfasst die Gemeinden Noardeast-Fryslân, Het Hogeland und Eemdelta. Wohnkerne wie Dokkum, Pieterburen, Usquert, Uithuizen und Uithuizermeeden befinden sich im Agrargebiet. Die hochwertigen Agrarflächen werden hauptsächlich für den Anbau von Pflanzkartoffeln genutzt. Weiter im Landesinneren liegen die Gemeinden Westerkwartier, Dantumadiel und Tytsjerksteradiel. Abbildung 3.3 zeigt die wichtigsten Nutzungen und Werte an Land.

Abbildung 3.3 Aktuelle Situation an Land



Der Eemshaven ist ein wichtiger Arbeitsstandort mit vielen wirtschaftlichen Aktivitäten im nördlichen Groningen. Im Eemshaven befinden sich zum Beispiel Fährterminals, Kraftwerke und Rechenzentren. Eine ausführliche Erklärung enthält der Textkasten in Abschnitt 1.2.

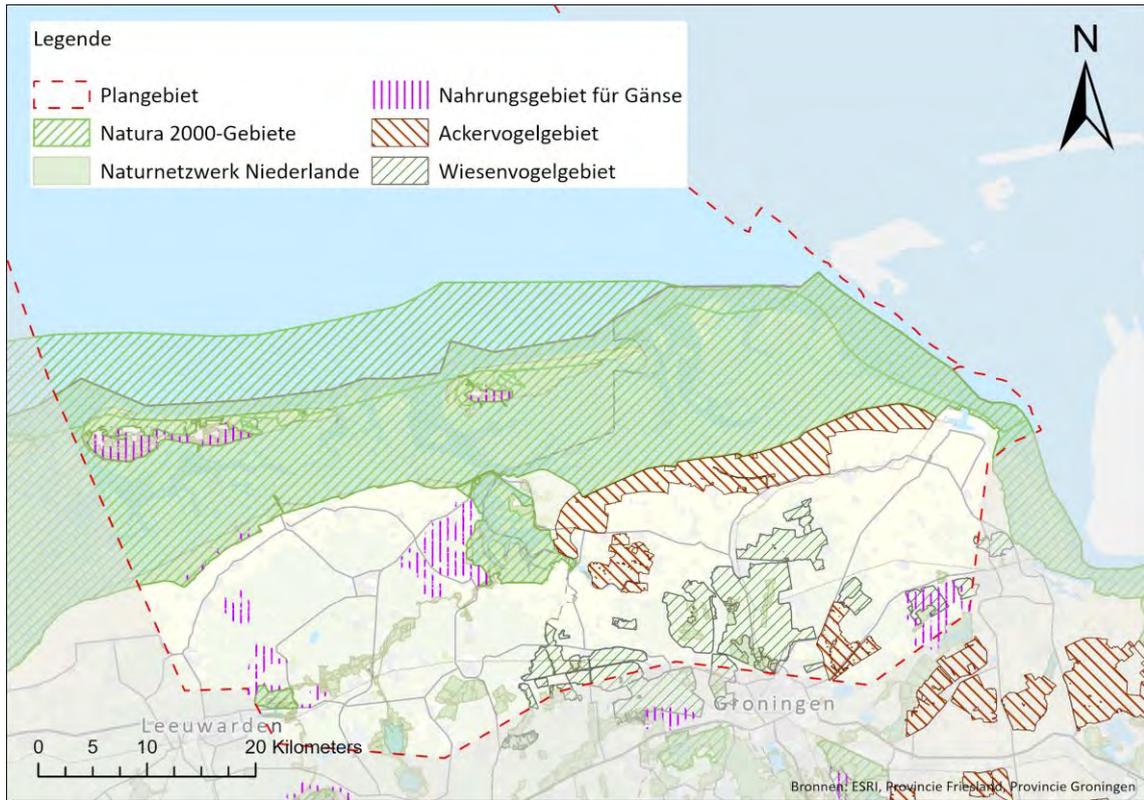
Das Plangebiet ist für seine Natur und kulturhistorische Landschaft bekannt. Das Natura 2000-Gebiet Lauwersmeer liegt innerhalb des Plangebiets. Außerdem gibt es mehrere Wiesenvogelgebiete und Ackervogelgebiete, die den Schutzbestimmungen der Provinz unterliegen. Im Plangebiet liegt die Nationallandschaft Middag-Humsterland. Diese Groninger Landschaft ist bekannt für die archäologischen Werte, die dort zu finden sind, wie z. B. ein historisches Muster von Gräben, Wegen und Deichen und alte Seedeiche.

Auch die Nationallandschaft Noardlike Fryske Wâlden liegt teilweise innerhalb des Plangebiets. In dieser friesischen Heckenlandschaft werden kleine Wiesen durch (Wall-)Hecken getrennt.

3.4 Naturschutz

In den vorigen Abschnitten wurden die Naturschutzgebiete im Plangebiet bereits erwähnt und in den Teilgebietskarten ausgewiesen. Da der Naturschutz für die Folgenabschätzung der Trassen und Stationen von so großer Bedeutung ist, zeigt Abbildung 3.4 die Natura 2000-Gebiete, die Gebiete des Naturschutznetzes Niederlande (NNN), die Nahrungsgebiete von Gänsen, die Ackervogelgebiete und die Wiesenvogelgebiete, die bei der UVS berücksichtigt wurden.

Abbildung 3.4 Naturschutzgebiete im Plangebiet



3.5 Autonome Entwicklungen

Autonome Entwicklungen sind Pläne und Projekte, die bereits beschlossen, aber noch nicht realisiert wurden. Diese werden also in der Zukunft stattfinden. Die nachstehenden Karten und Tabellen beschreiben die relevanten autonomen Entwicklungen in der Nordsee, im Wattenmeergebiet und auf dem Festland. Relevante autonome Entwicklungen haben Auswirkungen auf dasselbe Gebiet oder dieselben Funktionen und Bewertungsaspekte wie das PAWOZ. In den Teilberichten wird dargelegt, wie diese Entwicklungen in den Umweltstudien berücksichtigt wurden. Das PAWOZ umfasst autonome Entwicklungen, die zum Referenzdatum 2. Februar 2024 bekannt waren.

Abbildung 3.5 Autonome Entwicklungen in der Nordsee

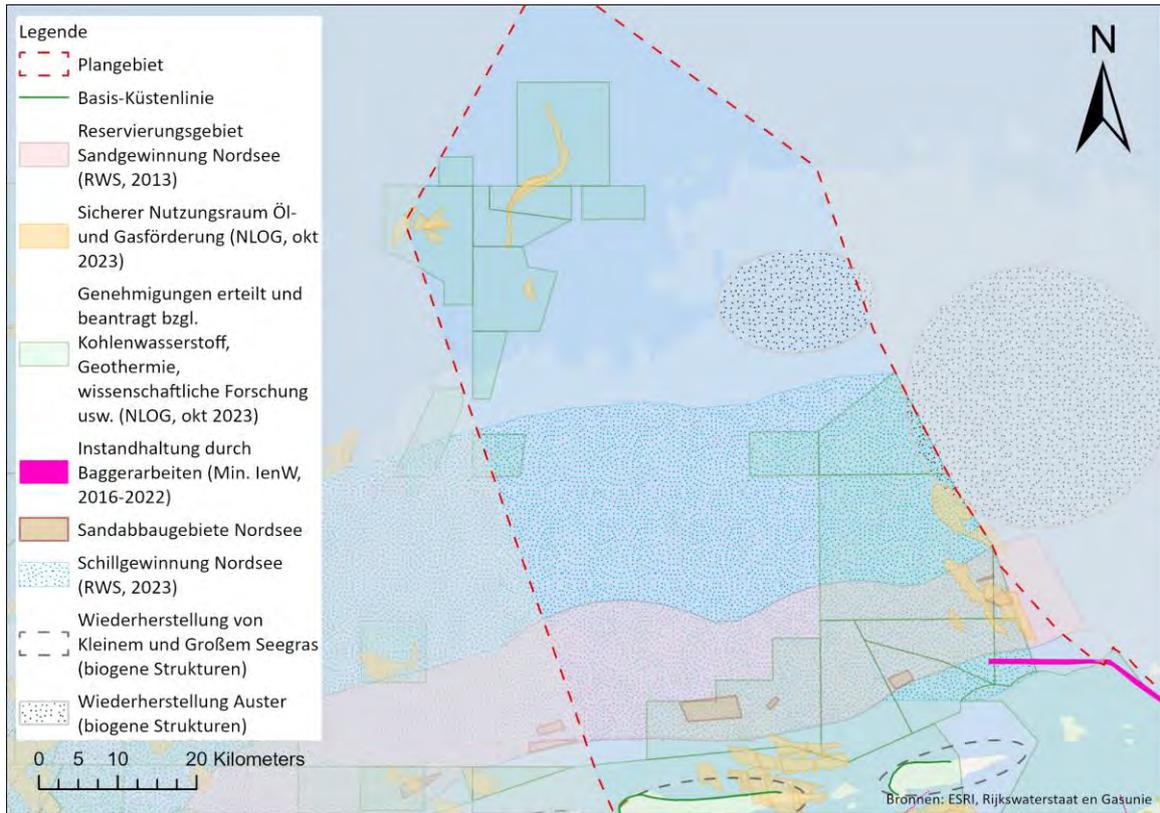


Abbildung 3.6 Autonome Entwicklungen im Wattenmeergebiet

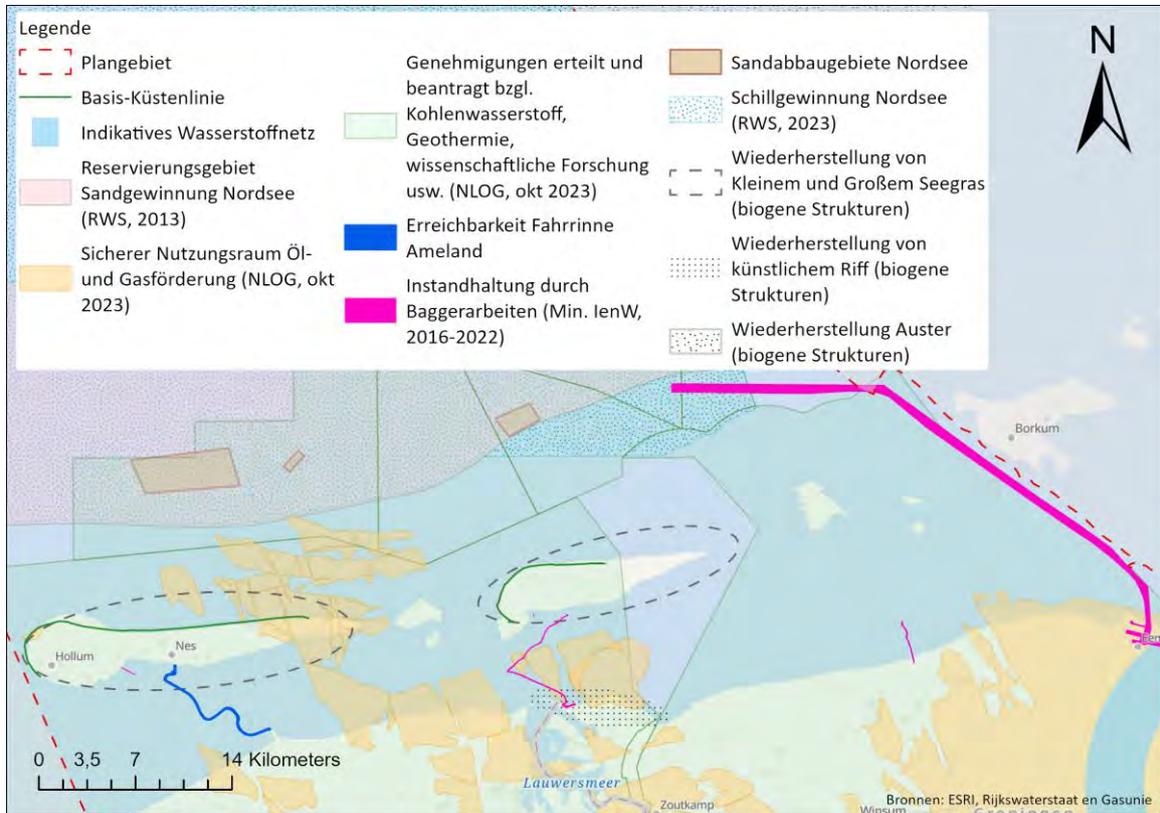


Tabelle 3.1 Übersicht über die autonomen Entwicklungen in der Nordsee und im Wattenmeergebiet

Entwicklung	Beschreibung
Offshore-Windenergie	Im Jahr 2018 war das Ziel, bis zum Jahr 2030 Windenergiegebiete mit einer Kapazität von etwa 10,7 GW in Betrieb zu nehmen. Im Jahr 2020 wurde das CO ₂ -Reduktionsziel für 2030 verschärft. Aus diesem Grund erklärte die Regierung Anfang 2022, bis 2030 eine Kapazität von rund 21 GW erreichen zu wollen (Quelle). Die Regierung Schoof hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 50 GW zu realisieren (Quelle).
Folgeuntersuchung Erreichbarkeit Ameland 2030	In dieser Untersuchung wurde geprüft, wie Ameland nach 2030 erreichbar bleiben wird. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung lag auf der Fährverbindung und der Anschlussinfrastruktur auf der Insel und auf dem Festland. Es wird empfohlen, im Rahmen des Mehrjahresprogramms Infrastruktur, Raumordnung und Transport (MIRT) eine Sondierung einzuleiten.
Sandgewinnung Nordsee	Das Gebiet seewärts der durchgehenden Linie von 20 m unter dem Amsterdamer Pegel und landwärts der 12-Seemeilen-Grenze wurde als Reservegebiet für die Sandgewinnung ausgewiesen. In diesem Reservegebiet wurden neue Suchgebiete für die Sandgewinnung ausgewiesen.
Schillgewinnung Nordsee	Spezialisierte Unternehmen gewinnen in der Nordsee Muschelschalen aus Sedimentschichten, die hauptsächlich aus den Überresten abgestorbener Schalentiere bestehen. Sie werden für eine Vielzahl von Zwecken verwendet, z. B. in Entwässerungssystemen und zum Pflastern von Wegen.
Sicheres Fördergebiet für Gas und Salz unter dem Wattenmeer	Unter dem Wattenmeer werden Gas und Salz gewonnen. Im Plangebiet wird Gas gefördert, unter anderem von der Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM). Für jeden Standort, an dem Gas oder Salz gefördert wird, legt die Regierung ein sicheres Gebiet fest, in dem die Geschwindigkeit der Bodensenkung durch die Förderung gleich bleiben muss. Die Fördergebiete werden mindestens alle 5 Jahre aktualisiert.
Basis-Küstenlinie	Die Niederlande haben von Natur aus eine erodierende Küste. Es verschwindet mehr Sand als angeschwemmt wird. Aus diesem Grund wurde die Basis-Küstenlinie festgelegt. Wenn die Küste an einer Stelle dauerhaft hinter der Basis-Küstenlinie liegt, wird die Küste örtlich mit Sand aufgefüllt. Außerdem wird Sand hinzugefügt, um das Küstenfundament entsprechend dem steigenden Meeresspiegel auch anzuheben.
Instandhaltung durch Baggerarbeiten	Im Wattenmeer werden Baggerarbeiten durchgeführt, um die Fahrrinnen und Häfen auf einer für die Schifffahrt ausreichenden Tiefe zu halten. Seit 2022 wird im Wattenmeer kein Sand mehr gewonnen.
Durchführung der 2. Tranche des Programms Ems-Dollart 2050	Dazu gehören mehrere Projekte der 2. Tranche des Programms Ems-Dollart 2050, die seit 2021 umgesetzt werden, wie z.B.: die MIRT-verkenning [Mehrjahresprogramm-Infrastruktur-Sondierung] Eemszijen, der Bau des Brede Groene Dijk und die Gestaltung des Kleine en Groote Polder.
Maßnahmen zur Verringerung der Trübung Ems-Dollart	Die Schlickkonzentration in der Ems-Dollart-Region ist unnatürlich hoch. Örtlich kann die Sichttiefe durch diese extrem trüben Bedingungen stark beeinträchtigt sein. Im Rahmen des Programms Ems-Dollart 2050 (ED2050) und des ergänzenden Natura 2000-Verwaltungsplans werden Forschungen und Experimente zur Verringerung der Trübung ausgeführt.
Wiederherstellung biogener Strukturen	Die Qualität der trockenfallenden Platten und das Nahrungsangebot für Vögel hat sich durch die mechanische Schalentierfischerei in der Vergangenheit verschlechtert. Darüber hinaus ist die Fläche der Seegraswiesen im niederländischen Wattenmeer stark zurückgegangen. Infolgedessen ist die Gesamtheit der biogenen Strukturen auf den trockenfallenden Platten geringer als wünschenswert. In den kommenden Jahren werden im Wattenmeer Experimente durchgeführt, die eine Wiederherstellung von Muschelbänken und Seegras zum Ziel haben.

Abbildung 3.7 Autonome Entwicklungen an Land

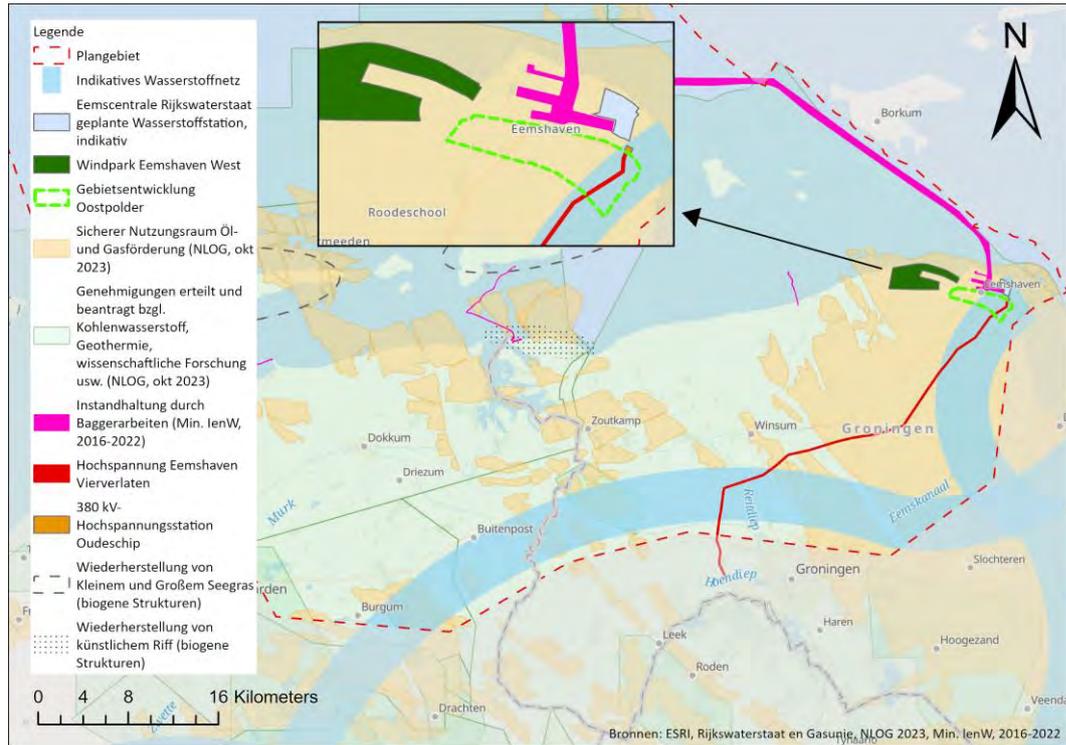


Tabelle 3.2 Übersicht über die autonomen Entwicklungen an Land

Autonome Entwicklung	Beschreibung
Windpark Eemshaven West	Die Entwicklung eines Windparks westlich des Eemshavens. Deputiertenstaaten [die niederländischen Provinzregierungen] haben die Beschlusstwürfe im Dezember 2023 angenommen.
Gebietsentwicklung Oostpolder	Die provinz Groningen plant, ein Gebiet von 600 Hektar brutto südlich vom Eemshaven mit einem nachhaltigen, umweltfreundlichen und innovativen Gewerbegebiet zur nachhaltigen Energiequelle der Niederlande zu machen. Die endgültige Entscheidung über die Entwicklung des Oostpoldergebiets wird im November oder Dezember 2025 fallen.
380/110 kV-Hochspannungsstation Oostpolder durch TenneT	Im östlichsten Teil des Oostpolders, angrenzend an die N33 und das Oude Tjariet, wird eine Hochspannungsstation mit 380/110 kV gebaut. Hier wird TenneT Energie aus Offshore-Windturbinen für die Einspeisung ins Netz umwandeln. Diese Station wird voraussichtlich in den Jahren 2032-2034 realisiert werden.
380 kV-Hochspannungsstation Oudeschip	Derzeit wird eine Erweiterung der Hochspannungsstation Oudeschip untersucht. Geplant ist eine zusätzliche Leistung von 2,7 GW für den Anschluss des PAWOZ und einen weiteren Kundenanschluss. Die Erweiterung wird voraussichtlich bis Mitte 2026 abgeschlossen sein.
Elektrolyseur Eemshaven (Eemshydrogen)	RWE will im Eemshaven einen Elektrolyseur für die Ökostromerzeugung realisieren. Die Umgebungsgenehmigung wurde am 5. Juli 2022 von der Provinz Groningen erteilt. Die Wasserstoffproduktion kann voraussichtlich im Jahr 2025 aufgenommen werden.
Entwicklung des Wasserstoffnetzes Niederlande durch Gasunie	Die Gasunie-Tochter HyNetwork Services (HNS) entwickelt das nationale Wasserstoffnetz. Ab 2025 sollen die fünf großen Industriecluster schrittweise miteinander, mit Wasserstoffspeichern und mit dem Ausland verbunden werden. Etwa 80 % des Wasserstoffnetzes werden durch die Wiederverwendung bestehender Erdgaspipelines aufgebaut, die restlichen 20 % werden neu errichtet. Auf der östlichen Seite des Plangebiets (Oostpolder in Richtung Veendam und weiter südlich) wird das Wasserstoffnetz Nord-Niederlande entwickelt. Es geht um den Bau einer Wasserstoffpipeline, an die die östlichen Wasserstofftrassen des PAWOZ angeschlossen werden. Die westlichen PAWOZ-Wasserstofftrassen schließen an die geplante Trasse Wieringermeer-Groningen des Wasserstoffnetzes Niederlande an (Quelle: https://www.hynetwork.nl/kennisbank/artikel/uitrolplan).

4

VORHABEN

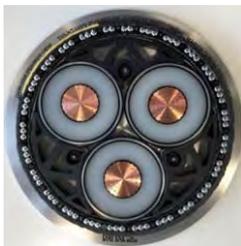
Das Vorhaben für das PAWOZ ist der Anschluss von Energie aus Offshore-Windparks oberhalb der Watteninseln an das nationale Hochspannungsnetz von TenneT oder an das Wasserstoffnetz Niederlande von Gasunie in der Nähe des Eemshavens. Auch die Möglichkeit eines Tunnelsystems, das den größten Teil des Wattenmeergebiets unterquert, wurde untersucht. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Merkmale des Stromnetzes, des Wasserstoffnetzes und des Tunnelsystems beschrieben. Eine genauere Erläuterung des Vorhabens und der Bautechniken findet sich im Bericht Trassenentwicklung in Anhang II.

Kabelsysteme und Pipelines: Worin besteht der Unterschied?

Offshore-Windparks erzeugen viel Energie. Diese Energie muss an Land gebracht werden. Dies kann über Kabelsysteme oder, wenn der Strom auf See in Wasserstoff umgewandelt wird, über Pipelines geschehen. Neben den Unterschieden in der Form der Energie, die durch Kabelsysteme und Pipelines transportiert wird, gibt es auch physische Unterschiede.

Kabelsysteme: Die Energie wird in Form von Elektrizität transportiert. Es gibt zwei Arten von Kabelsystemen, die große Mengen an Elektrizität transportieren können: 700 MW Wechselstrom (AC) und 2 GW Gleichstrom (DC).

- ein AC-Offshore-Kabelsystem besteht aus zwei 220 kV-Kabelsträngen mit Wechselstrom mit einem Durchmesser von jeweils ca. 30 cm. Jedes AC-Offshore-Kabelsystem besteht aus drei Adern (Phasen) pro Kabelstrang und einem Glasfaseranschluss;
- ein DC-Offshore-Kabelsystem besteht aus einem Kabelstrang (Bündel) mit vier Kabeln: drei separaten Adern mit einem Durchmesser von jeweils etwa 20 cm: ein Pluspolkabel (+525 kV), ein Minuspolkabel (-525 kV), einem metallischen Rückleiter und einem Glasfaseranschluss;
- ein AC- oder DC-Onshore-Kabelsystem besteht aus denselben Komponenten wie das AC- oder DC-Offshore-Kabelsystem. Ein DC-Kabelsystem wird an Land nicht gebündelt verlegt;
- AC-Kabelsysteme zwischen einem Umspannwerk/einer Konverterstation und Hochspannungsstationen werden nicht gebündelt verlegt.



AC-Offshore-Kabelsystem



DC-Offshore-Kabelsystem

Pipelines: Die Energie wird in Form von Wasserstoffgas unter hohem Druck transportiert. Das PAWOZ geht von Pipelines mit einem Durchmesser von 48 Zoll aus. Um dem Druck standzuhalten, werden Pipelines aus Stahl verwendet. Diese Pipelines haben eine begrenzte Duktilität. Deshalb wird mehr Raum als bei Kabelsystemen benötigt, um eine Biegung machen zu können.

4.1 Elektrische Verbindungen

Die elektrische Verbindung für das PAWOZ besteht aus Kabelsystemen und den dazugehörigen Stationen. Das sind die Offshore-Plattformen bei TNW und DDW und die Umspannwerke oder Konverterstationen an Land. Die Forschungsaufgabe für das PAWOZ besteht aus zwei Wechselstromverbindungen mit 220 kV (350 MW) und fünf Gleichstromverbindungen mit 525 kV (2 GW). Beide Verbindungsarten sind in Abbildung 4.1 dargestellt.

Die AC- und DC-Verbindungen laufen von einer Offshore-Plattform über Kabelsysteme unter dem Meeresboden zum Festland. Der Strom wird dann über Onshore-Kabelsysteme zu einem Umspannwerk (für Wechselstrom) oder einer Konverterstation (für Gleichstrom) geleitet. Dort wird die Spannungsebene auf 380 kV umgewandelt. Schließlich wird der Strom zu einer 380-kV-Hochspannungsstation transportiert, wo er an das nationale Hochspannungsnetz angeschlossen wird. Die für den Anschluss an das nationale Hochspannungsnetz in Frage kommenden 380-kV-Stationen sind Eemshaven Oudeschip und Eemshaven Oostpolderweg. Diese 380-kV-Stationen sind nicht Teil des Vorhabens.

Abbildung 4.1 Schematische Darstellung des Stromnetzes (oben: Gleichstrom, unten: Wechselstrom)

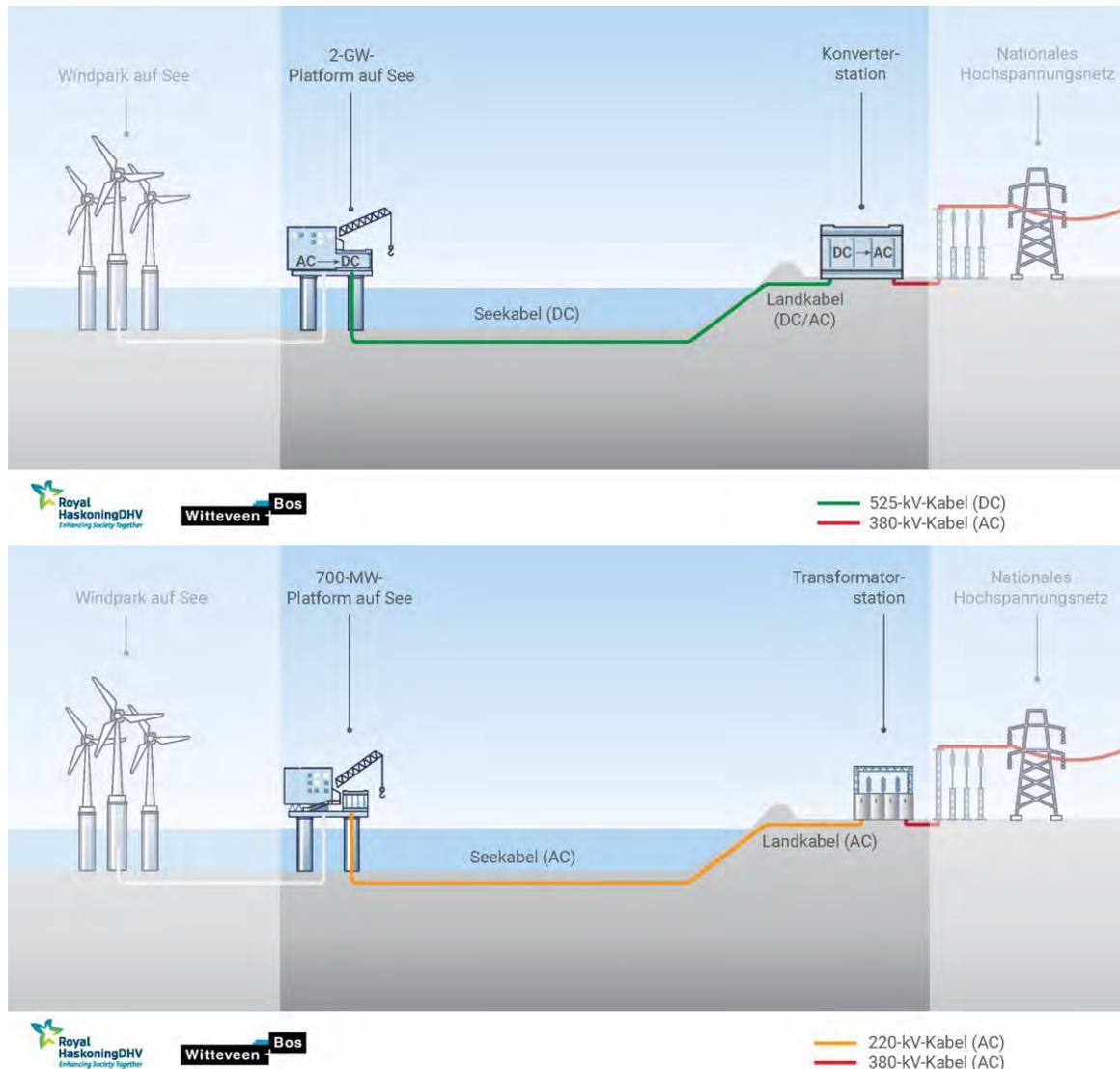


Tabelle 4.1 Unterschied zwischen AC- und DC-Verbindungen

Komponenten elektrische Verbindung	AC-Verbindung	DC-Verbindung
Offshore-Plattform	Plattform mit Transformator	Plattform mit Konverter
Offshore-Kabelsysteme	2 Kabelsysteme von 350 MW	1 Kabelsystem von 2 GW
Onshore-Kabelsysteme	2 Kabelsysteme von 350 MW	1 Kabelsystem von 2 GW
Onshore-Station	Umspannwerk	Konverterstation

4.1.1 Offshore-Plattformen

Die Plattformen von TNW und DDW sind Teil des Vorhabens. Für DDW wurden zwei Suchgebiete untersucht. TenneT hat einen Standard für eine 700 MW AC-Plattform und für eine 2 GW DC-Plattform entwickelt. Die Plattformen künftiger Windparks wurden nicht berücksichtigt. Es ist steht nämlich noch nicht fest, ob und wenn ja, welche Windparks an den Eemshaven angeschlossen werden sollen. Die Windturbinen selbst und die Parkverkabelung sind kein Bestandteil des PAWOZ. Diese Bestandteile werden zu einem späteren Zeitpunkt in der Standorteignungsanalyse weiter behandelt.

Eine Plattform wird mit Schiffen gebaut. Zunächst werden Steine auf dem Meeresboden abgelegt (Scour Protection/Kolkschutz). Dann wird die Gründung (Jacket) aufgestellt und mit Verankerungspfählen auf dem Boden montiert. Darauf wird der Transformator oder Konverter (Topside) platziert.

4.1.2 Offshore-Kabelsysteme

Bei der Verlegung von Kabelsystemen in der Nordsee und dem Wattenmeergebiet wird das Prinzip bury and would like to forget angewendet. Dieses Prinzip zielt darauf ab, Kabelsysteme im ersten Anlauf so tief einzugraben, dass sie nicht durch die Gezeitenwirkung freigespült werden können. Für Kabelsysteme in der Nordsee gilt als Ausgangspunkt, dass zu jeder Zeit mindestens 1 m Bodenabdeckung (Meeresboden) auf den Kabelsystemen vorhanden sein muss. Für das Wattenmeergebiet wurden die erforderlichen Eingrabetiefen in einer Eingrabetiefenstudie berechnet. Diese Studie ist eine Anhang zum Bericht Trassenentwicklung (Anhang II). Das Prinzip bury and would like to forget verlangt für die Trassen im Wattenmeergebiet eine große Eingrabetiefe.

Eine Alternative zu bury and would like to forget ist bury and maintain. TenneT hat für das COBRA-Kabel und die Borssele-Kabel untersucht, wie oft Kabelsysteme nach dem Prinzip bury and maintain neu eingegraben werden müssen. Diese Untersuchungen zeigen, dass die gesellschaftlichen Lebenszykluskosten (Geld, Umwelt, Probleme) bei bury and maintain höher sind als bei bury and would like to forget. Dies zeigte sich sogar schon, bevor das größere Risiko von Schäden an den Kabelsystemen bei untiefer Eingrabung in diese Kosten einkalkuliert wurde. Das erneute Eingraben von Kabelsystemen ist nicht einfach. Außerdem können die Kabelsysteme weniger tief eingegraben werden, als wenn sie sofort so tief wie nötig eingegraben würden. Deshalb müssen Kabelsysteme in einer bury and maintain-Situation häufig neu eingegraben werden. Dies führt nach Angaben von TenneT zu höheren gesellschaftlichen Lebenszykluskosten. Außerdem ist für TenneT die Betriebssicherheit des Offshore-Netzes und damit die Vermeidung von Kosten bei einem Ausfall einer Verbindung ein wichtiges Argument für die Anwendung des Prinzips bury and would like to forget.

Es gibt verschiedene Kabelverlegetechniken für den Offshore-Bereich, die untiefern Rinnen und die trockenfallenden Wattplatten. Diese werden im Kasten erläutert. Fotos von allen Verlegetechniken sind im Bericht Trassenentwicklung zu finden. Die Dauer der Arbeiten zur Verlegung eines Kabelsystems auf See hängt unter anderem von der Verlegetechnik, der Kabellänge und der Trasse ab. Beim PAWOZ wird davon ausgegangen, dass maximal ein Kabelsystem pro Jahr verlegt wird.

Offshore-Kabelverlegetechniken

Unterwasser-Grabenfräse

Bei ausreichender Wassertiefe wird ein Kabelverlegeschiff eingesetzt. Das Schiff kann mit Ankern oder durch dynamische Positionierung in Position gehalten werden. Es gibt verschiedene Geräte, mit denen Kabel im Meeresboden eingegraben werden können. Kabelpflüge und sogenannte Jetting-Sleds werden hinter einem Schiff oder Ponton über den Grund geschleppt. Eine Unterwasser-Grabenfräse ist ein Unterwasserroboter, der von einem Schiff aus gesteuert wird. Die Grabenfräse fährt über das herabgelassene Kabel und gräbt es ein, oder das Kabel wird von einem Ponton oder einem Kabelverlegeschiff direkt in die Grabenfräse geführt. Um das Kabel in den Boden einzubringen, kann der Meeresboden mit Wasserstrahldüsen (Jets) fluidisiert (aufgeweicht) oder mechanisch aufgefäst werden.

Verlegung in tieferen Rinnen mit dem „Vertical Injector“ [Spülschwert]

Ein Spülschwert (Vertical Injector) ist ein Gerät zur Kabeleingrabung, mit dem Kabel bis zu einer relativ großen Tiefe im Meeresboden eingegraben werden können. Das Spülschwert ist auf einem Ponton oder einem Wasserfahrzeug stationiert. Ein Spülschwert (Vertical Injector) besteht aus einem relativ langen Metall-Schwert, das durch den Boden gezogen wird, wobei es das Kabel mit sich in den Boden einzieht. Diese Schwerter können den Meeresboden mit Hilfe von Wasserstrahlen, Vibrationen oder mechanischem Aushub auflockern. Ein Pflug hat ein kleineres Schwert als ein Spülschwert (Vertical Injector), wobei dieses Schwert auf einer Art Schlitten montiert ist. Durch das Ziehen des Pfluges über den Boden wird das Kabel eingegraben. Pflüge verfügen über Wasserstrahldüsen oder Vorrichtungen für mechanischen Aushub. Bei der Verlegung mit einem Pflug kann das Kabel im Voraus auf dem Meeresboden verlegt oder gleichzeitig von einem Ponton oder Schiff aus zugeführt werden.

Baggerarbeiten

Es gibt Abschnitte der Trassen, in denen die Wassertiefe für ein Kabelverlegeschiff nicht ausreicht. In diesem Fall kann zuerst gebaggert werden, um einen Graben für das Verlegefahrzeug zu schaffen. Es gibt auch Abschnitte der Trassen, in denen die erforderliche Eingrabetiefe des Kabels für bestimmte Kabelverlegemethoden zu tief ist. In diesem Fall wird zunächst eine Rinne bis zu einer Tiefe ausgebaggert, nach der die Kabel-Eingrabmaschine das Kabel in der richtigen Tiefe eingraben kann.

Verlegung auf dem Watt

Auf dem untiefen Watt und in nicht zu tiefen Rinnen kann das Kabel mit einer speziellen Maschine, einer Watt-Grabenfräse, eingegraben werden. Das ist eine Maschine, die sich auf Raupenkettensystemen durch das Watt bewegt. Die Maschine bringt das vorverlegte Kabel mit einem Schwert in die Tiefe. Das Eingraben kann mit Wasserstrahldüsen, Vibration oder mechanischem Aushub erfolgen. Zunächst wird das Kabelsystem mit einem Flachwasserponton oder einem Raupenfahrzeug auf dem Watt verlegt.

Kreuzungen mit bestehenden Kabeln und Pipelines

Es gibt verschiedene Techniken, um bestehende Kabel und Pipelines zu kreuzen. Welche Technik letztendlich angewandt wird, richtet sich nach der örtlichen Situation und nach den Vereinbarungen zwischen TenneT und dem Eigentümer des/der zu überquerenden Kabels bzw. der Pipeline.

Kabelmuffen

Kabelsysteme können in der Regel mit einer Länge von 40 km transportiert werden. Zur Überbrückung größerer Längen werden sogenannte Muffen verwendet, die zwei Kabelabschnitte miteinander verbinden. Auf dem Meeresboden wird eine Muffenmulde ausgebaggert, in welche die Muffe eingesetzt wird.

4.1.3 Onshore-Kabelsysteme

Dort, wo die Offshore-Kabelsysteme das Land erreichen, müssen sie in unterirdische Onshore-Kabelsysteme übergeleitet werden. Um Onshore- und Offshore-Kabelsysteme zu verbinden, wird an der jeweiligen Stelle eine Übergangsmuffe benötigt (an der Landseite des Deichs). Dabei geht es um eine Art von Lüsterklemme zwischen den Onshore- und Offshore-Kabelsystemen.

Für die Verlegung von Kabelsystemen an Land gibt es zwei Verlegetechniken: eine offene Bauweise oder das gesteuerte Horizontalspülbohrverfahren (im Folgenden: HDD-Bohrung). Diese werden im Kasten erläutert.

Onshore-Kabelverlegetechniken

Offene Grabenbauweise

Ausgangspunkt ist, dass die Kabelsysteme an Land in offener Bauweise verlegt werden. Bei dieser Verlegetechnik wird ein Graben ausgehoben, in dem die Kabelsysteme verlegt werden. Dabei kann mittels Entwässerung der Graben trocken gehalten werden.

HDD-Bohrung

Wo der Raum nicht ausreicht oder wo größere Schäden zu erwarten sind, werden die Kabelsysteme mittels HDD-Bohrungen verlegt. Hauptdeiche werden mit HDD-Bohrungen durchkreuzt. Bei HDD-Bohrungen finden die Arbeiten an den Eintritts- und Austrittsstellen statt. Die Verlegung erfolgt in drei Schritten: 1) An der Eintrittsstelle wird die Bohranlage aufgestellt. 2) Die Bohrung wird durchgeführt und die Mantelrohre werden eingezogen. Die Mantelrohre müssen vorab als gesamter Strang an der Austrittsseite ausgelegt sein. 3) Die Kabel werden durch die Mantelrohre gezogen.

4.1.4 Umspannwerk oder Konverterstation

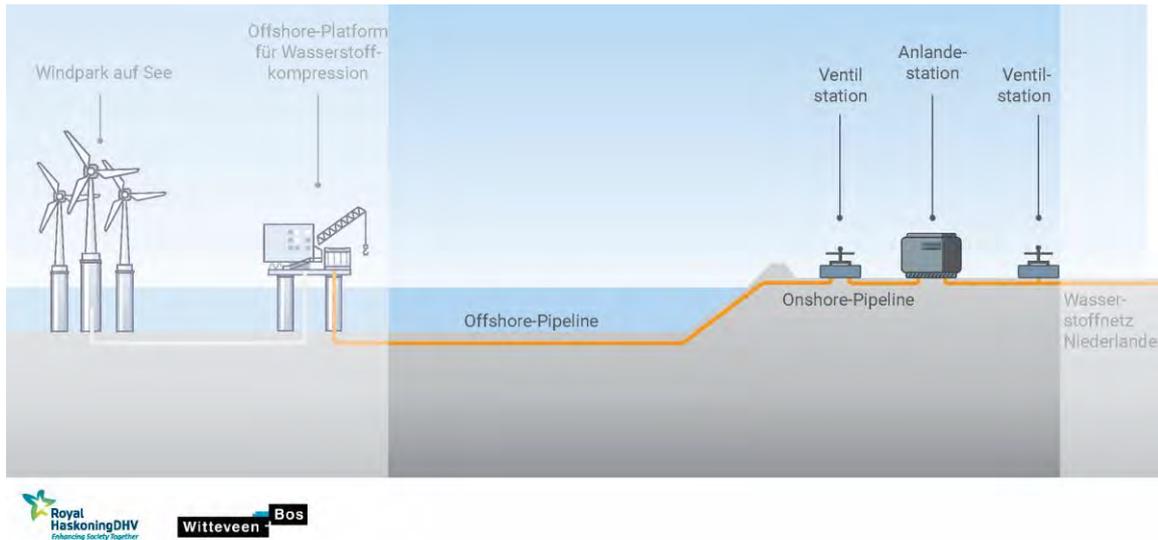
Bevor die Onshore-Kabelsysteme an das landesweite Hochspannungsnetz angeschlossen werden können, muss die Spannung auf 380 kV Wechselspannung transformiert werden. Das geschieht in einem Umspannwerk. Im Falle einer DC-Verbindung bedeutet dies, dass diese zunächst auch noch umgewandelt werden muss (von DC in AC). Das geschieht in einer Konverterstation. Im PAWOZ wurden 3 Standorte für Umspannwerke oder Konverterstationen untersucht: Suchgebiet Umspannwerk TNW (Middenweg), Suchgebiet Konverterstationen DDW (Waddenweg) und Suchgebiet Zukünftige Konverterstationen Oostpolder.

4.2 Wasserstoffanschlüsse

Der Offshore- und Onshore-Wasserstoffanschluss für das PAWOZ besteht aus Pipelines sowie den dazugehörigen Stationen, wie in Abbildung 4.2 dargestellt. Das sind die Anlandestationen und Ventilstationen. Die Forschungsaufgabe für das PAWOZ besteht aus drei Pipelines für den Wasserstofftransport, einschließlich Wasserstoffanlandestationen und Ventilstationen.

Von einer Offshore-Plattform läuft eine Pipeline über den Meeresboden zum Festland. Bei der Anlandung wird eine Wasserstoffanlandestation entstehen. Bei der Anlandung wird es auch eine Ventilstation geben, wo die Offshore-Pipeline von der Onshore-Pipeline abgetrennt werden kann. Die Onshore-Pipelines werden an das niederländische Wasserstoffnetz angeschlossen, das von Hynetwork (einer hundertprozentigen Tochtergesellschaft von Gasunie) entwickelt wird, www.hynetwork.nl). Beim Anschluss an das landesweite Wasserstoffnetz ist auch eine Ventilstation vorgesehen.

Abbildung 4.2 Schematische Darstellung eines Wasserstoffanschlusses



4.2.1 Offshore-Plattformen

Wasserstoff wird durch Elektrolyse erzeugt. Dabei wird mit Hilfe von (aus Windkraft gewonnenem) Strom Meerwasser in Wasserstoff (in gasförmigem Zustand) und Sauerstoff gespalten. Die Elektrolyse auf See kann in der Turbine selbst (dezentral) oder auf einer Plattform (zentral) erfolgen. Bei der zentralen Wasserstoffkompression können verschiedene Arten von Untersystemen verwendet werden.

Ausgangspunkt ist, dass die erforderliche Offshore-Infrastruktur für die Erschließung von TNW bis spätestens 2033 fertiggestellt ist ([Parlamentsdrucksache Update ergänzender Fahrplan Wind auf See](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024b)). Die Offshore-Plattform für einen Wasserstoffanschluss von TNW aus ist kein Bestandteil des PAWOZ. Diese Plattform wird in der Standorteignungsanalyse für TNW behandelt.

Auch die Plattformen für Wasserstoff zukünftiger Windparks sind nicht Teil des Vorhabens. Die Windturbinen selbst und die Parkverkabelung sind ebenfalls kein Bestandteil des PAWOZ.

4.2.2 Pipelines auf See

Ausgangspunkt für das PAWOZ sind neue Pipelines mit einem Durchmesser von 48 Zoll. Für den Bau von Pipelines in der Nordsee und im Wattenmeergebiet ist der Ausgangspunkt, die Pipelines im ersten Anlauf so tief einzugraben, dass sie nicht freigespült werden. Die Tiefe wurde in einer Studie zur Eingrabetiefe ermittelt, die dem Bericht Trassenentwicklung als Anhang beigefügt ist.

Es können verschiedene Verlegetechniken für den Offshore-Bereich, die untiefen Rinnen und die trockenfallenden Wattplatten angewendet werden. Baggerarbeiten können erforderlich sein, um eine ausreichende Wassertiefe für die Verlegefahrzeuge oder eine ausreichende Eingrabetiefe zu erreichen.

Offshore-Pipelineverlegetechniken

Tiefes Wasser und tiefere Rinnen

Bei ausreichender Wassertiefe (mindestens 7 Meter) wird ein Rohrleger mit Eingrabgerät eingesetzt. Das Schiff kann mit Ankern oder durch dynamische Positionierung in Position gehalten werden. Die Pipeline wird zunächst auf dem Meeresboden verlegt und dann eingegraben. Für das Eingraben der Pipeline im Meeresboden können die Techniken Pflügen oder Wegspritzen des unterliegenden Bodens oder mechanische Grabearme verwendet werden. Die Pflüge und „Jetting-Sleds“ werden hinter einem Schiff oder Ponton über den Grund geschleppt.

Baggerarbeiten

Es gibt Abschnitte der Trassen, in denen die Wassertiefe für einen Rohrleger nicht ausreicht. In diesem Fall muss zunächst gebaggert werden, um einen Graben für das Verlegefahrzeug zu schaffen. Es gibt auch Abschnitte der Trassen, in denen die erforderliche Eingrabetiefe der Pipeline für das Eingrabgerät zu tief ist. In diesem Fall wird zunächst eine Rinne bis zu einer bestimmten Tiefe für das Eingraben der Pipeline ausgebagert.

Verlegung auf dem Watt

Auf dem untiefen Watt und in nicht zu tiefen Rinnen kann kein Rohrleger verwendet werden. Dabei wird die offene Grabenbauweise angewendet. Die offene Grabenbauweise ist die am häufigsten angewandte Methode zur Verlegung von Pipelines an Land. In untiefen Gewässern und bei Wattplatten müssen Konstruktionen wie z. B. Verbauboxen oder Baugrubenwände verwendet werden, um die Grabenwände zu stabilisieren. Zudem wird der Einsatz mehrerer HDDs (Horizontalspülbohrverfahren) von einer nassen Umgebung zu einer nassen Umgebung untersucht. Diese Anwendung von HDDs ist weniger üblich und gilt somit als innovativ.

Küstenquerungen

Für die Küstenquerung wird eine horizontal gesteuerte Bohrung (HDD) von trocken nach nass vorgenommen. Mit HDDs wurden viele Erfahrungen gesammelt von Land zu Land (Pipelines, die z. B. Wasserstraßen kreuzen) oder von Land zu Meer (Queren von Seedeichen). Wenn die Querung mit einer HDD nicht möglich ist, wird die Verwendung von Segmenttunneln in Betracht gezogen. Dafür wird ein großes Arbeitsgelände benötigt. Der Bau eines Segmenttunnels ist komplex. Diese Methode wird nur angewandt, wenn keine alternativen Verlegemethoden möglich sind.

Kreuzungen mit bestehenden Kabeln und Pipelines

Es gibt verschiedene Techniken, um bestehende Kabel und Pipelines zu kreuzen. Welche Technik letztendlich angewandt wird, richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und nach den Vereinbarungen zwischen Gasunie und dem Eigentümer des Kabelsystems bzw. der Pipeline.

4.2.3 Pipelines an Land

Auch für Onshore-Pipelines ist der Ausgangspunkt neue Pipelines mit einem Durchmesser von 48 Zoll. Für die Verlegung von Pipelines an Land gibt es zwei Verlegetechniken: eine offene Bauweise oder ein grabenloses Verfahren, wie das gesteuerte Horizontalspülbohrverfahren (im Folgenden: HDD-Bohrung).

Onshore-Pipelineverlegetechnik

Offene Grabenbauweise

Ausgangspunkt ist, dass die Pipelines an Land in offener Bauweise verlegt werden. Bei dieser Verlegetechnik wird ein Graben ausgehoben, in dem die Pipelines verlegt werden. Dabei kann mittels Entwässerung der Graben trocken gehalten werden.

HDD-Bohrung

Wo für eine offene Grabenbauweise der Raum nicht ausreicht oder wo größere Auswirkungen zu erwarten sind, wird eine Presstechnik oder HDD-Bohrung angewandt. Dazu gehören die Durchkreuzung von Hauptdeichen, Wasserläufen, Wäldern, Gleisen, Autobahnen und Landstraßen, anderen Wasserschutzbauwerken, Naturschutzgebieten, Rohrleitungen, Hochspannungsleitungen, Kabeln und Pipelines sowie archäologisch wertvollen Gebieten.

4.2.4 Anlandestationen und Ventilstationen

Im PAWOZ wurden 26 Standorte für Wasserstoffanlandestationen mit einer Fläche von 2 ha untersucht. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Kompression von Wasserstoff auf See stattfindet. Wenn möglich, wird eine Wasserstoffanlandestation in der Nähe bereits bestehender Infrastrukturen errichtet („Bündelungsprinzip“). Eine Ventilstation hat eine Fläche von 20 x 20 m.

4.3 Tunnelsystem zwischen Ballonplaat und Eemshaven

Als Alternative zu den in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Verlegetechniken für das Strom- und Wasserstoffnetz wurde die Möglichkeit der Verlegung von Kabelsystemen oder Pipelines in einem gebohrten Tunnelsystem unter dem Wattenmeergebiet untersucht. Die Ausgangspunkte, die für diese Alternative gelten, unterscheiden sich von denen in den vorherigen Abschnitten. Für die Entwicklung des Tunnelsystems werden ein Eintrittspunkt in der Nordsee und ein Anlandepunkt im Eemshaven oder in seiner Nähe benötigt.

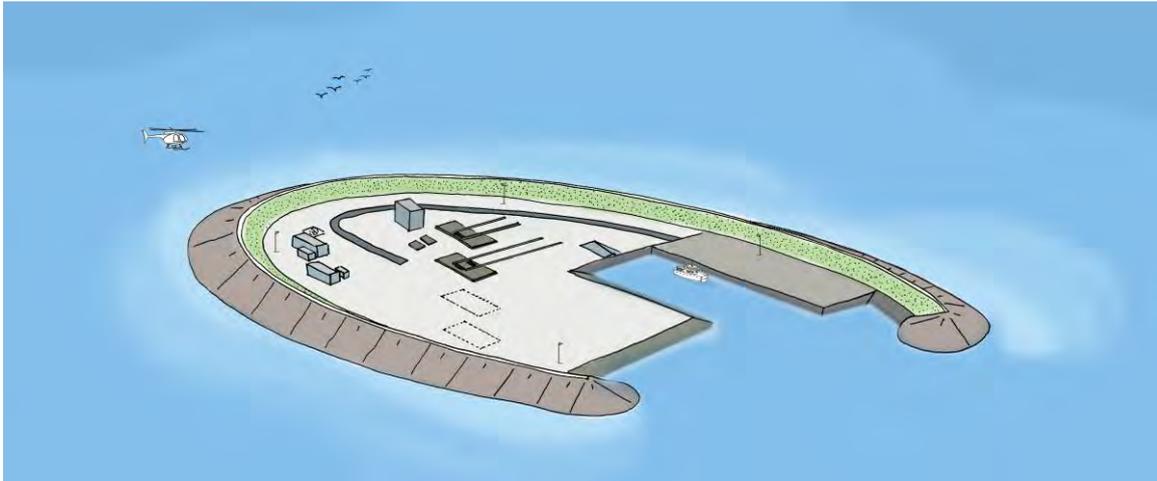
4.3.1 Eintrittspunkt Nordsee

Der Eintrittspunkt in die Nordsee liegt auf der Ballonplaat, einer Sandbank nördlich der Rottumerplaat und westlich von Borkum. Der Eintrittspunkt wird künstlich mit Sand innerhalb eines Seedeichs angelegt. Die Kabelsysteme und Pipelines mehrerer Windparks werden mit konventionellen Techniken verlegt und laufen am Eintrittspunkt in der Nordsee zusammen. Vom Eintrittspunkt aus verlaufen Sie durch Tunnelröhren zum Festland. Abbildung 4.3 zeigt die Darstellung eines Eintrittspunkts in der Nordsee.

Bau des Eintrittspunkts

Die Arbeiten für den Bau des Eintrittspunkts umfassen folgende Schritte: Ausbaggern einer Zufahrtsrinne, Bau eines Seedeichs, Aufspritzen von Sand, Bau von Wellenbrechern, Anlegen eines Kais und Ausbaggern des Hafenbeckens.

Abbildung 4.3 Künstlerische Darstellung Eintrittspunkt des Tunnelsystems (kein Entwurf)



4.3.2 Tunnelröhren

Das Tunnelsystem hat eine Länge von etwa 26 km und verläuft vom Eintrittspunkt auf der Ballonplaat in gerader Linie zum Eemshaven. Die Tunnel liegen tief (ca. 30 bis 45 m unter NAP) unter dem Natura 2000-Gebiet Wattenmeer, der Nordseeküstenzone, Rottumeroog und bestehenden Kabeln und Pipelines. Aus dem NRO geht hervor, dass die Kombination von Kabelsystemen und Pipelines in einer gemeinsamen Tunnelröhre ein zu großes Risiko darstellt. Daher entschied man sich für ein Tunnelsystem mit mehreren Tunnelröhren (Multi-Tube), worin pro Tunnelröhre jeweils ein Energieträger verlegt ist. Die Verlegearbeiten werden im Kasten erläutert.

Es wird zunächst davon ausgegangen, dass für die Anbindung der Windparks DDW und TNW drei Tunnelröhren angelegt werden, mit zwei 2-GW-Gleichstromkabelsystemen und einer Pipeline. Diese drei Tunnelröhren werden von zwei Schächten aus gebohrt. Später können weitere Schächte und Tunnelröhren für zukünftige Kabelsysteme und Pipelines gebohrt werden. Es wird davon ausgegangen, dass bis zu vier zusätzliche Tunnelröhren gebaut werden, um drei weitere Kabelsysteme und eine Pipeline unterzubringen. Damit wird die Gesamtzahl der Tunnelröhren auf maximal sieben steigen.

Tunnelbau

Nachdem der Eintrittspunkt fertiggestellt ist, werden sowohl am Eintrittspunkt als auch am Anlandepunkt für die ersten drei Tunnelröhren zwei Schächte mit Kombiwänden gebaut. Von diesen Schächten aus können Tunnelröhren in der entsprechenden Tiefe gebohrt werden. Die Tunnelröhren werden von zwei Seiten aus gebohrt: vom Eintrittspunkt und vom Anlandepunkt aus. Der Bau des Schachts und die Bohrung der ersten Tunnelröhren am Anlandepunkt Eemshaven erfolgt in ähnlicher Weise wie beim Eintrittspunkt. Für den Anschluss zukünftiger Windparks können die folgenden zwei Schächte und vier Tunnelröhren gebaut werden.

4.3.3 Anlandepunkt an Land

Im Eemshaven oder in seiner Nähe kommt das Tunnelsystem wieder an die Oberfläche. Für den Anlandepunkt wurden drei Suchgebiete erkundet: Eemshaven, Oostpolder und Ten Westen van Eemshaven. In der Untersuchung wurde von einem temporären Arbeitsgelände von etwa 300 x 400 m ausgegangen, aber dies muss später noch näher ausgearbeitet werden. Im Eemshaven werden die Kabelsysteme an das nationale Hochspannungsnetz angeschlossen. Die Pipelines werden im Eemshaven oder in seiner Nähe an das Wasserstoffnetz Niederlande angeschlossen.

5

TRASSEN UND STATIONEN

Im NRD sind die im PAWOZ untersuchten Trassen für Kabelsysteme und Pipelines festgelegt. Um die Untersuchungen zu den Auswirkungen ordnungsgemäß durchführen zu können, wurde mit der Ausarbeitung dieser NRD-Trassen im Bericht Trassenentwicklung begonnen. Dies erfolgte in einem fachbereichsübergreifenden Projektteam. Dieses Team bestand aus Experten von TenneT und Gasunie, Ökologen, Morphologen, UVP-Spezialisten, Rechtsberatern und technischen Fachleuten der Beratungsbüros. Im Entwicklungsprozess der Trassen hat dieses multidisziplinäre Projektteam für jede Trasse eine robuste Planung erstellt.

Bei der Entwicklung der Trassen wurde eine Reihe von Trassen verworfen (getrichert), weil festgestellt wurde, dass diese Trassen nicht durchführbar oder nicht genehmigungsfähig sind. Andere Trassen wurden optimiert. Die durchlaufenen Schritte bei der Entwicklung der Trassen, die Trichterung und die Optimierungen werden in Kapitel 2, Abschnitt 2.3. beschrieben.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die wichtigsten Ausgangspunkte für die Trassen aufgeführt. Anschließend wird das Ergebnis des Trassenentwicklungsprozesses vorgelegt. In den folgenden Abschnitten werden die in der UVS geprüften Trassen und Stationen beschrieben. Die verworfenen Trassen wurden in diesem Hauptbericht der UVS nicht berücksichtigt. Im Bericht Trassenentwicklung (Anhang II) werden die verworfenen Trassen jedoch dennoch beschrieben.

5.1 Ausgangspunkte zur Trassenentwicklung

Das Ministerium für Klima und grünes Wachstum, TenneT und Gasunie haben Ausgangspunkte für die Festlegung der Trassen mit einer robusten Planung festgelegt. Die wichtigsten Ausgangspunkte sind nachstehend aufgeführt. Sonstige technische Ausgangspunkte stehen im Bericht Trassenentwicklung (Anhang II).

- die im Rahmen des PAWOZ untersuchten Trassen wurden weitgehend aus drei Vorstudien und den dazu eingegangenen Reaktionen übernommen. Es handelt sich dabei um die folgenden Studien: „Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden“ [Netz auf See nördlich der Watteninseln, [NOZ TNW](#)] (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019), „Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030“ [Sondierungsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie, [VAWOZ 2030](#)] (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023) und „[Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied \[Studie zu Innovationen bei der Durchquerung des Wattenmeergebiets\]](#)“ (Royal HaskoningDHV, 2021);
- für die Kabelsysteme und Pipelines ist in der Nordsee eine 1-Meter-Abdeckung vorhanden. Für das Wattenmeergebiet wurden die erforderlichen Eingrabetiefen in Eingrabetiefenstudien berechnet. Diese Studien sind Anhänge zum Bericht Trassenentwicklung;
- pro Jahr werden maximal ein Kabelsystem und eine Pipeline verlegt;
- die maximale Konfiguration ist die Anzahl der Kabelsysteme und Pipelines, die technisch in den Korridor passen müssten. Grundlage hierfür sind die von TenneT und Gasunie ermittelten Abstände zwischen Kabelsystemen und Pipelines. Dies wird in den Anhängen zum NRO dargelegt;
- hauptdeiche und die Watteninseln werden mit HDD-Bohrungen unterirdisch gekreuzt;
- die Forschungsaufgabe umfasst maximal sieben Kabelsysteme für 10,7 GW und drei Pipelines für 36-42 GW;

- die Wattenmeertrassen für Kabelsysteme schließen an eine Trasse an, die über das Festland zu einem Anschlusspunkt an das nationale Hochspannungsnetz im Eemshaven führt;
- die Trassen für die Pipelines haben Anschluss an das Wasserstoffnetz Niederlande und das Wasserstoffnetz Groningen. Anschlusspunkte gibt es im Eemshaven und zwischen Grijpskerk und Tjuchem.

Warum sieben Kabelsysteme und drei Pipelines?

Die Forschungsaufgabe von sieben Kabelsystemen wurde wie folgt festgelegt:

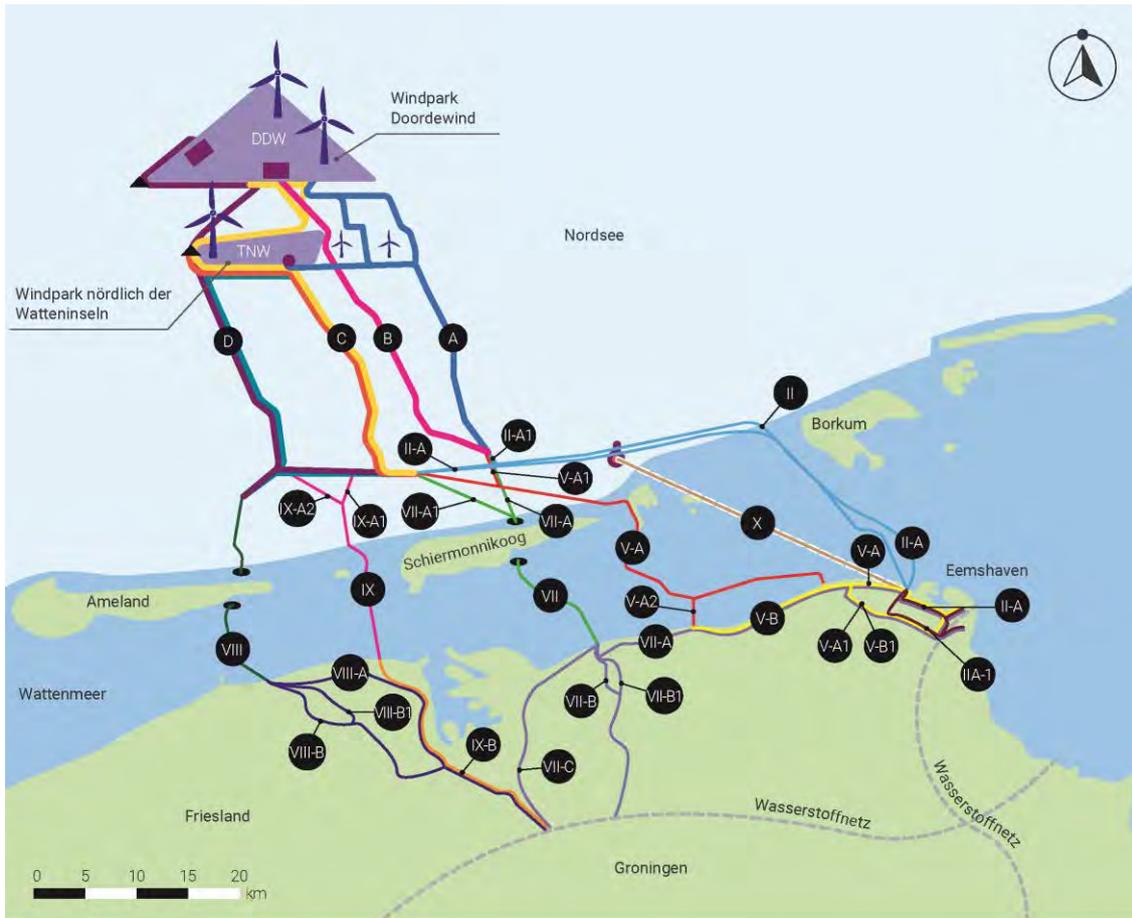
- die Möglichkeit, DDW mit 2 Kabelsystemen von 2 GW (DC) anschließen zu können;
- anschluss von TNW mit 2 Kabelsystemen mit einer Leistung von 350 MW (AC), sofern erforderlich;
- einschätzung von TenneT des maximalen zukünftigen zusätzlichen Bedarfs und der verfügbaren Onshore-Übertragungskapazität in der Nähe vom Eemshaven von weiteren 6 GW (3 x 2 GW DC-Kabelsysteme). Dies ist unter der Voraussetzung möglich, dass ausreichend lokale/regionale Nachfrage nach Strom besteht und unter der Voraussetzung der Realisierung der 380-kV-Hochspannungsstation Eemshaven Oostpolderweg mit dazugehöriger Infrastruktur. Es handelt sich also um insgesamt sieben Kabelsysteme, von denen fünf 2-GW-Gleichstromverbindungen und zwei 350-MW-Wechselstromverbindungen sind.

Die Forschungsaufgabe für drei Pipelines ergibt sich aus der von Gasunie geschätzten maximalen Anlandung von 36 - 42 GW Wasserstoff und einer erwarteten Transportkapazität von 12 bis 14 GW pro Pipeline.

5.2 Ergebnis des Trassenentwicklungsprozesses

Abbildung 5.1 zeigt die in der UVS untersuchten Trassen Dies ist das Ergebnis des Trassenentwicklungsprozesses. Die Karte zeigt die Trassennummern (z.B. A, II, etc.) in Kombination mit den dazugehörigen Varianten (A, A1, etc.). Zum Beispiel II-A ist die II: Oude-Westereems-(Land-)Trasse A. Die Legende zu Abbildung 5.1 gilt auch für die anderen Abbildungen in diesem Kapitel.

Abbildung 5.1 Übersichtskarte der optimierten Trassen



Legende

Nordseetrassen Kabelsysteme	Wattenmeertrassen Kabelsysteme	Landtrassen Kabelsysteme
<ul style="list-style-type: none"> ● A Parallel zu Gemini-Kabeln ● B Parallel zu stillgelegten Telekom-Kabel ● C Direkt zu TNW ● D Parallel zu bestehender Gaspipeline 	<ul style="list-style-type: none"> ● II Oude Westereems-Trasse ● V Boschgat-Trasse ● VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse ● X Tunnel-Trasse ● Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II 	<ul style="list-style-type: none"> ● II Oude Westereems-Landtrasse ● V Boschgat-Landtrasse ● VII Schiermonnikoog Wantij- Landtrasse
<ul style="list-style-type: none"> ● C Direkt zu TNW ● D Parallel zu stillgelegten Pipeline ▲ Abgrenzungspunkt ■ Plattformen DDW ● Plattform TNW1 	<ul style="list-style-type: none"> ● II Oude Westereems-Trasse ● VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse ● VIII Ameland Wantij-Trasse ● IX Zoutkamperlaag-Trasse ● X Tunnel-Trasse ● Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II 	<ul style="list-style-type: none"> ● II Oude Westereems-Landtrasse ● VII Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse ● VIII Ameland Wantij-Landtrasse ● IX Zoutkamperlaag-Landtrasse

5.3 Nordsee

Es wurden drei Plattformstandorte und vier verschiedene Trassen in der Nordsee untersucht.

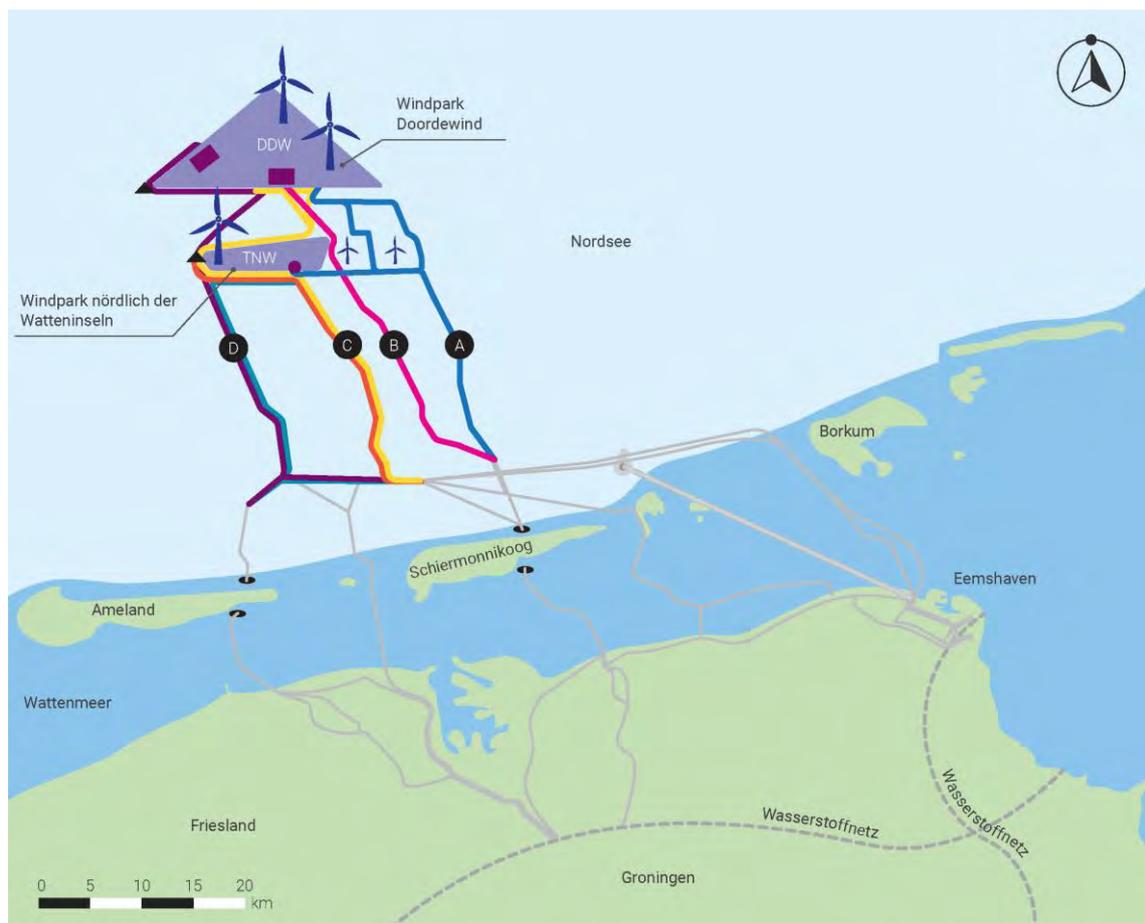
5.3.1 (Suchgebiete) Plattformen

Für das Stromnetz wurden die Plattformen TNW und DDW untersucht. Für DDW wurden zwei Suchgebiete betrachtet, DDW-1 und DDW-2. Die untersuchten Standorte sind in der Übersichtskarte in Abbildung 5.2 als zwei violette Blöcke und ein violetter Punkt dargestellt.

5.3.2 Nordseetrassen

Es wurden vier Trassen in der Nordsee untersucht. Die Trassen sind in Abbildung 5.2 dargestellt. Die Trassen schließen an die Trassen durch das Wattenmeergebiet bei der 6-Meilen-Grenze an. In der Nordsee werden Kabelsysteme mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse eingebracht. Die Pipelines werden mit Schiffen mit dynamischen Positionierungssystemen und Eingrabgerät verlegt.

Abbildung 5.2 Übersichtskarte der optimierten Trassen in der Nordsee



In Tabelle 5.1 stehen die zu untersuchende technisch machbare Konfiguration und die Korridorbreite pro Trasse. Die vier Nordseetrassen wurden für elektrische Verbindungen untersucht. Der Ausgangspunkt der Trassen für elektrische Verbindungen liegt im Windpark DDW. Die beiden westlichsten Nordseetrassen C und D wurden ebenfalls auf Wasserstoffanschlüsse mit Ausgangspunkt im Windpark TNW untersucht.

Wie in Abschnitt 1.2 erwähnt, wurde der Windpark TNW als Pilotprojekt für 500 MW Wasserstoff ausgewiesen. Es wurde betrachtet, ob in den Korridoren der Nordseetrassen genügend Platz für Kabelsysteme vorhanden ist, um die verbleibenden 200 MW des Windparks TNW (mit einer Kapazität von 700 MW) mit dem Windpark DDW zu verbinden. Dabei wurde davon ausgegangen, dass, wenn die maximale Konfiguration der Kabelsysteme passt, auch genügend Platz für die Verbindung zwischen TNW und DDW vorhanden ist.

Für Wasserstoffanschlüsse beginnen die Trassen westlich des Windgebiets TNW oder ab dem Abgrenzungspunkt PAWOZ und pVAWOZ. Aus diesem Grund ist eine Wasserstoffanbindung entlang der Nordseetrassen A oder B, den östlichsten Trassen, geografisch nicht sinnvoll.

Tabelle 5.1 Übersicht der untersuchten Trassen durch die Nordsee nach Optimierung

Trasse	Trassenname	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration	Korridor (Breite)
A	Parallel zu Gemini-Kabeln	7 Kabelsysteme	Variierend: etwa 1 km bis maximal 3 km
B	Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel	7 Kabelsysteme	3 km
C	Direkt zu TNW	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines	6 km
D	Parallel zu bestehender Gaspipeline	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines	6 km

Optimierungen

- der Teil des Korridors von Trasse A: Parallel zu Gemini, der über deutsches Hoheitsgebiet verlief, wurde nicht mehr in Betracht gezogen. Dadurch wird der Korridor an einigen Stellen verengt. Diese Änderung des Korridors hat keine Auswirkungen auf die maximale Anzahl von Kabelsystemen, die entlang der Trasse verlegt werden können;
- die Nordseetrassen wurden im Bereich der Anbindung an die Wattenmeertrassen lokal verändert, um die Anbindung an die Wattenmeertrassen zu verbessern. Dies sind sehr kleine lokale Änderungen.

5.4 Wattenmeergebiet

Es wurden sechs Trassen durch das Wattenmeergebiet untersucht, von denen einige Varianten haben. Die Trassen sind in Abbildung 5.3 dargestellt. Die Trassen verlaufen ab dem Land zum Anschluss an die Nordseetrassen bei der 6-Meilen-Grenze. Die erste Runde der Folgenabschätzung hat zu einer Optimierung der Trassen im Wattenmeergebiet geführt. Diese wurden im NRO erforscht und ausgearbeitet. In Tabelle 5.2 stehen die zu untersuchende technisch machbare Konfiguration und die Korridorbreite der Trasse durch das Wattenmeergebiet nach Optimierung.

Abbildung 5.3 Übersichtskarte der optimierten Trassen durch das Wattenmeergebiet

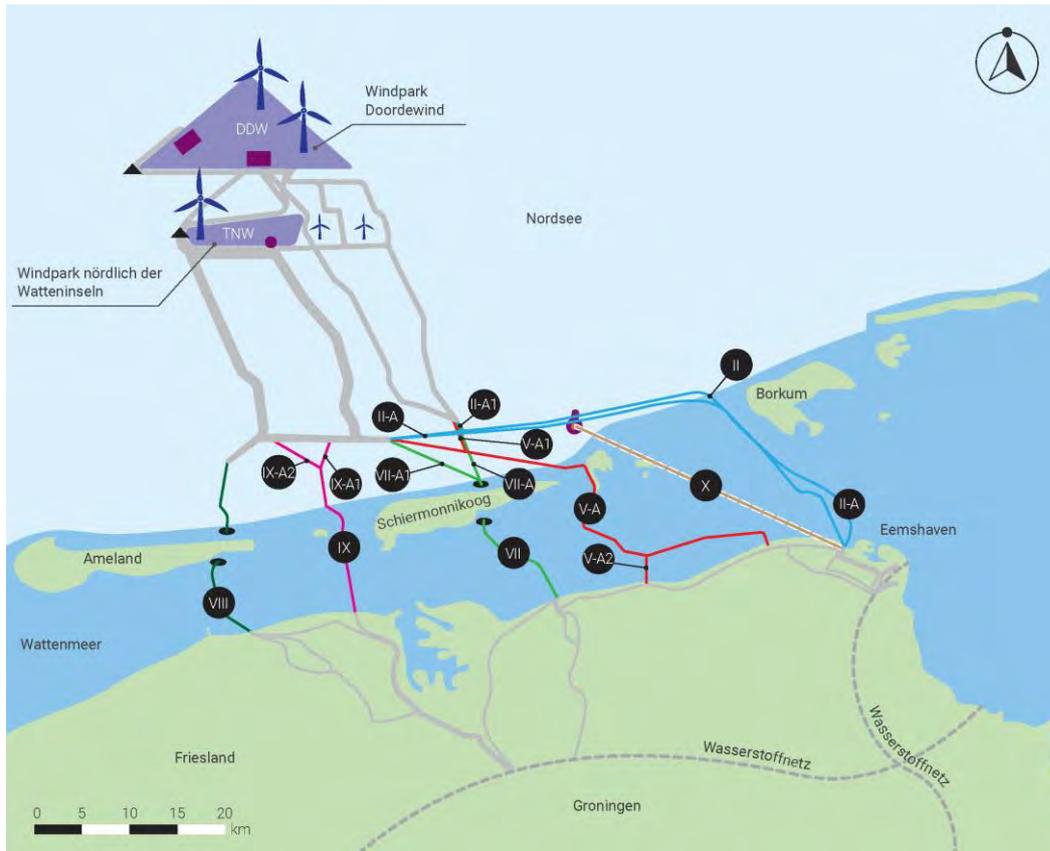


Tabelle 5.2 Übersicht der untersuchten Trassen durch das Wattenmeergebiet nach Optimierung

Trasse	Trassenname	Variante	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration	Korridor (Breite)
II	Oude-Westereems-Trasse	A, A1 für Kabelsysteme, 1 Pipeline-Variante	6 Kabelsysteme oder 3 Pipelines oder 1 Kabelsystem und 3 Pipelines oder 2 Kabelsysteme und 1 Pipeline	Variierend: min. 700 m bis max. 1.300 m (Kabelsysteme) min. 500 m bis max. 700 m (Pipelines)
V	Boschgat-Trasse	A, A1, A2	1 Kabelsystem	130 m
VII	Schiermonnikoog-Wantij-Trasse	A, A1 für Kabelsysteme, 1 Pipeline-Variante	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines oder 7 Kabelsysteme oder 3 Pipelines	Variierend: min. 1.500 m bis max. 4.000 m (Kabelsysteme) min. 2.000 m bis max. 4.000 m (Pipelines)
VIII	Ameland-Wantij-Trasse		3 Pipelines	2.000 m
IX	Zoutkamperlaag-Trasse	A1, A2	3 Pipelines	200 m
X	Tunnel-Trasse	Multi-tube* (mehrere Tunnelröhren)	5 (DC-)Kabelsysteme und 2 Pipelines	160 m

* Mit einem einzelnen Energieträger pro Tunnelröhre.

5.4.1 II: Oude-Westereems-Trasse

Die II: Oude-Westereems-Trasse wurde für Kabelsysteme und Pipelines geprüft. Ansatzpunkt für diese Trasse ist, dass sie morphologisch stabilen tiefen Abschnitten im Ems-Ästuar folgt. Dadurch ist die Eingrabetiefe beschränkt. Die Trasse verläuft vom Eemshaven-West durch die Oude-Westereems-Rinne. Die Trasse für Kabelsysteme unterscheidet sich etwas von der Trasse für Pipelines. Das liegt an den unterschiedlichen Verlegetechniken für Kabelsysteme und Pipelines. Daher wurde eine etwas andere Trasse gewählt, um die vorhandenen Kabel und Pipelines zu umgehen. Nördlich von Schiermonnikoog teilt sich die Trasse für die Kabelsysteme in zwei Varianten, eine mit Anschluss an die Nordseetrassen A und B und die andere an die Nordseetrassen C und D. Die Trasse für die Pipelines schließt an die Nordseetrassen C und D an.

Verlegemethode Kabelsysteme

Die Kabelsysteme werden beim größten Teil der Trasse mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse eingebracht. Um eine ausreichende Wassertiefe für die Verlegeschiffe zu erreichen, muss dazu sehr lokal gebaggert werden. Die Trasse durchquert den Hauptdeich und bestehende Kabel entlang der Küste mit einer HDD-Bohrung.

Verlegemethode Pipelines

Pipelines werden mit einem S-Lay-Rohrleger verlegt und anschließend mit Eingrabgerät eingegraben. Auf der Trasse durch die Ems-Rinne sind vorbereitende Baggerarbeiten erforderlich, um die gewünschte Eingrabetiefe zu erreichen. Die Trasse durchquert den Deich und bestehende Kabel entlang der Küste mit einem ca. 6 km langen gebohrten Segmenttunnel.

Optimierungen

- für die Pipeline-Variante der II: Oude-Westereems-Trasse wird bei der Verlegung von Pipelines über den 6 km langen Abschnitt zwischen dem COBRA-Kabel und der betonnten Ems-Rinne eine Blockierung des Schiffsverkehrs in der Ems-Rinne vermieden;
- verbreiterung des Korridors von 500 m auf mindestens 700 m bis maximal 1.300 m für Kabelsysteme;
- verbreiterung des Korridors von 500 m auf mindestens 500 m bis maximal 700 m für Pipelines;
- baggerarbeiten für die Verlegung von Pipelines werden beschränkt und das Baggergut, das entsteht, wird an anderer Stelle verteilt. Dadurch wird die permanente Veränderung der Bodendynamik und die Entstehung einer Trübungsfahne durch die Verteilung des Baggerguts reduziert. Dabei wird die Anforderung berücksichtigt, dass das Baggergut innerhalb desselben (Gezeitenprisma-)Gebiets verteilt werden muss.

5.4.2 V: Boschgat-Trasse

Die V: Boschgat-Trasse wurde nur für Kabelsysteme geprüft. Die Trasse verläuft ab Uithuizen über die trockenfallenden Wattplatten und folgt den Rinnen Zuidoost Lauwers und Boschgat über die Westseite des Referenzgebiets nach Norden. Eine Variante beginnt weiter westlich und verbindet sich mit der Trasse durch das Boschgat. Nördlich von Schiermonnikoog teilt sich die Trasse in zwei Varianten, eine mit Anschluss an die Nordseetrassen A und B und die andere an die Nordseetrassen C und D.

Verlegemethode Kabelsysteme

Auf den untiefen Wattplatten kommt eine Grabenfräse zum Einsatz. In den tieferen Gezeitenrinnen wird schwimmendes Gerät mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse verwendet. Die Trasse durchquert den Hauptdeich und bestehende Kabel mit einer HDD-Bohrung.

Optimierungen

- baggerarbeiten für die Verlegung von Kabelsystemen werden beschränkt und das Baggergut, das entsteht, wird an anderer Stelle verteilt. Dadurch wird die permanente Veränderung der Bodendynamik und die Entstehung einer Trübungsfahne durch die Verteilung des Baggerguts reduziert. Dabei wird die Anforderung berücksichtigt, dass das Baggergut innerhalb desselben (Gezeitenprisma-)Gebiets verteilt werden muss.

5.4.3 VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse

Die VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse wurde für Kabelsysteme und Pipelines geprüft. Ausgangspunkt dieser Trasse ist eine Führung über die untiefen trockenfallenden Wattplatten zwischen der Küste der Provinz Groningen bei Kloosterburen einerseits und Schiermonnikoog andererseits. Nördlich von Schiermonnikoog teilt sich die Trasse in zwei Varianten, eine mit Anschluss an die Nordseetrassen A und B und die andere an die Nordseetrassen C und D.

Verlegemethode Kabelsysteme

Auf den untiefen Wattplatten kommt eine Grabenfräse bei der Verlegung von Kabelsystemen zum Einsatz. Die Kabelsysteme werden mittels HDD-Bohrungen unter dem Hauptdeich an Land und unter der Insel Schiermonnikoog hindurch verlegt. Nördlich von Schiermonnikoog werden Kabelsysteme mit einer Grabenfräse oder einem Spülschwert (Vertical Injector) in die Tiefe gebracht. Dazu sind vorbereitende Baggerarbeiten erforderlich.

Verlegemethode Pipelines

Das Wattenhoch zwischen der Groninger Küste bei Kloosterburen und Schiermonnikoog wird mit einer Reihe von aufeinanderfolgenden HDD-Bohrungen durchquert. Die Pipelines werden mittels HDD-Bohrungen unter dem Hauptdeich an Land und unter der Insel Schiermonnikoog hindurch verlegt. Nördlich von Schiermonnikoog wird in der Brandungszone ein offener Aushub mit einem Kofferdamm vorgenommen, um die Pipeline auf Tiefe zu bringen. Die Pipeline wird dann mit der S-Lay-Technik verlegt. In tieferen Gewässern werden ein Rohrleger und Eingrabgerät eingesetzt.

Optimierungen

- verbreiterung des Korridors von 1.500 m auf mindestens 1.500 m bis maximal 4.000 m für Kabelsysteme;
- verbreiterung des Korridors von 2.000 m auf mindestens 2.000 m bis maximal 4.000 m für Pipelines.

5.4.4 VIII: Ameland-Wantij-Trasse

Die VIII: Ameland-Wantij-Trasse wurde nur für Pipelines geprüft. Dies ist die westlichste Trasse. Ausgangspunkt für diese Trasse ist eine Führung über die untiefen trockenfallenden Wattplatten zwischen der friesischen Küste bei Ternaard und Ameland. Die Trasse schließt an die Nordseetrasse D an.

Verlegemethode Pipelines

Das Wattenhoch wird mit einer Reihe von aufeinanderfolgenden HDD-Bohrungen durchquert. Die Pipelines werden mittels HDD-Bohrungen unter dem Hauptdeich an Land und unter dem östlichen Teil von Ameland hindurch verlegt. Nördlich von Ameland wird in der Brandungszone ein offener Aushub mit einem Kofferdamm vorgenommen, um die Pipeline auf Tiefe zu bringen. Die Pipeline wird dann mit der S-Lay-Technik verlegt. In tieferen Gewässern werden ein Rohrleger und Eingrabgerät eingesetzt.

Optimierungen

- keine Optimierungen.

5.4.5 IX: Zoutkamperlaag-Trasse

Die IX: Zoutkamperlaag-Trasse wurde nur für Pipelines geprüft. Ausgangspunkt für diese Trasse ist eine Führung über die tieferen Rinnen. Die Trasse beginnt westlich vom Lauwersmeer. Über die Rinne Zoutkamperlaag führt die Trasse zwischen Het Rif und Schiermonnikoog und westlich der Plaatgat-Gründe in nördlicher Richtung. Nördlich der Inseln teilt sich die Trasse in zwei Varianten, eine mit Anschluss an die Nordseetrasse C und die andere an die Nordseetrasse D.

Verlegemethode Pipelines

Pipelines werden mit einem S-Lay-Rohrleger verlegt und anschließend mit Eingrabgerät eingegraben. Auf der Trasse durch die Zoutkamperlaag sind vorbereitende Baggerarbeiten erforderlich, um die gewünschte Eingrabetiefe zu erreichen. Die Trasse durchquert den Deich westlich des Lauwersmeers mit einer HDD-Bohrung.

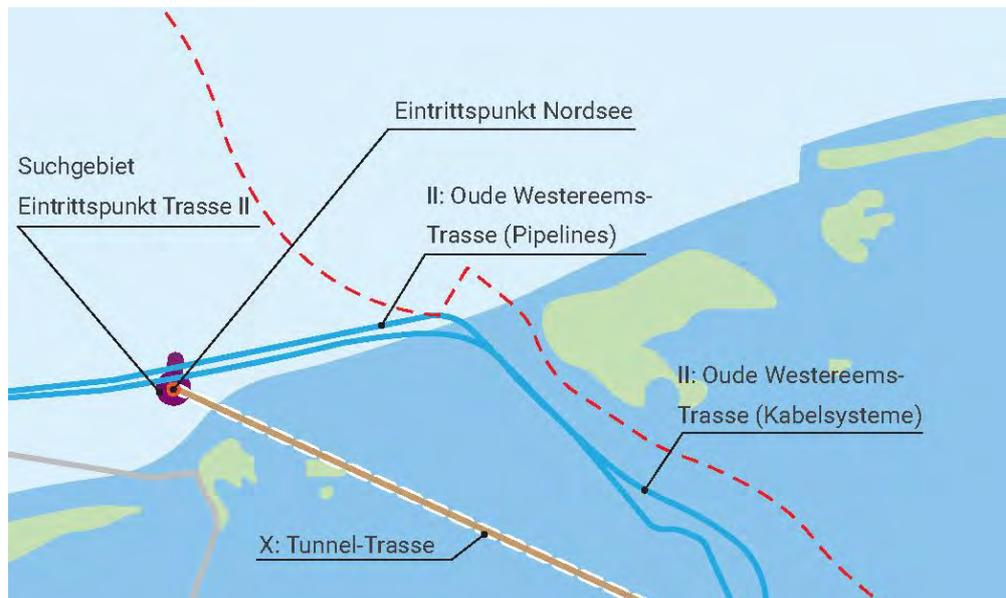
Optimierungen

- Baggerarbeiten für die Verlegung von Pipelines werden beschränkt und das Baggergut, das entsteht, wird an anderer Stelle verteilt. Dadurch wird die permanente Veränderung der Bodendynamik und die Entstehung einer Trübungsflut durch die Verteilung des Baggerguts reduziert. Dabei wird die Anforderung berücksichtigt, dass das Baggergut innerhalb desselben (Gezeitenprisma-)Gebiets verteilt werden muss.

5.4.6 X: Tunnel-Trasse

Die X: Tunnel-Trasse hat eine Länge von ca. 26 km. Die X: Tunneltrasse beginnt am Eintrittspunkt in die Nordsee und endet an einem Anlandepunkt auf dem Festland. Der Eintrittspunkt in die Nordsee liegt auf der Ballonplaat, einer Sandbank nördlich der Rottumerplaat und westlich von Borkum. Der Eintrittspunkt wird künstlich mit Sand innerhalb eines Seedeichs angelegt. Das Suchgebiet des Eintrittspunkts Trasse II verbindet den Eintrittspunkt Nordsee mit der II: Oude-Westereems-Trasse. Ab dem Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II folgen die Kabelsysteme und Pipelines der II: Oude-Westereems-Trasse zu den Nordseetrassen. Abbildung 5.4 gibt den Eintrittspunkt Nordsee und das Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II wieder.

Abbildung 5.4 Visualisierung des Eintrittspunkts Nordsee und Suchgebiets Eintrittspunkt II



In Richtung Festland verlaufen bis zu sieben Tunnelröhren in gerader Linie vom Eintrittspunkt Nordsee bis zum Anlandepunkt beim Eemshaven. Die Tunnel liegen tief (ca. 30 bis 45 m unter NAP) unter dem Natura 2000-Gebiet Wattenmeer, der Nordseeküstenzone, Rottumeroog und bestehenden Kabeln und Pipelines. In der Nähe des Eemshavens kommen die Tunnelröhren wieder an die Oberfläche. Ab einem Anlandepunkt folgen die Kabelsysteme und Pipelines der II: Oude-Westereems-Landtrasse zu den Anschlusspunkten an Land.

Verlegemethode

Die Arbeiten für den Bau des Eintrittspunkts Nordsee umfassen folgende Schritte: Ausbaggern einer Zufahrtsrinne, Bau eines Seedeichs, Aufspritzen von Sand, Bau von Wellenbrechern, Anlegen eines Kais und Ausbaggern des Hafenbeckens.

Nachdem der Eintrittspunkt fertiggestellt ist, werden für die ersten drei Tunnelröhren zwei Schächte mit Kombiwänden gebaut. Von diesen Schächten aus können Tunnelröhren in der entsprechenden Tiefe gebohrt werden. Danach können die folgenden zwei Schächte und vier Tunnelröhren gebaut werden. Die Schächte beim Anlandepunkt beim Eemshaven sind vergleichbar mit den Schächten beim Eintrittspunkt Nordsee. Die Tunnelröhren werden von zwei Seiten aus gebohrt: vom Eintrittspunkt und vom Anlandepunkt aus. Anschließend wird in jeder einzelnen Tunnelröhre ein Kabelsystem oder eine Pipeline verlegt. Die Kabelsysteme werden als Ganzes mit einer Einschienenbahn in die Tunnelröhren gezogen. Die Pipelines werden über Schienen in Segmenten in die Tunnelröhren eingefahren und anschließend zusammengeschweißt.

5.5 Festland

Auf dem Festland wurden Suchgebiete für den Anlandepunkt des Tunnels, Trassen für Kabelsysteme und Pipelines sowie Standorte für die Wasserstoffanlandestationen und Ventilstationen und die Umspannwerke und Konverterstationen untersucht.

5.5.1 Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel

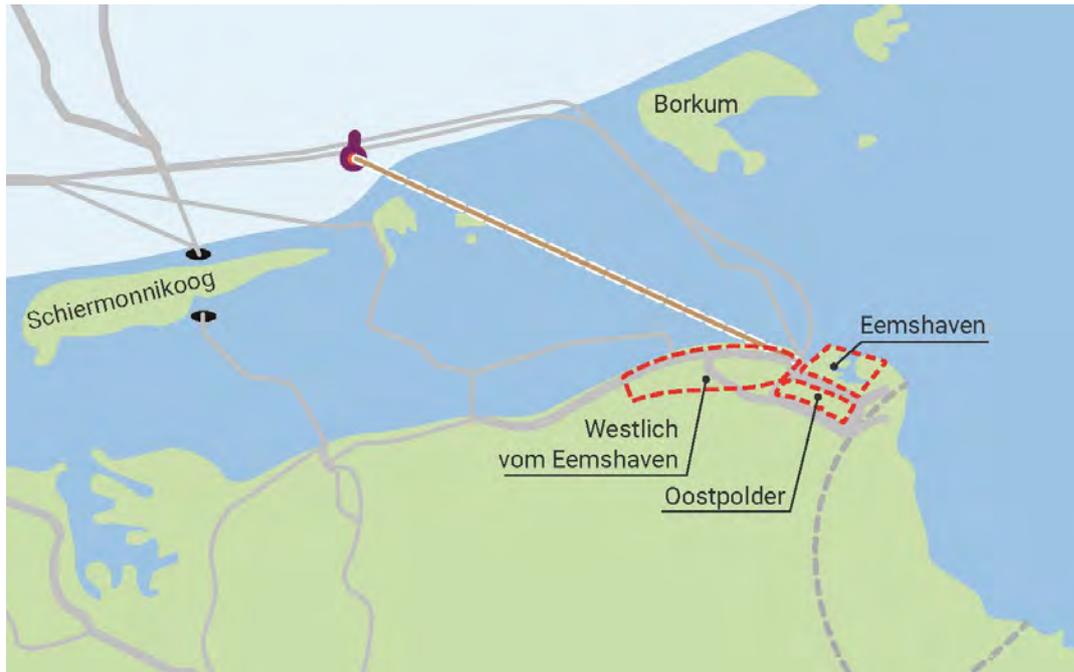
Für den Anlandepunkt wurden drei Suchgebiete erkundet: Eemshaven, Oostpolder und Ten Westen van Eemshaven. Die Standorte sind in Abbildung 5.5 dargestellt. Das Suchgebiet Eemshaven befindet sich im Industriefangengebiet. Aufmerksamkeit verdient die Integration zwischen den jetzigen Hafenfunktionen, den Unternehmen und den Windkraftanlagen.

Das Suchgebiet Oostpolder südlich vom Eemshaven wird derzeit landwirtschaftlich genutzt, wird aber als zukünftiges Gewerbegebiet erschlossen. Problematisch ist das Vorhandensein von Windturbinen und dass die Anlandung des Tunnelsystems nicht in den zukünftigen provinziellen Einpassungsplan für den Oostpolder passt.

Das Suchgebiet Ten Westen van Eemshaven liegt in überwiegend landwirtschaftlichem Gebiet. Problematisch sind die Einbindung in landwirtschaftliche Flächen und das Vorhandensein von Windturbinen.

Wie in Abschnitt 4.3.3 genannt, werden die Kabelsysteme ab dem Anlandepunkt an das nationale Hochspannungsnetz und die Pipelines an das Wasserstoffnetz Niederlande angeschlossen. Dies wurde als Teil der Korridore der Landtrassen für die Kabelsysteme und Pipelines berücksichtigt.

Abbildung 5.5 Übersichtskarte Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel



5.5.2 Übersichtskarte Landtrassen Kabelsysteme und Pipelines

Es wurden fünf Landtrassen mit verschiedenen Varianten untersucht. Die Trassen sind in Abbildung 5.6 dargestellt. Die erste Runde der Folgenabschätzung hat zu einer Optimierung der Trassen über das Festland geführt. Diese wurden im NRO erforscht und ausgearbeitet. In Tabelle 5.3 stehen die zu untersuchende technisch machbare Konfiguration und die Korridorbreite per Landtrasse nach Optimierung.

Abbildung 5.6 Übersichtskarte der optimierten Trassen an Land

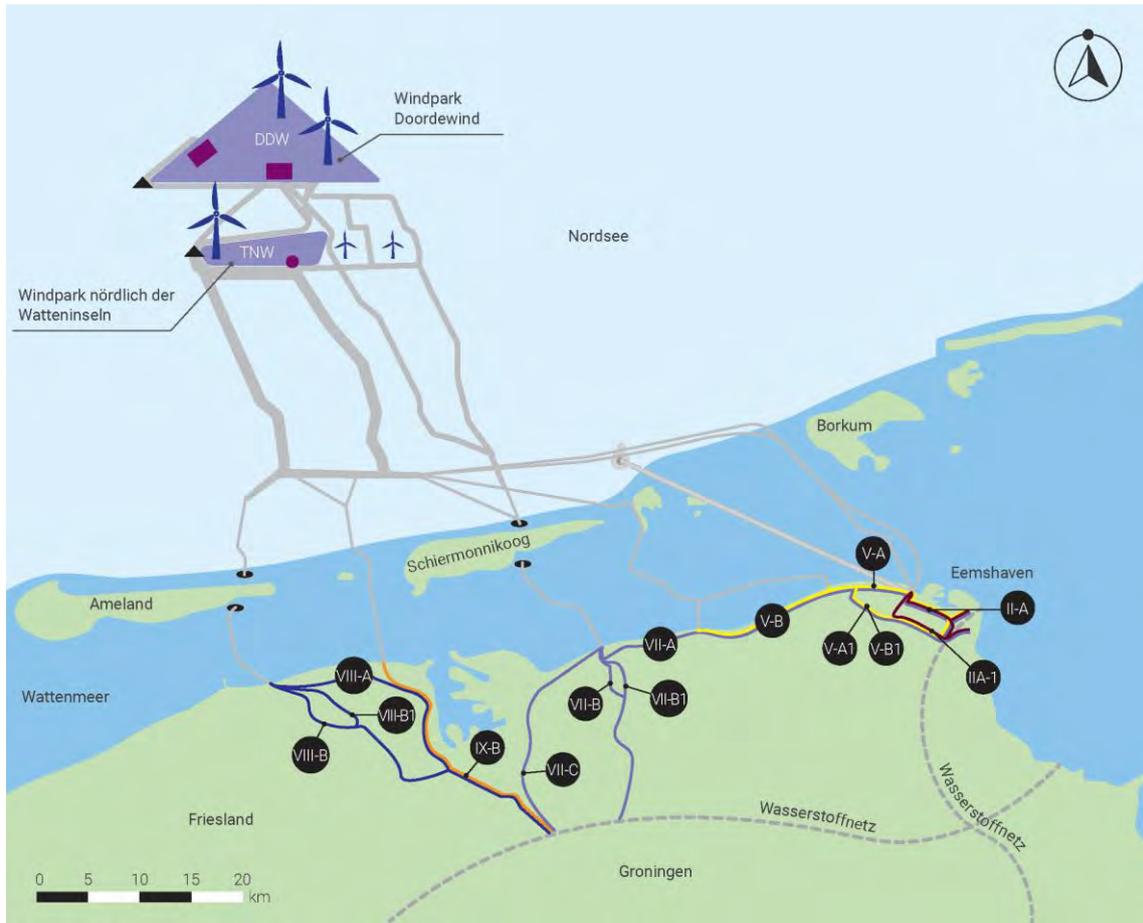


Tabelle 5.3 Übersicht der untersuchten Trassen über Land nach Optimierung

Trasse	Trassenname	Variante	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration	Korridor (Breite)
II	Oude-Westereems-Landtrasse	A, A1	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines	1.500 m
V	Boschgat-Landtrasse	A, A1, B, B1	1 Kabelsystem	500 m
VII	Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse	A	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines	1.500 m
		B, B1, C	3 Pipelines	500 m
VIII	Ameland-Wantij-Landtrasse	A, B, B1	3 Pipelines	500 m
IX	Zoutkamperlaag-Landtrasse	B	3 Pipelines	500 m

Optimierungen

- für Teile des Korridors in der Nähe von Natura 2000-Gebieten sind weitere ökologische Untersuchungen im Rahmen der Projekt-UVP erforderlich;
- für Teile des Korridors, die sich in der Nähe von Wiesenvogelgebieten befinden, gilt, dass diese Gebiete vermieden werden müssen oder es müssen im Rahmen der Projekt-UVP weitere Untersuchungen zu möglichen Abmilderungsmaßnahmen für Auswirkungen auf Wiesenvogelgebiete durchgeführt werden;
- dort, wo sich Wohnhäuser im Korridor befinden, gilt, dass diese bewahrt werden müssen;
- für Teile des Korridors, die durch Gebiete mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen Erwartungswert bezüglich der Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit verlaufen, gilt, dass diese Gebiete gemieden werden müssen. Oder,

- wenn eine Vermeidung nicht möglich ist, dass in der Projekt-UVP die Möglichkeit der Umgehung mit einer Richtbohrung untersucht werden muss, einschließlich archäologischer Untersuchungen;
- für Teile des Korridors, in denen sich Vogelkojen befinden, gilt, dass diese gemieden werden müssen. Oder, wenn eine Vermeidung nicht möglich ist, dass in der Projekt-UVP die Möglichkeit der Umgehung mit einer Richtbohrung untersucht werden muss;
 - dort, wo sich geschützte Ortsbilder und Denkmäler im Korridor befinden, gilt, dass diese bewahrt werden müssen;
 - wenn sich in dem Korridor ein alter Deich befindet, der jedoch nicht die gesamte Breite einnimmt, gilt, dass der Deich umgangen werden muss oder es muss eine Richtbohrung vorgenommen werden. Wenn ein alter Deich die gesamte Breite des Korridors kreuzt, muss eine Richtbohrung vorgenommen werden;
 - wenn sich Wohnhäuser innerhalb der signifikanten Lärmkonturen befinden (Bauphase) oder wenn der Lärmbereich im Industriegebiet Eemshaven überschritten wird (Nutzungsphase), gilt, dass im Rahmen der Projekt-UVP weitere Lärmuntersuchungen durchgeführt werden müssen;
 - richtbohrungen kommen zur Anwendung, um Natura 2000-Gebiete zu durchqueren, oder der Korridor wurde verengt (wenn sich ein Korridor teilweise mit einem Natura 2000-Gebiet überschneidet);
 - teile verschiedener Landtrassen, die den gleichen Verlauf haben, wurden aneinander angeglichen;
 - die Mittellinien und Korridore wurden so angepasst, dass die Trassen für Kabelsysteme und Pipelines mit den Wasserstoffanlandestationen und den Umspannwerken und Konverterstationen zusammenlaufen;
 - die Landtrassen wurden so angepasst, dass sie sich nicht mehr mit Natura 2000-Gebieten (wie dem Wattenmeer und dem Klutenplas) überschneiden;
 - die Suchgebiete und Korridore wurden so angepasst, dass sie nur noch an Land liegen und sich nicht mehr mit dem Wattenmeer überschneiden.

Die Suchgebiete für den Anlandepunkt des Tunnels und die Suchgebiete für das Umspannwerk und die Konverterstationen haben sich nach der Optimierung nicht verändert. Die Suchgebiete für die Wasserstoffanlandestationen sind ebenfalls gleich geblieben, aber die Wasserstoffanlandestation 18 wurde gestrichen.

5.5.3 Landtrassen Kabelsysteme

Die Wattenmeertrassen für Kabelsysteme schließen an eine Trasse an, die über das Festland zu einem Anschlusspunkt an das nationale Hochspannungsnetz im Eemshaven führt. Die unterschiedlichen Trassen bilden in der Praxis eine einzige lange Trasse zwischen Kloosterburen und dem Eemshaven, die an verschiedenen Standorten angeschlossen wird.

Tabelle 5.4 Übersicht von Trassen für Kabelsysteme über Land zum Eemshaven

Anlandezone - Anschlusspunkt	Ist verbunden mit Trasse durch Wattenmeergebiet
Ten Westen van de Eemshaven -> Eemshaven	II: Oude-Westereems-Trasse, X: Tunnel-Trasse
Uithuizen -> Eemshaven	V: Boschgat-Trasse
Westernieland -> Eemshaven	V: Boschgat-Trasse
Kloosterburen -> Eemshaven	VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse

Von Kloosterburen aus verläuft die Trasse die ersten 10 km parallel zum Middendijk. Danach verläuft die Trasse binnendeichs entlang des Hauptdeichs bis nach Noordpolderzijl. Östlich von Noordpolderzijl folgt die Trasse wieder dem regionalen Deich bis zum Eemshaven. In Gebiet nördlich/nordöstlich von Valom verläuft die Trasse um den geplanten Windpark Eemshaven-West herum. Nahe der Poldermühle De Goliath erreicht die Landtrasse den Eemshaven. Die Trasse verläuft so weit wie möglich an den Rändern von Agrarflächen.

Ausgangspunkt ist, dass die Kabelsysteme an Land in offener Bauweise verlegt werden. Hauptdeiche werden mit HDD-Bohrungen durchkreuzt.

5.5.4 Suchgebiete Umspannwerke und Konverterstationen

Abbildung 5.7 zeigt die bestehende Hochspannungsstation Oudeschip im Eemshaven und die Suchgebiete für neue Hochspannungsstationen, das Umspannwerk und die Konverterstationen. Da die exakten Standorte der neuen Stationen noch nicht endgültig feststehen, wurden Pufferzonen von 200 Metern als PAWOZ-Suchgebiete eingezeichnet.

Im Westen des Eemshavens befindet sich das Suchgebiet Umspannwerk TNW (Middenweg). Hier entsteht das Umspannwerk für das Windgebiet TNW, wenn dieses nicht über eine Wasserstoffanbindung, sondern über eine elektrische Verbindung erschlossen wird. Im Osten des Eemshavens befindet sich das Suchgebiet für zwei Konverterstationen für das Windgebiet DDW. Südwestlich davon ist ein Suchgebiet für drei Konverterstationen im Oostpolder geplant, um zukünftige Windparks anzuschließen.

Abbildung 5.7 Bestehende und vorgesehene Hochspannungsstationen im und rund um den Eemshaven



5.5.5 Landtrassen Wasserstoff-Pipelines

Für den Transport von Wasserstoff mit Pipelines über Land wurden mehrere Trassen untersucht. Die Trassen haben Anschluss an das Wasserstoffnetz Niederlande (westliche Trassen) und an das Wasserstoffnetz

Groningen (im Eemshaven). Anschlusspunkte gibt es im Eemshaven und zwischen Grijskerk und Tjuchem. Die Trassen verlaufen so weitgehend wie möglich an den Rändern von Agrarflächen.

Für die westlichen Landtrassen für Pipelines beträgt die Korridorbreite 500 m. Für die Landtrasse ab der Anlandung der VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse, die sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines untersucht wurde, wurde eine Korridorbreite von 1.500 m vorgesehen.

Tabelle 5.5 Übersicht von Trassen für Pipelines über Land

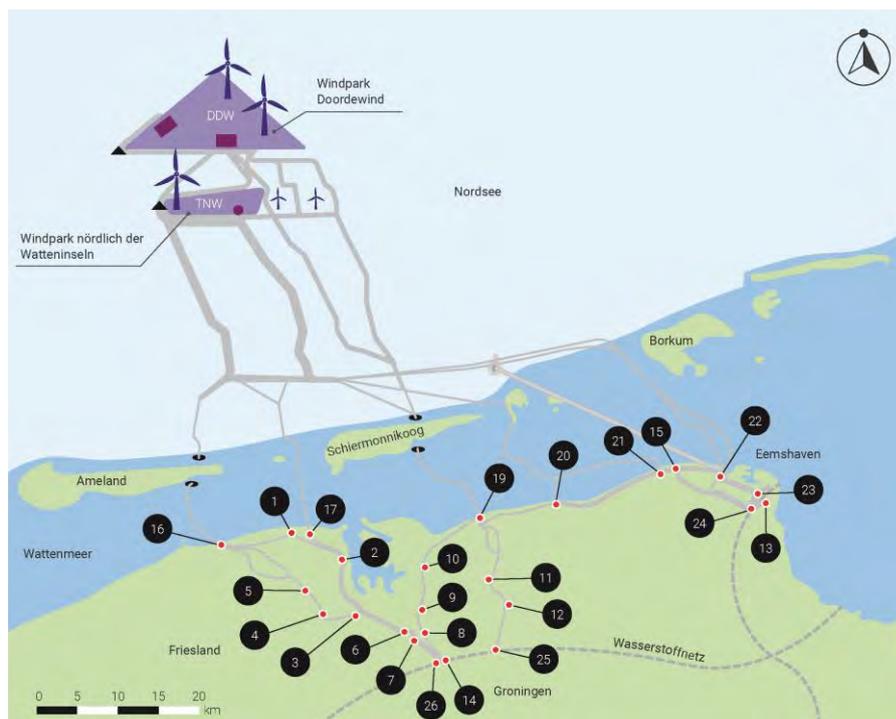
Anlandezone - Anschlusspunkt	Ist verbunden mit Trasse durch Wattenmeergebiet
Ten Westen van de Eemshaven -> Eemshaven	II: Oude-Westereems-Trasse, X: Tunnel-Trasse
Schiermonnikoog Wantij -> Eemshaven	VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse
Ameland Wantij (nahe Ternaard) -> Wasserstoffnetz Niederlande	VIII: Ameland-Wantij-Trasse
Zoutkamperlaag-Trasse (nahe Moddergat) -> Wasserstoffnetz Niederlande	IX: Zoutkamperlaag-Trasse
Zoutkamperlaag-Trasse (nahe Lauwersoog) -> Wasserstoffnetz Niederlande	IX: Zoutkamperlaag-Trasse

Ausgangspunkt ist, dass die Pipelines an Land in offener Bauweise verlegt werden. Hauptdeiche werden mit HDD-Bohrungen durchkreuzt.

5.5.6 Anlandestationen und Ventilstationen

In Abbildung 5.8 sind die 25 Standorte dargestellt, wo Wasserstoffanlandestationen und Ventilstationen für Wasserstoff untersucht wurden. Nach Optimierung wurde die Wasserstoffanlandestation 18 gestrichen.

Abbildung 5.8 Zu untersuchende Wasserstoffanlandestationen



6

METHODEN ZUR BEURTEILUNG DER UMWELTAUSWIRKUNGEN

Kernstück der UVS ist die Untersuchung der Umweltauswirkungen des Baus, des Betriebs und der Wartung von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen, um den Anschluss der Offshore-Windparks an den Eemshaven zu ermöglichen. Die Entsorgung am Ende des Lebenszyklus wird nicht gesondert beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Auswirkungen davon gleich oder geringer sind als die der Bauarbeiten.

In dieser UVS werden die Umweltauswirkungen des PAWOZ mit einem für ein Programm angemessenen Detaillierungsgrad aufgezeigt und bewertet. Die Auswirkungen wurden ermittelt, indem die durch das Vorhaben entstehende zukünftige Situation mit der ohne das Vorhaben entstehenden Situation verglichen wurde. Diese sogenannte Referenzsituation wird in Kapitel 3 beschrieben. Dem Unterschied zwischen diesen beiden Situationen, dem Effekt, wurde eine qualitative Bewertung zugeordnet. Daraus ergibt sich, ob die Auswirkungen des PAWOZ positiv (es wird besser), neutral (keine Auswirkungen) oder negativ (es wird schlechter) sind. Die Umweltauswirkungen wurden gemäß der Vorgehensweise des Berichts über Umfang und Detaillierungsgrad (NRD) untersucht, wobei die [Empfehlungen](#) der UVP-Kommission und die Stellungnahmen aus dem Umfeld berücksichtigt wurden (UVP-Kommission, 2022). Dieses Kapitel beschreibt die Methodik.

6.1 Von Themen zu Bewertungsaspekten und Kriterien

In der UVS wurden sieben Themen untersucht. Die Themen sind der nachstehenden Abbildung zu entnehmen. Um zu bestimmen, welche Auswirkungen konkret untersucht werden müssen, wurden für jedes Thema Beziehungen zwischen Intervention und Auswirkung beschrieben. Eine Interventions-Auswirkungsbeziehung gibt an, welche Auswirkungen eine bestimmte Aktivität auf die Umwelt haben kann. Der Kasten enthält einige Beispiele. In den Teilberichten wurden die Interventions-Auswirkungsbeziehungen für jedes Thema ausgearbeitet.

Abbildung 6.1 Zu untersuchende Themen



Beispiele für Interventions-Auswirkungsbeziehungen

Das Eingraben von Kabelsystemen und Pipelines erfordert zum Beispiel die Aussetzung des Schiffsverkehrs während der Bauphase, damit die Arbeitsschiffe arbeiten können. Dies hat zur Folge, dass Schiffe vorübergehend einen Umweg fahren müssen. Dies ist eine vorübergehende Auswirkung, die nach Abschluss der Arbeiten nicht weiter fortbestehen wird. Ein weiteres Beispiel ist, dass beim Eingraben der Kabelsysteme

und Pipelines der Boden bewegt wird. Das wirkt sich auf die Bodenform und die Bodenzusammensetzung aus. Außerdem kann es Auswirkungen auf das Bodenleben haben.

Diese Auswirkungen wurden in Bewertungsaspekte überführt. Jedes in dieser UVS untersuchte Thema wurde daher in verschiedene Bewertungsaspekte unterteilt, die auf den Interventions-Auswirkungsbeziehungen basieren. Diese Bewertungsaspekte wurden dann wiederum zu Kriterien weiterentwickelt. Ein Kriterium ist eine präzise Beschreibung dessen, was genau untersucht wurde. Alle in der UVS untersuchten Kriterien wurden im Beurteilungsrahmen zusammengefasst. Der Beurteilungsrahmen steht in Abschnitt 6.2.

Themen, Bewertungsaspekte und Kriterien: Worin besteht der Unterschied?

Ein Thema ist eine Gruppe von mehreren Bewertungsaspekten, zum Beispiel das Thema Boden und Wasser an Land. Die Bewertungsaspekte, die unter dieses Thema fallen, sind: Grundwasser, Oberflächenwasser und Bodenqualität. Das Kriterium ist eine genauere Beschreibung dessen, was in einem Bewertungsaspekt bewertet wird. Ein Beispiel ist der Bewertungsaspekt Oberflächenwasser, bei dem das Kriterium Auswirkungen auf die Qualität des Oberflächenwassers lautet.

6.2 Bewertungsrahmen

Alle Themen, Bewertungsaspekte und -kriterien haben ihren Platz im Bewertungsrahmen gefunden. In den nachstehenden Tabellen sind die Kriterien für jedes Thema zusammengefasst. Alle Tabellen zusammen bilden den Bewertungsrahmen dieser UVS.

6.2.1 Boden und Wasser auf See

Um die Auswirkungen auf die Form und Struktur des Meeresbodens (auch Morphologie genannt) zu bestimmen, wurden hydrodynamische und Sedimenttransportmodelle erstellt. Zudem wurde ein numerisches Trübungsmodell erstellt. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Modelle wurden die Auswirkungen auf die Morphologie und die natürliche Bodendynamik, die Bodenqualität und -zusammensetzung, das Küstenfundament und die Hydrodynamik ermittelt. Die Ergebnisse des Trübungsmodells wurden im Teilbericht Natur bewertet. Die Auswirkungen werden hauptsächlich durch die Bauarbeiten verursacht, aber einige Auswirkungen haben eine so lange Erholungszeit, dass die Auswirkungen auch in der Nutzungsphase anhalten. Dieses Thema wurde im Teilbericht Boden und Wasser auf See ausführlich behandelt.

Tabelle 6.1 Beurteilungsrahmen Thema Boden und Wasser auf See

Bewertungsaspekt	Kriterium
Morphologie und Bodendynamik	Einfluss auf Morphologie und natürliche Bodendynamik.
Bodenqualität und Bodenzusammensetzung	Auswirkungen auf die Qualität und Zusammensetzung des Meeresbodens.
Küstenfundament	Auswirkungen auf die Sandauffüllung und die Hochwassersicherheit bei einem maßgeblichen Sturm.
Hydrodynamik	Auswirkungen auf die Wasserbewegung und die Wasserverteilung insbesondere in den Rinnensystemen des Wattenmeergebiets einschließlich des Ems-Ästuars.
Auswirkungen der künftigen Wartung auf Bodendynamik und Bodenzusammensetzung	Wahrscheinlichkeit, dass die künftige Wartung die natürliche Bodenentwicklung oder die Bodenzusammensetzung aufgrund von Freispülung beeinträchtigt.

6.2.2 Boden und Wasser an Land

Um die Auswirkungen auf die Bodenqualität und die Gefahr von Setzungen zu ermitteln, wurde ein Deskresearch durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden historische Daten und Daten zur Bodenstruktur verwendet. Ein Grundwassermodell wurde erstellt, um die Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel, die Versickerung und die Grundwasserauffüllung zu berechnen. Daraus wurden die Auswirkungen auf Versalzung, Wassergewinnungsgebiete, Grundwasserschutzgebiete und WRRL-Grundwasserkörper abgeleitet. Mit Hilfe des GIS wurden die Auswirkungen auf die Qualität des Oberflächenwassers und die Zunahme der Bodenversiegelung dargestellt. Dieses Thema wurde im Teilbericht Boden und Wasser an Land ausführlich behandelt.

Die Auswirkungen werden hauptsächlich durch die Bauarbeiten verursacht. Sie sind das Ergebnis der Entwässerung, die bei der Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines an Land eingesetzt wird, um trocken arbeiten zu können.

Tabelle 6.2 Beurteilungsrahmen Thema Boden und Wasser an Land

Bewertungsaspekt	Kriterium
Bodenqualität	Einfluss auf die Bodenqualität.
	Setzungsrisiko.
Grundwasser	Einfluss auf abgeleitete Auswirkungen aufgrund von Veränderungen im Grundwasser (einschließlich Versalzung).
	Einfluss auf Wassergewinnungsgebiete, Grundwasserschutzgebiete und WRRL-Grundwasserkörper.
Oberflächenwasser	Einfluss auf die Oberflächenwasserqualität.
	Zunahme der Bodenversiegelung.

6.2.3 Natur

Im NRD war eine lange Liste von Bewertungsaspekten und Teilaspekten für das Thema Natur aufgeführt. Im Teilbericht Natur sind die Bewertungsaspekte und Teilaspekte nach folgenden Störfaktoren gegliedert: Trübung und Sedimentation, Veränderung der Substratdynamik, Oberflächenverlust, Lärm/Bewegung, optische Störung und Licht, elektromagnetische Felder und Eutrophierung/Versäuerung (Stickstoff). Für jeden Störfaktor und jede Artengruppe wurden die Interventions-Auswirkungsbeziehungen auf der Grundlage der Literatur dargestellt. Auch das Ausmaß der Auswirkungen wurde angegeben.

Aus dieser Analyse wurden die Störfaktoren ausgewählt, die bei den Artengruppen und Schutzregelungen in der Nordsee, im Wattenmeergebiet und auf dem Festland auftreten können. Die Auswirkungen wurden für jedes Natura 2000-Gebiet im Zusammenhang mit dem Gebietsschutz gemäß dem Umwelt- und Planungsgesetz bewertet. Für den Artenschutz wurde untersucht, ob gegen bestimmte Verbote des Umwelt- und Planungsgesetzes verstoßen wird. Es wurde beurteilt, ob diese Verbote zu einer Beeinträchtigung des günstigen Erhaltungszustands geschützter Arten führen. Wenn erhebliche negative Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden können (Gebietsschutz) oder eine Beeinträchtigung des günstigen Erhaltungszustandes möglich ist (Artenschutz), wurde untersucht, welche Ausgleichsmaßnahmen ergriffen werden können, um Auswirkungen zu vermeiden.

Auch die Auswirkungen auf die folgenden internationalen Schutzregelungen wurden betrachtet:

- OSPAR: Dies ist die internationale Zusammenarbeit zum Schutz der Meeresumwelt im Nordostatlantik einschließlich der Nordsee;
- MSRR: Dies ist die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie zum Schutz und zur Wiederherstellung der europäischen Meere;

- WRRL: Das ist die europäische Wasserrahmenrichtlinie zur Erreichung und Erhaltung chemisch sauberer und ökologisch gesunder Oberflächengewässer und des Grundwassers.

Die Auswirkungen auf die regionalen Schutzregelungen des Naturschutznetzes Niederlande (NNN), auf Acker- und Wiesenvögel sowie auf die Nahrungsgebiete von Gänsen wurden ebenfalls berücksichtigt.

Die Auswirkungen betreffen hauptsächlich die Bauphase. Insbesondere die Arbeiten im Wattenmeer können Auswirkungen auf verschiedene Lebensraumtypen, Fische, Meeressäugetiere, Nicht-Brutvögel, Brutvögel, bodenbewohnende Säugetiere und Fledermäuse haben. Auch die Auswirkungen der Stationsstandorte auf dem Festland und des Eintrittspunkts in der Nordsee während der Nutzungsphase wurden berücksichtigt.

Tabelle 6.3 Beurteilungsrahmen Thema Natur

Bewertungsaspekt / Störfaktor	Kriterium/Artengruppe
Trübung	Primärproduktion, Lebensraumtypen und Vögel.
Sedimentation	Lebensraumtypen, OSPAR-Arten, Fische und Meeressäuger.
Veränderung der Substratdynamik	Lebensraumtypen und OSPAR-Arten, Nicht-Brutvögel, Gefäßpflanzen.
Oberflächenverlust	Lebensraumtypen und OSPAR-Arten.
Hinzufügung harten Untergrunds	Lebensraumtypen und OSPAR-Arten.
Unterwassergeräusche und Erschütterungen	Lebensraumtypen, Fische, Meeressäuger und Vögel.
Überwassergeräusche und Erschütterungen	Meeressäugetiere, Nicht-Brutvögel, Brutvögel, bodenbewohnende Säugetiere, Fledermäuse.
Optische Störung und Licht	Meeressäugetiere, Nicht-Brutvögel, Brutvögel, Fledermäuse, bodenbewohnende Säugetiere.
Elektromagnetische Felder	Lebensraumtypen und Fische.
Eutrophierung/Versäuerung	Stickstoffdeposition.

Natuurtoets [Bewertung des Zustands der Natur] und Kompensation

Da erhebliche Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete nicht von vornherein ausgeschlossen werden konnten, wurde für das PAWOZ eine Bewertung des Zustands der Natur durchgeführt. Diese Bewertung des Zustands der Natur besteht aus einer Verträglichkeitsprüfung und einer Artenschutzprüfung. In der Bewertung des Zustands der Natur wurden die Auswirkungen auf die Erhaltungsziele der umliegenden Natura 2000-Gebiete und auf geschützte Arten untersucht. Es wurde geprüft, ob Abmilderungsmaßnahmen zur Vermeidung negativer Auswirkungen auf die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete und die geschützten Arten ergriffen werden können.

Die Bewertung des Zustands der Natur zeigt, dass es auf einigen Trassen möglich ist, die negativen Auswirkungen durch Abmilderungsmaßnahmen zu vermeiden. Bei anderen Trassen können erhebliche negative Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete auch mit Abmilderungsmaßnahmen vorläufig nicht ausgeschlossen werden. Für diese Trassen wurde untersucht, ob mit Kompensationsmaßnahmen eine Kompensation möglich ist. Dies steht in Kapitel 18 Kompensation des Teilberichts Natur. In diesem Kapitel wurden Kompensationsmaßnahmen untersucht. Darin wurde das C aus der ADC-Prüfung ausgearbeitet. Das A und D werden im Programm ausgearbeitet.

- A: Es gibt keine Alternativen;
- D: Es gibt zwingende Gründe von erheblichem öffentlichem Interesse;
- C: Es werden Kompensationsmaßnahmen ergriffen, um zu gewährleisten, dass die Kohärenz des Natura 2000-Gebiets erhalten bleibt.

Der Teilbericht Natur enthält die Bewertung des Zustands der Natur [Natuurtoets] (Anhang III des Teilberichts Natur) und das Kapitel Kompensation (Kapitel 18 des Teilberichts Natur).

6.2.4 Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie

In einem Deskresearch wurden die Auswirkungen auf die landschaftlichen Merkmale sowie die kulturhistorischen, geologischen und archäologischen Werte ermittelt. Dabei wurden verfügbare Informationen und GIS-Analysen verwendet. Dieses Thema wurde im Teilbericht Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie ausführlich behandelt. Um die Auswirkungen auf das Weltnaturerbe des Wattenmeeres zu ermitteln, wurde eine Beurteilung des Weltnaturerbes (auf Englisch: Heritage Impact Assessment, HIA) erstellt (für weitere Informationen siehe Abschnitt 6.5 und Anhang III).

Die wichtigsten Auswirkungen auf die Landschaft und die Kulturgeschichte stehen im Zusammenhang mit den neu zu errichtenden Stationen (den Umspannwerken und Konverterstationen für Elektrizität sowie den Anlandestationen und Ventilstationen für Wasserstoff) sowie dem Eintrittspunkt in die Nordsee und dem Anlandepunkt für das Tunnelsystem. Die wichtigsten Auswirkungen auf geologische und archäologische Werte ergeben sich aus den Aushubarbeiten für den Bau von Kabelsystemen und Pipelines.

Tabelle 6.4 Beurteilungsrahmen Thema Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie

Bewertungsaspekt	Kriterium
Landschaft	Einfluss auf die Gebietscharakteristik.
Kulturgeschichte (oberirdisch)	Einfluss auf kulturhistorische Werte.
Erdkunde	Einfluss auf geologische Werte.
Archäologie	Einfluss auf bekannte archäologische Werte.
	Einfluss auf erwartete archäologische Werte.
UNESCO	Auswirkungen auf Outstanding Universal Values des Weltnaturerbes Wattenmeer.

6.2.5 Schifffahrt und Sicherheit

Um die Auswirkungen auf die Sicherheit der Schifffahrt zu ermitteln, hat das Forschungsinstitut für die Schifffahrt MARIN die Schiffsbewegungen kartiert und die Risiken für die Schifffahrt durch die Bauarbeiten berechnet. REASeuro hat einen Schnellscan durchgeführt, um die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von nicht detonierten Kampfmitteln auf den Trassen zu ermitteln. In einem Deskresearch wurden die Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit und sonstige Sicherheitsaspekte ermittelt. Dieses Thema wurde im Teilbericht Schifffahrt und Sicherheit ausführlich behandelt.

Tabelle 6.5 Beurteilungsrahmen Thema Schifffahrt und Sicherheit

Bewertungsaspekt	Kriterium
Nicht detonierte Kampfmittel	Aktivitäten in Verdachtsgebieten für nicht detonierte Kampfmittel.
Sicherheit von Hochwasserschutzanlagen	Anzahl der Kreuzungen mit Hochwasserschutzanlagen.
Sonstige Sicherheit	Anzahl der Kreuzungen anderer Objekte (Meeres-)Boden, wie Wracks, Steine und Ladung.
Nautische Sicherheit	Entfernung (Meter) bis zur Betonung der Wasserstraße.
	Anzahl der Kreuzungen mit der Wasserstraße.
	Gefahr der Kollision mit einer Konstruktion oder einem Objekt.
	Gefahr der Sperrung und Behinderung der Schifffahrt.
	Entfernung in Metern bis zum Ankerplatz.
	Die Auswirkungen magnetischer Interferenzen auf die Sicherheit im Schiffsverkehr (Magnetkompass).
Entfernung über dem historisch tiefsten Punkt im Ems-Dollart-Vertragsgebiet	Entfernung (Meter) über dem historisch tiefsten Punkt im Ems-Dollart-Vertragsgebiet.
Freispülung	Risiko der Freispülung.
Ankern	Risiko der Schädigung durch Freispülung.

Die Gefahr von Sperrungen und Behinderungen der Schifffahrt kann vor allem durch die Arbeitsschiffe und ihre Anker bei Offshore-Bauarbeiten entstehen. In der Nutzungsphase besteht das Hauptproblem in der Gefahr, dass ein Anker ein Kabelsystem oder eine Pipeline trifft.

6.2.6 Nutzungsfunktionen

In einem Deskresearch wurden die Auswirkungen auf die bestehenden Nutzungsfunktionen an Land und auf See ermittelt. Dabei handelt es sich um bebaute Gebiete, militärische Gebiete, Öl- und Gasförderung, Fischerei und Aquakultur, Sand- und Schillgewinnung, bestehende Kabel und Pipelines, Erholung und Tourismus, Sperrgebiete, Straßen und Bahnlinien sowie Wasserläufe und Deiche. Dabei wurden verfügbare Informationen und GIS-Analysen verwendet. Dieses Thema wurde im Teilbericht Nutzungsfunktionen ausführlich behandelt.

Die Auswirkungen stehen hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Raum, den die Kabelsysteme, Pipelines und Stationen einnehmen, was zu Einschränkungen der bestehenden Funktionen führt.

Tabelle 6.6 Beurteilungsrahmen Thema Nutzungsfunktionen auf See und an Land

Bewertungsaspekt	Kriterium
Wohnen und arbeiten	Auswirkungen auf Wohn- und Arbeitsfunktionen.
Militärische Gebiete	Einfluss auf militärische Aktivitäten.
Öl- und Gasförderung	Durchquerung der Sicherheitszone um Produktionsplattformen.
Fischerei und Aquakultur	Einfluss auf die Nutzung von Fischgründen.
Sand- und Schillgewinnung	Einfluss auf die Sand- und Schillgewinnung.
Kabel und Pipelines an Land und auf See	Anzahl der Kreuzungen mit Kabeln und Pipelines an Land und auf See.
Erholung und Tourismus	Einfluss auf Erholung und Tourismus.
Gesperrte Gebiete	Anzahl Durchkreuzungen (vorübergehend) gesperrte Gebiete.
Wege und Bahnverbindungen	Anzahl der Kreuzungen mit Wegen.
Wasserläufe und Hochwasserschutzanlagen	Anzahl der Kreuzungen mit Wasserläufen und Hochwasserschutzanlagen.

6.2.7 Lebensumfeld

Auswirkungen auf das Lebensumfeld entstehen vor allem durch Lärmbelästigung. Es wurden die Zunahme des Lärms an lärmempfindlichen Objekten und die Summe der Geräusche (Kumulierung) bewertet. Lärmempfindliche Objekte sind Gebäude, die gesetzlich vor Lärmbelästigung geschützt sind, wie z. B. Wohnhäuser, Kindertagesstätten, Gebäude des Bildungswesens, Krankenhäuser und Pflegeheime. Es wurde auch untersucht, ob das Projekt in den Lärmaktionsplan des Eemshavens passt. Für die Lärmbelästigung durch tieffrequente Geräusche fehlen Daten in der Literatur und aus Messungen. Das muss in einer Projekt-UVP weiter untersucht werden.

Da die Luftqualität im Plangebiet die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte bei weitem nicht überschreitet, entspricht das Projekt ohne weitere Untersuchungen den Gesetzen und Vorschriften zur Luftqualität. Um festzustellen, ob es Auswirkungen gibt, wurde geprüft, ob Menschen während der Bauarbeiten einer Luftverschmutzung ausgesetzt werden. Die Auswirkungen von Stickstoffemissionen werden in dem Teilbericht Natur beschrieben.

Anhand von Kennzahlen aus anderen Magnetfeldstudien und GIS-Analysen wurde ermittelt, ob Magnetfelder Wohnungen und andere Funktionen beeinträchtigen könnten. Dieses Thema wurde im Teilbericht Lebensumfeld ausführlich behandelt.

Tabelle 6.7 Beurteilungsrahmen Thema Lebensumfeld

Bewertungsaspekt	Kriterium
Lärm	Lärmbelästigung für lärmempfindliche Objekte (Bauphase).
	Kompatibilität mit dem Lärmaktionsplan Industriegebiet Eemshaven (Nutzungsphase).
	Kumulative Lärmbelastung für lärmempfindliche Objekte (Nutzungsphase).
	Lärmbelästigung durch tieffrequente Geräusche für lärmempfindliche Objekte (Nutzungsphase).
Luftqualität	Einfluss auf die Luftqualität (Bauphase).
Magnetfelder	Anzahl der sensiblen Flächennutzungen innerhalb der Magnetfeldkontur.

6.3 Beurteilungsmethodik

Die Bewertung erfolgt pro Kriterium des Bewertungsrahmens. Zu diesem Zweck wurde eine generische Bewertungsskala verwendet, die für jedes Kriterium spezifisch erstellt wurde. Die generische Beurteilungsskala ist in Tabelle 6.8 wiedergegeben. Die Ausarbeitung pro Kriterium steht in den Teilberichten. Bei stark negativen Auswirkungen (---) gibt es keine Aussicht auf eine Abmilderung (Reduzierung) der Auswirkungen, bei negativen Auswirkungen (- oder --) schon. Für den Teilbericht Natur wurde zusätzlich bewertet, ob eine Kompensation möglich ist oder nicht. Um zu bestimmen, ob es Aussicht auf Abmilderung gibt, wurden mehrere Sitzungen organisiert und es wurde Expertenrat eingeholt. Um zu bestimmen, ob Aussicht auf Kompensation besteht, wurde eine erste Einschätzung der Möglichkeiten auf Grundlage eines Expertenurteils vorgenommen.

Tabelle 6.8 Generische Beurteilungsskala

Wertung	Methodik	Wenn zutreffend
++	Stark positive Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation	Dies sind Auswirkungen, die zu einer starken Verbesserung gegenüber der Referenzsituation führen.
+	Positive Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation	Dies sind Auswirkungen, die zu einer Verbesserung gegenüber der Referenzsituation führen.
0	Neutrale Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation	Dies sind Auswirkungen, die keinen Unterschied gegenüber der Referenzsituation bewirken.
-	Leicht/begrenzt negative Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation	Dies sind Auswirkungen, die eine leicht negative Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation bewirken.
--	Negative Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation	Dies sind Auswirkungen, die eine negative Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation bewirken, wobei es Aussicht auf eine Abmilderung gibt.
---	Stark negative Auswirkung im Vergleich zur Referenzsituation	Dies sind Auswirkungen, die einen negativen Effekt im Vergleich zur Referenzsituation bewirken, wobei es keine Aussicht auf Abmilderung gibt.

6.4 Bandbreitenmethode

Die Trassen sind eigentlich Korridore mit einer bestimmten Breite, die je nach Trasse variieren kann. Um die Auswirkungen zu ermitteln, wurde zunächst die Auswirkung eines Kabelsystems oder einer Pipeline auf die Mittellinie des Korridors untersucht. Die Mittellinie ist die Linie, die durch die Mitte des Korridors verläuft. Der nächste Schritt unterscheidet sich für jeden Teilbericht. Für einige Teilberichte (z.B. Boden und Wasser auf See und Natur) wurden dann die Auswirkungen eines einzelnen Kabelsystems oder einer Pipeline an den äußersten Rändern des Korridors betrachtet. Andere Teilberichte (wie z.B. Nutzungsfunktionen) befassen sich nicht mit den äußersten Rändern des Korridors, sondern mit den Auswirkungen eines Kabelsystems oder

einer Pipeline innerhalb des gesamten Korridors. Der Grund dafür ist, dass einige Kriterien nur an einem bestimmten Ort oder einer bestimmten Verlaufslinie untersucht werden können (z. B. die Bodenstruktur), während andere kartiert und räumlich untersucht werden können (z. B. die Standorte archäologischer Werte). Für alle Teilberichte gilt, dass wenn ein einzelnes Kabelsystem oder eine einzelne Pipeline infrage kommt, anschließend die Auswirkung der maximalen Konfiguration im gesamten Korridor ermittelt wurde. Wenn sich herausstellt, dass die Maximalkonfiguration (Worst-Case) nicht infrage kommt, wurde beschrieben, wo im Korridor es zu den Einschränkungen kommt. Die maximale Konfiguration ist die Anzahl der Kabelsysteme und/oder Pipelines, die technisch in den Korridor einer Trasse passen müssten. Dies ist in den Bericht Trassenentwicklung [Notitie Routeontwikkeling, NRO] eingeflossen.

6.5 Beurteilung Weltnaturerbe

Die Wattenmeertrassen liegen im UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer. Aufgrund seines UNESCO-Status müssen die für ein natürliches und dynamisches Wattenmeer charakteristischen Lebensraumtypen, Merkmale und Prozesse geschützt bleiben. Da es sich um international geschützte Werte handelt, wurde die Beurteilung in einem so genannten Heritage Impact Assessment (englische Bezeichnung für die Beurteilung des Welterbes) erstellt. Die HIA ist in Anhang III zu finden.

Im Rahmen der HIA wurden die potenziellen Auswirkungen auf die wichtigen Merkmale und Werte – die sogenannten Outstanding Universal Values – des Wattenmeeres ermittelt. Dies sind die Merkmale und Werte in Bezug auf:

- geomorphologische und ökologische Prozesse: Das Wattenmeer ist das größte zusammenhängende System von Sand- und Schlickwatten der Welt. Das Gebiet zeigt einen dynamischen Prozess der Sedimentation und Erosion, der besonders deutlich sichtbar ist. Die Gezeitenlandschaft verändert sich ständig durch das Zusammenspiel von Meer, Wind und Gezeiten;
- biodiversität: Das Wattenmeer ist eines der produktivsten Naturgebiete der Welt. Er ist ein wesentlicher Lebensraum für zahlreiche Arten, darunter Seehunde, Fische und wirbellose Tiere. Das Gebiet ist auch von großer Bedeutung für Millionen von Zugvögeln, die hier Nahrung finden, rasten und brüten.

Die HIA stützt sich auf die Ergebnisse der Teilberichte Natur sowie Boden und Wasser auf See, in denen die oben genannten Merkmale und Werte für die UVS untersucht und beurteilt wurden. Im Hauptbericht der UVS wird nicht gesondert auf die Ergebnisse der HIA verwiesen, da sie den Ergebnissen der Teilberichte Natur sowie Boden und Wasser auf See entsprechen. Übergreifend wurde bei der HIA untersucht, ob das Vorhaben die Integrität des UNESCO-Weltnaturerbes Wattenmeer beeinträchtigen würde.

6.6 Kreislaufprinzip

Die Kreislaufwirtschaft ist wichtig im Hinblick auf den Klimawandel, die Energiewende und den Übergang zu erneuerbaren Rohstoffen. In der UVS wurde dieses Thema in einer qualitativen Weise dargestellt. Das Ergebnis findet sich in Anhang IV. Der Schwerpunkt liegt auf der Frage, inwieweit die geplante Aktivität diese Aspekte berücksichtigt.

Bei der Kreislaufwirtschaft geht es um die effizientere Nutzung von Rohstoffen, Materialien, Produkten und Abfällen. Die Niederlande wollen bis 2050 zu einer Kreislaufwirtschaft werden. In einer Kreislaufwirtschaft werden Rohstoffe immer wieder neu verwendet. In den kommenden Jahren muss die Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe in den Niederlanden bereits erheblich reduziert werden, und zwar auf 50 % bis 2030 im Vergleich zu 2016.

Anhang IV verweist auf vier Kreislaufstrategien zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zur Verringerung der Umweltauswirkungen. Es wurden noch keine Entscheidungen über die endgültige Planung der elektrischen Verbindung oder des Wasserstoffanschlusses getroffen. So könnte die Lebensdauer von Kabelsystemen und Pipelines möglicherweise durch tieferes Eingraben und die Verwendung hochwertiger Materialien verlängert werden. Die Wiederverwendung von Materialien und/oder Teilen wird in der noch

unveröffentlichten Studie Wiederverwendung von Erdgaspipelines für den Wasserstofftransport (HGH2) ebenfalls noch untersucht. Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt in Anhang IV auf der Reduzierung des Materialverbrauchs und der Teile. Die qualitative Analyse zeigt, dass Trassenlänge und Bauweise die ausschlaggebenden Bewertungsaspekte für die Zirkularität einer Trasse sind, die in dieser Phase des PAWOZ untersucht werden können.

Aus der Analyse lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen: Auf den kürzeren Trassen, auf denen Kabelsysteme oder Pipelines mit HDD-Bohrungen verlegt werden, ist der Materialeinsatz in der Regel geringer als auf den längeren Trassen, auf denen Kabelsysteme oder Pipelines in offener Bauweise oder im Tunnelsystem verlegt werden.

6.7 Klimaanpassung und Biodiversität

Die Themen Klimaanpassung und Biodiversität wurden in der UVS nicht separat untersucht, sondern sind integraler Bestandteil der Teilberichte. Die Klimaanpassung ist in jedem Teilbericht in der Beschreibung der autonomen Entwicklungen im Rahmen der autonomen Prozesse enthalten. Dazu gehören der Anstieg des Meeresspiegels und andere Auswirkungen des Klimawandels. Diese autonomen Prozesse wirken sich auf die künftige Referenzsituation aus.

Die Biodiversität ist ein integraler Bestandteil des Teilberichts Natur. Das Hinzufügen neuer Strukturen und des dazugehörigen harten Untergrunds kann sich längerfristig positiv auf die biologische Vielfalt auswirken. Die Offshore-Anlagen können langfristig zum Beispiel als Basis für künstliche Riffe dienen.

Außerdem ist die Bewertung der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt in bestehenden gesetzlichen Rahmen verankert, wie z. B. in der EU-Biodiversitätsstrategie für 2030, die ehrgeizige Ziele zur Wiederherstellung der biologischen Vielfalt enthält, oder in der Bewertung anhand der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL). Die MSRL umfasst benthische Lebensräume und die biologische Vielfalt des marinen Ökosystems der Nordsee. Ziel der MSRL ist es, einen guten Umweltzustand der Nordsee zu erhalten oder wiederherzustellen. Der Teilbericht Natur bewertete diese Rahmenbedingungen und gab Einblick in die Auswirkungen von Bau und Nutzung.

INFORMATIONSBLÄTTER ÜBER DIE UMWELTAUSWIRKUNGEN VON TRASSEN UND STATIONSSTANDORTEN

In den Teilberichten dieser UVS werden für alle Kriterien die Auswirkungen beschrieben und beurteilt, die sich aus den verschiedenen Trassen und Stationen ergeben können. Dies erfolgte in zwei Beurteilungsrunden. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der zweiten Runde der Folgenabschätzung aus den Teilberichten in Informationsblättern über die Umweltauswirkungen für jede Trasse und jeden Stationsstandort zusammengefasst. Dies ist also die Endbeurteilung der Umweltauswirkungen nach der Optimierung der Trassen und Stationsstandorte in der ersten Runde und nach der Abmilderung der Auswirkungen in der zweiten Runde.

Die Teilberichte sind nach Themen, Beurteilungsaspekten und Kriterien gegliedert. In den Informationsblättern zu den Umweltauswirkungen werden die Beurteilungen aus allen Teilberichten per Trasse oder Stationsstandort zusammengefasst. Die in den Informationsblättern zu den Umweltauswirkungen dargestellten Ergebnisse gelten grundsätzlich für den gesamten Korridor oder das gesamte Suchgebiet und alle Varianten pro Trasse. Falls es Unterschiede zwischen den Auswirkungen der Mittellinie (Mittellinie des Korridors) und dem Korridor oder zwischen Varianten gibt, wurde dies in den Informationsblättern zu den Umweltauswirkungen angegeben.

In den Informationsblättern zu den Umweltauswirkungen werden die in den Teilberichten ermittelten negativen (--) und stark negativen (---) Auswirkungen zusammengefasst. Die Informationsblätter zu den Umweltauswirkungen enthalten die Optimierungen, die nach der ersten Runde der Folgenabschätzung gefunden wurden, sowie die Maßnahmen zur Abmilderung der Auswirkungen aus der zweiten Runde der Folgenabschätzung. Außerdem wurden mit diesen Auswirkungen verbundene Aufmerksamkeitsschwerpunkte genannt.

Bei der weiteren Ausarbeitung einer Trasse oder eines Stationsstandorts sollte die Projekt-UVP auch die leicht negativen (-) Auswirkungen der in den Teilberichten genannten Trassen und Stationsstandorte berücksichtigen. Diese Auswirkungen wurden nicht in die Informationsblätter zu den Umweltauswirkungen aufgenommen. Leicht negative (-) Auswirkungen bedeuten, dass es zu lokalen oder vorübergehenden Veränderungen der aktuellen Situation kommen kann. Auf der Grundlage der Auswirkungsanalyse werden hier keine Probleme mit der Genehmigungsfähigkeit oder Durchführbarkeit erwartet. Allerdings können sich bei einer weiteren Ausarbeitung in der Projekt-UVP Aufmerksamkeitsschwerpunkte für z.B. die Umsetzung oder das Umweltverfahren ergeben.

Die Informationsblätter zu den Umweltauswirkungen sind wie folgt aufgebaut.

- oben links: Aus dem Titel und der Abbildung geht hervor, worum es in dem Informationsblatt zu den Umweltauswirkungen geht;
- oben rechts: Hier sind die Varianten mit der untersuchten maximalen Konfiguration und Korridorbreite für die Trassen tabellarisch aufgelistet. Darunter stehen die Optimierungen, die nach der ersten Runde der Folgenabschätzung durchgeführt wurden;
- darunter wurden drei Textfelder aufgenommen. Diese sind von oben nach unten:
 - das erste Textfeld enthält die stark negativen (---) Auswirkungen, für die keine Aussicht auf Abmilderung besteht und für die eine Kompensation möglich ist oder nicht möglich ist. Dies ist tabellarisch dargestellt, wobei die stark negativen (---) Auswirkungen links und die entsprechenden

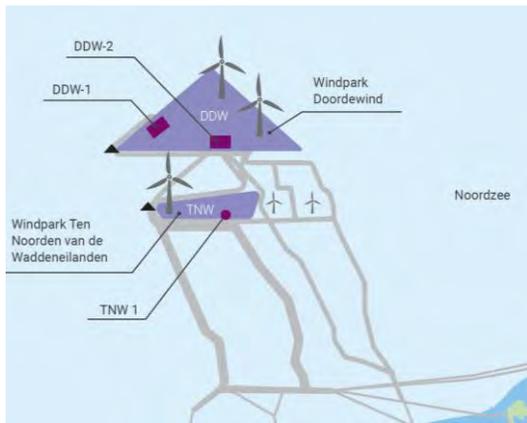
Kompensationsmaßnahmen rechts stehen. Am linken Rand der Tabelle ist angegeben, ob die Auswirkungen in der Bauphase oder in der Nutzungsphase auftreten;

- im zweiten Textfeld stehen die negativen (--) Auswirkungen, für die es eine Aussicht auf Abmilderung gibt. Dies ist tabellarisch dargestellt, wobei die negativen (--) Auswirkungen links und die entsprechenden Abmilderungsmaßnahmen rechts stehen. Am linken Rand der Tabelle ist angegeben, ob die Auswirkungen in der Bauphase oder Nutzungsphase auftreten;
- das dritte Textfeld enthält die Aufmerksamkeitsschwerpunkte für das Programm des PAWOZ.

- 7.1 (Suchgebiete) Plattformen
- 7.2 Nordseetrassen – Kabelsysteme und Pipelines
- 7.3 II: Oude-Westereems-Trasse – Kabelsysteme
- 7.4 II: Oude-Westereems-Trasse – Pipelines
- 7.5 V: Boschgat-Trasse – Kabelsysteme
- 7.6 VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse – Kabelsysteme
- 7.7 VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse – Pipelines
- 7.8 VIII: Ameland-Wantij-Trasse – Pipelines
- 7.9 IX: Zoutkamperlaag-Trasse – Pipelines
- 7.10 X: Tunnel-Trasse, Eintrittspunkt Nordsee und Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II – Kabelsysteme und Pipelines
- 7.11 Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel
- 7.12 Landtrassen für Kabelsysteme
- 7.13 Suchgebiete Umspannwerke und Konverterstationen
- 7.14 Landtrassen für Pipelines
- 7.15 Suchgebiete Wasserstoffanlandestationen

Noordzee

Platforms op de Noordzee



Platforms

Platform TNW 1

Zoekgebied platform DDW-1

Zoekgebied platform DDW-2

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

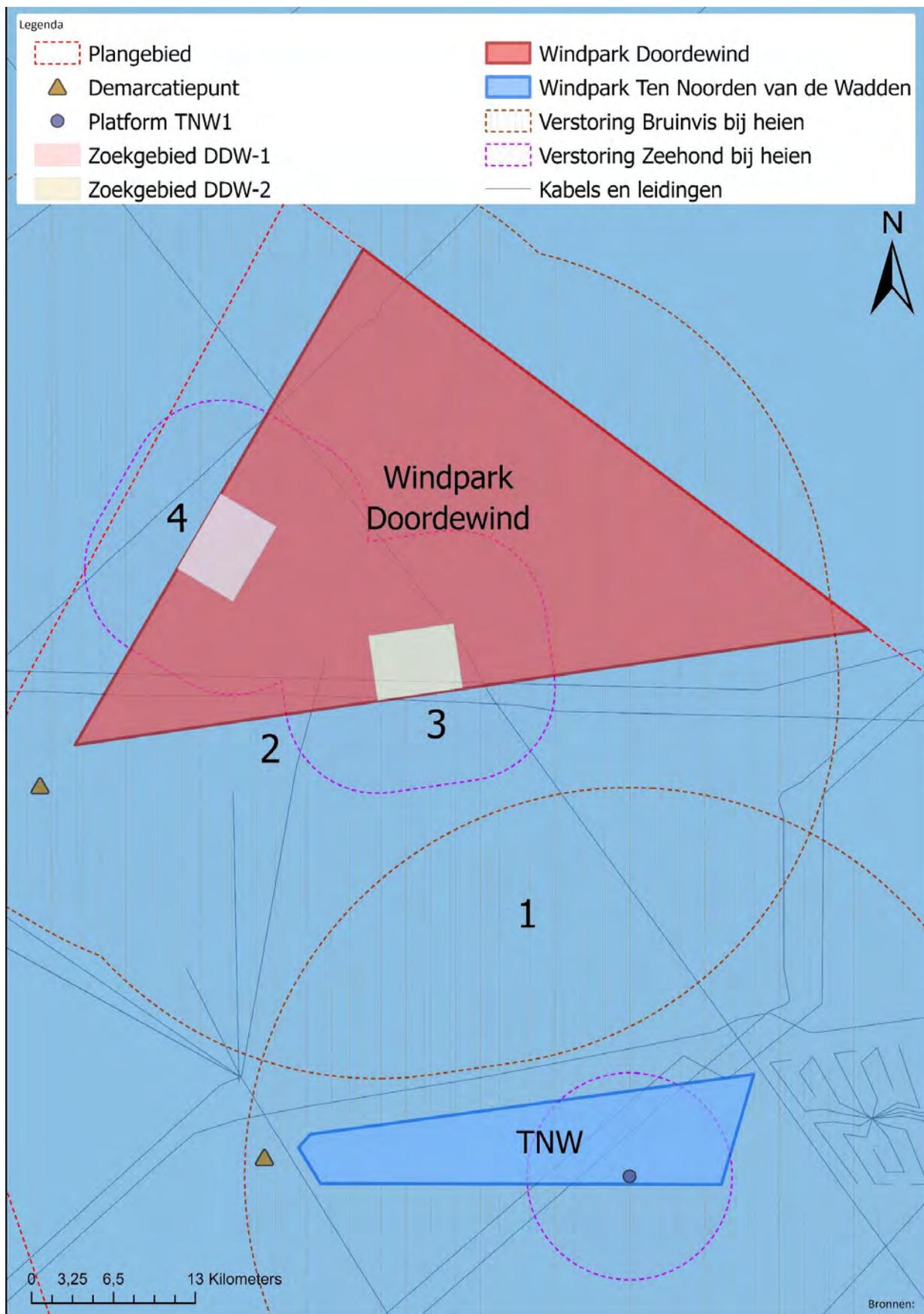
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: <i>Alle locaties</i> Door heien van verankeringspalen wordt het geluidsniveau onder water hoger dan de tijdelijke gehoordrempel-waarde voor vissen	Geluidsbeperking door een Acoustic Deterrent Device om gehoorschade te voorkomen en door geluidsbeperkende maatregelen (zoals dubbele bellenschermen en aanvullende geluidsschermen)
	2: <i>Alle locaties</i> Door heien van verankeringspalen ontstaat impulsgeluid dat kan leiden tot een tijdelijke gehoordrempelverschuiving of permanente gehoorschade van bruinvissen en zeehonden	Geluidsbeperking door een Acoustic Deterrent Device om gehoorschade te voorkomen en door geluidsbeperkende maatregelen (zoals dubbele bellenschermen en aanvullende geluidsschermen)
	3: <i>DDW-2</i> Drie telecomkabels liggen in het zoekgebied (UK-Germany 4 en 6 en Tycom-kabel)	Niet van toepassing
Gebruiksfase	4: <i>Alle locaties</i> Permanent areaalverlies voor de visserij en aquacultuur door gebruiksbeperkingen in veiligheidscontour van 500 m rondom de platforms	Niet van toepassing

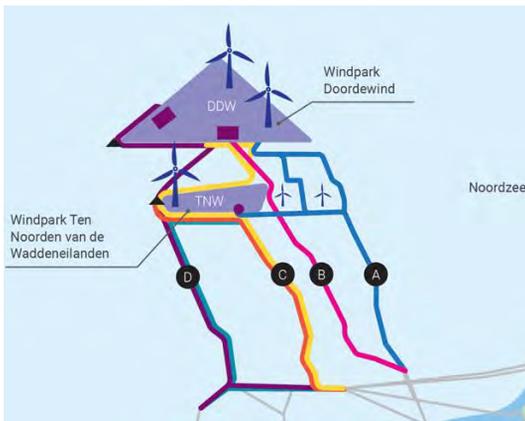
Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de platforms op de Noordzee.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de platformen kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Platforms op de Noordzee



Noordzeeroutes A, B, C, D (kabelsystemen en leidingen)



Route	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A	7 kabelsystemen	min 1 km en max 3 km
B	7 kabelsystemen	3 km
C	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km
D	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Noordzeeroute A niet over Duits grondgebied
- Lokale wijzigingen voor betere aansluiting op Waddenzeeroutes

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

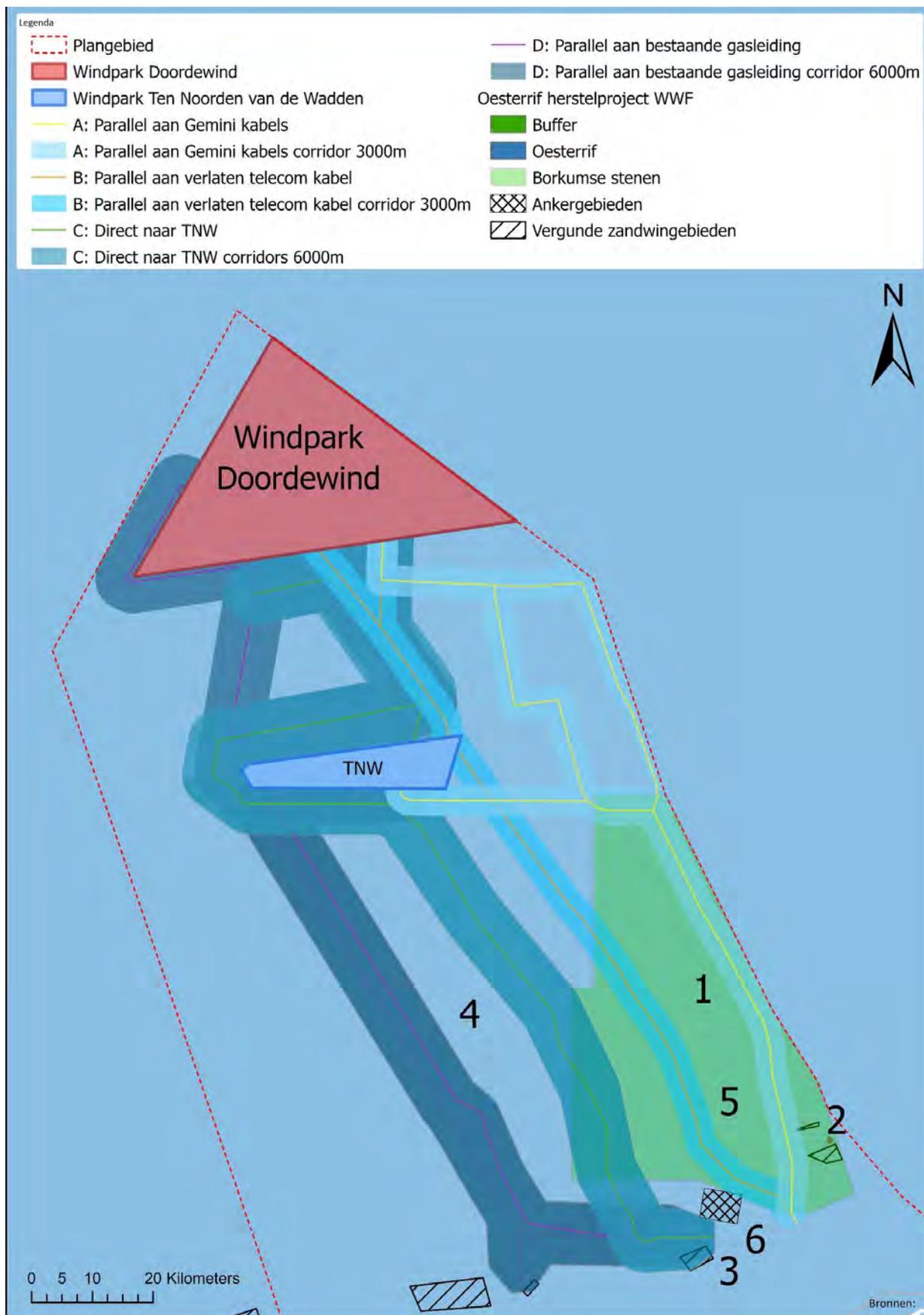
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Noordzeeroute A Route doorkruist het KRM-gebied Borkumse Stenen met aanwezigheid van potentieel habitatype H1170. Grote kans op het doorkruisen van natuurwaarden.	Binnen de corridor de aanwezigheid van riffen/schelpdierconcentraties in kaart brengen en deze vermijden
	2: Noordzeeroute A Doorkruising in grote mate met potentieel leefgebied van platte oester en route is dichtstbijzijnd bij oesterherstelprojecten.	Onderzoeken of oesterbanken aanwezig zijn en deze vermijden.
	3: Noordzeeroutes A, C en D Corridor loopt door vergunde gebieden voor zand- en schelpenwinning	Vermijden van vergunde zand- en schelpwingebieden binnen de corridor
	4: Noordzeeroutes C en D Archeologische waarden liggen in de corridor	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	5: Noordzeeroutes A, B en C voor een kabelsysteem Elektromagnetische velden hebben mogelijk effect op visseneitjes in de Borkumse Stenen habitatype H1170	Kabelsystemen dieper ingraven of een kortere lay-length gebruiken bij AC-kabelsystemen in de Borkumse Stenen
	6: Noordzeeroutes A, B, C en (corridor van) D Risico op schade aan kabelsystemen en leidingen door ankeren	- Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de Noordzeeroutes.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van kabelsystemen en/of leidingen op de Noordzeeroutes kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Noordzeeroutes A, B, C, D (kabelsystemen en leidingen)



Waddenzee



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	<ul style="list-style-type: none"> - 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding 	Min 700m en max 1.300m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Typische soorten van habitatype H1140 (scheldieren en zeegras) zijn zeer gevoelig voor verandering dynamiek substraat.	Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
2: Onderwatergeluid verstoort leefgebieden van zeehonden	Mei-augustus: Geulen voor foerageren nabij de ligplaatsen toegankelijk laten voor zeehonden. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
3: Bovenwatergeluid en optische verstoring verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water.	<ul style="list-style-type: none"> - Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker)
5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
6: Verstoring van vogels in Duits Vogelrichtlijngebied Niedersächisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer door bovenwatergeluid, beweging en licht	Niet werken in periode november - februari
7: Risico op aanvaring met kwetsbare bouwkuipen op het Wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring
8: Risico op stremming en hinder voor de scheepvaart door aanleg parallel aan de Eemsgeul	Andere aanlegtechniek bijvoorbeeld Dynamic Positioning-systeem (DP) schepen of spudpalen zodat ankerpatroon niet door vaargeul loopt.
9: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met verhoogd risico op stremming ankergebied	Bij volledige stremming ankergebied in de Eems tijdelijk verplaatsen of schepen instrueren om ankergebied bij de aanloop naar de Eems te gebruiken
10: Krusing van veel bestaande kabels en leidingen langs de kust	Niet van toepassing
Gebruiksfase 11: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met risico op contact van een anker met kabelsystemen	<ul style="list-style-type: none"> - Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte
12: Randen van de corridor Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 700m en max 1.300m

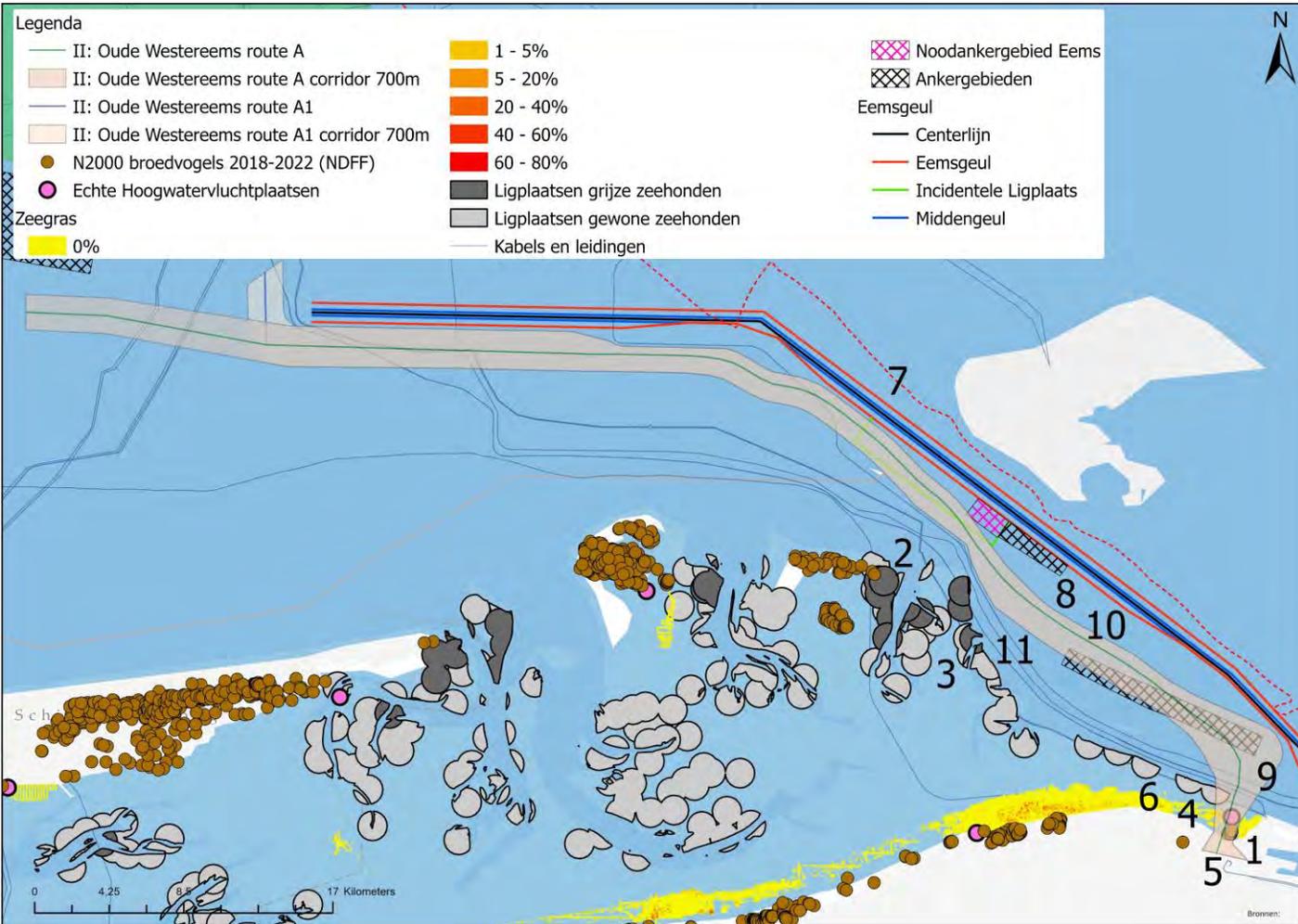
Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

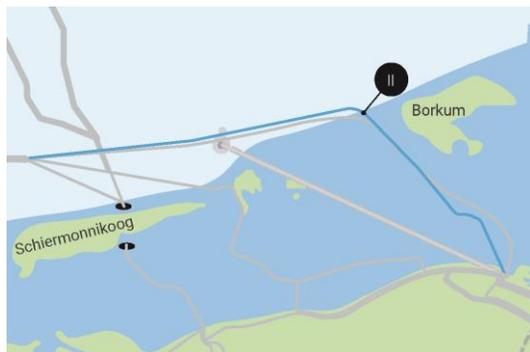
- Aanpassing van corridorbreedte

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor II: Oude Westereems route (kabelsystemen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- Standpunt Duitse Bevoegd Gezag op Scheepvaartveiligheid

II: Oude Westereems route (kabelsystemen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 500m en max 700m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

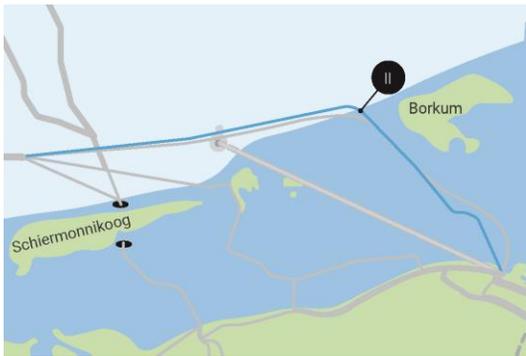
- Aanpassing van corridorbreedte
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden
- Voorkomen stremming scheepvaart in Eemsgul bij aanleg tussen COBRA-kabel en betonde Eemsgul

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie, geen zicht op compensatie

Effect	Compenserende maatregel (cm)
Aanlegfase 1: Flinke toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft significant effect op de primaire productie, habitatype en broedvogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrichtlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer voor primaire productie en habitattypen.	Half Maart-Augustus: verbod op baggerwerkzaamheden en/of garnalenvisserij nabij de route gedurende de aanleg (cm niet effectief)
2: Onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht door aanleg leiding heeft significant effect op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee, in de periode mei - augustus.	- Verbod op alle versturende activiteiten op de Wadplaten tussen de Groningse kust en Schiermonnikoog gedurende ten minste de zoog- en pupperiode (cm effectief) - Verminderen van scheepsvaart en visserij-verkeer gedurende de aanleg (cm niet effectief)

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 3: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft effect op niet-broedvogels	Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in de Waddenzee (maximaal 20 %)
4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker)
5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringcontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
6: Verstoring van vogels in Duits Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer door bovenwatergeluid, beweging en licht	- Niet werken in periode november - februari
6: <i>Westelijke zijlijn corridor</i> Langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door groot baggervolume (>15 Mm3) in dynamisch gebied	Gebruik centerline tot aan oostelijke zijlijn
7: Risico op stremming en hinder voor de scheepvaart door aanleg parallel aan de Eemsgul	Andere aanlegtechniek bijvoorbeeld Dynamic Positioning-systeem (DP) schepen of spudpalen zodat ankerpatroon niet door vaargeul loopt
8: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met verhoogd risico op stremming ankergebied	Bij volledige stremming ankergebied in Eems tijdelijk verplaatsen of schepen instrueren om ankergebied bij de aanloop naar de Eems te gebruiken
9: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op vangstsucces visserij	Niet van toepassing
10: Kruising van veel bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 6 kabelsystemen - 3 leidingen - 1 kabelsysteem en 3 leidingen - 2 kabelsystemen en 1 leiding	Min 500m en max 700m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden
- Voorkomen stremming scheepvaart in Eemsgeul bij aanleg tussen COBRA-kabel en betonde Eemsgeul

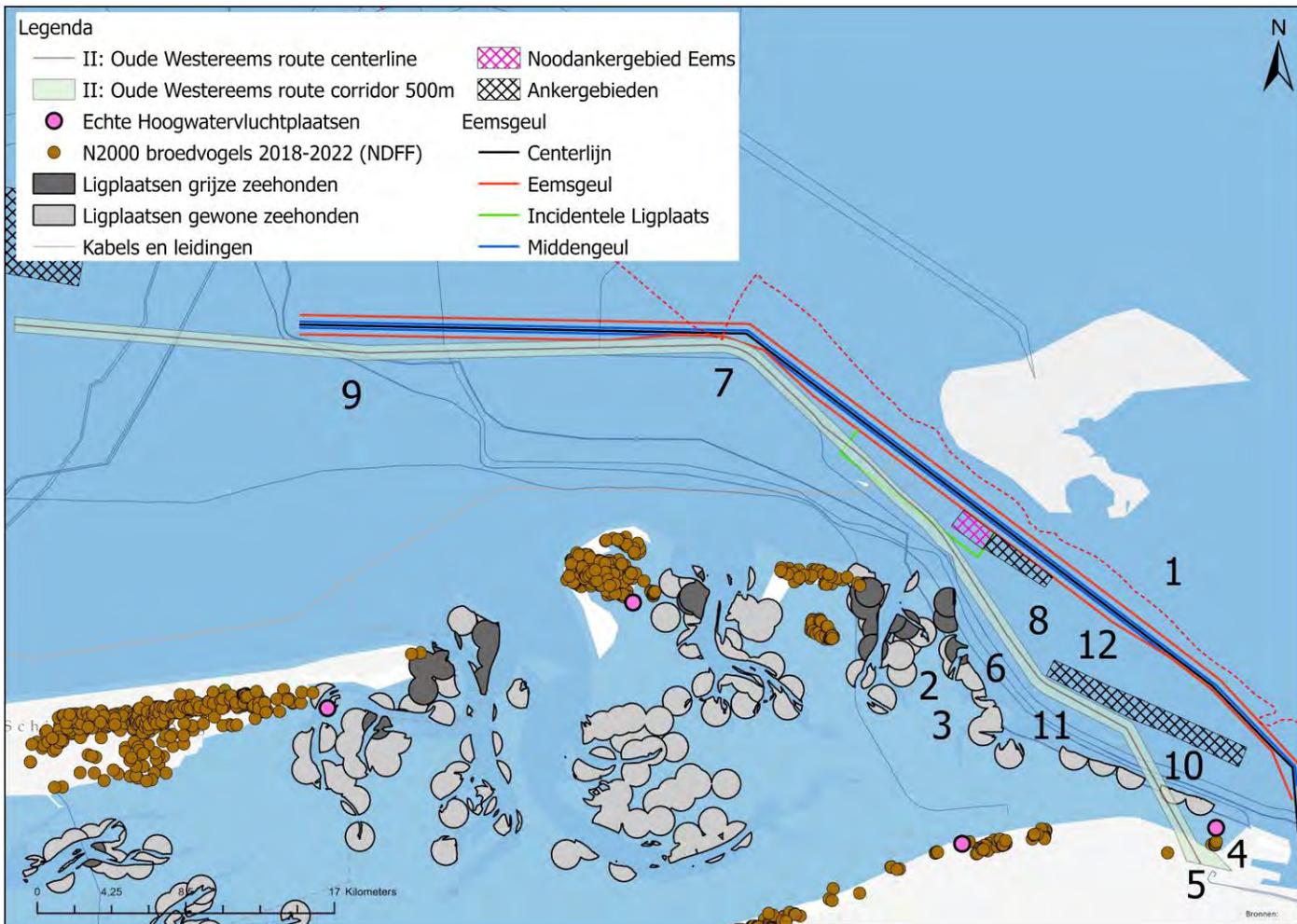
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

Effect	Mitigerende maatregel
11: Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte
12: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met risico op contact van een anker met kabelsystemen	- Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte

Aandachtspunten voor het Programma

- Voor de II: Oude Westereems route (leidingen) zijn sterk negatieve effecten te verwachten door de vertroebeling door de baggerwerkzaamheden. Ook zorgt het onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht voor sterke negatieve effecten op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee. Met uitzondering van bovenwatergeluid, is voor alle overige sterk negatieve effecten geen zicht op compensatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen ook diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- Standpunt Duitse Bevoegd Gezag op Scheepvaartveiligheid

II: Oude Westereems route (leidingen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 meter

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

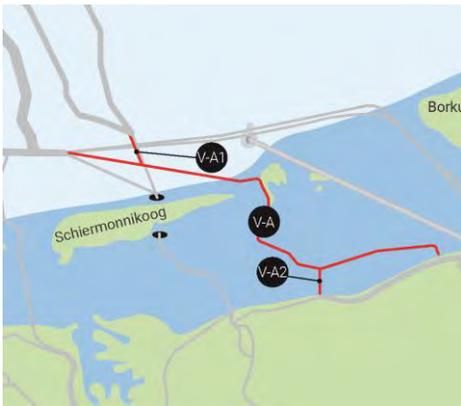
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie, geen zicht op compensatie

Effect	Compenserende maatregel
Aanlegfase 1: Flinker toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft significant effect op de primaire productie, habitattypen, niet-broedvogels en broedvogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrichtlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer voor primaire productie en habitattypen.	Januari-Augustus: verbod op baggerwerkzaamheden en/of garnalenvisserij nabij de route gedurende de aanleg (cm niet effectief)
2: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee en Noordzeekustzone heeft sterk negatieve gevolgen voor H1110 en H1140, vissen en zeezoogdieren. De hotspots kunnen niet worden vermeden.	Verbod op baggerwerkzaamheden en/of garnalenvisserij nabij de route gedurende de aanleg (cm niet effectief)
3: Onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht door aanleg leiding heeft significant effect op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee.	- Verbod op alle versturende activiteiten op de Wadplaten tussen de Groningse kust en Schiermonnikoog gedurende ten minste de zoog- en pupperperiode (cm effectief) - Verminderen van scheepvaart en visserij-verkeer gedurende de aanleg (cm niet effectief)
4: Zijlijnen van variant A en A1 en westelijke zijlijn van variant A2 Baggerwerkzaamheden hebben een sterk negatief effect op wadplaten	Geen

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 5: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling door baggerwerkzaamheden heeft effect op niet-broedvogels	- Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in de Waddenzee (maximaal 20 %) - November: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in de Noordzeekustzone (maximaal 10 %)
6: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem.	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 meter

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

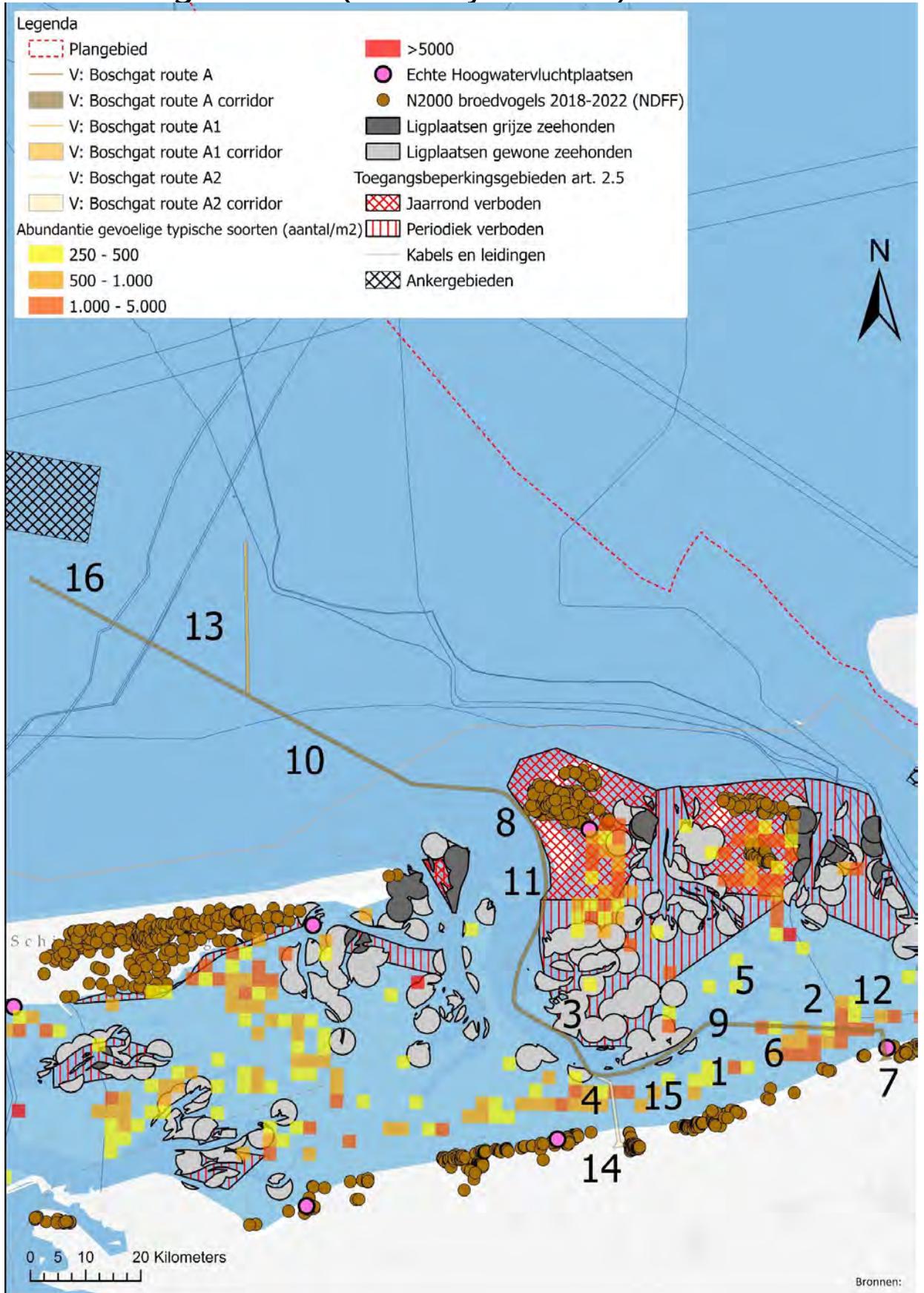
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

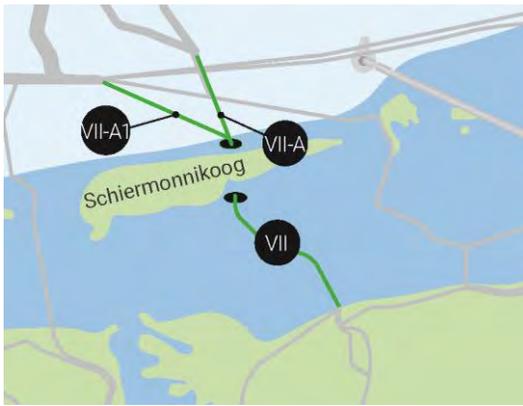
	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	7: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek)
	8: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringcontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
	9: <i>Centerline A en A1</i> Langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door groot baggervolume (~2 Mm3) in dynamisch gebied	Niet van toepassing
	10: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op vangstsucces van de visserij	Niet van toepassing
	11: Route loopt door gesloten gebieden voor visserij, jaarrond gesloten Rottumerplaat, periodiek gesloten Boschwad Schild	Niet van toepassing
	12: kruising van veel bestaande kabels en leidingen langs de kust	Niet van toepassing
	13: <i>Alle corridors en centerline A1</i> Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	14: <i>Alle corridors en centerline A1 en A2</i> Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
	15: Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte
	16: Route nabij ankergebieden, verhoogde kans op schade door ankeren	Buiten ankergebieden blijven Voldoende begraafdiepte

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn sterk negatieve effecten te verwachten vanuit de Deelrapporten Natuur en Bodem en Water op zee. Voor de effecten van bovenwatergeluid, optische verstoring en licht is er zicht op compensatie. Voor de overige sterk negatieve effecten is er geen zicht op mitigatie en compensatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op deze route kunnen ook diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

V: Boschgat route (kabelsystemen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 1.500m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

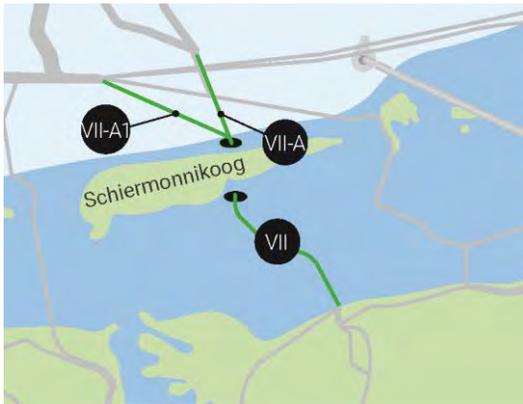
- Aanpassing van corridorbreedte

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet van toepassing

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
<p>Aanlegfase</p> <p>1: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee kan zorgen voor sterfte van typische soorten van H1140 (schelpdieren en zeegras). In Noordzeekustzone kunnen typische soorten van H1110 sterven (Spisula en Ensis)</p>	<p>Voorkomen van sedimentatie voor zeegras en schelpdierbanken in de Waddenzee en Noordzeekustzone</p>
<p>2: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem en aantal schelpdierbanken.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
<p>3: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen</p>	<p>Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.</p>
<p>4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen, open water en op wadplaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek) - Juli t/m september: Niet werken in de buurt van het rui- en foerageergebied van de lepelaar bij Lutjewad en boven Westpolder



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A, A1	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 1.500m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

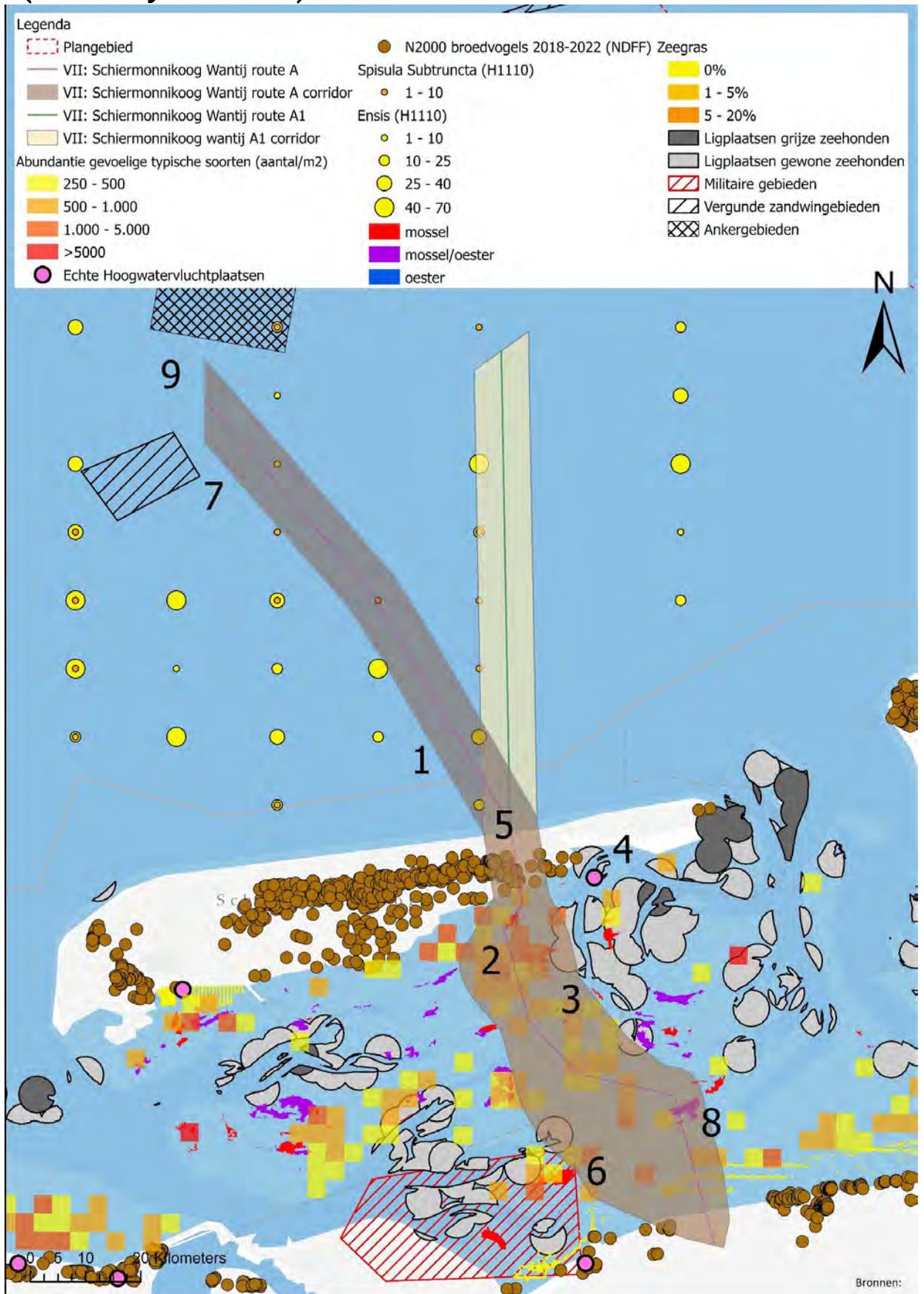
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen. - Verstoring van locaties waar broedvogels foerageren wordt zoveel mogelijk vermeden tijdens de broedperiode. De essentiële foerageerlocaties per soort zijn op dit moment niet exact bekend, er dient onderzoek plaats te vinden om dit in kaart te brengen
	6: Corridor Overlapping met onveilige zone militaire gebied Marnewaard	Onveilige zone vermijden
	7: Corridor van variant A1 Loopt door schelpenwingsgebied en de bufferzone van een vergund zandwingsgebied	Vergunde zandwingsgebied vermijden.
Gebruiksfase	8: Oostelijke rand van de corridors Risico op blootspoelen	Voldoende begraafdiepte
	9: Variant A Verhoogde kans op schade door ankeren	Voldoende begraafdiepte nabij ankergebied

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 2.000m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie, wel zicht op compensatie

Effect	Compenserende maatregel
<p>Aanlegfase</p> <p>1: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht door aanleg leiding heeft significant effect op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee. Er is vooralsnog geen zicht op mitigatie.</p>	<p>Verbod op alle versturende activiteiten op de Wadplaten tussen de Groningse kust en Schiermonnikoog gedurende ten minste de zoog- en pupperiode (cm effectief)</p>

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
<p>Aanlegfase</p> <p>2: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee kan zorgen voor sterfte van typische soorten van H1140 (schelpdieren en zeegras). In Noordzeekustzone kunnen typische soorten van H1110 sterven (Spisula en Ensis)</p>	<p>Voorkomen van sedimentatie voor zeegras en schelpdierbanken in de Waddenzee en Noordzeekustzone.</p>
<p>3: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem en aantal schelpdierbanken.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone. De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
<p>4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen, open water en op wadplaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek) - Juli t/m september: Niet werken in de buurt van het rui- en foerageergebied van de lepelaar bij Lutjewad en boven Westpolder



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	- 7 kabelsystemen en 3 leidingen - 7 kabelsystemen - 3 leidingen	Min 2.000m en max 4.000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

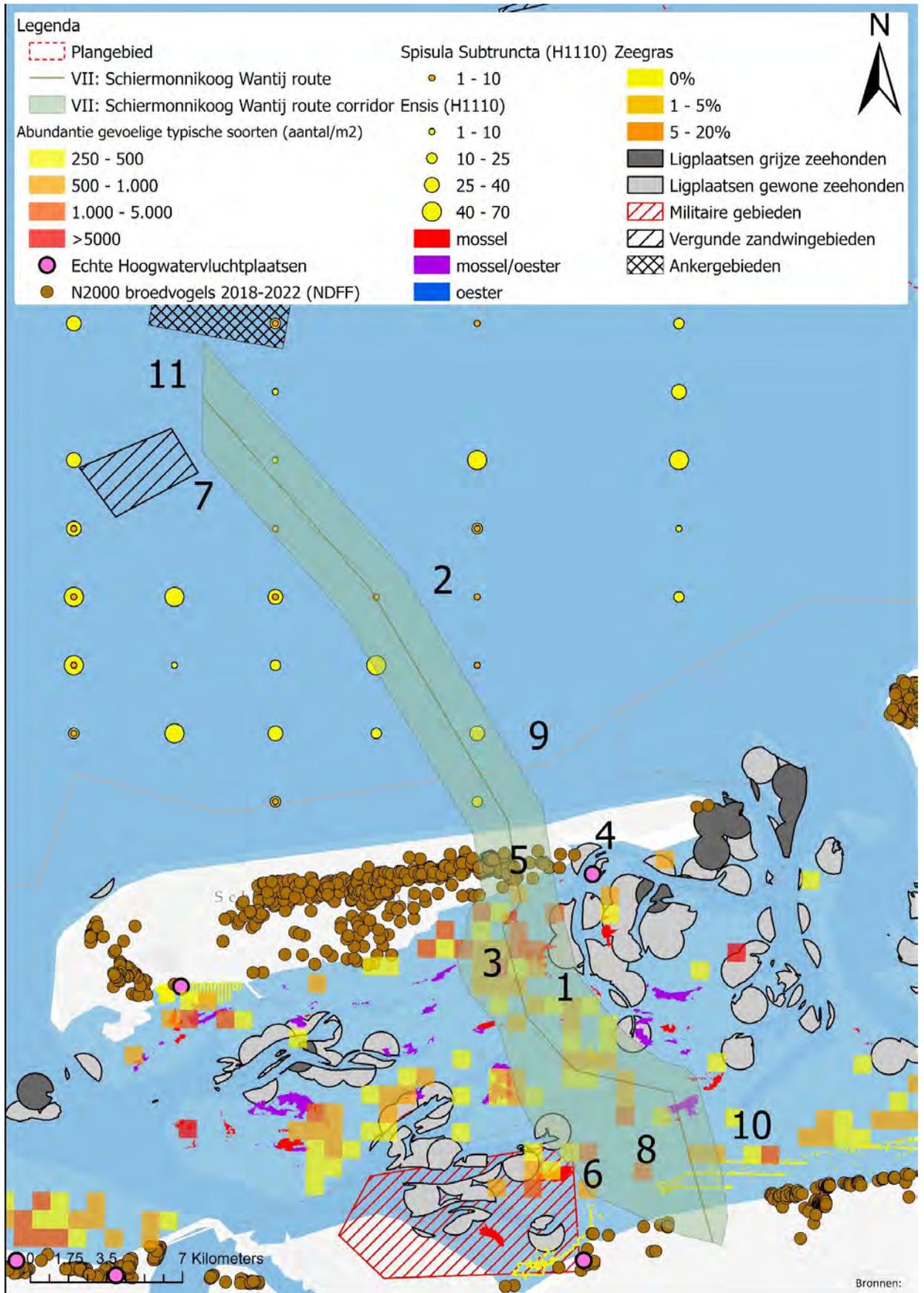
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen. - Verstoring van locaties waar broedvogels foerageren wordt zoveel mogelijk vermeden tijdens de broedperiode. De essentiële foerageerlocaties per soort zijn op dit moment niet exact bekend, er dient onderzoek plaats te vinden om dit in kaart te brengen
	6: Corridor Overlapping met onveilige zone militaire gebied Marnewaard	Onveilige zone vermijden
	7: Corridor Loopt door schelpenwingsgebied en de bufferzone van een vergund zandwingsgebied	Vergunde zandwingsgebied vermijden.
	8: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het Wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring
	9: Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	10: Oostelijke rand van de corridors Risico op blootspoelen	Voldoende begraafdiepte
	11: Verhoogde kans op schade door ankeren	Voldoende begraafdiepte nabij ankergebied

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn sterk negatieve effecten te verwachten vanuit de deelrapport Natuur. Voor deze effecten is er zicht op compensatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen ook diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	3 leidingen	2000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

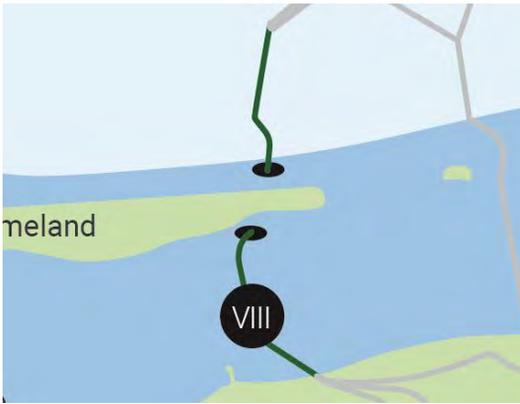
- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
<p>Aanlegfase</p> <p>1: Door sedimentatie in Noordzeekustzone hebben typische soorten van H1110 (Spisula en Ensis) een geringe overlevingskans</p>	<p>Voorkomen sedimentatie van schelpdierbanken in de Noordzeekustzone</p>
<p>2: De route doorkruist habitattypen H1110 en H1140 met aantal schelpdierbanken en hoge concentraties schelpdieren, als ook voedselhotspots voor niet-broedvogels. Effecten kunnen niet worden uitgesloten door verandering dynamiek substraat</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone. De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
<p>3: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen</p>	<p>Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.</p>
<p>4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek)



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	3 leidingen	2000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

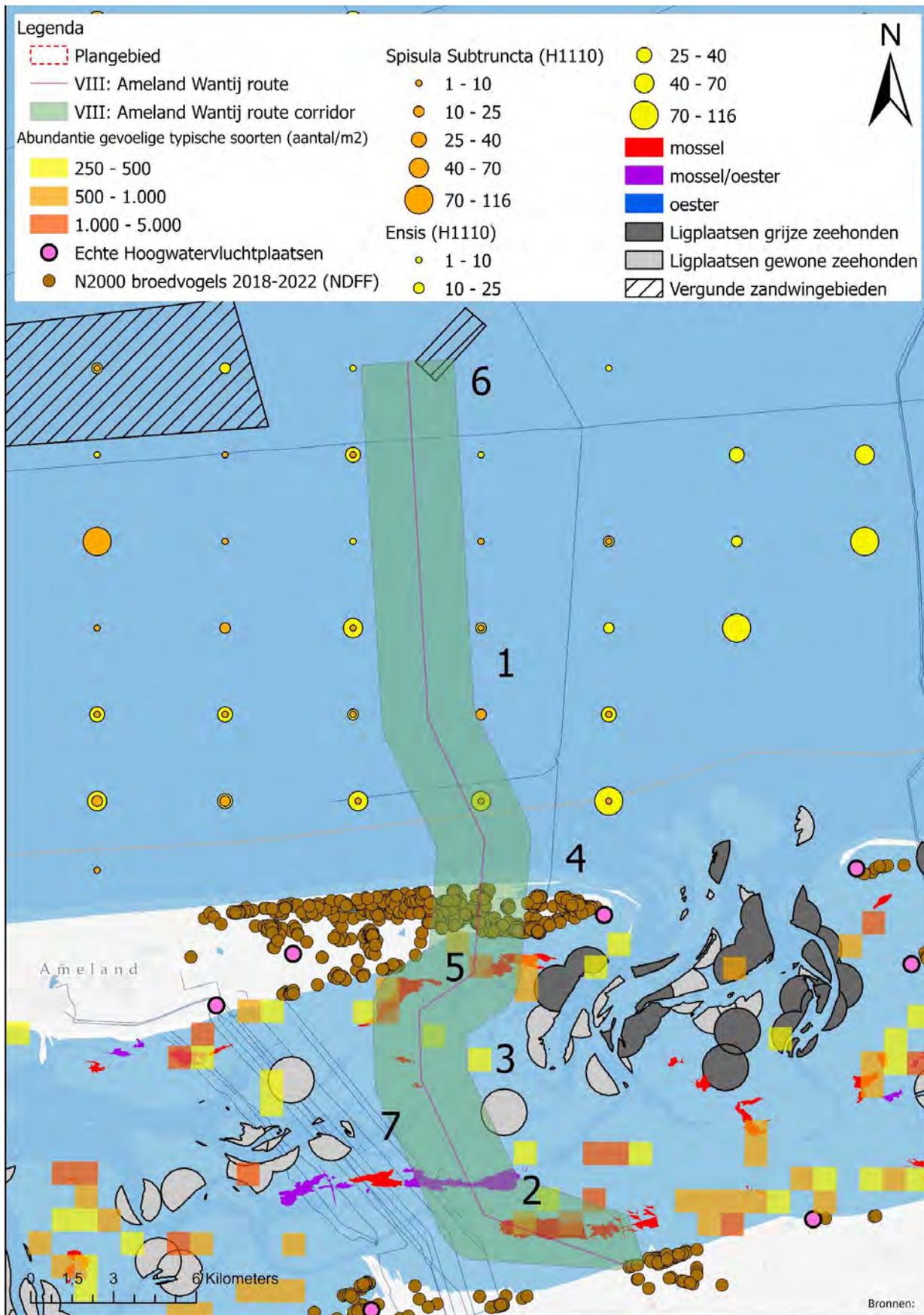
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoring broedvogels, omdat verstoringcontour overlapt met broedgebieden.	- April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen. - Verstoring van locaties waar broedvogels foerageren wordt zoveel mogelijk vermeden tijdens de broedperiode. De essentiële foerageerlocaties per soort zijn op dit moment niet exact bekend, er dient onderzoek plaats te vinden om dit in kaart te brengen
	6: Loopt door schelpenwingebed en vergund zandwingebed	Vergunde zandwingebed vermijden
	7: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor VII: Ameland Wantij route (leidingen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A1, A2	3 leidingen	200 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Langdurige invloed op bodemontwikkeling door baggeren (>3 Mm ³) in ondiep, dynamisch gebied	Dit effect treedt niet op bij één leiding, maar alleen bij de aanleg van meerdere leidingen (beperking in corridorbreedte)
2: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op primaire productie, habitattypen en vogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrictlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer.	- Half maart t/m augustus: Niet werken in groeiseizoen van primaire productie en broedperiode of zorgen voor hooguit een beperkte toename van vertroebeling in voorgenoemde periode in de Waddenzee (maximaal 20%) en Noordzeekustzone (maximaal 10%) - Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename (maximaal 20%) in Waddenzee - November: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in november in de Noordzeekustzone (maximaal 10%)
3: De route doorkruist habitattypen H1110 en H1140 met schelpdierbanken en hoge concentraties schelpdieren, en voedselhotspots voor niet-broedvogels. Effecten kunnen niet worden uitgesloten door verandering dynamiek substraat	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route
4: Onderwatergeluid verstoort het foerageergebied van zeehonden	Mei-augustus: Geulen voor foerageren nabij de ligplaatsen toegankelijk laten voor zeehonden. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
6: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	Niet werken: - tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: in de Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - Januari: in de Waddenzee (eider) - Januari-maart: tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee in (grote zaagbek)
7: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels in broedgebieden	April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen
8: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
A1, A2	3 leidingen	200 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

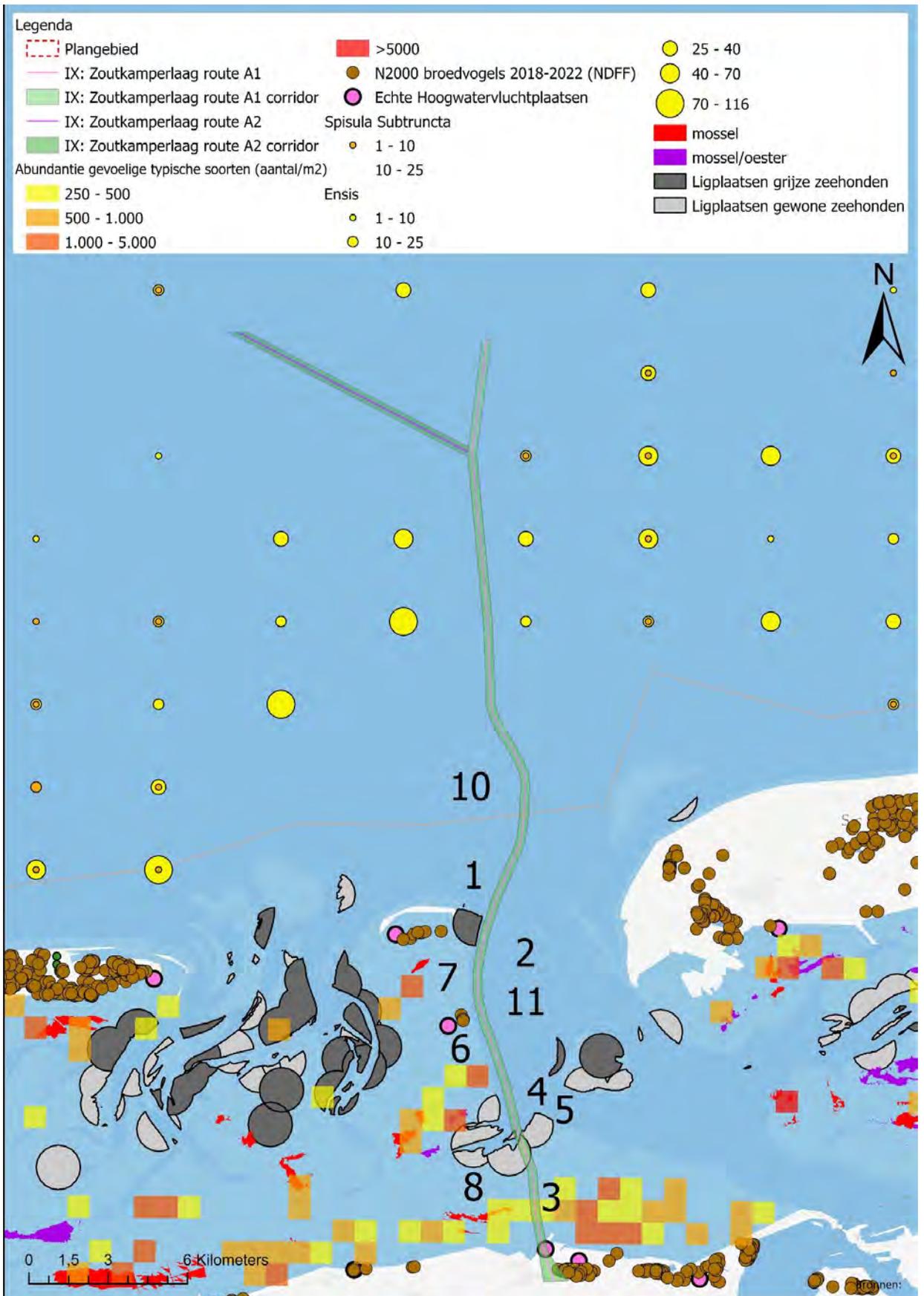
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	9: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op vangstsucces visserij	Niet van toepassing
	10: Bekende archeologische waarden op de route	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
Gebruiksfase	11: Risico op blootspoelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de IX: Zoutkamperlaag route (leidingen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de leidingen op deze route kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)



X: Tunnel route en intredepunt Noordzee



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen Maximaal 7 tunnelbuizen (multi-tube)	160 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

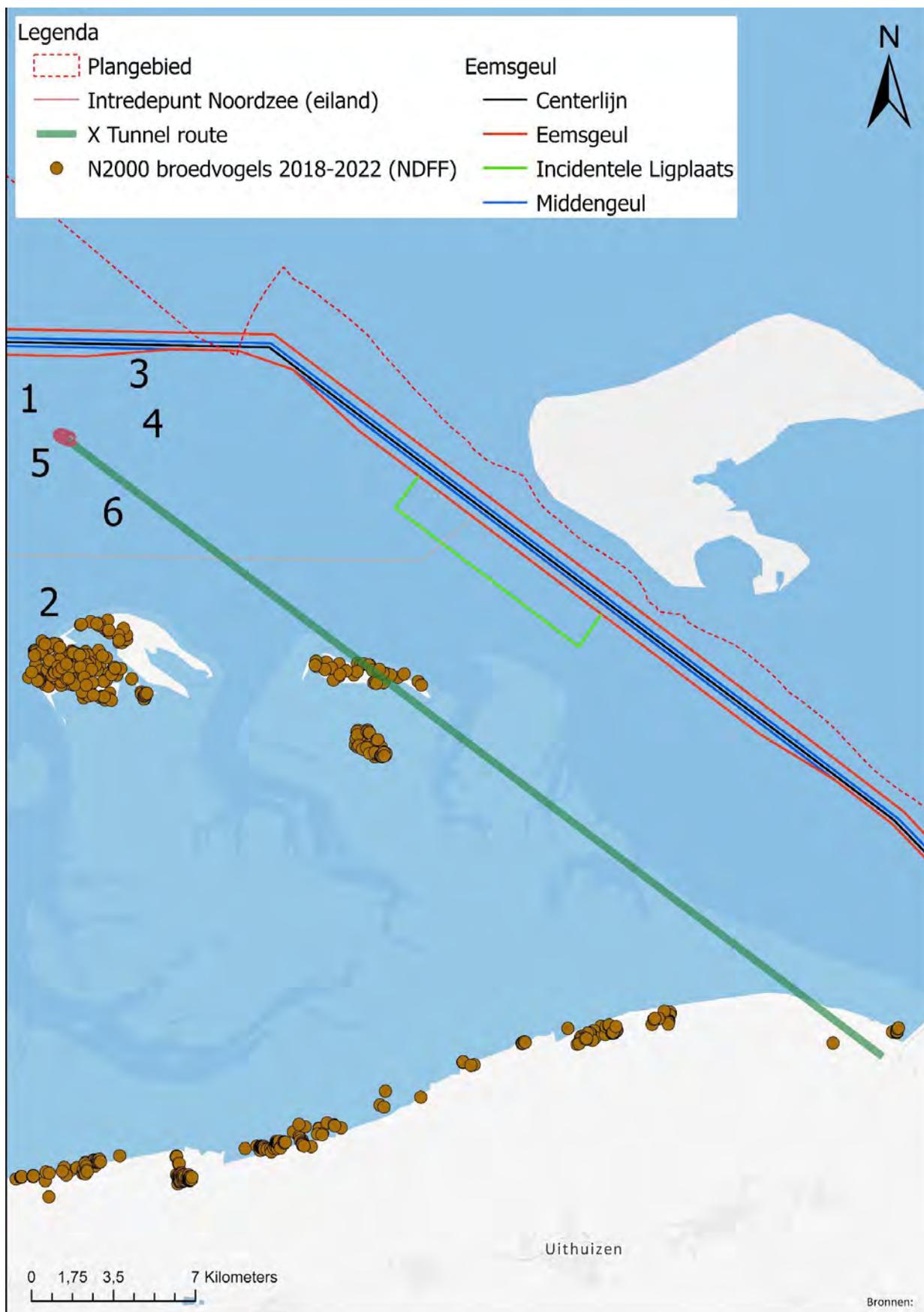
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Werkzaamheden aanleg intredepunt Noordzee in migratieperiode ruige dwergvleermuis (april/mei en augustus/september)	Voorjaar en najaar aantal dagen: Op de momenten dat de vleermuizen migreren tijdens de nachten geen verlichting gebruiken of deze afschermen
	2: Vertroebeling zorgt voor hinder en verminderd vangstsucces van zichtjagende (duikende) vogels. Met name relevant voor broedende vogels op Rottumerplaat, zoals dwergstern en visdief, die mogelijk foerageren rondom het Intredepunt Noordzee	Sediment dat vrijkomt afvoeren zodat er geen toename in de vertroebeling plaatsvindt
	3: Toename van scheepvaartintensiteit op de Eemsgeul. De doorgaande operaties in de Eemshaven kunnen hier hinder van ondervinden	Afspraken met Eemshaven
Gebruiksfase	4: Permanent areaalverlies voor de visserij en aquacultuur door ruimtebeslag eiland	Niet van toepassing
	5: Permanente verandering morfologie Ballonplaat	Niet van toepassing
	6: Permanente verandering kustfundament	Niet van toepassing

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor X: Tunnel route en het Intredepunt Noordzee
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de Tunnel route en het Intredepunt Noordzee kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

X: Tunnel route en intredepunt Noordzee



Vasteland



Zoekgebieden

- _____ Eemshaven
- _____ Oostpolder
- _____ Ten Westen van Eemshaven

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

	Effect	Mogelijke maatregel
Gebruiksfase	1: Oostpolder Er is een risico op geluidoverschrijdingen van meer dan 55 dB (A) op de zonegrens of bij woningen als gevolg van de betonfabriek.	- locatie van betonfabriek nader bepalen - beton van elders in voeren

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	2: Alle stations Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	3: Alle stations Toename verharding van 10-20 ha voor bouwterrein tunnel	Vergunningsplicht met water-huishoudkundigplan bij toename verharding van 10 ha
	4: Alle stations Technisch complexe kruisingen met bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing
	5: Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven Overschrijding van maximale blootstellingsduur geluid op woningen	450 m afstand van woningen. Werken met aardenwallen, (container)schermen of geluidsarme aanlegtechnieken (duwen/trillen)
	6: Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven Oppervlakteverlies van geschikt leefgebied voor vleermuizen en verstoring van vleermuizen door licht	- Watergang en verblijfplaatsen van vleermuizen (bomen, bebouwing) intact laten - Voorkomen dat er licht op vliegroutes, foerageergebieden en verblijfplaatsen schijnt en door uitsluitend overdag werkzaamheden uit te voeren
	7: Eemshaven en Ten Westen van Eemshaven Verstoring van niet-broedvogels Ruidhorn en Rommelhoek en mogelijk oppervlakteverlies van waardevol weidevogelgebied in zoekgebied Ten Westen van Eemshaven	- Een minimale afstand van 600 meter tot natuurterreinen aanhouden of zorgen dat het geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en een toename van lichtbelasting in natuurterreinen voorkomen - Voor oppervlakteverlies Ten Westen van Eemshaven: Weidevogelgebieden en broedlocaties intact laten
Aanleg-/Gebruiksfase	8: Alle zoekgebieden Tunnel doorsnijdt waterscheidende lagen met effect op KRW grondwaterlichaam Zout Eems	Aanlegtechniek
	9: Alle zoekgebieden Diepe wanden kunnen lokaal invloed hebben op grondwaterstroming	Uitvoeringsmethode bv met slurry met geringe doorlatendheid
	10: Alle zoekgebieden Significante hinder tijdens de aanleg- en gebruiksfase voor de woningen/bedrijven in of rond het zoekgebied.	Niet van toepassing



Zoekgebieden

Eemshaven

Oostpolder

Ten Westen van Eemshaven

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

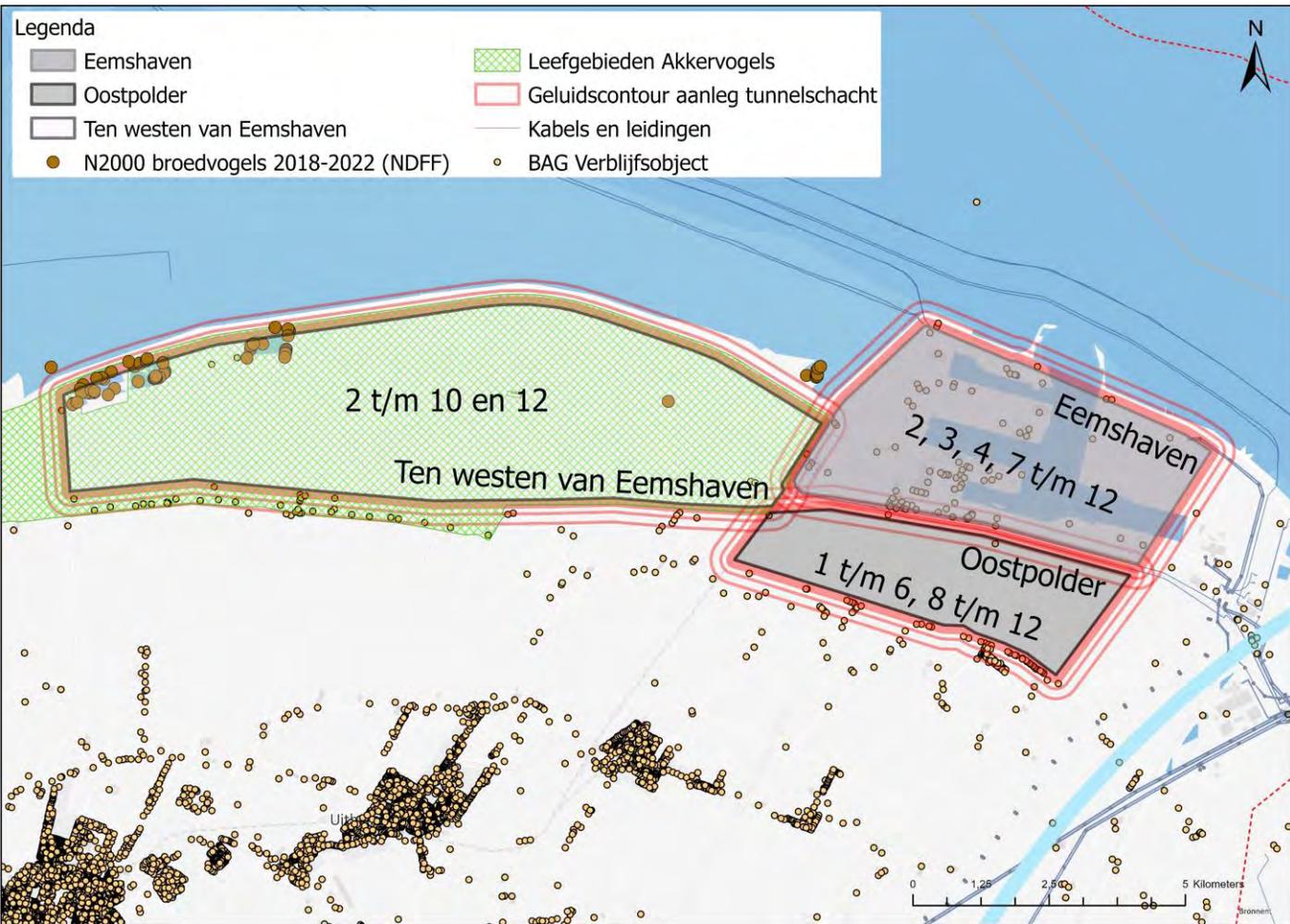
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Gebruiksfase	11: Eemshaven en Oostpolder Oppervlakteverlies voor grondgebonden zoogdieren	Werken buiten leefgebieden van grondgebonden zoogdieren (boschages, struweel, ruige oevers)
	12: Eemshaven en Ten Westen van Eemshaven Er is een risico op geluidsoverschrijdingen op de zonegrens of bij woningen als gevolg van de betonfabriek.	Betonfabriek alleen inpasbaar op de percelen met hoog geluidbudget. Door betonfabriek daar te plaatsen kunnen effecten mogelijk teruggebracht worden.

Aandachtspunten voor het Programma

- Voor het zoekgebied Oostpolder wordt een sterk negatief effect verwacht door een risico op geluidsoverschrijding van meer dan 55 dB (A) op de zonegrens of bij woningen als gevolg van de betonfabriek. Hiervoor is geen zicht op mitigatie.
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van aanlandingspunten Tunnel kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- De exacte locatie van de aanlanding van de tunnel is nog onbekend en de zoekgebieden zijn groot. Advies is om nader onderzoek te doen naar de precieze locatie van de aanlanding.

Zoekgebieden aanlandingspunt Tunnel



Landroutes (kabelsystemen)



Route	Variant	Maximale configuratie	Corridorbreedte
II	A, A1	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m
V	A, A1, B, B1	1 kabelsysteem	500 m
VII	A	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- HDD-boring bij kruising Natura 2000-gebied en bij kruising oude dijk
- Versmallen corridor bij overlap met Natura 2000-gebied
- Vermijden weidevogelgebieden, woningen, eendenkooien, beschermde dorpsgezichten en monumenten, oude dijken en gebieden met hoge archeologische verwachtingswaarde uit Late Bronstijd – nieuwe tijd, en Paleolithicum – Vroege Bronstijd.

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

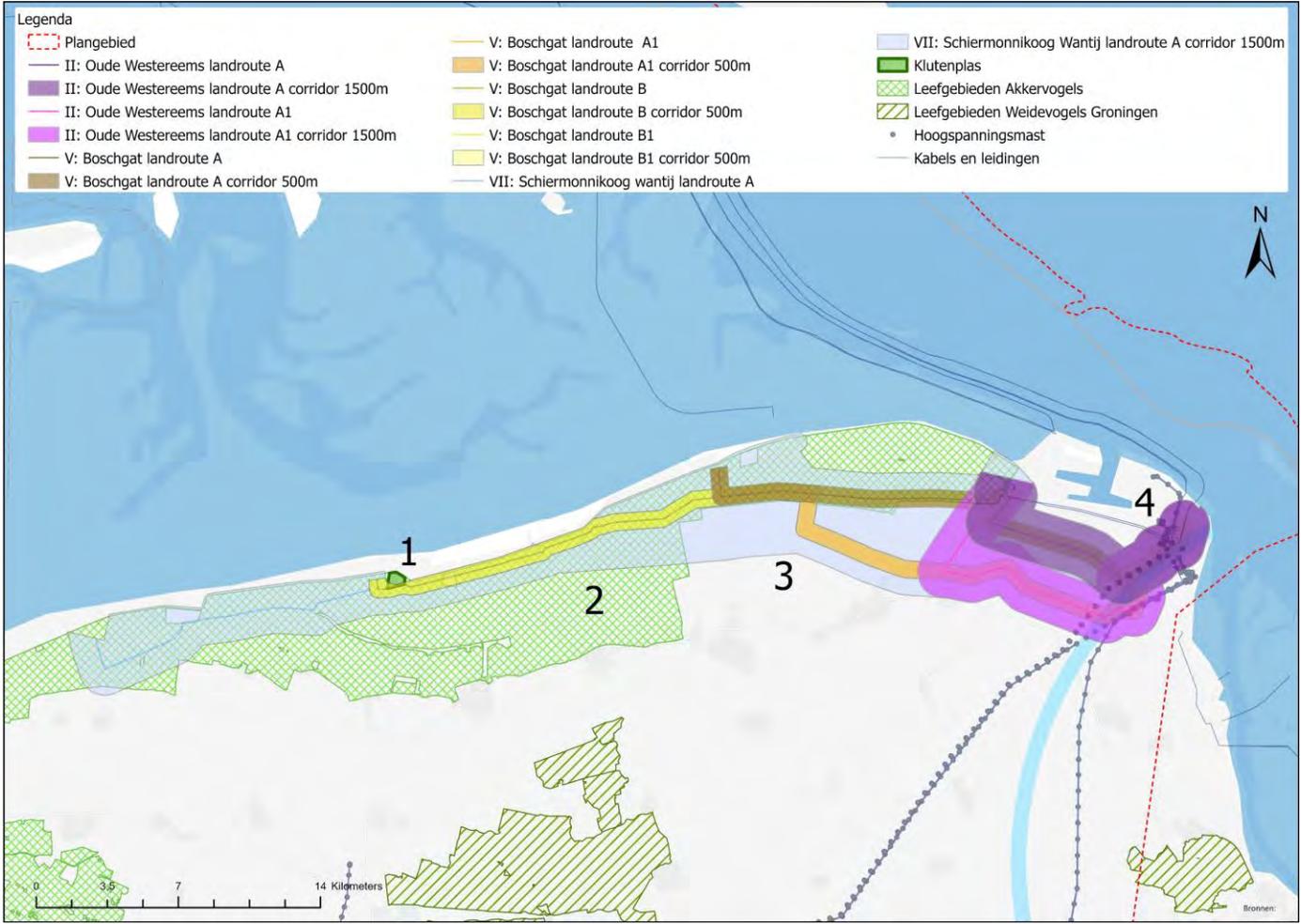
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Corridors van V (B, B1) en VII (A) Doorkruising foerageergebied voor wadvogels Klutenplas zorgt voor verandering dynamiek substraat.	Vermijden Klutenplas
	2: Centerlines van II (A1), V en VII, en alle corridors Geluid, trilling, optische verstoring en licht verstoren vogels in natuurgebieden.	Werkzaamheden buiten broedseizoen uitvoeren.
	3: Alle landroutes Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	4: Alle landroutes Kruising met bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de Landroutes (kabelsystemen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de kabelsystemen op de Landroutes kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Landroutes (kabelsystemen)





Zoekgebieden

Transformatorstation TNW (Middenweg)

Converterstations DDW (Waddenweg)

Toekomstige converterstations Oostpolder

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Converterstations DDW (Waddenweg) en Toekomstige converterstations Oostpolder Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	2: Alle stations Geluid, trillingen en optische verstoring doordat zoekgebieden overlappen met geschikt leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
	3: Converterstations DDW (Waddenweg) Geluid, optische verstoring en licht verstoren broedgebied van vogelsoort, mogelijk ook soorten met jaarrond beschermde nesten	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
	4: Converterstations DDW (Waddenweg) Verstoring, met name door geluid, van zeer geschikt leefgebied voor vleermuis	Voorkomen dat er licht op vliegroutes, foerageergebieden en verblijfplaatsen schijnt.
Gebruiksfase	5: Transformatorstation TNW (Middenweg) en Toekomstige converterstations Oostpolder Toename van 2 ha verharding bij stations	Bij meer dan 500 m ² extra verharding moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater. Of op bestaande NAM locaties bouwen
	6: Transformatorstation TNW (Middenweg) Verwachte overschrijding van het kavelbudget op de geluidgevoelige objecten binnen de zonegrens en op de zonegrens zelf	Extra isolatie of afscherming, akoestisch optimale oriëntatie van de stations
	7: Toekomstige converterstations Oostpolder Er bevindt zich één gevoelige bestemming binnen de magneetveldcontour	AC-kabelsystemen en AC-netcomponenten binnen de converterstations op meer dan 25 m afstand vanaf woningen of andere gevoelige bestemmingen aanleggen
	8: Converterstations DDW (Waddenweg) Oppervlakteverlies door aanwezigheid en geschikt leefgebied van de grote vos.	Behouden van bomen
	9: Alle stations Oppervlakteverlies voor vleermuizen door aanwezigheid geschikt leefgebied binnen zoekgebieden	Boschages, plassen en bebouwing van de bestaande hoogspanningsstations behouden



Zoekgebieden

Transformatorstation TNW (Middenweg)

Converterstations DDW (Waddenweg)

Toekomstige converterstations Oostpolder

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

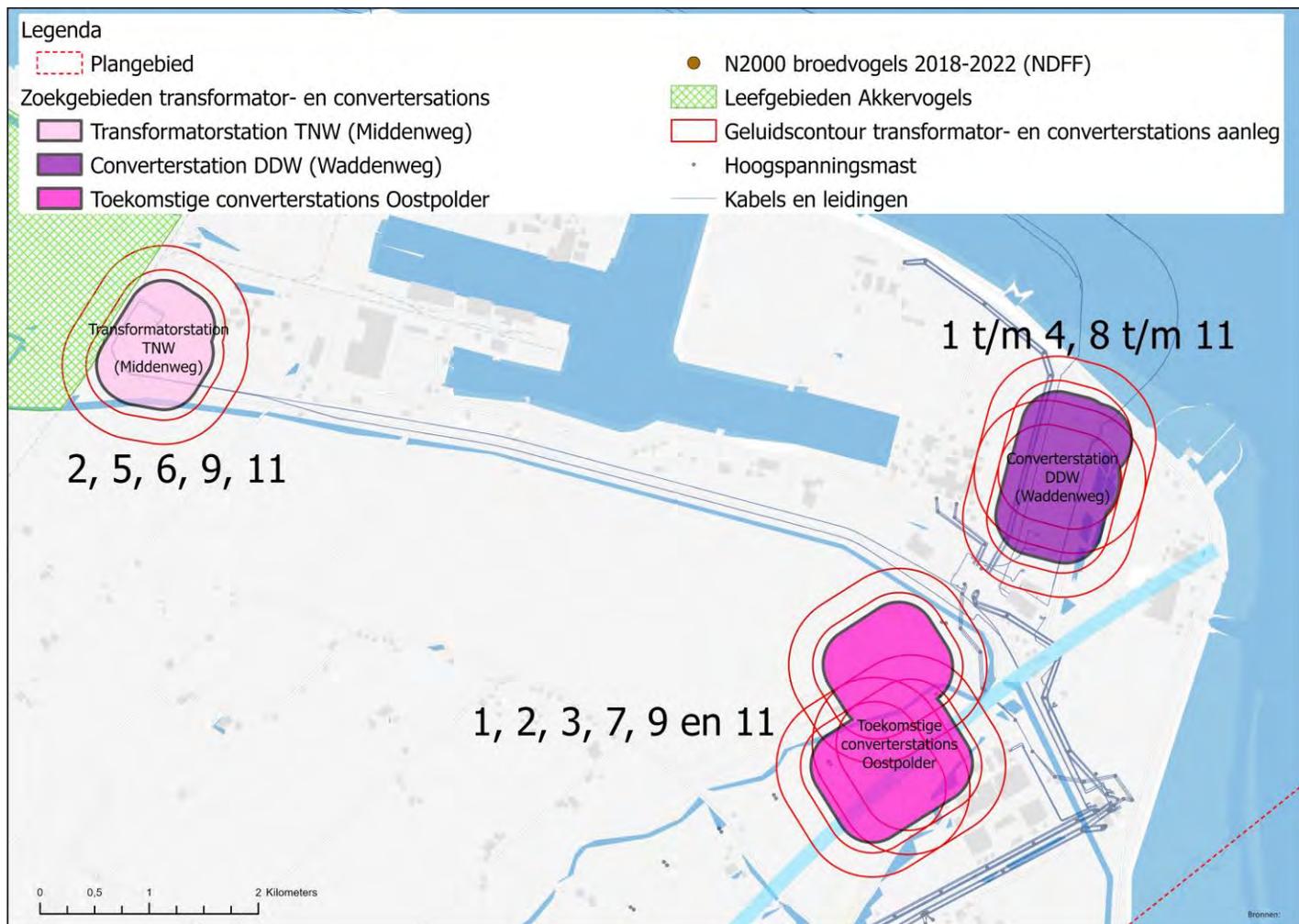
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

	Effect	Mitigerende maatregel
Gebruiksfasen	10: Converterstations DDW (Waddenweg) Oppervlakteverlies heeft negatief effect op broedgebied, en soorten met jaarrond beschermde nesten	Buiten de bosschages en wateren blijven met de werkzaamheden
	11: Alle stations Oppervlakteverlies van leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Intact houden van ruige oevers, struweel en bomen

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de zoekgebieden transformator- en converterstations).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de transformator- en converterstations kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.
- Zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder ligt in de autonome ontwikkeling, de Oostpolder. De Oostpolder heeft een corridor bestemd voor kabelsystemen, maar er liggen nog uitdagingen in de inrichting van het gebied door bijvoorbeeld mogelijke windturbines.

Zoekgebieden transformator- en converterstations



Landroutes (leidingen)



Route	Variant	Maximale configuratie	Corridorbreedte
II	A, A1	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m
VII	A	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m
VII	B, B1, C	3 leidingen	500 m
VIII	A, B, B1	3 leidingen	500 m
IX	B	3 leidingen	500 m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- HDD-boring bij kruising Natura 2000-gebied en bij kruising oude dijk
- Versmallen corridor bij overlap met Natura 2000-gebied
- Vermijden weidevogelgebieden, woningen, eendenkooien, beschermde dorpsgezichten en monumenten, oude dijken en gebieden met hoge archeologische verwachtingswaarde uit Late Bronstijd – nieuwe tijd, en Paleolithicum – Vroege Bronstijd.

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

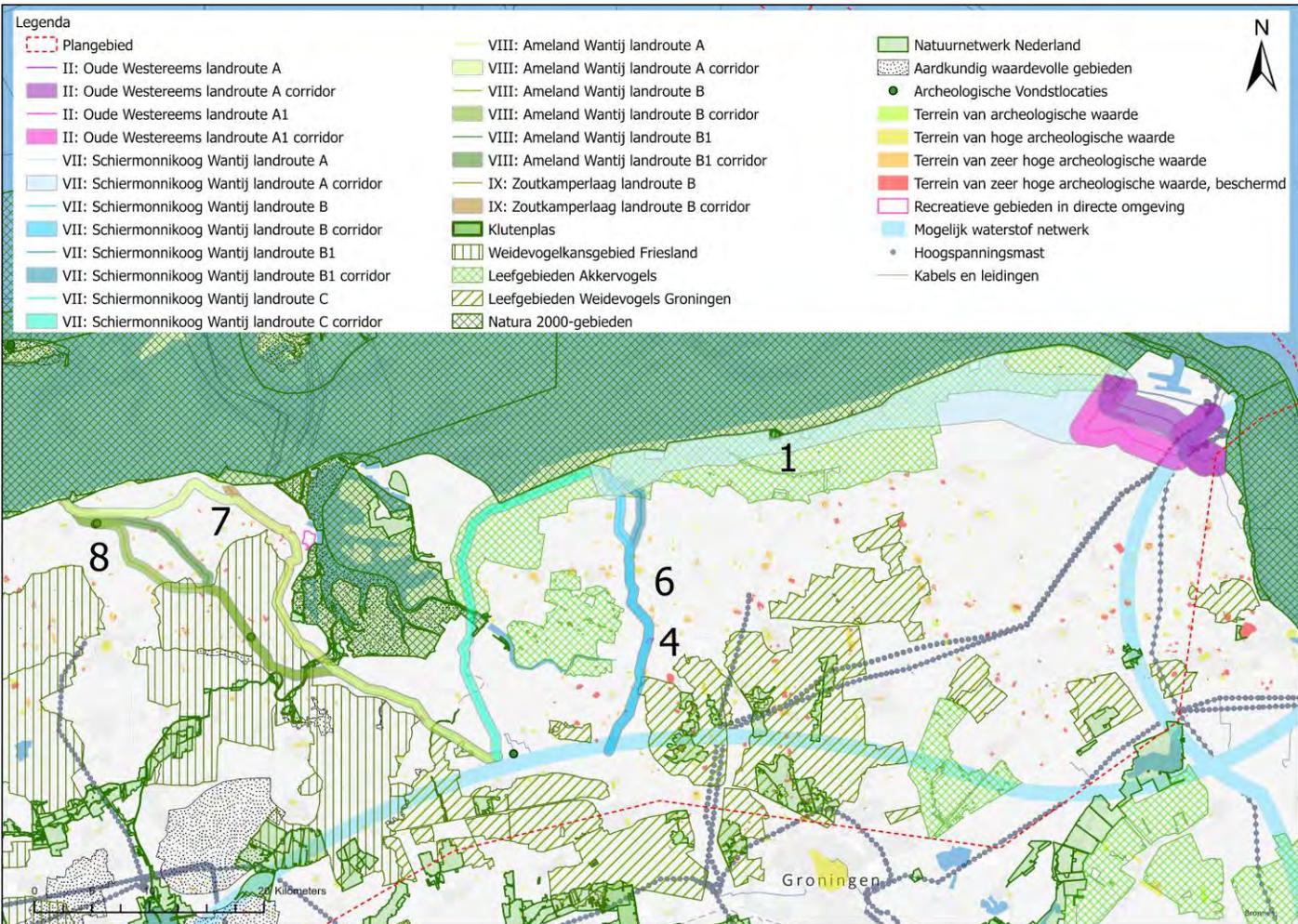
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

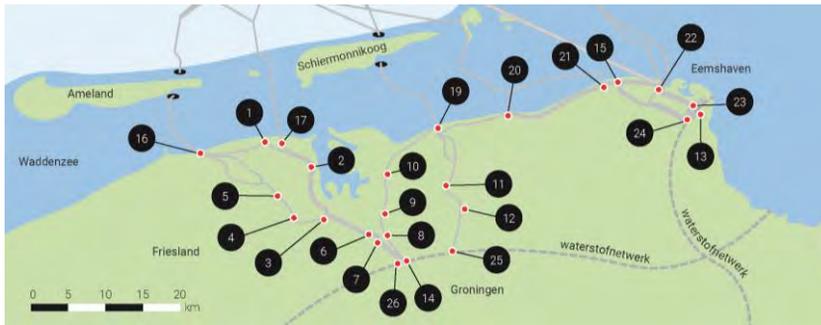
	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	1: Corridors VII (A) Doorkruising foerageergebied voor wadvogels Klutenplas zorgt voor verandering van het dynamiek substraat.	Vermijden Klutenplas
	2: Alle landroutes Geluid, trilling, optische verstoring en licht verstoren vogels in natuurgebieden.	Werkzaamheden buiten broedseizoen uitvoeren
	3: Alle landroutes Grondwaterstandsverlaging door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	4: VII (B en B1) Kruising met een camping	Kruising met camping vermijden
	5: Alle landroutes Kruising met veel bestaande kabels en leidingen	Niet van toepassing
	6: VII (B en B1) Werkzaamheden in aardkundig waardevolle gebieden.	HDD-boring. Of, als doorsnijding of vernietiging niet te voorkomen is, kan met een omgevingsvergunning van verbod op afgraven worden afgeweken
	7: VII (B), VIII en IX Bekende archeologische waarden op de routes	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
	8: VII (B, B1 en corridor C), VIII (A, corridor B, corridor B1) en corridor IX Kruisingen met archeologische monumententerreinen	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de landroutes (leidingen).
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van leidingen op de landroutes kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Landroutes (leidingen)





Aanlandings- en afsluiterstations

25 locaties

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

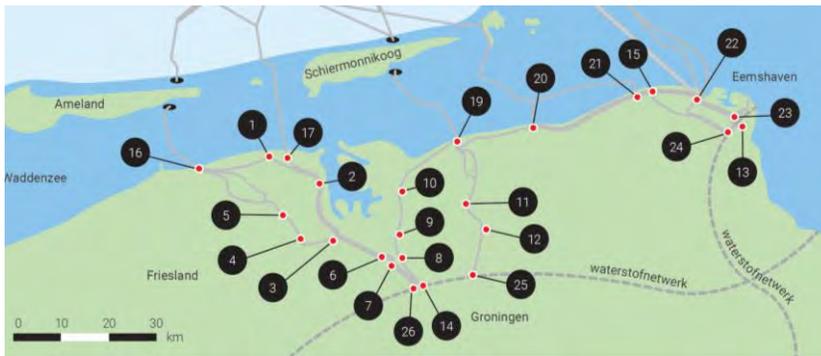
- Locatie 18 is afgefallen

Sterk negatieve effecten (---), geen zicht op mitigatie

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

	Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase	<p>Zoekgebied 6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26</p> <p>Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting</p>	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
	<p>Zoekgebied 2, 7, 12 en 24</p> <p>Aanleg kan voor hinder zorgen voor recreatieve gebieden in de omgeving.</p>	Gebieden vermijden of aanleg buiten recreatief seizoen laten plaatsvinden.
	<p>Zoekgebied 14, 22, 23, 24, 25 en 26</p> <p>Kruising van veel bestaande leidingen en het beoogde Waterstofnetwerk Nederland</p>	Niet van toepassing
	<p>Zoekgebied 2, 10, 11, 12 en 25</p> <p>Ingrepen in de bodem ter hoogte van bekende archeologische waarden (zoals scheeps- en vliegtuigwrakken, AMK-terreinen) of verwachte waarden</p>	Vermijden van archeologische waarden binnen corridor, of vermijden door middel van een HDD-boring
	<p>Zoekgebied 1, 4, 5, 6, 7, 12, 17 en 24</p> <p>Overschrijding maximale blootstellingsduur geluid op woningen</p>	450 m afstand van woningen aanhouden. Werken met aardenwallen, (container)schermen of geluidsarme aanlegtechnieken (duwen/trillen)
Aanleg-/gebruiksfase	<p>Zoekgebied 6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26</p> <p>Toename van 2 ha verharding bij aanlandingsstations</p>	Bij meer dan 500 m2 extra verharding moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater. Of op bestaande NAM locaties bouwen
	<p>Zoekgebied 1, 2, 4, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26</p> <p>Zorgen voor significante hinder voor woningen/bedrijven in of rond de zoekgebieden</p>	Niet van toepassing
	<p>Zoekgebied 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25 en 26</p> <p>Risico dat de kwaliteit van cultuurhistorisch waardevolle elementen verloren gaat</p>	Doorsnijding sloten en waterlopen voorkomen door HDD-boring of anders doorsnijden met loodrechte open ontgraving, terugbrengen in originele staat na grondroerende werkzaamheden.
	<p>Zoekgebied 1, 2, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24 en 26</p> <p>Verstoren van functies als vlieg-, migratieroute, foerageergebied of verblijfplaats voor vleermuizen door licht</p>	Voorkomen dat licht op vlieg-, migratieroute, foerageergebied en/of verblijfplaats schijnt en uitsluitend overdag werken.



Aanlandings- en afsluiterstations

25 locaties

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Locatie 18 is afgevallen

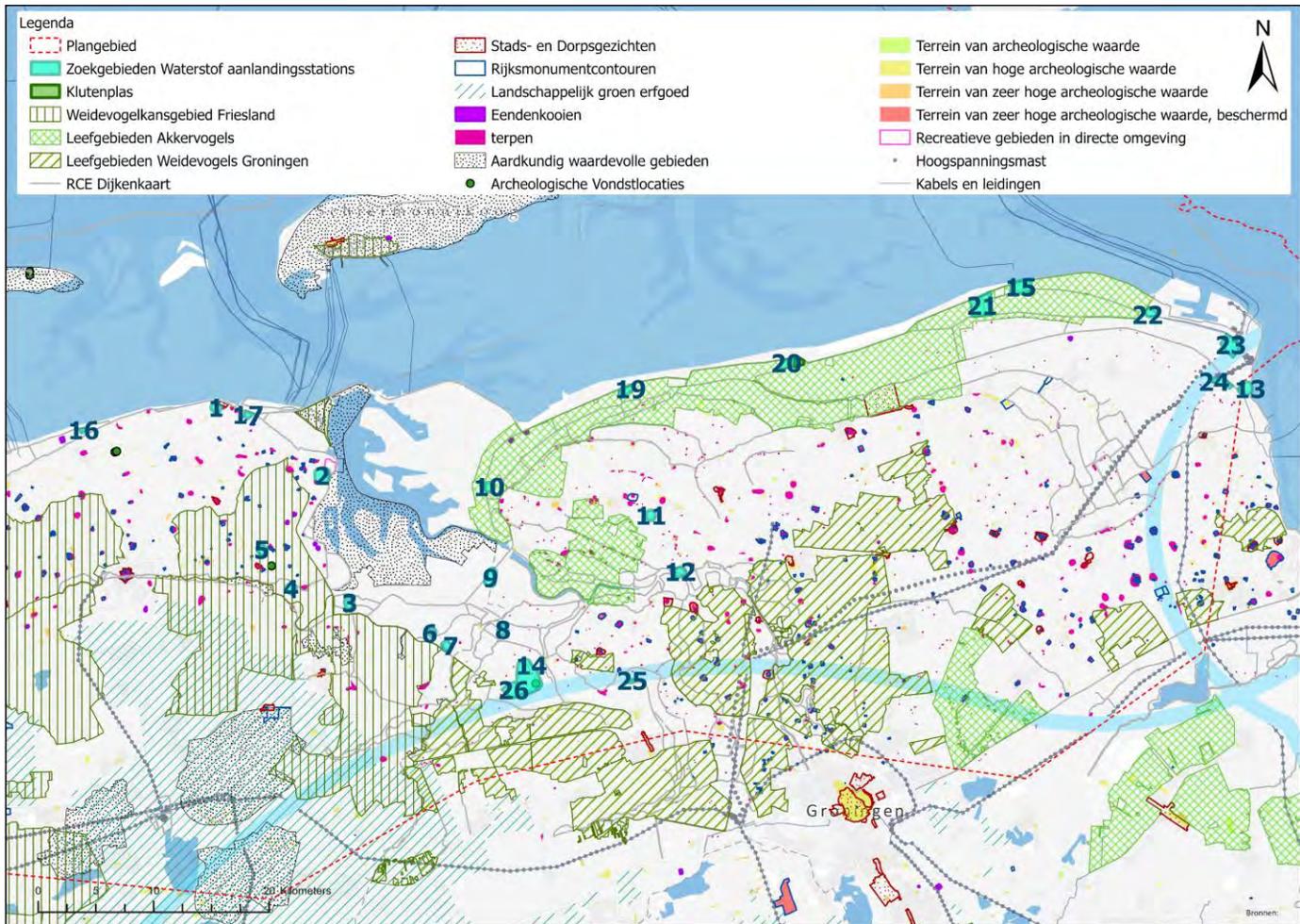
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

Effect	Mitigerende maatregel
Aanleg-/gebruiksfase Zoekgebied 2, 12, 13, 14, 15, 23, 24 en 26 Geluid, trillingen en optische verstoring verstoren grondgebonden zoogdieren doordat zoekgebieden grenzen aan geschikt leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
Zoekgebied 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 en 26 Geluid, trillingen, optische verstoring en licht verstoren vogels in zoekgebieden doordat de zoekgebieden liggen in of grenzen aan leefgebied dat zeer waarschijnlijk van belang is voor vogels.	Aan houden minimale afstand van 600 m, zorgen dat geluidsniveau op de natuurterreinen niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen van een toename van lichtbelasting in natuurterrein. Buiten broedperiode werkzaamheden uitvoeren specifiek voor locatie 14 en 26.
Zoekgebied 2, 5, 7, 10, 12, 13, 14 en 15 Oppervlakteverlies voor grondgebonden zoogdieren	Exacte locatie kiezen om buiten de bosschages, ruigte en oevers te kunnen werken.
Zoekgebied 2, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 19, 20 en 21 Oppervlakteverlies van vogelgebieden of jaarrond beschermde nesten.	Buiten ruigte, struwelen, bomen, water, broedlocaties en natuurgebieden werken.
Zoekgebied 2, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15 en 26 Oppervlakteverlies voor vleermuizen door aanwezigheid bomen binnen zoekgebieden	Bomen, plassen en watergangen behouden
Zoekgebied 2, 10, 12, 13, 14, 15 en 23 Oppervlakteverlies voor ongewervelden door aanwezigheid geschikte bomen voor afzetten eieren	Bomen behouden
Gebruiksfase Zoekgebied 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26 Risico op hogere gecumuleerde geluidbelasting op geluidgevoelige bestemmingen	Voldoende afstand tot woningen aanhouden. Werken met omkassen/inpandig maken van grote geluidbronnen, afscherming op het perceel, isolatie aan woningen (geluidwerend glas, suskasten e.d.)

Aandachtspunten voor het Programma

- Er zijn geen sterk negatieve effecten te verwachten voor de Waterstof aanlandingsstations
- Voor het aanleggen en in gebruik nemen van de Waterstof aanlandingsstations kunnen wel diverse negatieve effecten optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Zoekgebieden Waterstof aanlandingsstations



WISSENSLÜCKEN, ÜBERWACHUNG UND AUSWERTUNG

Im Rahmen der Untersuchung der Umweltauswirkungen wurden Annahmen getroffen, und es müssen Unwägbarkeiten in Betracht gezogen werden. In diesem Kapitel werden die Annahmen für Aspekte genannt, über die derzeit keine ausreichenden Kenntnisse vorhanden sind (die Wissenslücken). Eine Wissenslücke in einer UVS bezieht sich auf fehlende oder unzureichende Informationen, die für eine vollständige und genaue Bewertung der potenziellen Umweltauswirkungen eines Projekts oder Plans erforderlich sind, wie z. B.:

- fehlende Daten zur aktuellen Situation;
- unzureichende oder ungenaue Kenntnisse über die möglichen Auswirkungen;
- fehlende Informationen über mögliche Abmilderungsmaßnahmen;
- unzureichende Informationen darüber, wie die Auswirkungen des Projekts oder Plans mit anderen Entwicklungen zusammenhängen;
- Unsicherheiten bei den verwendeten Methoden und Annahmen.

Wenn mehr Wissen über ein bestimmtes Thema vorhanden ist, kann die Folgenabschätzung genauer durchgeführt werden. Dadurch kann die Folgenabschätzung beispielsweise weniger negativ ausfallen oder bestätigt werden, dass die zuvor durchgeführte Folgenabschätzung korrekt ist. Dieses Kapitel bietet auch einen Ansatz für die Überwachung, mit der die tatsächlich auftretenden Folgen gemessen werden können.

8.1 Wissenslücken

Morphologische Entwicklungen Wattenmeergebiet

Die Bodenformation im Wattenmeergebiet variiert im Laufe der Zeit. Folglich unterscheidet sich die im Rahmen des PAWOZ untersuchte Bodenformation von der Bodenformation zum Zeitpunkt der Verlegung der Kabelsysteme und Pipelines. Die künftige Bodenformation lässt sich aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung von Bodenentwicklung und Hydrodynamik und der damit verbundenen Unsicherheiten bei morphologischen Entwicklungen nicht genau vorhersagen. Bei der Folgenabschätzung dieser UVS wurden, soweit möglich, morphologische Entwicklungen berücksichtigt. Es wird empfohlen, vor der Verlegung eines Kabelsystems oder einer Pipeline neue Daten über die Bodenhöhe entlang der Trasse zu erheben und die Planung auf der Grundlage dieser Daten zu optimieren.

Bodenstruktur II: Oude-Westereems-Trasse

Im Gebiet der II: Oude-Westereems-Trasse durch das Wattenmeer kommen harte Bodenschichten vor. Doch wo genau diese liegen und wie dick diese Schichten sind, ist unbekannt. Es ist ungewiss, welche Auswirkungen die Durchgrabung einer harten Schicht auf die Bodenentwicklung hat. Möglicherweise entstehen dadurch lokal tiefe Erosionslöcher, die sich dann auf die Lage der Rinnen im Ems-Ästuar auswirken oder zu Erosionsmustern führen, die sich weiter ausbreiten. In der UVS wurde diesbezüglich eine konservative Annahme getroffen, was bedeutet, dass mehr Erkenntnisse die Folgenabschätzung der UVS nicht verändern oder möglicherweise weniger negativ ausfallen lassen werden.

Vor der Durchführung der Projekt-UVP werden entlang der Trasse geotechnische Untersuchungen durchgeführt. Informationen über die Bodenstruktur können in die Planung und das Bauverfahren einbezogen werden. Dadurch lassen sich die Auswirkungen genauer bestimmen.

Verbreitung sehr großer Sedimentmengen

Für die Verlegung von Pipelines entlang der II: Oude-Westereems-Trasse und der IX: Zoutkamperlaag-Trasse müssen sehr große Sedimentmengen ausgehoben und im selben (Gezeitenprisma-)Gebiet verbreitet werden. In der wissenschaftlichen Literatur sind die Auswirkungen der Verbreitung so großer Sedimentmengen noch nicht ausreichend erforscht. In der UVS wurde diesbezüglich eine konservative Annahme getroffen, was bedeutet, dass mehr Erkenntnisse die Folgenabschätzung der UVS nicht verändern oder möglicherweise weniger negativ ausfallen lassen werden. Um die Auswirkungen der Verbreitung großer Sedimentmengen auf ein Gezeitenprismensystem besser zu verstehen, sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Bodenentwicklung durch Bauarbeiten

Die Techniken zur Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines im Wattenmeer entwickeln sich rasant. Im Rahmen der UVS wurde eine gesonderte Untersuchung über die Beeinträchtigung des Bodens durch eine Grabenfräse und die natürliche Erholung der Bodenprozesse durchgeführt, wodurch die Kenntnisse in diesem Bereich erweitert wurden. Im Teilbericht Boden und Wasser auf See wurden für die folgenden Auswirkungen konservative Annahmen getroffen, die die Folgenabschätzung der UVS nicht verändern oder bei mehr Wissen über diese Prozesse weniger negativ ausfallen lassen könnten:

- das Ausmaß der erneuten Sedimentation, die beim Ausheben von Baggerrinnen auftritt, und wie sie minimiert werden kann;
- wie lange die Spuren einer Grabenfräse auf dem Meeresboden sichtbar bleiben und wie dies von dem Standort abhängt, an dem sie eingesetzt wird;
- wie sich die Bodenstörung bei der Realisierung einer HDD-Grube langfristig auf die Bodenentwicklung auswirkt;
- wie stark die Küstenerosion um einen Kofferdamm herum ist.

Vorkommen von Lebensräumen und Arten in der Nordsee und im Wattenmeer

Die Auswirkungen auf die Natur wurden auf der Grundlage eines Deskresearch mit öffentlich zugänglichen Informationen ermittelt. Vor allem im Wattenmeer gibt es Unsicherheiten über das aktuelle oder standortspezifische Vorkommen von Lebensräumen und Arten. Für den Lebensraumtyp H1140 wurde im Rahmen dieser UVS eine Expertenbefragung durchgeführt, wodurch das Wissen über diesen Lebensraumtyp erweitert wurde. Auch die Flutzufuchtsorte wurden in dieser UVS mit Hilfe von Experten besser erfasst. Im Teilbericht Natur wurden konservative Annahmen getroffen, die die Folgenabschätzung der UVS nicht verändern oder bei mehr Wissen über das Vorkommen von Arten und Lebensräumen weniger negativ ausfallen lassen könnten. In der Projekt-UVP während der Bauphase sind genauere (Feld-)Untersuchungen erforderlich, um die Auswirkungen standortspezifisch zu ermitteln.

Mit Hilfe von Überwachung und Datenweitergabe von Experten kann das Vorhandensein von Naturwerten besser kartiert werden, um mögliche Auswirkungen so weit wie möglich zu vermeiden. Bei der Nordsee handelt es sich dabei insbesondere um:

- das Vorhandensein von Riffen (Borkumse Stenen);
- das Vorhandensein von (beginnenden) Plattaausternbänken.

Und für das Wattenmeergebiet um das Vorkommen der folgenden Arten und Lebensräume:

- das Vorhandensein von Schalentieren im Küstengebiet der Nordsee;
- das aktuelle und standortspezifische Vorkommen von Hotspots der sensiblen typischen Arten;
- das aktuelle und standortspezifische Vorkommen von Hotspots der Nahrungsarten für Austernfischer, Eiderenten und Steinwölzer sowie die Nutzung des Nahrungsgebiets;
- die Nutzung von HVPs. Wobei das Ziel darin besteht, die spezifische Lage der HVPs, ihre Größe und ihre Nutzung durch die vorhandenen Vogelarten zu bestimmen;
- die Verteilung von Vogelarten bei Ebbe und die Bedeutung von Nahrungsgebieten im Wattenmeer;
- das Vorhandensein von Hotspots benthischer Tiere auf den Wattplatten, da diese sich im Laufe der Zeit verändern;

Art der Störfaktoren für die Natur

Es bestehen Unsicherheiten in Bezug auf die Auswirkungen von Trübung, Substratdynamik, Störungsabständen von brütenden und nach Nahrung suchenden Vögeln, optischer Störung sowie von Licht und elektromagnetischen Feldern:

- trübung: Der Zusammenhang zwischen der Höhe der Trübung und ihren Auswirkungen auf Schalentiere, Fische und auf Sicht jagende Vögel ist nicht genau bekannt;
- veränderung der Substratdynamik: Die langfristigen Auswirkungen des Eingrabens und Befahrens des Watts sowie die Auswirkungen auf das Überleben oder die Erholung der benthischen Tiere sind nicht genau bekannt;
- veränderung der Substratdynamik: Die Auswirkungen der Verdichtung von Sandböden und die damit verbundenen potenziellen Folgen für benthische Tiere sind nicht genau bekannt;
- störung: Störungsabstände von brütenden und nach Nahrung suchenden Vögeln im Zusammenhang mit den spezifischen Bauarbeiten für die Verlegung von Kabelsystemen in Gezeitengebieten;
- optische Störungen und Licht: Über Lichtstörungen und ihre Auswirkungen auf die Arten des Festlands ist nicht viel bekannt;
- elektromagnetische Felder: Die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf (das Verhalten von) elektromagnetisch empfindliche(n) Arten (Fische, Meeressäuger und benthische Tiere) sind nicht genau bekannt;
- versalzung: Die Auswirkungen der Versalzung auf die Natur sind nicht genau bekannt.

Im Teilbericht Natur wurden für diese Störfaktoren konservative Annahmen getroffen, die sich auf die wissenschaftliche Literatur stützen, die die Folgenabschätzung der UVS nicht verändern oder bei mehr Wissen über diese Störfaktoren weniger negativ ausfallen könnten. Um diese Auswirkungen besser zu verstehen, sollten weitere wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt werden. Das Wissen über die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf die Unterwasserwelt ist etwas größer.

Modellrechnungen für die Natur

Die Folgenabschätzung für die Natur stützt sich unter anderem auf die Modellrechnungen zum Sedimenttransport und zur Austrocknung. Die Sedimentmodellierung gibt keinen Aufschluss über die Auswirkungen der Sedimentation auf bestimmte Standorte, Lebensraumtypen und Lebensräume. Es wird empfohlen, für die Feststellung der Auswirkungen im Rahmen der Projekt-UVP eine detailliertere Sedimentmodellierung vorzunehmen, um diese Auswirkungen besser zu erfassen.

In dieser UVS wurden konservative Annahmen für die Austrocknung aufgrund der Entwässerung entlang der Trassen getroffen. Es wird empfohlen, für die Folgenabschätzung im Rahmen der Projekt-UVP ein detaillierteres Grundwassermodell zu erstellen, um diese Auswirkungen ausführlicher und standortspezifischer zu erfassen.

Stickstoff

Sobald mehr Klarheit über das Projekt in der Projektphase und die damit verbundene Planung besteht, kann der Beitrag der Stickstoffdeposition genauer berechnet werden.

8.2 Ansatz für die Überwachung und Auswertung

Wissensentwicklung

Im Rahmen des PAWOZ-Programms wird darauf hingewiesen, dass die Wissensentwicklung und der Wissensaustausch über die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Wissens- und Informationslücken gefördert werden können. Insbesondere zu den Wissenslücken, die in Bezug auf die Morphologie, die Lebensräume und die Arten im Wattenmeergebiet festgestellt wurden, da diese Themen erhebliche Auswirkungen haben können.

Überwachung der Auswirkungen

Bei der tatsächlichen Durchführung der Arbeiten für den Bau und die Nutzung von Kabelsystemen, Pipelines und zugehörigen Stationen wird auf der Grundlage der Ergebnisse dieser UVS empfohlen, die Überwachung

auf die Auswirkungen zu konzentrieren, bei denen Lücken in den Umweltinformationen festgestellt wurden, bei denen Unsicherheiten bei der Bestimmung der Auswirkungen bestehen und auf die Themen, die zu erheblichen Auswirkungen führen können. Das bedeutet, dass sich die Überwachung zumindest auf Folgendes konzentrieren muss: Sedimenttransport und Trübung, Wiederherstellung der Strukturen des Meeresbodens nach dem Verlegen von Kabelsystemen und Pipelines (Eingrabung), die Flutzufluchtsorte (HVPs), Riffe (Borkumse Stenen), (beginnende) Plattaausternbänke, Nicht-Brutvögel, benthische Tiere auf Wattplatten, Fische und Meeressäuger sowie Lärmbelästigung.

Möglicherweise kann die Überwachung dieser Auswirkungen in die bestehenden Forschungs- und Überwachungsprogramme aufgenommen werden, die im Wattenmeergebiet durchgeführt werden. Die Durchführung der Überwachung und die Zuständigkeit für die Überwachung müssen in der Projekt-UVP genauer festgelegt werden.

Dabei wird darauf hingewiesen, dass die Öffentlichkeit der Mess- und Überwachungsdaten und der Wissensaustausch zwischen allen Experten und Nutzern des Wattenmeergebiets dazu beiträgt, die Auswirkungen von Entwicklungen wie dem PAWOZ möglichst gering zu halten.

Anpassungsmöglichkeiten

In der Projekt-UVP müssen auch die Anpassungsmöglichkeiten ausgearbeitet werden. Dies sind die Maßnahmen, die im Hintergrund verfügbar sind und ergriffen werden können, falls die Umweltgrenzwerte in der Praxis unerwartet überschritten werden. Diese sind mit dem Standort und der Durchführungsmethodik verbunden und können daher in diesem Stadium des Planungsprozesses noch nicht genau bestimmt werden.

Wissensaustausch

Die aus der Überwachung der Auswirkungen des Baus der ersten Pipeline oder des ersten Kabelsystems gewonnenen Erkenntnisse können bei den Folgenabschätzungen in den nachfolgenden Projekt-UVPs und bei der Durchführung anderer Projekte in diesem Gebiet genutzt werden. Die Öffentlichkeit der Daten trägt zu Unterstützung, Verständnis und Entlastung bei. Es wird daher empfohlen, die Messdaten nach Möglichkeit zugänglich zu machen und in öffentlichen Veranstaltungen und Veröffentlichungen zu erläutern.

9

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DER UMWELTSTUDIE

Die UVS wurde erstellt, um die Beschlussfassung über das Programm für PAWOZ zu unterstützen. Im Rahmen der UVS wurden die Umweltauswirkungen der Trassen für Kabelsysteme und Wasserstoffpipelines von künftigen Windparks in der Nordsee durch das Wattenmeergebiet und das Festland zum Eemshaven oder zum Wasserstoffnetz Niederlande sowie für die zugehörigen Stationen untersucht und bewertet. Dies erfolgte für die Themen Boden und Wasser auf See und an Land, Natur, Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie, Schifffahrt und Sicherheit, Nutzungsfunktionen und Lebensumfeld. Dabei wird davon ausgegangen, dass pro Jahr maximal ein Kabelsystem oder eine Pipeline verlegt werden kann. Die Studien wurden in dem Detaillierungsgrad durchgeführt, der für einen UVS-Plan für ein Programm angemessen ist. Dabei wurde von einem realistischen Worst-Case-Szenario ausgegangen.

Aus der Folgenabschätzung hat sich ergeben, dass es bei allen Trassen und Stationsstandorten zu Auswirkungen kommen kann. Hinsichtlich der negativen Auswirkungen wurde in der UVS untersucht, ob es mögliche Abmilderungsmaßnahmen gibt, durch die sich die Auswirkungen verringern lassen. Eine Reihe von negativen Auswirkungen auf die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete Wattenmeer und Nordseeküste lassen sich nicht durch Abmilderungsmaßnahmen umgehen. Für diese negativen Auswirkungen wurde geprüft, ob die Auswirkungen an anderer Stelle kompensiert werden können. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Ergebnisse der UVS zusammengefasst und die Punkte beschrieben, die für den Folgeprozess zur Beschlussfassung im PAWOZ sowie für zukünftige Projekt-UVPs, die für die Folgeentscheidungen vorbereitet werden, besondere Beachtung verdienen. Im Rahmen einer Projekt-UVP wird geprüft, ob die Abmilderungsmaßnahmen die Auswirkungen so weit verringern, dass keine erheblich negativen oder negativen Auswirkungen mehr bestehen.

9.1 Nordseetrassen und (Suchgebiete) Plattformen

Für die Trassen durch die Nordsee und die drei Suchgebiete für Plattformen sind neutrale (0), leicht negative (-) und negative (- -) Auswirkungen zu erwarten. Für sämtliche negative Auswirkungen besteht eine Aussicht auf Abmilderung. Es wurden keine stark negativen (- - -) Auswirkungen erkannt, bei denen auch keine Aussicht auf eine Abmilderung der Auswirkungen besteht.

Die negativen Auswirkungen bei den Plattformen hängen hauptsächlich mit der möglichen schädlichen Schalleinwirkung auf Fische und Meeressäuger zusammen, die durch das Einrammen der Verankerungspfähle in der Bauphase verursacht wird. Es besteht Aussicht auf Abmilderung durch schalldämmende Maßnahmen. Problematisch sind die Telekommunikationskabel im Suchgebiet der Plattform DDW-2 und die Nutzungsbeschränkungen für Fischerei und Aquakultur im Umfeld der Plattformen aufgrund der 500-Meter-Sicherheitszone, die um die Plattformen herum eingehalten werden muss.

Bei den negativen Auswirkungen der Nordseetrassen geht es um die Gefahr der Störung von Naturwerten im MSRL-Gebiet Borkumse Stenen und die Gefahr der Störung archäologischer Werte. Es gibt einige Unterschiede zwischen den Auswirkungen und Aufmerksamkeitschwerpunkten der Nordseetrassen. Die Nordseetrasse A führt durch Borkumse Stenen, wo der potenzielle Lebensraumtyp H1170 (mit Riffen und Muschelbänken) vorkommt, sowie durch einen potenziellen Lebensraum der Platttauster. Weitergehende Forschung zum Vorkommen dieser Naturwerte auf der Nordseetrasse A ist erforderlich. Bei der Verlegung von Kabelsystemen auf der Nordseetrasse A müssen diese Naturwerte vermieden werden.

Bei Kabelsystemen auf den Nordseetrassen A, B und C können elektromagnetische Felder Auswirkungen auf die Fischbrut in der Umgebung der Kabelsysteme im Gebiet Borkumse Stenen haben. Bei diesen Trassen ist es daher wichtig, dass die Kabelsysteme ausreichend tief oder mit einer kürzeren Verlegelänge (lay-length) (der Abstand, der erforderlich ist, um eine Umdrehung der Litze um den Durchmesser des Leiters zu vollenden) eingegraben werden.

Bei allen Nordseetrassen bestehen Beschränkungen bezüglich der räumlichen Ausbreitung im Korridor, um Ankerplätze zu vermeiden. Zudem gibt es Beschränkungen bei den Nordseetrassen A, C und D aufgrund von genehmigten Sand- und Schillgewinnungsgebieten und auf den Nordseetrassen C und D aufgrund von archäologischen Werten.

Aufgrund dieser räumlichen Beschränkungen in den Korridoren ist der verfügbare Platz für Kabelsysteme und Pipelines geringer als die vollständig untersuchte Breite. Doch die untersuchten Korridore der Nordseetrassen sind mit einer Mindestbreite von 1 km bis 6 km breit genug, um mehrere Kabelsysteme und/oder Pipelines unterzubringen.

Für die Entscheidungen in dem Programm sollte besonders beachtet werden, dass die Nordseetrassen im Hinblick auf Kabelsysteme und Pipelines in untrennbarem Zusammenhang mit den dazugehörigen Wattenmeertrassen stehen. Die Anzahl der Kabelsysteme und/oder Pipelines, die in den Wattenmeertrassen untergebracht werden können, bestimmt die Anzahl der Kabelsysteme und Pipelines, die sich in den Nordseetrassen verlegen lassen.

9.2 Wattenmeertrassen

Die größten Auswirkungen des PAWOZ betreffen die Morphologie und die Naturwerte des Wattenmeers. Es wurden sechs Trassen durch das Wattenmeer untersucht, davon eine Trasse nur für Kabelsysteme, zwei Trassen nur für Pipelines und zwei Trassen sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit eines Tunnelsystems unter dem Wattenmeer mit einem Eintrittspunkt in der Nordsee untersucht.

Aus den Folgenabschätzungen der Wattenmeertrassen ergibt sich, dass für alle Trassen große Herausforderungen bestehen, um die Auswirkungen auf die Umwelt einzugrenzen. Für Pipelines bieten sich etwas mehr mögliche Trassen als für Kabelsysteme, da solche Trassen nicht nur zum Eemshaven führen, sondern auch zu anderen Onshore-Anschlusspunkten des Wasserstoffnetzes Niederlande geleitet werden können.

Da stark negative Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete nicht von vornherein ausgeschlossen werden konnten, wurde eine Bewertung des Zustands der Natur [„Natuurtoets“] durchgeführt. Daraus ergibt sich, dass es für einige Trassen möglich ist, erhebliche negative Auswirkungen auf die Naturwerte des Wattenmeeres und der Nordseeküstenzone mit Maßnahmen zu verhindern oder abzumildern. Diese Auswirkungen wurden als negative Auswirkungen (- -) bewertet. Für andere Trassen zeigt sich, dass erhebliche negative Auswirkungen auf die Natur auch mit Abmilderungsmaßnahmen vorerst nicht ausgeschlossen werden können. Diese Auswirkungen wurden als stark negative Auswirkungen (- - -) bewertet. Eine stark negative (- - -) gilt für die II: Oude-Westereems-Trasse für Pipelines, die V: Boschgat-Trasse für Kabelsysteme und die VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse für Pipelines.

Für die drei Wattenmeertrassen, bei denen keine Aussicht auf Abmilderung besteht und erhebliche negative (- - -) Auswirkungen auf die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete vorerst nicht ausgeschlossen werden können, wurde die Möglichkeit einer Kompensation geprüft. Tabelle 9.1 fasst die Ergebnisse der Bewertung des Zustands der Natur und des Kapitels Kompensation des Teilberichts Natur zusammen. Aus dem Kapitel Kompensation ergibt sich, dass es für eine Trasse, die VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse für Pipelines, Aussicht auf Kompensation gibt. Für die II: Oude-Westereems-Trasse für Pipelines und die

V: Boschgat-Trasse für Kabelsysteme gibt es keine Aussicht auf Kompensation. In dem Programm werden weitere Prioritäten für die Trassen gesetzt und die Alternativen, die mit dem Prozess der ADC-Prüfung (siehe Abschnitt 6.2.3) verbunden sind, konkretisiert.

Für alle Wattenmeertrassen gilt, dass die Maßnahmen zur Abmilderung negativer Auswirkungen auf die verschiedenen Arten und Lebensraumtypen (u.a. durch Lärm, optische Störungen und Licht), die Bodenentwicklung/-morphologie (u.a. durch Baggerarbeiten), die Trübung und die bestehenden Nutzungsfunktionen und Werte in dem Gebiet, Einschränkungen bei Raum und Zeit zur Folge haben. Dadurch ist der verfügbare Platz innerhalb der Korridore begrenzter als die vollständig untersuchte Breite, und der Zeitplan der Arbeiten muss sorgfältig abgestimmt werden. Ein wesentlicher Punkt für die Entscheidungen in dem Programm ist dabei, dass bei Kombination von Kabelsystemen und Pipelines insgesamt weniger Kabelsysteme und/oder Pipelines auf den Trassen durch das Wattenmeergebiet verlegt werden können. Das liegt daran, dass zwischen Kabelsystemen und Pipelines ein Abstand eingehalten werden muss, um gegenseitige Störeinflüsse zu verhindern.

Tabelle 9.1 Übersicht von Bewertung und Einschränkungen für die Verlegung von Kabelsystemen und/oder Pipelines in den Wattenmeertrassen.

Wattenmeertrasse	Folgenabschätzung einzelnes Kabelsystem / Pipeline – Mittellinie	Aussicht auf Kompensation?	Folgenabschätzung mehrere Kabelsysteme / Pipelines – Korridor	Wichtigste Aufmerksamkeitsschwerpunkte im Korridor**
II: Oude-Westereems-Trasse (Kabelsysteme)	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	Nicht relevant, da Aussicht auf Abmilderung.	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen auf Naturwerte und daraus hervorgehende Abmilderungsmaßnahmen - Sperrung für Schiffsverkehr
II: Oude-Westereems-Trasse (Pipelines)	Stark negative Auswirkungen (- - -) keine Aussicht auf Abmilderung.	Nein	Ein(e) einzelne(s) Kabelsystem oder Pipeline verursacht bereits stark negative Auswirkungen.	Nicht zutreffend
V: Boschgat-Trasse (Kabelsysteme)	Stark negative Auswirkungen (- - -) keine Aussicht auf Abmilderung.	Nein	Ein(e) einzelne(s) Kabelsystem oder Pipeline verursacht bereits stark negative Auswirkungen.	Nicht zutreffend
VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse (Kabelsysteme)	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	Nicht relevant, da Aussicht auf Abmilderung.	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen auf Naturwerte und daraus hervorgehende Abmilderungsmaßnahmen
VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse (Pipelines)	Stark negative Auswirkungen (- - -) keine Aussicht auf Abmilderung.	Ja*	Ein(e) einzelne(s) Kabelsystem oder Pipeline verursacht bereits stark negative Auswirkungen.	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen auf Naturwerte und daraus hervorgehende Kompensationsmaßnahmen
VIII: Ameland-Wantij-Trasse (Pipelines)	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	Nicht relevant, da Aussicht auf Abmilderung.	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen auf Naturwerte und daraus hervorgehende Abmilderungsmaßnahmen
IX: Zoutkamperlaag-Trasse (Pipelines)	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	Nicht relevant, da Aussicht auf Abmilderung.	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	<ul style="list-style-type: none"> - Westlicher Randkorridor, begrenzend für Bau mehrerer Pipelines - Auswirkungen auf Naturwerte und daraus hervorgehende Abmilderungsmaßnahmen
X: Tunneltrasse (Kabelsysteme und/oder Pipelines)	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	Nicht relevant, da Aussicht auf Abmilderung.	Negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung.	<ul style="list-style-type: none"> - Permanente Veränderung Morphologie und Küstenfundament - Auswirkungen auf Naturwerte und daraus hervorgehende Abmilderungsmaßnahmen

* In dem Programm muss vor der Anwendung von Kompensation zunächst geprüft werden, ob es Alternativen gibt, gemäß dem Verfahren der ADC-Prüfung (siehe Abschnitt 6.2.3).

** Siehe die Abbildungen zu den einzelnen Trassen in Kapitel 7 zu den Einschränkungen in Raum und Zeit im Korridor.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Umweltstudien für die verschiedenen Wattenmeertrassen kurz erläutert.

II: Oude-Westereems-Trasse (Kabelsysteme und Pipelines)

Die II: Oude-Westereems-Trasse wurde für Kabelsysteme und Pipelines geprüft. Bei der Verlegung von Kabelsystemen auf dieser Wattenmeertrasse können verschiedene negative Auswirkungen (- -) auftreten. Für diese negativen Auswirkungen besteht Aussicht auf Abmilderung.

Bei den Naturwerten geht es um Auswirkungen auf typische Arten wie Seegras im Lebensraumtyp H1140, Einwirkung von Unterwasserlärm und Überwasserlärm auf Meeressäuger sowie Störungseinwirkungen durch Überwasserlärm, optische Störungen und Licht auf Brutvögeln und Nicht-Brutvögeln. Die Lage von Hotspots mit sensiblen typischen Arten von Lebensraumtyp H1140 ist nicht detailliert genug bekannt und muss näher untersucht werden.

Weiterhin gibt es auf dieser Wattenmeertrasse auch Bedenken hinsichtlich der Schifffahrt, da die Gefahr besteht, dass die Schifffahrt in der Ems-Rinne und in verschiedenen Ankerplätzen gesperrt und behindert wird. Bei der Verlegung von Kabelsystemen entlang den Rändern des Korridors besteht ein hohes Risiko von Freispülungen. Außerdem liegen viele bestehende Kabel und Pipelines auf dieser Wattenmeertrasse, die gekreuzt werden müssen.

Bei der Verlegung von Pipelines auf der II: Oude-Westereems-Trasse können stark negative Auswirkungen (- - -) auf die Primärproduktion, den Lebensraumtyp und Vögel aufgrund der Zunahme, Dauer und Fläche von Trübung durch Baggerarbeiten vorerst nicht ausgeschlossen werden. Nur für Nicht-Brutvögel besteht die Aussicht auf eine Abmilderung der Trübungseffekte, aber für die Auswirkungen auf die Primärproduktion und den Lebensraumtyp gibt es keine Aussicht auf eine Abmilderung oder Kompensation. Darüber hinaus können stark negative (- - -) Auswirkungen für Seehunde durch Unterwasserlärm, Überwasserlärm, optische Störungen und Licht nicht ausgeschlossen werden, und es besteht keine Aussicht auf eine Kompensation davon.

Darüber hinaus werden für Pipelines verschiedene negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung erwartet. Bei den Naturwerten geht es um Störungen durch Überwasserlärm, optische Störungen und Licht auf Brutvögel und Nicht-Brutvögel. Entlang der westlichen Seitenlinie des Korridors gibt es eine räumliche Beschränkung, da das Ausbaggern hier zu langfristigen und großflächigen Auswirkungen auf die Bodenentwicklung führen wird. Die Zunahme, Fläche und Dauer der Trübung beeinflusst den Fangerfolg der Fischerei. Außerdem gelten die gleichen Bedenken hinsichtlich der Schifffahrt, der Ankerplätze, der Freispülung und der Kreuzung mit bestehenden Kabeln und Pipelines wie für die Verlegung von Kabelsystemen.

V: Boschgat-Trasse (Kabelsysteme)

Die V: Boschgat-Trasse wurde nur für Kabelsysteme untersucht. Diese Trasse wurde beim Trassenentwicklungsverfahren für Pipelines verworfen (getrichtert). Die Trasse für Kabelsysteme ist gekennzeichnet durch hohe Naturwerte im Wattenmeer und die morphologische Dynamik. Aufgrund dieser hohen Werte können verschiedene stark negative Auswirkungen (- - -) auf dieser Trasse vorerst nicht ausgeschlossen werden. Es geht um starke Trübung durch Baggerarbeiten und eine erhebliche Störeinkwirkung auf Seehundeliegeplätze. Für diese Auswirkungen gibt es noch keine Aussicht auf Abmilderung und keine Aussicht auf Kompensation.

Außerdem wird an den Seitenlinien der Varianten A und A1 sowie an der westlichen Seitenlinie der Variante A2 erwartet, dass Baggerarbeiten eine stark negative (- - -) Auswirkung auf Wattplatten haben. Entlang der westlichen Seitenlinie des Korridors gibt es zudem eine räumliche Beschränkung, da das Ausbaggern hier zu langfristigen und großflächigen Auswirkungen auf die Bodenentwicklung führen wird.

Ferner können verschiedene negative Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung auftreten. Es geht um langfristige und großflächige Beeinflussung der Bodenentwicklung durch ein großes Baggervolumen (~2 Millionen m³) in einem dynamischen Gebiet.

Bei den Naturwerten geht es um die Möglichkeit einer Veränderung der Substratdynamik in den Lebensraumtypen H1110, H1140 und essenziellen Nahrungshotspots für nicht brütende Vogelarten im Wattenmeer sowie um die Störungseinwirkungen auf Brutvögeln und Nicht-Brutvögeln durch Überwasserlärm, optische Störungen und Licht. Die Lage von Hotspots von H1140 und die Nahrungshotspots der relevanten nicht brütenden Vogelarten sind nicht detailliert genug bekannt und müssen näher untersucht werden.

Auf dieser Trasse liegen bekannte archäologische Werte, die vermieden werden müssen. Außerdem muss bei dieser Trasse besonders auf Ankerplätze, gesperrte Gebiete und die Fischerei geachtet werden. Bei der Verlegung von Kabelsystemen besteht ein hohes Risiko von Freispülungen. Entlang der Küste müssen viele bestehende Kabel und Pipelines gekreuzt werden.

VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse (Kabelsysteme und Pipelines)

Die VII: Oude-Westereems-Trasse wurde für Kabelsysteme und Pipelines untersucht. Bei der Verlegung von Kabelsystemen auf dieser Trasse können verschiedene negative Auswirkungen (- -) vorerst nicht ausgeschlossen werden. Für diese negativen Auswirkungen besteht Aussicht auf Abmilderung.

Bei den Naturwerten geht es um die Sedimentation von Seegraswiesen und Muschelbänken im Wattenmeer und in der Küstenzone der Nordsee, Auswirkungen durch Veränderungen der Substratdynamik auf die Lage von Hotspots der Lebensraumtypen H1110, H1140 und Nahrungshotspots nicht brütender Vogelarten sowie um die Störungseinwirkungen auf Meeressäugern, Brutvögeln und Nicht-Brutvögeln durch Überwasserlärm, optische Störung und Licht. Die Hotspots mit sensiblen typischen Arten von H1110, H1140 und die Nahrungshotspots der relevanten nicht brütenden Vogelarten im Wattenmeer sind nicht detailliert genug bekannt und müssen näher untersucht werden. Das gilt auch für die wichtigen Futterplätze von Brutvögeln.

Zudem überschneidet sich der Rand des Korridors mit dem Militärgebiet Marnewaard. Entlang des östlichen Rands des Korridors besteht ein hohes Risiko des Freispülens der Kabelsysteme. Bei Variante A besteht ein erhöhtes Risiko auf Schäden an den Kabelsystemen durch Ankern und bei Variante A1 gilt, dass Schill- und Sandgewinnungsgebiete vermieden werden müssen.

Für Pipelines wird auf der VII: Schiermonnikoog-Wantij-Trasse eine stark negative Auswirkung (- -) erwartet. Es geht dabei um Störungseinwirkungen durch Überwasserlärm, optische Störungen und Licht auf Seehunde, wofür vorläufig keine Aussicht auf Abmilderung besteht. Für diese Auswirkung gibt es jedoch Aussicht auf Kompensation. Außerdem gelten für den Pipelinebau auf dieser Trasse die gleichen negativen Auswirkungen (- -) mit Aussicht auf Abmilderung sowie Bedenken wie für die Verlegung von Kabelsystemen.

VIII: Ameland-Wantij-Trasse (Pipelines)

Die VIII: Ameland-Wantij-Trasse verläuft nicht zum Eemshaven, sondern wird über Landtrassen mit dem Wasserstoffnetz Niederlande verbunden. Diese Trasse wurde nur für Pipelines geprüft. Bei der Verlegung von Pipelines auf dieser Trasse können verschiedene negative Auswirkungen (- -) vorerst nicht ausgeschlossen werden. Für diese negativen Auswirkungen besteht Aussicht auf Abmilderung.

Bei den Naturwerten geht es um die Sedimentation von Muschelbänken in der Küstenzone der Nordsee, Auswirkungen durch Veränderungen der Substratdynamik auf die Lage von Hotspots der Lebensraumtypen H1110, H1140 und Nahrungshotspots nicht brütender Vogelarten sowie um die Störungswirkung auf Meeressäuger, Brutvögel und Nicht-Brutvögel durch Überwasserlärm, optische Störung und Licht. Die Hotspots mit sensiblen typischen Arten von H1110, H1140 und die Nahrungshotspots der relevanten nicht brütenden Vogelarten im Wattenmeer sind nicht detailliert genug bekannt und müssen näher untersucht werden. Das gilt auch für die wichtigen Futterplätze von Brutvögeln.

Außerdem besteht auf dieser Trasse die Gefahr von Kollisionen mit anfälligen Ausschachtungen im Watt.

IX: Zoutkamperlaag-Trasse (Pipelines)

Die IX: Zoutkamperlaag-Trasse verläuft nicht zum Eemshaven, sondern wird über Landtrassen mit dem Wasserstoffnetz Niederlande verbunden. Diese Trasse wurde nur für Pipelines geprüft. Bei dieser Trasse können negative Auswirkungen (- -) vorerst nicht ausgeschlossen werden. Für diese negativen Auswirkungen besteht Aussicht auf Abmilderung.

Entlang des westlichen Randes des Korridors sind aus morphologischer Sicht negative Auswirkungen (- -) zu erwarten, wenn tief in Tonschichten gegraben wird. Diese Auswirkung tritt nicht auf, wenn eine einzelne Pipeline in der Mitte des Korridors verlegt wird, sondern nur, wenn mehrere Pipelines verlegt werden. Daraus ergibt sich eine Einschränkung beim Platzangebot im Korridor.

Bei den natürlichen Werten geht es um Auswirkungen auf die Primärproduktion, Lebensraumtypen und Vögel aufgrund von Trübung, erhebliche Veränderung der Substratdynamik durch Baggerarbeiten mit Auswirkungen auf die Lebensraumtypen H1110 und H1140, die Möglichkeit der Veränderung der Substratdynamik mit Auswirkungen auf die Lage von Hotspots der Lebensraumtypen H1110, H1140 und Nahrungshotspots der nicht brütenden Vogelarten sowie Störungseinwirkungen durch Unterwasserlärm, Überwasserlärm, optische Störungen und Licht auf Meeressäuger, Brutvögel und Nicht-Brutvögel.

Es gibt bekannte archäologische Werte auf der Trasse. Außerdem gibt es Bedenken hinsichtlich der Schifffahrt auf dieser Trasse, da die Gefahr von Kollisionen mit Ausschachtungen im Watt besteht und sich die Trübung auf den Fangerfolg der Fischerei auswirkt. Auch das Risiko eines Freispülens der Pipelines ist hoch.

X: Tunnel-Trasse (Kabelsysteme und/oder Pipelines) und Eintrittspunkt Nordsee

Für den Bau des Eintrittspunkts Nordsee und des Tunnelsystems können negative Auswirkungen (- -) vorerst nicht ausgeschlossen werden. Für diese negativen Auswirkungen besteht Aussicht auf Abmilderung. Dazu gehören die Behinderung der Schifffahrt und des Hafensbetriebs im Eemshaven aufgrund der erhöhten Schifffahrtsintensität auf der Ems-Rinne, Auswirkungen auf die Zwergfledermaus, wenn die Arbeiten während der Zugzeit durchgeführt werden, sowie die Beeinträchtigung und der geringere Fangerfolg von auf Sicht jagenden Vögeln (Taucher) aufgrund der Trübung.

Zudem sind negative (- -) Auswirkungen auf die Morphologie und die natürliche Bodendynamik auf der X: Tunnel-Trasse zu erwarten, da der Eintrittspunkt Nordsee in der Nutzungsphase eine dauerhafte Auswirkung auf die Bodenverhältnisse auf der Ballonplaat und den Sedimenttransport innerhalb der nahe gelegenen Natura 2000-Gebiete und des Referenzgebiets hat. Es wird auch eine negative (- -) Auswirkung auf das Küstenfundament erwartet, da der Eintrittspunkt Nordsee eine permanente Bebauung im Küstenfundament mit sich bringt. Es gibt keine direkten Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit oder die Instandhaltung der Basis-Küstenlinie.

9.3 Landtrassen

Es wurden fünf Landtrassen mit verschiedenen Varianten untersucht. Die Landtrassen stellen die Verbindung zwischen den Wattenmeertrassen und einem Anschlusspunkt an das nationale Hochspannungsnetz im Eemshaven (für Kabelsysteme) oder an das Wasserstoffnetz Niederlande (westliche Trassen für Pipelines) und an das Wasserstoffnetz Groningen im Eemshaven (östliche Trassen für Pipelines) her. Die II: Oude-Westereems-Landtrasse und VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse A wurden für Kabelsysteme und für Pipelines untersucht. Die V: Boschgat-Landtrasse wurde nur für Kabelsysteme untersucht. Die westlichen Landtrassen, die VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse B, B1, C, die VIII: Ameland-Wantij-Landtrasse und die IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse, wurden nur für Pipelines untersucht.

Für die Landtrassen werden verschiedene leicht negative (-) und negative (- -) Auswirkungen erwartet. Für sämtliche negative Auswirkungen besteht eine Aussicht auf Abmilderung. Es wurden keine stark negativen (- -) Auswirkungen erkannt, bei denen keine Aussicht auf eine Abmilderung der Auswirkungen besteht. Bei allen Landtrassen besteht das Risiko der Versalzung durch die Absenkung des

Grundwasserspiegels aufgrund der Entwässerung. Außerdem müssen viele bestehende Kabel und Pipelines gekreuzt werden. Zudem verursachen Arbeiten auf den Mittellinien der V: Boschgat-Landtrasse, VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse, VIII Ameland-Wantij-Landtrasse und IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse und in den Korridoren aller Landtrassen zeitweilige Störungseinwirkungen durch Lärm, Vibrationen, optische Störungen und Licht auf Vögel in Vogel- und Naturschutzgebieten.

Es gibt auch einige Unterschiede zwischen den Auswirkungen und Aufmerksamkeitsschwerpunkten bei den Landtrassen. Speziell für die Korridore der V: Boschgat-Landtrassen B und B1 (für Kabelsysteme) und der VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse A (für Kabelsysteme und Pipelines) gilt, dass das Futtergebiet für Wattvögel des Klutenplas durchquert wird. Das führt dazu, dass sich die Dynamik des Substrats verändert.

Besonders zu berücksichtigen bei den VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrassen B und B1 (für Pipelines) sind ein auf der Trasse liegender Campingplatz und Arbeiten in geologisch wertvollen Gebieten.

Auf der VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse B, der VIII: Ameland-Wantij-Landtrasse und der IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse (für Pipelines) gibt es bekannte archäologische Werte auf den Landtrassen. Für die VII: Schiermonnikoog-Wantij-Landtrasse B, B1 und den Korridor von Variante C, die VII: Ameland-Wantij-Landtrasse A und die Korridore der Varianten B en B1 sowie den Korridor der IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse müssen archäologische Stätten durchquert werden.

Für die Entscheidungen in dem Programm sollte besonders beachtet werden, dass die Landtrassen im Hinblick auf Kabelsysteme und Pipelines in untrennbarem Zusammenhang mit den dazugehörigen Wattenmeertrassen stehen. Die Anzahl der Kabelsysteme und/oder Pipelines, die in den Wattenmeertrassen untergebracht werden können, bestimmt die Anzahl der Kabelsysteme und Pipelines, die sich in den Landtrassen verlegen lassen.

9.4 Suchgebiete Anlandepunkt Tunnel

Für den Anlandepunkt des Tunnels kommen drei Suchgebiete im und in der Nähe des Eemshavens in Frage:

- Eemshaven;
- Oostpolder;
- und Ten Westen van Eemshaven.

Für diese Suchgebiete werden verschiedene leicht negative (-) und negative (- -) Auswirkungen erwartet. Für sämtliche negative Auswirkungen besteht eine Aussicht auf Abmilderung. Die negativen Auswirkungen führen zu einigen Einschränkungen in allen Suchgebieten, wodurch nicht das gesamte Suchgebiet geeignet ist, aber es wird davon ausgegangen, dass in jedem Suchgebiet genügend Platz vorhanden ist, um einen Anlandepunkt für das Tunnelsystem zu errichten. In der Folgephase sind weitere Untersuchungen und eine genauere Standortbestimmung erforderlich.

In allen Suchgebieten kann es zu negativen Auswirkungen auf das Gewässersystem kommen. Dazu gehören das Durchtrennen von Wasserscheide-Schichten mit Auswirkungen auf den WRRL-Grundwasserkörper Zout-Eems, die Gefahr der Versalzung durch die Absenkung des Grundwasserspiegels durch Entwässerung, die lokale Veränderung des Grundwasserflusses durch tiefe Wände und die Zunahme der Bodenversiegelung mit Auswirkungen auf das Gewässersystem. Für diese Auswirkungen besteht Aussicht auf Abmilderung.

Außerdem sind technisch komplexe Kreuzungen mit bestehenden Kabeln und Pipelines erforderlich. Es wird auch mit erheblichen Beeinträchtigungen für Wohnhäuser und Unternehmen in und um die Suchgebiete gerechnet. Bei der weiteren Ausarbeitung in der Folgephase müssen sorgfältig Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen für Haushalte und Unternehmen in Betracht gezogen werden.

Es gibt auch einige Unterschiede zwischen den Auswirkungen und Aufmerksamkeitsschwerpunkten bei den Suchgebieten. Das Tübbingwerk (Betonwerk) passt nur in ein Industriegebiet mit Lärmproduktionsobergrenzen (oder eine Lärmzone). Nur die Suchgebiete Eemshaven und Oostpolder

erfüllen diese Bedingung. Das bedeutet, dass das Tübbingwerk im Suchgebiet Ten Westen van Eemshaven nicht realisiert werden kann, außer nach einer Abänderung des Umgebungsplans. Für das Suchgebiet Oostpolder wird eine stark negative Auswirkung (- -) erwartet, da die Gefahr besteht, dass durch das Tübbingwerk an der Gebietsgrenze und bei Wohnhäusern ein Schallpegel von 55 dB (A) überschritten wird. Für das Suchgebiet Eemshaven wird eine negative Auswirkung (-) erwartet, da durch das Tübbingwerk die Gefahr der Überschreitung des zulässigen Schallpegels an der Gebietsgrenze besteht und der Schallpegel bei Wohnhäusern weniger als 55 dB (A) betragen wird. Durch die Wahl einer geeigneten Fläche innerhalb des Suchgebiets kann diese Auswirkung abgemildert werden.

Insbesondere für die Suchgebiete Oostpolder und Ten Westen van Eemshaven besteht das Risiko, dass die maximale Lärmexpositionsdauer an Wohnhäusern überschritten wird. In diesen Suchgebieten ist auch mit dem Verlust von geeignetem Lebensraum für Fledermäuse und der Störung von Fledermäusen durch Licht zu rechnen.

Für die Suchgebiete Eemshaven und Ten Westen van Eemshaven werden Störungen für die Nicht-Brutvögel bei Ruidhorn und Rommelhoek erwartet. Im Suchgebiet Ten Westen van Eemshaven kann es möglicherweise zu Flächenverlust von wertvollem Wiesenvogellebensraum kommen.

9.5 Suchgebiete Umspannwerke und Konverterstationen

Es wurden drei Suchgebiete für Umspannwerke und Konverterstationen im Eemshaven untersucht:

- umspannwerk TNW (Middenweg);
- konverterstationen DDW (Waddenweg);
- und die zukünftigen Konverterstationen Oostpolder.

In diesen Suchgebieten kommt es zu verschiedenen leicht negativen (-) und negativen (- -) Auswirkungen. Für sämtliche negative Auswirkungen besteht eine Aussicht auf Abmilderung. Es wurden keine stark negativen (- -) Auswirkungen erkannt, bei denen keine Aussicht auf eine Abmilderung der Auswirkungen besteht.

Für alle Suchgebiete gilt, dass sie sich mit geeigneten Lebensräumen für bodenbewohnende Säugetiere und Fledermäuse überschneiden, was zu Flächenverlusten und Störungen durch Lärm, Vibrationen und optische Beeinträchtigungen während der Arbeiten führen kann.

Es gibt auch einige Unterschiede zwischen den Auswirkungen und Aufmerksamkeitsschwerpunkten bei den Suchgebieten. Für das Suchgebiet Konverterstationen DDW (Waddenweg) kann es zu einem Flächenverlust für Brutgebiete, Arten mit ganzjährig geschützten Nestern und geeignetem Lebensraum des Großen Fuchses kommen. Während der Arbeiten kann es auch zu Störungen von Brutgebieten von Vogelarten und Arten mit ganzjährig geschützten Nestern durch Lärm, optische Störung und Licht kommen. Und die Arbeiten in diesem Suchgebiet können zu Störungen, insbesondere durch Lärm, in einem für die Fledermaus sehr geeigneten Lebensraum führen.

Insbesondere für die Suchgebiete für die Konverterstationen DDW (Waddenweg) und die zukünftigen Konverterstationen Oostpolder gilt, dass das Risiko von Versalzung aufgrund der Absenkung des Grundwasserspiegels durch Entwässerung besteht.

Für die Suchgebiete des Umspannwerks TNW (Middenweg) und die zukünftigen Konverterstationen Oostpolder ist zu beachten, dass die Zunahme von mehr als 500 m² an Bodenversiegelung bei den Stationen durch den Bau von Wasserspeichern und/oder zusätzlichem Oberflächenwasser ausgeglichen werden muss.

Im Suchgebiet des Umspannwerks TNW (Middenweg) wird eine Überschreitung des Flächenbudgets auf den lärmempfindlichen Objekten innerhalb der Zonengrenze und an der Zonengrenze selbst erwartet.

Das Suchgebiet Zukünftige Konverterstationen Oostpolder gehört zur autonomen Entwicklung des Oostpolders. Im Oostpolder befindet sich eine grün-blaue Zone, in der Kabelsysteme liegen dürfen, aber es gibt immer noch Herausforderungen bei der Gestaltung des Gebiets, z. B. wegen der bestehenden Windturbinen. Beim Suchgebiet Zukünftige Konverterstationen Oostpolder befindet sich ein sensibles Objekt innerhalb der Magnetfeldkontur.

9.6 Suchgebiete Wasserstoffanlandestationen

Es wurden 25 Standorte für Wasserstoffanlandestationen und Ventilstationen untersucht. In den Suchgebieten für die Wasserstoffanlandestationen werden verschiedene leicht negative (-) und negative (- -) Auswirkungen erwartet. Für sämtliche negative Auswirkungen besteht eine Aussicht auf Abmilderung. Die negativen Auswirkungen betreffen hauptsächlich die Lärmbelastung der Umgebung sowie den Flächenverlust und die Störung des Lebensraums und der Brutgebiete verschiedener Tierarten. Darüber hinaus werden Auswirkungen auf unter anderem das Gewässersystem, Erholungsmöglichkeiten sowie archäologische und kulturhistorische Werte erwartet. Es wurden keine stark negativen (- - -) Auswirkungen erkannt, bei denen keine Aussicht auf eine Abmilderung der Auswirkungen besteht.

Es gibt einige Unterschiede zwischen den Auswirkungen und Aufmerksamkeitsschwerpunkten bei den Suchgebieten. Bei einer großen Anzahl von Suchgebieten (1, 2, 4, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 und 26) ist zu befürchten, dass Wohnhäuser/Unternehmen in den Suchgebieten oder in deren Umgebung während der Bau- und Nutzungsphase erheblich beeinträchtigt werden. In der Folgephase müssen spezifische Maßnahmen ausgearbeitet werden, um die Beeinträchtigungen zu verringern, vorzugsweise in Zusammenarbeit mit der Umgebung.

Außerdem kann es bei einer Reihe von Suchgebieten zu einer Überschreitung der maximalen Lärmbelastungszeit für Wohnhäuser kommen (1, 4, 5, 6, 7, 12, 17 und 24) und es besteht das Risiko einer höheren kumulativen Lärmbelastung für lärmempfindliche Objekte (1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 und 26). In der Folgephase können die empfohlenen Abmilderungsmaßnahmen für diese spezifischen Standorte weiter ausgearbeitet werden.

Bei den Auswirkungen auf die Natur besteht bei mehreren Suchgebieten die Möglichkeit eines Flächenverlusts für bodenbewohnende Säugetiere (2, 5, 7, 10, 12, 13, 14 und 15), für Vogelschutzgebiete oder ganzjährig geschützte Nester (2, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 19, 20 und 21), Fledermäuse (2, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15 und 26) und Wirbellose (2, 10, 12, 13, 14, 15 und 23).

Durch die Bauarbeiten kann es in mehreren Suchgebieten zu Beeinträchtigungen durch Lärm, Vibrationen, optische Störungen und Licht in geeigneten Lebensräumen für bodenbewohnende Säugetiere (2, 12, 13, 14, 15, 23, 24 und 26) und Vögel (1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 und 26) kommen. Außerdem kann Lichtverschmutzung Fledermäuse stören (1, 2, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24 und 26).

Bezüglich der Auswirkungen auf das Gewässersystem besteht in einigen Suchgebieten (6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 und 26) aufgrund der Absenkung des Grundwasserspiegels durch Entwässerung die Gefahr einer Versalzung. In einigen Suchgebieten (6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 und 26) muss bei einer Zunahme der Bodenversiegelung von mehr als 500 m² die zusätzliche Bodenversiegelung durch die Schaffung von zusätzlichem Oberflächenwasser kompensiert werden.

In einigen Suchgebieten (2, 10, 11, 12 und 25) gibt es bekannte archäologische Werte (wie Schiffs- und Flugzeugwracks sowie Bodendenkmkartengebiete [„AMK-terreinen“]) sowie Stätten, an denen besondere archäologische Funde zu erwarten sind. In nahezu allen Suchgebieten (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25 und 26) besteht die Gefahr, dass die Qualität der kulturhistorisch wertvollen Elemente verloren geht. Der Bau einiger Wasserstoffanlandestationen (2, 7, 12 und 24) kann zu Beeinträchtigungen von Freizeiteinrichtungen führen.

Bei einigen Suchgebieten (14, 22, 23, 24, 25 en 26) verdient die Tatsache besondere Beachtung, dass zahlreiche bestehende Pipelines sowie das geplante Wasserstoffnetz Niederlande gekreuzt werden müssen.

9.7 Kumulierung

In dieser UVS wird die Kumulierung der Auswirkungen mit den autonomen Entwicklungen untersucht. Die autonomen Entwicklungen wurden in der Referenzsituation berücksichtigt. Dabei handelt es sich um Projekte, die bereits genehmigt, aber noch nicht umgesetzt wurden (z. B. der Windpark Eemshaven West). Siehe Abschnitt 3.5. Diese UVS untersucht auch die Kumulierung der Auswirkungen, wenn mehrere Kabelsysteme und Pipelines gebaut werden.

Im Teilbericht Natur wurden die Störfaktoren der autonomen Entwicklungen (wie Vernichtung, Trübung und Störung) ermittelt, die eine Kumulierung mit dem PAWOZ verursachen könnten. Darin wird angegeben, für welche Arten und Lebensraumtypen Auswirkungen zu erwarten sind. In dieser Phase der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) ist es nicht möglich, die genauen Auswirkungen der Kumulierung zu ermitteln oder klar zwischen den einzelnen Trassen zu unterscheiden. Im Teilbericht Natur wird auch angegeben, ob für eine Trasse die Verlegung mehrerer Kabelsysteme und/oder Pipelines in Aussicht steht oder nicht. Daraus geht hervor, was zu berücksichtigen ist, wie z. B. die Erholungszeit der Arten und das Ausmaß der Restauswirkungen.

Diese UVS berücksichtigt nicht die Kumulierung, die durch den Bau von Windparks und eventuellen Infrastrukturen (z. B. Verteilerstationen) entsteht, es sei denn, es handelt sich um eine autonome Entwicklung, für die bereits Beschlüsse gefasst worden sind. Der Grund dafür ist, dass die Gestaltung der Windparks noch nicht bekannt ist. In der Projekt-UVP für die Windparks muss dies noch genauer untersucht werden.

Ausgangspunkt dieser UVS war der Bau von 1 Kabelsystem oder 1 Pipeline pro Jahr. Daher wurde die mögliche Kumulierung von Auswirkungen nicht berücksichtigt, wenn mehrere Kabelsysteme oder Pipelines gleichzeitig in einem Korridor gebaut werden. Gleichzeitige Bauarbeiten haben möglicherweise weniger Auswirkungen als die häufigere Verlegung jeweils eines Kabelsystems oder einer Pipeline. Das muss in einer Projekt-UVP genauer untersucht werden.

Diese UVS berücksichtigt auch nicht die Kumulierung der verschiedenen Auswirkungen innerhalb der Korridore der Trassen und der Suchgebiete der Suchstandorte. So können sich beispielsweise sowohl der Verlust von Lebensraum als auch Lärm und Trübung auf Tierarten auswirken. Es ist wichtig, dies im Rahmen der Projekt-UVP zu untersuchen.

9.8 Aufmerksamkeitsschwerpunkte für Folgeentscheidungen

Das PAWOZ prüft, welche Trassen genug Raum für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen bieten. Es wird auch geprüft, unter welchen Bedingungen Kabelsysteme, Pipelines und Stationen gebaut werden können. Dazu wurden in dieser UVS zum PAWOZ die Auswirkungen betrachtet, die in breiten Korridoren auftreten können und die Umsetzung wurde noch nicht im Detail ausgearbeitet. Die standortspezifischen Auswirkungen wie Sicherheitsrisiken, Magnetfelder und Lärm sind zwar wichtig, unterscheiden sich aber bei den breiten Korridoren nicht besonders stark voneinander. Diese Bewertungsaspekte sind für die standortspezifische Ausgestaltung wichtig und müssen in den Projekt-UVPs weiter ausgearbeitet werden. Auch besondere Betriebsbedingungen, wie z.B. bei Wartung und Notfällen, müssen dann genauer untersucht werden.

Sobald das Ministerium für Klima und grünes Wachstum im Rahmen des Programms für das PAWOZ entschieden hat, welche Trasse(n) für die Anbindung der Windparks TNW und DDW genutzt wird/werden und welche Trasse(n) für die Anbindung anderer künftiger Windparks verbleibt/verbleiben, kann ein Projektverfahren zur Verlegung von Kabelsystemen oder Pipelines zwischen künftigen Windparks und dem Eemshaven oder dem Wasserstoffnetz Niederlande eingeleitet werden (siehe Abschnitt 2.6). Dies ist das

Verfahren, um zu einem Projektbeschluss zu gelangen. Ein Projektbeschluss und die erforderlichen Genehmigungen für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen unterliegen ebenfalls einer UVP-Pflicht. In einer Projekt-UVP werden die Umweltauswirkungen detaillierter untersucht. Anschließend wird die genaue Lage der Kabelsysteme und Pipelines in den in dieser UVS untersuchten Korridoren bestimmt und auch die Umsetzung wird genauer ausgearbeitet.

In der Projekt-UVP werden die von der Ministerin für Klima und grünes Wachstum gewählten Trassen innerhalb der untersuchten Korridore genauer ausgearbeitet. Ausgehend von dieser UVS wird empfohlen, die Themen, bei denen in dieser UVS negative Auswirkungen festgestellt wurden, wobei die Ergebnisse dieser UVS als Ausgangspunkt dienen können, sowie die Themen, bei denen Wissens- und Informationslücken festgestellt wurden, genauer und detaillierter zu untersuchen.

Zudem wird empfohlen, weitere Standortuntersuchungen für den Anlandungstunnel durchzuführen und so die Suchgebiete weiter einzugrenzen.

10

ABKÜRZUNGEN UND GLOSSAR

Tabelle 10.1 Glossar

Begriff	Erläuterung
66 kV-Kabel (AC)/66 kV-Wechselstromkabel	Für die Übertragung von Elektrizität (Wechselstrom) von den Turbinen zur Offshore-Plattform.
220 kV-Kabel (AC)/220 kV-Wechselstromkabel	Für die Übertragung von Elektrizität (Wechselstrom) von der Offshore-Plattform zum Umspannwerk an Land.
380 kV-Kabel (AC)/380 kV-Wechselstromkabel	Für die Übertragung von Elektrizität (Wechselstrom) von der Konverterstation oder dem Umspannwerk zum Anschlusspunkt des nationalen 380 kV-Netzes an Land.
525 kV-Kabel (DC)/525 kV-Gleichstromkabel	Für die Übertragung von Elektrizität (Gleichstrom) von der Offshore-Plattform zur Konverterstation an Land.
Anlandezone	Punkt, an dem die Offshore-Stromübertragungskabelsysteme und die Wasserstoffpipelines auf das Festland treffen und den (Haupt-)Seedeich queren.
Anlandepunkt Tunnel	Die Stelle, wo im oder in der Nähe vom Eemshaven der Tunnel beginnt. Hier entsteht eine Schacht durch den die Kabelsysteme und/oder Pipelines in den Tunnel führen.
Verlegetechniken	Technische Methoden, mit denen die verschiedenen Komponenten des Projekts realisiert werden. Ein Beispiel für eine Verlegetechnik ist die Bohrung.
Anschlusspunkt	Stelle einer (bestehenden) Hochspannungsstation oder des Wasserstoffnetzes Niederlande, an der Stromübertragungskabelsysteme bzw. Wasserstoffpipelines angeschlossen werden.
ADC-Prüfung	Ein strenger Bewertungsrahmen, der angewandt wird, wenn eine geeignete Bewertung zeigt, dass erhebliche Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete vorerst nicht ausgeschlossen werden können. Bei einer ADC-Prüfung muss ein Projekt drei Bedingungen erfüllen: A: Es gibt keine Alternativen. D: Es gibt zwingende Gründe [niederländisch: dwingende redenen] großen öffentlichen Interesses. C: Es werden die notwendigen Kompensationsmaßnahmen ergriffen, um zu gewährleisten, dass der Gesamtzusammenhang des Natura 2000-Gebiets erhalten bleibt.
Ventilstation	Umzäunte Anlagen mit regelbaren Ventilen, mit denen der Gasfluss in der unterirdischen Pipeline gesteuert werden kann.
Alternative	Eine andere Lösung als das Vorhaben, um das/die Ziel(e) (in akzeptablem Umfang) zu erreichen. Das niederländische Umweltschutzgesetz schreibt vor, dass bei einer UVS nur Alternativen berücksichtigt werden dürfen, die bei der Beschlussfassung vernünftigerweise in Betracht gezogen werden können.
Autonome Entwicklung	Eigenständige Entwicklungen, die zu einer Veränderung im Plangebiet führen, die unabhängig von dem Vorhaben stattfinden und über die bereits ein Beschluss gefasst wurde. Zum Beispiel, wenn diese Entwicklungen in einem Raumordnungsplan festgelegt wurden oder die Genehmigung dafür erteilt wurde. Für die Umsetzung besteht hinreichende Sicherheit.
Autonome Prozesse	Entwicklungen in der physischen Umgebung, die unabwendbar sind und für den zukünftigen Zustand der Umgebungsbedingungen eine Tatsache sind. Dabei geht es u.a. um den Anstieg des Meeresspiegels und andere Auswirkungen des Klimawandels. Im Allgemeinen führen diese Prozesse erst über einen langen Zeitraum zu nennenswerten Veränderungen.

Begriff	Erläuterung
Ballonplaat	Eine Sandbank in der Nordsee etwa 4 Kilometer nördlich von Rottumerplaat. Dort ist das Meer verhältnismäßig flach und der Boden relativ stabil. In diesem Gebiet wird untersucht, wo der mögliche Eintrittspunkt des Tunnels liegen könnte.
Baseline(s)	„Einfriermomente“ in der Planung (u.a. zu Ausgangspunkten, Trasse), siehe „Einfriermoment“. Bestandteil des iterativen Prozesses. Baseline 0 = festgelegt im NRD Baseline 1 = weitere Ausarbeitung in der Phase Trassenentwicklung Baseline 2 = Optimierung von Baseline 1. In dieser Phase werden die Auswirkungen bewertet. Baseline 3 = Optimierung auf Grundlage der Folgenabschätzung
Interessenvertreter	Personen und Organisationen, die von diesem Programm auf bestimmte Weise betroffen sind. Zum Beispiel eine Behörde, eine (zivilgesellschaftliche) Organisation, ein Grundeigentümer, ein Landwirt oder ein Anwohner.
Bewertungsaspekt (Umweltaspekt)	Ein Bewertungsaspekt/Umweltaspekt ist ein Gegenstand, der im Rahmen einer UVS untersucht wird. Zum Beispiel der Bewertungsaspekt Boden und Wasser. Jeder Aspekt wird in einen oder mehrere Teilaspekte aufgeteilt. Zum Beispiel den Teilaspekt Boden oder Grundwasser innerhalb des Bewertungsaspekts Boden und Wasser.
Bewertungsrahmen	Liste mit allen Kriterien, die für die einzelnen (Umwelt-)Aspekte in der UVS untersucht werden.
Bewertungsskala	Skala, die anzeigt, wie ein Kriterium in der UVS bewertet wird. Diese Skala unterscheidet zwischen positiven, neutralen und negativen Bewertungen.
Zuständige Behörde	Öffentliche Stelle, die befugt ist, einen Beschluss zu dem Vorhaben des Projektträgers zu fassen.
Einfriermoment	Momente im Zeitablauf (innerhalb des Prozesses), in denen die Planung eingefroren ist.
Mittellinie	Die Mittellinie einer Trasse für Kabelsysteme und/oder Wasserstoffpipelines. Für jede Trasse gibt es eine Folgenabschätzung für den Fall, dass ein Kabelsystem oder eine Wasserstoffpipeline auf dieser Mittellinie verlegt wird.
Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Kommission)	Unabhängige Kommission, die per Gesetz eingerichtet wurde, um die zuständige Behörde in Bezug auf den Umfang und den Detaillierungsgrad der UVS sowie die Bewertung der Qualität der UVS zu beraten.
Kompensationsmaßnahmen	Wenn nach der Umsetzung von Abmilderungsmaßnahmen Restschäden verbleiben, können Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden. Zum Beispiel: Bäume müssen gefällt werden. Die Pflanzung neuer Bäume an einem anderen Ort ist dann eine Kompensationsmaßnahme.
Konfiguration	Die Weise, in der etwas aus einzelnen Komponenten zusammengesetzt ist. Im PAWOZ-Eemshaven ist damit eine bestimmte Zusammensetzung von Kabelsystemen und/oder Pipelines in einer Trasse gemeint. Eine Konfiguration ist zum Beispiel ein DC-Kabelsystem und eine Wasserstoffpipeline.
Konverterstation	Station, in der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt und auf die richtige Spannungsebene gebracht wird.
Korridor	Die maximale Breite einer Trasse, innerhalb derer Kabelsysteme und/oder Wasserstoffpipelines verlegt werden können. Dieser Korridor variiert je nach Trasse. Für jede Trasse gibt es eine Folgenabschätzung für den Fall, dass die maximale Konfiguration im Korridor der Trasse verlegt wird.
Kriterium	Ein Kriterium ist ein Maßstab, der zur Bewertung eines Bewertungsaspekts oder Teilaspekts in der UVS verwendet wird. Zum Beispiel das Kriterium Einfluss auf Setzung zur Beschreibung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung für den Teilaspekt Grundwasser.
Kumulierung	Die zusammengenommenen Auswirkungen verschiedener Entwicklungen. Die verschiedenen Entwicklungen können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Vorhabens ablaufen.
Teilaspekt	Ein Teilaspekt ist einer der Teile eines Bewertungsaspekts. Zum Beispiel der Teilaspekt Boden oder Grundwasser als Teil des Bewertungsaspekts Boden und Wasser.
Teilbericht	Berichte zur Unterstützung der UVS oder IEA, die sich auf ein bestimmtes Thema konzentrieren, z. B. Natur, Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie sowie Boden und Wasser.
Abgrenzung PAWOZ - pVAWOZ	Bei den Untersuchungen für das PAWOZ und das pVAWOZ wurde mit sogenannten Abgrenzungspunkten gearbeitet. Da die Untersuchungen dieser Programme gleichzeitig

Begriff	Erläuterung
	stattfinden, wurde festgelegt, bis wohin eine Trasse im PAWOZ untersucht wird und wo das pVAWOZ anfängt. Der Abgrenzungspunkt ist also der Punkt, an dem sich die zu untersuchenden Trassen von PAWOZ und pVAWOZ berühren. Für Kabelsysteme liegt der Abgrenzungspunkt westlich des Windparks DDW. Für Pipelines liegt der Abgrenzungspunkt westlich des Windparks TNW.
Ems-Dollart-Vertrag	Abkommen zwischen den Niederlanden und Deutschland über die gemeinsame Verwaltung und Nutzung des Ems-Dollart-Vertragsgebiets.
Elektrizitätskabel	Unterirdische Kabel für die Übertragung von Elektrizität.
EM-Felder	Elektromagnetische Felder, die durch die Stromübertragung über Kabel oder durch das Umspannwerk und/oder die Konverterstation entstehen.
eParticipatie	Eine Website, die es jedem ermöglicht, seine Meinung zu äußern oder neue Informationen oder Erkenntnisse einzubringen.
Flansch	Ein Ventil, das am Ende einer Pipeline verwendet werden kann.
Gasunie	Gasunie ist ein Energienetzbetreiber. Mit Hynetwork Services (eine hundertprozentige Tochtergesellschaft von Gasunie) entwickelt Gasunie das Wasserstoffnetz an Land (Waterstofnetwerk Nederland). Gasunie bereitet sich zudem darauf vor, auch das Wasserstoffnetz auf See zu entwickeln.
Nutzungsfunktionen	Die heutigen und zukünftigen Nutzungen in einem Gebiet. Zum Beispiel Wohnen, Natur oder Erholung.
Sensitivitätsanalyse	Eine Sensitivitätsanalyse untersucht die Auswirkungen von Änderungen der Eingabeparameter auf die Ausgabe eines Modells oder Systems.
Hauptbericht	Dieses unabhängig lesbare Dokument enthält die wichtigsten Entscheidungsinformationen aus den Teilberichten. Im Hauptbericht werden nur eindeutige und (stark) negative Auswirkungen aufgeführt.
Intervention	Die Durchführung des Vorhabens (z. B. die Verlegung eines Kabels) erfordert verschiedene Interventionen (z. B. Graben, Pumpen, Ausbaggern oder Rammen). Jede Intervention kann mit unterschiedlichen Techniken durchgeführt werden. Die Beziehung zwischen der Intervention und ihren Auswirkungen auf die Umwelt wird unter Interventions-Wirkungsbeziehungen beschrieben.
Interventions-Wirkungsbeziehung	Eine Interventions-Wirkungsbeziehung bezeichnet die Beziehung zwischen dem Vorhaben und der durch das Vorhaben verursachten Wirkung. Das Vorhaben besteht aus verschiedenen Interventionen (z. B. Graben, Pumpen, Ausbaggern oder Rammen), die unterschiedliche Auswirkungen in Bezug auf Ort, Umfang und Zeit haben können. Die Beschreibung der Beziehung wird verwendet, um zu verstehen, welche Interventionen welche Wirkung haben. Damit werden die Auswirkungen des Vorhabens bewertet.
Initiativnehmer	Eine natürliche Person oder eine juristische Person des privaten oder öffentlichen Rechts (eine Privatperson, ein Unternehmen, eine Institution oder eine staatliche Stelle), die eine bestimmte Tätigkeit ausüben (lassen) will und einen Beschluss darüber beantragt. Beim PAWOZ-Eemshaven ist das Ministerium für Klima und grünes Wachstum der Initiativnehmer.
Gesamtfolgenabschätzung (IEA)	Eine Analyse der Umweltauswirkungen, Kosten, Umgebung, Technologie, Landwirtschaft, Planung und Zukunftssicherheit der Trassen. Für das PAWOZ-Eemshaven wurde hierzu ein gesondertes Dokument erstellt.
Eintrittspunkt in der Nordsee	Die Stelle, wo bei der Ballonplaat in der Nordsee der Tunnel beginnt. Hier entsteht eine Schacht durch den die Kabelsysteme und/oder Pipelines in den Tunnel führen.
Iterativer Prozess	Ein iterativer Prozess ist ein sich wiederholender Weg, ein Ziel zu erreichen oder ein Problem zu lösen. Anstatt alles auf einmal zu machen, werden kleine Schritte unternommen und jedes Mal wird geschaut, wie etwas verbessert werden kann. Man durchläuft immer wieder einen Handlungszyklus, wobei man Feedback und neue Erkenntnisse nutzt, um jedes Mal besser zu werden. Im PAWOZ-Eemshaven wird dieser iterative Prozess eingesetzt, um die Trassen zu verbessern. Dies wird Optimierung genannt. Ziel der Trassenoptimierung ist es, negative Auswirkungen so weit wie möglich zu reduzieren oder sogar zu vermeiden. Die Optimierung der Trassen in einem iterativen Prozess ist die Trassenentwicklung. Dies geschieht mit Hilfe von Baselines.

Begriff	Erläuterung
Kabelbündel	Satz von drei Phasendrähten, die zusammen eine komplette Einheit bilden, über den dreiphasige Wechselspannung geführt werden kann.
Kabelsystem	Ein Kabelsystem ist ein Bündel aus Stromkabeln, das aus zwei parallelen Kabelbündeln bei Wechselstrom oder einem Kabelbündel + einer Glasfaserverbindung bei Gleichstrom besteht. Es geht dabei nur um die Elektrizitätskabel, nicht um die Plattform oder das Umspannwerk / die Konverterstation.
Kilovolt (kV)	Einheit für elektrische Spannung.
Klimaneutral	Klimaneutral bedeutet, dass wir dafür sorgen, dass wir keine Schadstoffe ausstoßen, die das Klima verändern. Wir kompensieren oder vermindern die Schadstoffe, die wir produzieren.
Kofferdamm	Ein Kofferdamm ist ein temporäres Bauwerk aus Spundwänden, das beim Bau von Infrastruktur verwendet wird. Der Kofferdamm soll die Verschlammung eines ausgebaggerten Grabens verhindern und die Arbeiten vor Wellen und Strömungen schützen.
Salzwiese	Salzwiesen sind bewachsene Landstriche, die direkt an das Meer grenzen, ohne eine dazwischenliegende Dünenreihe oder Deiche. Sie liegen meist in untiefen Gezeitengebieten wie dem Wattenmeer oder entlang der Nordseeküste. Bei Sturm oder besonders hohem Wasserstand wird eine Salzwiese überflutet. Salzwiesen spielen eine wichtige Rolle beim Küstenschutz. Das Vorhandensein von Vegetation auf den Salzwiesen verhindert den Auftrieb von Sand und stärkt die Küstenlinie. Außerdem bieten die Salzwiesen Lebensraum für verschiedene Vogelarten, Fische und andere Tiere.
Lay-length	Dies ist der Abstand, der erforderlich ist, um eine Umdrehung des Strangs um den Durchmesser des Leiters für ein Kabelsystem zu vollenden.
Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	Das gesetzlich geregelte Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung; eine Entscheidungshilfe, die darin besteht, eine Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) durchzuführen, zu bewerten und zu verwenden und anschließend die Umweltauswirkungen der Durchführung einer Aktivität zu bewerten. Im niederländischen Umwelt- und Planungsgesetz wird die Abkürzung <i>mer</i> verwendet.
UVP-Pflicht	Die Verpflichtung zur Erstellung einer Umweltverträglichkeitsstudie für einen bestimmten Beschluss über eine bestimmte Aktivität.
Microrelief	Unter Microrelief versteht man Höhenunterschiede von mindestens 10 bis 30 cm über eine Entfernung von einem bis drei Metern.
Mikrotunnel	Verlegetechnik für Pipelines, bei der während des Bohrverfahrens komplette Tunnelsektionen eingeschoben werden, um den Bohrgang zu stabilisieren. Diese Methode ist in der Länge (ca. 2 km) und im Durchmesser (ca. 2 m) technisch beschränkt.
Umweltverträglichkeitsstudie (UVS)	Die Studie, in der die Ergebnisse der Untersuchung der Umweltauswirkungen einer geplanten Tätigkeit und der vernünftigerweise in Betracht kommenden Alternativen zu dieser Tätigkeit dargelegt werden.
Abmilderungsmaßnahmen	Maßnahmen, die ergriffen werden, um negative Auswirkungen von Aktivitäten oder physischen Eingriffen zu reduzieren oder zu verhindern.
MW	Megawatt = 1.000 Kilowatt (kW). kW ist eine Einheit der elektrischen Leistung.
MWh	Megawattstunde = 1.000 Kilowattstunden (kWh); kWh ist eine Einheit der Energie.
Überwachungsprogramm	Programm, das verfolgt, ob sich die Situation durch die Umsetzung des Vorhabens verbessert oder verschlechtert.
Morphodynamik	Veränderungen des Meeresbodens, Sedimenttransport und das Zusammenspiel dazwischen.
Morphologie	Form des Meeresbodens.
Natura 2000-Gebiete	Ökologisches Netzwerk von besonderen Schutzgebieten, die in der Habitat-Richtlinie oder der Vogelschutz-Richtlinie ausgewiesen sind. Diese europäischen Richtlinien verpflichten die Mitgliedstaaten, bestimmte Tierarten und ihren natürlichen Lebensraum (Habitat) zu schützen, um die Artenvielfalt zu erhalten.
Natuur Netwerk Nederland (NNN)	Das vom niederländischen Staat angestrebte und in Strategiepapieren festgelegte nationale Netz von Naturschutzgebieten und den Verbindungszonen dazwischen.
Nearshore	Das Gebiet in Küstennähe mit geringerer Wassertiefe als Offshore-Gebiete. Im Zusammenhang mit dem PAWOZ-Eemshaven wird damit das Wattenmeergebiet genannt.

Begriff	Erläuterung
Nicht detonierte Kampfmittel	Nicht detonierte Kampfmittel, die im und auf dem Meeresboden liegen und die von Kriegshandlungen in beiden Weltkriegen und von militärischen Aktivitäten auf See übriggeblieben sind. Bei der Verlegung von Kabelsystemen auf See können nicht detonierte Kampfmittel eine Gefahr für die Beteiligten darstellen.
Antwortnote	Ein Dokument, das die Fragen und Kommentare beantwortet, die während der öffentlichen Konsultationsphase eingegangen sind.
„Notitie Reikwijdte en Detailniveau“ (NRD) [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad, NRD]	Der NRD legt fest, welche Alternativen (Umfang) und in welcher Tiefe (Detaillierungsgrad) geprüft und in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) beschrieben werden.
Richtlinie zu niederfrequenten Geräuschen der „Nederlandse Stichting Geluidshinder“ [Niederländische Stiftung gegen Lärmbelästigung, NSG]	Die NSG-Richtlinie zu niederfrequenten Geräuschen soll den Sachbearbeitern von Beschwerden, insbesondere den Akustikgutachtern, eine Orientierungshilfe für die Objektivierung einer Beschwerde über niederfrequente Geräusche geben. Die Richtlinie gibt daher ein Kriterium (Referenzkurve) vor, anhand dessen das Ergebnis von Lärmessungen in Wohnungen bewertet werden kann. Die NSG ist die Nederlandse Stichting Geluidshinder [Niederländische Stiftung gegen Lärmbelästigung, NSG].
Offshore	Bezeichnung für auf See und ein Gebiet seewärts der 6-Meilen-Zone. Oft auch auf Wassertiefen von mehr als 10 bis 20 m bezogen.
„Omgevingsbesluit“ [niederl. Umgebungserlass]	In Anhang V dieses Erlasses sind sowohl die Aktivitäten, die der UVP-Pflicht unterliegen, als auch diejenigen, die der UVP-Bewertungspflicht unterliegen, sowie die dafür erforderlichen Beschlüsse aufgeführt.
Umgebungsplan	Der Umgebungsplan enthält allgemeine Regeln der Gemeinde für das physische Lebensumfeld. Jede Gemeinde hat gemäß dem Umwelt- und Planungsgesetz einen Umgebungsplan. Der Umgebungsplan ersetzt den aktuellen Flächennutzungsplan und die Verwaltungsverordnung des Wet ruimtelijke ordening [niederl. Raumordnungsgesetz].
„Omgevingswet“ [niederl. Umwelt- und Planungsgesetz]	Gesetz in den Niederlanden, das am 1. Januar 2024 in Kraft getreten ist und alle Gesetze zusammenfasst, die sich mit dem physischen Lebensumfeld, einschließlich der Umwelt, befassen.
Onshore	Bezeichnung für an Land.
Offenes Planverfahren	Der Prozess, in dem die provinz Groningen und die gemeinde Het Hogeland ihre Pläne für den Oostpolder in Zusammenarbeit mit der umliegenden Region ausarbeiten.
Optimierung	Die Anpassung des Vorhaben, um die negativen Auswirkungen abzumildern.
Outstanding Universal Value	Der Outstanding Universal Value steht für eine kulturelle und/oder natürliche Bedeutung, die so außergewöhnlich groß ist, dass sie über nationale Grenzen hinausgeht und von gemeinsamem Interesse für heutige und zukünftige Generationen der gesamten Menschheit ist. Der dauerhafte Schutz dieses Erbes ist daher für die gesamte internationale Gemeinschaft von größter Bedeutung.
Übrige zukünftige Entwicklungen	Neben den autonomen Entwicklungen gibt es übrige zukünftige Entwicklungen im selben (Plan- oder Studien-)Gebiet, die sich in einer Vorphase befinden (zukünftige Idee) und über die erst nach der Beschlussfassung über das PAWOZ-Eemshaven entschieden wird.
Parallele Projekte	Andere Projekte, die parallel zum PAWOZ-Eemshaven stattfinden, wie z. B. VAWOZ 2040.
Partizipation	Die Einbeziehung von Interessengruppen (z. B. Anwohner, Organisationen der Zivilgesellschaft, Grundbesitzer, Landwirte, regionale und lokale Behörden und Unternehmer) in die Ausarbeitung eines Programms oder Plans.
Verträglichkeitsprüfung	Eine Verträglichkeitsprüfung ist eine Bewertung der Auswirkungen einer Aktivität auf die Naturziele eines Natura 2000-Gebiets. Wenn erhebliche Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete nicht von vornherein ausgeschlossen werden können oder unsicher sind, muss eine Verträglichkeitsprüfung durchgeführt werden. Die Verträglichkeitsprüfung bewertet die möglichen Auswirkungen des Baus, der Verwaltung, der Nutzung und der Entfernung der Aktivität in Verbindung mit anderen Plänen und Projekten im Hinblick auf die Erhaltungsziele der betroffenen Natura 2000-Gebiete.
Plangebiet	Das Gebiet, in dem das Vorhaben realisiert werden kann.
Plan-UVS	Die UVS für einen Plan oder ein Programm. Das PAWOZ-Eemshaven hat eine Plan-UVS.

Begriff	Erläuterung
Plattform	Ort, an dem die Energie aus Offshore-Windparks gesammelt und/oder für die Übertragung an Land umgewandelt wird.
Programm	Ein Programm ist ein Instrument im Rahmen des Umwelt- und Planungsgesetzes. Es fasst die neue Richtlinie in groben Zügen zusammen und setzt den Rahmen (definiert die Grenzen) für neue Pläne oder Projekte. Das PAWOZ-Eemshaven führt zu einem Programm. Dabei handelt es sich um einen Bericht, in dem beschrieben wird, welche Trassen realisiert werden können und welche nicht, sowie um eine Priorisierung. Dies wird auch als Programmplanungsdokument bezeichnet.
Projektbeschluss	Der Projektbeschluss ist ein Instrument für Wasserverbände, Provinzen und den Staat, um komplexe Projekte im öffentlichen Interesse zu ermöglichen. Der Projektbeschluss ändert den Umgebungsplan um Vorschriften, die für die Durchführung, den Betrieb oder die Aufrechterhaltung des Projekts erforderlich sind. Die geänderten Regeln des Umgebungsplans sind Teil des Projektbeschlusses. Der Projektbeschluss ersetzt den Einpassungsplan, den Trassenbeschluss, den Projektplan aus dem Waterwet [niederl. Wassergesetz] und die Koordinationsregelung aus dem Raumordnungsgesetz, dem Tracéwet [niederl. Trassengesetz], dem Wassergesetz und dem Ontgrondingenwet [niederl. Abgrabungsgesetz].
Projekt-UVS	Die UVS für einen Projektbeschluss der die Fortführung des PAWOZ-Eemshaven sein kann. Eine Projekt-UVS hat einen größeren Detaillierungsgrad als eine Plan-UVS.
Referenzsituation	Diese Situation geht von der aktuellen Situation und der autonomen Entwicklung aus. Diese Situation dient als Referenzrahmen für die Beschreibung der Auswirkungen der Trassen in der UVS.
„Rijkscoördinatiereregeling“ [niederl. Staatliche Koordinierungsregelung, RCR]	Das in Artikel 3.6.3 des Raumordnungsgesetzes genannte Verfahren. Wenn eine Initiative unter die RCR fällt, muss ein (nationaler) Einpassungsplan verabschiedet werden, dessen Ausarbeitung und Veröffentlichung vom Staat koordiniert werden.
Risk Based Burial Depth (RBBB)	Bestimmung einer Eingrabbtiefe, bei der die Wahrscheinlichkeit eines Versagens des Kabelsystems durch äußere Einflüsse so gering ist, dass das Risiko akzeptabel ist.
Robuste Planung	Die maximale Konfiguration einer Trasse. Wobei der maximal mögliche physische und/oder ökologische Raum innerhalb einer Trasse ausgeschöpft wird. Eine robuste Planung ist eine technisch realisierbare und genehmigungsfähige Alternative, die eine Worst-Case-Situation einschließt.
Trasse	Ein möglicher Verlauf von Kabelsystemen und/oder Wasserstoffpipelines von der Plattform in einem Windenergiegebiet zu einem Anschlussstandort an das nationale Hochspannungs- und/oder Wasserstoffnetz.
Trassenentwicklung	Die Trassenentwicklung innerhalb des PAWOZ-Eemshaven ist ein fortlaufender Prozess, bei dem vom Groben zum Feinen gearbeitet wird. Das bedeutet, dass während des Projekts die Trassen optimiert werden, um zu einer robusten Planung zu gelangen. Es werden zum Beispiel der Entwurfsprozess, die Grundsätze für den Trassenentwurf, der Trassenentwurf pro Trasse und die Trichterung der Trassen bis zur Folgenabschätzung beschrieben.
Segmenttunnel	Verlegetechnik für Pipelines, bei der während des Bohrverfahrens die Tunnelwand durch den Einsatz von Segmenten aufgebaut wird, die gemeinsam eine Sektion des Tunnelumfangs bilden. Diese Technik kann für größere Durchmesser und über viele Kilometer Länge angewandt werden.
Studiengebiet	Das Gebiet, in dem durch das Vorhaben (oder Alternativen) Umweltauswirkungen auftreten können und das in der UVS berücksichtigt werden muss. Die Ausdehnung des Studiengebiets kann je nach Bewertungsaspekt variieren.
Systemintegration	Die koordinierte Integration (Verknüpfung) von Ketten verschiedener Energieträger und Nutzersektoren in ein nachhaltiges, zuverlässiges, erschwingliches und sicheres Energiesystem, mit breiter öffentlicher Unterstützung.
TenneT	TenneT ist der Betreiber des Stromnetzes in den Niederlanden ab einer Spannungsebene von 110 kV. TenneT verwaltet auch das Stromnetz auf See.
Thema	Die Teilberichte der UVS behandeln Bewertungsaspekte, die Teilberichte der IEA behandeln Themen. Zum Beispiel Technik, Landwirtschaft oder Kosten. Jeder Teilbericht behandelt ein Thema. Ein Thema besteht aus (Teil-)Aspekten und Kriterien.

Begriff	Erläuterung
Auslegung zur Einsichtnahme	Der Zeitraum, in dem der NRD, die Plan-UVS, die IEA und das Programm gelesen werden können. Dies ist auch der Zeitraum, in dem jeder seine Meinung äußern und Fragen zum NRD, zur Plan-UVS, zur IEA und zum Programm stellen kann.
Prüfungsgutachten	Ein Dokument das die Ergebnisse der Prüfung der Plan-UVS durch die UVP-Kommission enthält. Die UVP-Kommission kann auch um ein zwischenzeitliches Prüfungsgutachten ersucht werden.
Trichterung	Der begründete Ausschluss von bestimmten Trassen oder bestimmten Konfigurationen innerhalb von Trassen. Jede Trasse wurde zunehmend detaillierter untersucht. So ergibt sich, welche Trassen erfolgversprechend sind und welche nicht. Dies ist Teil des iterativen Prozesses.
Variante	Ein (Teil einer) Trasse kann verschiedenen Wegen folgen. Dies sind die Varianten der Trasse. So gibt es beispielsweise für die Trasse im Schiermonnikoog-Wattenhoch im Wattenmeer (die VIII - Schiermonnikoog-Wantij-Trasse) zwei Varianten für die Lage der Kabelsysteme (A und A1)
Vorhaben	Eine Beschreibung der Aktivität, die der Initiator durchführen möchte. Sie beschreibt, was gebaut werden soll und wie es gebaut werden soll.
Vorsorgemaßnahmen Magnetfelder	Maßnahmen, mit denen Netzbetreiber die Magnetfelder von Teilen des Stromnetzes strukturell reduzieren. Damit sollen mögliche Gesundheitsrisiken durch Magnetfelder verringert werden.
Wattenhoch (nl: Wantij)	Ein Gebiet zwischen Inseln und der Küste, in dem es Ebbe und Flut, aber keine Strömungen gibt.
Wasserstoff	Wasserstoff ist ein häufig vorkommendes chemisches Element. Wasserstoff ist ein Energieträger, d. h. nachhaltig erzeugter Strom wird in Wasserstoff in Gasform umgewandelt. Dieses kann gelagert und durch Pipelines übertragen werden, ähnlich wie Erdgas. Wasserstoff spielt eine wichtige Rolle bei der Energiewende und kann zum Beispiel für die Schwerindustrie, als Kraftstoff für große Fahrzeuge oder zur Energiespeicherung verwendet werden.
Wasserstoffanlandestation	Diese Station verfügt über die notwendigen Funktionen für die Einspeisung von Wasserstoff in das Wasserstoffnetz Niederlande. Um welche Funktionen es geht, steht noch nicht fest. Beispiele hierfür sind die Messung und eventuell die Kontrolle des Drucks, die Messung der Wasserstoffgasqualität und die Einrichtungen, die für die interne Inspektion der Pipeline erforderlich sind.
Wasserstoffpipeline	Pipelines, in denen Wasserstoffgas übertragen werden kann. Dies können wiederverwendete Pipelines oder neu verlegte sein.
„Waterstofnetwerk Nederland“ [Wasserstoffnetz Niederlande]	Das von der Gasunie-Tochter HyNetwork Services (HNS) entwickelte und verwaltete Netz von Wasserstoffpipelines in den Niederlanden. Dieses Netz befindet sich noch in der Entwicklung und wird aus neu verlegten Pipelines und aus (wiederverwendeten) bestehenden Pipelines bestehen. Die Wasserstoff-Pipelines des PAWOZ-Eemshaven schließen an den nördlichen Teil dieses zu entwickelnden Netzwerks (Waterstofnetwerk Groningen) an.
Arbeitsstreifen	Der Arbeitsstreifen ist der Bereich, der während der Bauphase zum Aufstellen von Maschinen und Fahrzeugen und zum Lagern des ausgehobenen Sandes genutzt wird.
Arbeitsgelände	Ein temporärer Arbeitsplatz im Bereich des Vorhabens, an dem Baufirmen Arbeiten durchführen. Hier werden z. B. Materialien gelagert und Konstruktionen errichtet.
Seemeile / Nautische Meile	Eine Seemeile (Nautische Meile, abgekürzt NM oder nmi) ist ein Längenmaß, das genau 1.852 m entspricht.
Stellungnahme	Jeder kann eine formelle Reaktion zu der UVS, der IEA und dem Programm abgeben. Dies ist während des Zeitraums der Auslegung zur Einsichtnahme möglich.

Tabelle 10.2 Liste mit Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AC	Alternating Current (Wechselstrom). Wechselstrom ist ein elektrischer Strom, bei dem sich die Richtung des Stromflusses periodisch ändert. Praktisch das gesamte Stromnetz in den Niederlanden nutzt diese Art von Strom. Dieser Typ wird auch bei der Erschließung von TNW verwendet.
AO	Ambtelijk Overleg [Offizielle Konsultation].
BOP	Bestuurlijk Overleg Programma [Beratungsgremium für das Programm].
BOW	Bestuurlijk Overleg Waddengebied [Beratungsgremium Wattenmeergebiet].
Ciemer	Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid.
dB	Dezibel, Einheit für den Geräuschpegel.
DC	Direct Current (Gleichstrom) ist ein elektrischer Strom, bei dem die Flussrichtung im Gegensatz zu Wechselstrom konstant ist. Die 525 kV-Kabel werden mit Gleichstrom betrieben.
DDW	Windenergiegebiet Doordewind.
EDV	Ems-Dollart-Vertragsgebiet.
EMF	Elektromagnetische Felder.
EEZ	Exclusive Economic Zone [Ausschließliche Wirtschaftszone].
GIS	Geographisches Informationssystem.
GW	Gigawatt.
HDD	Horizontal Directional Drilling bzw. eine gesteuerte Bohrung.
HNS	HyNetwork Services (Gasunie-Tochter).
HSAO	Huidige Situatie, Autonome Ontwikkelingen [Aktuelle Situation, Autonome Entwicklungen].
IEA	Integrale Effectenanalyse (Gesamtfolgenabschätzung).
KRW	Kaderrichtlijn Water [Wasserrahmenrichtlinie].
kV	Kilovolt.
kWh	Kilowattstunde.
LCA	Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie.
LTO Noord	Land- en Tuinbouw Organisatie Noord (Land- und Gartenbauorganisation Nord).
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) (Verfahren).
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) (Produkt).
Ministerie van BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties [niederl. Ministerium für Inneres und Königsbeziehungen].
Ministerie van KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei [nl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum].
MW	Megawatt.
MWh	Megawattstunde.
N2000	Natura 2000-Gebiet.
NGE	Niet Gesprongen Explosieven [Nicht detonierte Kampfmittel].
NGT	Noord Gas Transport. Eine bestehende Offshore-Gaspipeline.
NNN	Natuurnetwerk Nederland [Naturschutznetz Niederlande].
NM	Nautische Meile.
NOZ TNW	Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden [Netz auf See nördlich der Watteninseln].
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad].

Abkürzung	Bedeutung
NZA	Noordzeeakkoord [Nordseeabkommen].
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee [Programm Anschluss von Offshore-Windenergie].
OBW	Omgevingsberaad Waddengebied [Umgebungsrat Wattenmeergebiet].
OO	Omgevingsoverleg [Umweltberatungsgremium].
PB	Verträglichkeitsprüfung.
PvA	Plan van Aanpak [Aktionsplan].
RBBB	Risk Based Burial Depth [Risikobasierte Eingrabetiefe].
RCR	Rijkscoördinatiereregeling [RCR, im nl. Raumplanungsgesetz festgelegtes Verfahren].
RHDHV	Royal HaskoningDHV.
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland [ministerielle Behörde zur Förderung von nachhaltigem, landwirtschaftlichem, innovativem und internationalem Unternehmertum].
RWS	Rijkswaterstaat [niederl. Behörde, die für Bau und Unterhalt von Straßen und Wasserwegen zuständig ist].
SO	Schetsontwerp [Entwurfsskizze].
TEC	Tunnel Engineering Consultants.
TNW	Windenergiegebiet Ten Noorden van de Waddeneilanden.
TWh	Terrawattstunde.
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
VAWOZ 2030	Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030 [Sondierungsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie 2030].
VAWOZ 2040	Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee 2040 [Verbindungen Anlandung von Offshore-Windenergie 2040].
VO	Vorentwurf.
WNN	Waterstofnetwerk Nederland [Wasserstoffnetz Niederlande].
W+B	Witteveen+Bos.

REFERENZEN

- UVP-Kommission (2022). *Programma Aansluiting Wind Op Zee [Programm Anschluss der Offshore-Windenergie] (PAWOZ Eemshaven)*. 3660. [Hyperlink](#).
- Nederlands Ministerie van Economische Zaken (EZK) (2021) *Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030 [Sonderingsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie 2030] (VAWOZ) DGKE-WO / 21269180*. [Hyperlink](#).
- Nederlands Ministerie van Economische Zaken (EZK) (2022). *Voortgang waterstofbeleid*. DGKE-DE / 22564234. [Hyperlink](#).
- Nederlands Ministerie van Economische Zaken (EZK) (2023a). *Nij begun: op weg naar erkenning, herstel en perspectief*. PDGGO / 26789894. [Hyperlink](#).
- Nederlands Ministerie van Economische Zaken (EZK) (2023b). *Kennisgeving Programma Wind op Zee Eemshaven. Vaststelling van de benodigde onderzoeken voor het milieueffectrapport*. 7574 [Hyperlink](#).
- Nederlands Ministerie van Economische Zaken (EZK) (2024a). *Energie Infrastructuur Plan Noordzee 2050*. DGKE-DRE / 58924132. [Hyperlink](#).
- Ministerie van Economische Zaken (2024b). *Update aanvullende routekaart wind op zee*. DGKE-DRE/ 52795804 [Hyperlink](#).
- Ministerie van Infrastructuur en Waterbouw (2020). *Agenda voor het Waddengebied 2050*. [Hyperlink](#).
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2022). *Ontwerp-wijzigingsbesluit Habitatrictlijngebieden vanwege aanwezige waarden*. DN&B/2018-000. [Hyperlink](#).
- Region Nord-Niederlande (2020). *Regioadvies Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden*. 2020-089305. [Hyperlink](#).
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland [ministeriële Behörde zur Förderung von nachhaltigem, landwirtschaftlichem, innovativem und internationalem Unternehmertum] (2019). *Net op zee - Ten noorden van de Waddeneilanden*. [Hyperlink](#).
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland [ministeriële Behörde zur Förderung von nachhaltigem, landwirtschaftlichem, innovativem und internationalem Unternehmertum] (2023). *Verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ) 2030*. [Hyperlink](#).
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland [ministeriële Behörde zur Förderung von nachhaltigem, landwirtschaftlichem, innovativem und internationalem Unternehmertum] (2024a). *Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (VAWOZ) 2031-2040*. [Hyperlink](#).
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland [ministeriële Behörde zur Förderung von nachhaltigem, landwirtschaftlichem, innovativem und internationalem Unternehmertum] (2024b). *Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) – Eemshaven*. [Hyperlink](#).
- Royal HaskoningDHV (2021) *Rapportage Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied*. T&PBH9744R001F01. [Hyperlink](#).
- Tweede Kamer Der Staten-Generaal (2023). *Kabinetsreactie op het rapport "Groningers boven gas" van de Parlementaire enquête aardgaswinning Groningen*. 35561-17. [Hyperlink](#).
- Witteveen+Bos (2021) *Effectenanalyse Verkenning aanlanding windenergie op zee (VAWOZ)*. 124603/21-013.723. [Hyperlink](#).
- Wadden Sea World Heritage. (n.d.). *Becoming World Heritage*. [Hyperlink](#).

Anhang/Anhänge

ANHANG: RECHTS- UND STRATEGIERAHMEN

I.1 Allgemeiner Rechtsrahmen

Tabelle I.1 Allgemeiner Rechtsrahmen

Gesetze und Vorschriften	Erläuterung und Relevanz
Internationale Verträge	
Ems-Dollart-Vertrag, 1960	Der Ems-Dollart-Vertrag regelt die Zusammenarbeit zwischen den Niederlanden und Deutschland bei der Schifffahrt in der Emsmündung. Der Vertrag enthält Vereinbarungen über die gemeinsame Verwaltung und Nutzung des Gebietes. Für das PAWOZ ist relevant, dass die Trassen durch das Ems-Dollart-Vertragsgebiet einer Schifffahrtsgenehmigung bedürfen, die von der deutschen Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) erteilt wird.
UNESCO-Welterbekonvention: Wattenmeer, 1972	Seit 2009 ist das Wattenmeer in der Welterbekonvention als Weltnaturerbe ausgewiesen. Dazu gehört auch das Boden- und Gewässersystem des Wattenmeeres. Dies bringt für das PAWOZ die Verpflichtung mit sich, das Gebiet in gutem Zustand zu halten.
Agreement on the Conservation of Seals in the Wadden Sea (WSSA), 1990	Abkommen zwischen den Niederlanden, Deutschland und Dänemark zum Schutz der Seehunde (<i>Phoca vitulina</i>) im Wattenmeer (Teil des Übereinkommens über wandernde wild lebende Tierarten/Bonner Übereinkommen). Dieses Abkommen verpflichtet das PAWOZ, die Seehunde in der Nordsee in einem günstigen Erhaltungszustand zu erhalten.
Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas (ASCOBANS), 1992	Abkommen der Vereinten Nationen (United Nations), in dem sich die Mitgliedsstaaten darauf geeinigt haben, Zahnwale in der Ostsee, dem Nordostatlantik, der Irischen See und der Nordsee zu schützen und einen günstigen Erhaltungszustand ihrer Populationen zu erreichen und zu erhalten. Dieses Abkommen verpflichtet das PAWOZ, die Zahnwale in der Nordsee in einem günstigen Erhaltungszustand zu erhalten.
Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR), 1992	Das OSPAR-Übereinkommen schützt die Meeresumwelt des Nordostatlantiks und ist wichtig für die Koordinierung der Nordseepolitik, die darauf abzielt, die Meeresumwelt des Nordostatlantiks vor den Risiken der anthropogenen Verschmutzung zu schützen. Um die Wasserverschmutzung zu verringern, müssen die Länder die beste verfügbare Technologie (zur Emissionsminderung) einsetzen. Zu den standardisierten Technologie- und Planungsgrundsätzen gehören Anforderungen an die Reduzierung der Emissionen von Windparks, Plattformen und Kabeln. Darüber hinaus sollten Nutzungskonflikte bei der Gebietsfestlegung für neue Entwicklungen berücksichtigt werden. Das PAWOZ sollte den oben genannten vertraglichen Verpflichtungen Rechnung tragen.
Westerems-Vertrag, 2014	Der Westerems-Vertrag ist ein Vertrag zwischen den Niederlanden und Deutschland über die Nutzung und Verwaltung der Hoheitsgewässer von 3 bis 12 Seemeilen. Die Niederlande sind westlich der Linie für die in diesem Vertrag genannten Themen zuständig, Deutschland für den östlichen Teil. Der Vertrag ist für das PAWOZ von Bedeutung, da er die geografischen Zuständigkeiten, Rechte und Verantwortlichkeiten in Bezug auf Anlagen für erneuerbare Energien und alle anderen Anlagen, Kabel und Pipelines sowie unbelebte Naturgüter regelt. Der Vertrag enthält die Bedingungen für einen gleichberechtigten und effizienten Zugang zu den Häfen beider Staaten im Emsmündungsgebiet.

Gesetze und Vorschriften	Erläuterung und Relevanz
EU-Richtlinien und -Verordnungen	
Vogelschutzrichtlinie, 1979	In der Vogelschutzrichtlinie ist festgelegt, welche Arten und Lebensräume von Vögeln von den Mitgliedstaaten geschützt werden müssen. In den Niederlanden wurde der Schutz in das System des Umwelt- und Planungsgesetzes aufgenommen. Zusammen mit der Habitat-Richtlinie ist sie eine der wichtigsten europäischen Richtlinien, die das PAWOZ berücksichtigen muss.
Habitat-Richtlinie, 1992	In der Habitat-Richtlinie ist festgelegt, welche Arten und welche Arten von Naturschutzgebieten (ausgenommen Vögel und ihre Lebensräume) von den Mitgliedstaaten geschützt werden müssen. In den Niederlanden wurde der Schutz in das System des Umwelt- und Planungsgesetzes aufgenommen. Aufgrund der Richtlinie wurden Natura 2000-Gebiete eingerichtet, von denen das Wattenmeer das größte Natura 2000-Gebiet in den Niederlanden ist.
Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), 2000	Ziel der WRRL ist es, aquatische Ökosysteme und die vom Wasser abhängige terrestrische Natur vor einer Verschlechterung zu schützen und ihren Zustand zu verbessern. Die Wasserrahmenrichtlinie gibt Standards und Zielsetzungen vor, um dieses Ziel zu erreichen. Das PAWOZ muss diese Normen und Zielsetzungen berücksichtigen, die im niederländischen Umwelt- und Planungsgesetz und Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes (niederl. Bkl) in das niederländische Recht umgesetzt wurden.
Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL), 2008	Ziel der MSRL ist es, die Mitgliedstaaten zu verpflichten, die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um einen guten Umweltzustand in ihren Meeresgewässern zu erreichen und/oder zu erhalten. In der MSRL wird der „gute Umweltzustand“ (GMT) definiert und es werden Standards und Zielsetzungen festgelegt, um diesen zu erreichen. Das PAWOZ muss berücksichtigen, dass das Gebiet in der Nordsee mit dem Namen „Borkumse Stenen“ als MSRL-Schutzgebiet ausgewiesen wurde. In den Niederlanden wurden die Normen und Zielsetzungen der MSRL im niederländischen Umwelt- und Planungsgesetz und Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes (Bkl) umgesetzt.
Europäisches Klimagesetz, 2021	Das europäische Klimagesetz verpflichtet alle EU-Länder, bis 2050 klimaneutral zu sein. Bis 2030 muss der CO ₂ -Ausstoß europaweit um 55 % gegenüber 1990 gesenkt werden. Das PAWOZ trägt zu diesen Zielsetzungen bei.
Niederländische Gesetzgebung	
Bergbaugesetz, 2019	Das niederländische Bergbaugesetz regelt die Nutzung von Bodenschätzen im tiefen Untergrund, wie die Erkundung, Gewinnung und Speicherung von Mineralien und geothermischer Energie. Das Gesetz gilt, von einer Ausnahme abgesehen, nur für Mineralien, die in einer Tiefe von mehr als 100 Metern unter der Erdoberfläche vorkommen. Das Bergbaugesetz ist für das PAWOZ relevant, da das PAWOZ eine Wasserstoff-Anlandestation nach Möglichkeit mit einem bestehenden Bergbaustandort verbindet.
Klimagesetz, 2019	Das niederländische Klimagesetz legt den Prozentsatz fest, um den die Niederlande ihren CO ₂ -Ausstoß verringern müssen. Das Gesetz verfolgt die gleichen Ziele wie das europäische Klimagesetz. Das Klimagesetz legt auch fest, dass die Regierung einen Klimaplan aufstellen und Bürgern und Unternehmen Gewissheit über die Einhaltung der Klimaziele geben muss. Das PAWOZ trägt zur Erreichung dieser Klimaziele bei.
Umwelt- und Planungsgesetz, 2024	Das niederländische Umwelt- und Planungsgesetz steht für ein gutes Gleichgewicht zwischen der Nutzung und dem Schutz des physischen Lebensumfeldes. Das Umwelt- und Planungsgesetz ist für das PAWOZ und den UVP-Plan aus mehreren Gründen von Bedeutung.
	Erstens legt das Umwelt- und Planungsgesetz Regeln für das physische Lebensumfeld fest, insbesondere in Bezug auf Natur, Umwelt, Wasser und Bau(-werke). Für die Natur hat das Umwelt- und Planungsgesetz zwei Teile: Gebietsschutz und Artenschutz. Der Naturschutz wird durch die europäischen Vogelschutz- und Habitat-Richtlinien bestimmt und durch das Umwelt- und Planungsgesetz umgesetzt. Der Gebietsschutz betrifft Natura 2000-Gebiete und der Artenschutz umfasst Arten und Lebensraumtypen, die in den gesamten Niederlanden vorkommen. In diesem Zusammenhang ist das Umwelt- und Planungsgesetz von Bedeutung, da es europäische Richtlinien in Bezug auf das physische Lebensumfeld umsetzt. Weitere Beispiele sind die Wasserrahmenrichtlinie, die Grundwasserrichtlinie und die Richtlinie 2014/52/EU (die europäische UVP-Richtlinie). Schließlich ist das Umwelt- und Planungsgesetz für das PAWOZ von Bedeutung, da das Umwelt- und Planungsgesetz eine Ausarbeitung der letztgenannten Richtlinie ist und

Gesetze und Vorschriften	Erläuterung und Relevanz
	<p>Vorschriften enthält, die die Erstellung der vorliegenden Umweltverträglichkeitsprüfung erfordern. In einer Umweltverträglichkeitsprüfung werden die Umweltauswirkungen eines Plans oder Projekts untersucht, bevor die Regierung einen Beschluss dazu fasst. Wenn ein Programm den Rahmen für künftige Aktivitäten oder Projekte vorgibt, die der UVP-Pflicht unterliegen und die erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben können, ist ein UVP-Plan obligatorisch (Artikel 16.34, 16.36 und 16.43 des Umwelt- und Planungsgesetzes).</p>
Umgebungserlass, 2024	<p>Der niederländische Umgebungserlass ist eine der vier Rechtsverordnungen, mit denen das Umwelt- und Planungsgesetz umgesetzt wird. Der Umgebungserlass ist für das PAWOZ relevant, weil er neben dem Umwelt- und Planungsgesetz u.a. regelt, welche Verwaltungsbehörde für die Erteilung einer Umgebungsgenehmigung zuständig ist und welche Verfahren gelten. Dieser Erlass regelt auch die Beteiligung anderer Verwaltungsbehörden, Beratungsgremien und Berater an der Beschlussfassung sowie eine Reihe von Einzelaspekten, wie die Umweltverträglichkeitsprüfung. In Anhang V des Umgebungserlasses heißt es im Wesentlichen, dass für das PAWOZ die Erstellung eines UVS-Plans erforderlich ist. Schließlich gilt gemäß Artikel 3.7 des Umgebungserlasses für eine Bergbauanlage in einem Oberflächenwasserkörper eine Sperrzone von 500 Metern Abstand zu jedem Teil der Anlage.</p>
Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes, 2024	<p>Der Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes ist ebenfalls eine der Rechtsverordnungen, mit denen das Umwelt- und Planungsgesetz umgesetzt wird. Der Erlass dient dem Schutz und der Verbesserung der Qualität des Lebensumfeldes. Er enthält spezifische Vorschriften für Umwelt, Natur, Wasser und andere für ein gesundes Umfeld wichtige Aspekte. Darüber hinaus werden mehrere europäische Richtlinien im Erlass über die Qualität des Lebensumfeldes umgesetzt und er enthält Weisungsregeln sowie Vorschriften in Bezug auf die Bewertung und Überwachung (für Behörden). Zu den für das PAWOZ relevanten Bestimmungen gehören die Bestimmungen über den Boden, das Naturschutznetz Niederlande, den Rahmen für die Prüfung der Lärmbelastung und die Umsetzung der relevanten EU-Richtlinien.</p>
Erlass über die Tätigkeiten im Lebensumfeld, 2024	<p>Der Erlass über die Tätigkeiten im Lebensumfeld ist ebenfalls eine Rechtsverordnung, mit der das Umwelt- und Planungsgesetz umgesetzt wird. Dieser Erlass enthält Regeln für Tätigkeiten im physischen Lebensumfeld, von denen bekannt ist, dass sie potenziell schädliche Auswirkungen auf die Umwelt haben. Der Erlass über die Tätigkeiten im Lebensumfeld legt allgemeine nationale Regeln für umweltbelastende Tätigkeiten (MBA) im physischen Lebensumfeld fest und beschreibt, ob für die Tätigkeiten eine Anmeldung oder eine Umweltgenehmigung erforderlich ist. Kapitel 7 des Erlasses ist für das PAWOZ besonders relevant, da es sich mit den Aktivitäten in der Nordsee befasst. Es enthält unter anderem eine besondere Sorgfaltspflicht für Aktivitäten in der Nordsee.</p>
Gesetzgebung der niederländischen Provinzen	
Umgebungsverordnung Fryslân 2022, Umgebungsverordnung Groningen 2016	<p>Eine Umgebungsverordnung enthält Vorschriften einer niederländischen Provinz für das physische Lebensumfeld, die bei der Aufstellung von Raumordnungsplänen beachtet werden müssen. Für das PAWOZ sind die Umgebungsverordnungen der Provinzen unter anderem deshalb relevant, weil sie den planerischen Schutz des Naturschutznetzes Niederlande und der Wiesen- und Ackervogelgebieten beschreiben. Die Verordnungen enthalten auch Weisungsregeln für das Wattenmeer (und sein charakteristisches offenes Erscheinungsbild). Schließlich wurden in den Verordnungen auch Weisungsregeln aus dem Umwelt- und Planungsgesetz umgesetzt und zugrundeliegende Rechtsverordnungen, z. B. in Bezug auf Lärm, aufgenommen.</p>
Wasserverbandsverordnung Noorderzijlvest 2024, Wasserverbandsverordnung Wetterskip Fryslân 2024	<p>Die Wasserverbandsverordnungen enthalten Regeln für das physische Lebensumfeld, die der Wasserverband innerhalb seines Verwaltungsgebiets festlegt. Sie enthalten u. a. Vorschriften über Hochwasserschutzanlagen, Wasserläufe, Grundwasser, Genehmigungs- und Meldepflichten. Die Verordnungen sind für das PAWOZ relevant, da sie Vorschriften für den Bau von Windturbinen, Kabeln und Pipelines auf und in der Nähe von Hochwasserschutzanlagen enthalten.</p>
Die deutsche Gesetzgebung	
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, 1990	<p>Das deutsche Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) sieht für bestimmte Pläne oder Programme die Durchführung einer (strategischen) Umweltverträglichkeitsprüfung vor. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass etwaige Umweltauswirkungen frühzeitig und umfassend erkannt werden. Eine strategische</p>

Gesetze und Vorschriften	Erläuterung und Relevanz
	<p>Umweltverträglichkeitsprüfung wird nur dann durchgeführt, wenn eine Vorstudie zeigt, dass der Plan wahrscheinlich erhebliche Umweltauswirkungen haben wird. Das UVPG enthält Anforderungen an die Vorbereitung der Umweltverträglichkeitsprüfung und die (nationale und internationale) Beteiligung. Je nach gewählter Trasse muss das PAWOZ dies berücksichtigen.</p>
<p>Trilaterale Wattenmeer Kooperation von 1978 und Trilaterales Monitoring und Assessment-Programm, 1997 (TMAP)</p>	<p>Das Ziel der Trilateralen Wattenmeer Kooperation von 1978 und des Trilateralen Monitoring und Assessment-Programms (TMAP) von 1997 zwischen Dänemark, den Niederlanden und Deutschland ist die Erhaltung der Vielfalt der Biotoptypen im Ökosystem Wattenmeer. Ziel ist es, möglichst ein natürliches und sich selbst erhaltendes Ökosystem zu schaffen, in dem natürliche Prozesse ungestört ablaufen können. Zu diesem Zweck wurde gemeinsam mit der Gemeinschaft ein Wattenmeerplan entwickelt. Zu den Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Umweltauswirkungen gehören Planungsgrundsätze für die geringstmögliche Inanspruchnahme von Naturschutzgebieten. Für Unterseekabelsysteme umfasst diese Politik Kabelführungsgrundsätze wie die Bündelung und die Wahl der kürzesten Trasse, die größtmögliche Raumausnutzung und Planungsgrundsätze zur Verlegetiefe beim 2K-Kriterium und bei Kabelkreuzungen. Diese Grundsätze sind für das PAWOZ relevant.</p>
<p>Bundesnaturschutzgesetz, 2009</p>	<p>Die europäischen Vogelschutz- und Habitat-Richtlinien wurden für die spezifische Situation in Deutschland in das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) übersetzt. Das BNatSchG ist für das PAWOZ relevant, da es u.a. den Arten- und Gebietsschutz regelt und darüber hinaus Bestimmungen zur Landschaftsplanung, zu Eingriffen in Natur und Landschaft, zu ökologischen Verbindungen, zum Schutz von Meeresgebieten, zum Zugang zu Natur und Landschaft für Erholungszwecke und zur Beteiligung anerkannter Naturschutzverbände an bestimmten Entscheidungsprozessen enthält. Das Bundesnaturschutzgesetz sieht eine Interventionsregelung vor, um die Leistungs- und Funktionsfähigkeit sowie das natürliche Gleichgewicht auch außerhalb von Naturschutzgebieten zu erhalten.</p>
<p>Schallschutzkonzept, 2013</p>	<p>Zusätzlich zum Bundesnaturschutzgesetz gilt das so genannte <u>Schallschutzkonzept</u> für Tätigkeiten, die Unterwasserlärm im deutschen Teil der Nordsee erzeugen. Diese Richtlinie ist für das PAWOZ relevant, da sie darauf abzielt, Gewöhnliche Schweinswale vor Unterwasserlärm zu schützen, der durch Rammarbeiten beim Bau von Offshore-Windparks entsteht. Dabei stellt sie verschiedene Anforderungen an den Artenschutz und die Lärmerzeugung.</p>
<p>Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz - WindSeeG), 2017</p>	<p>Das WindSeeG enthält die Rechtsgrundlage für die Aufstellung und Fortschreibung eines Gebietsentwicklungsplans für die Offshore-Windenergie unter Berücksichtigung von Naturschutz, Schifffahrt und Offshore-Verbindungsleitungen. Darin ist festgelegt, dass Entwicklungen nicht zulässig sind, wenn sie mit gewichtigeren öffentlichen oder privaten Interessen kollidieren. Die Gebietsentwicklung muss nach verschiedenen Gesichtspunkten bewertet werden, z. B. nach der Gefährdung der Meeresumwelt. Dieses Gesetz legt die Rahmenbedingungen fest, anhand derer das Vorhaben des PAWOZ geprüft werden sollte.</p>
<p>Richtlinie Offshore Anlagen (2021) zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs</p>	<p>Diese Richtlinie aus dem Jahr 2021 enthält grundlegende Anforderungen an die notwendigen Voraussetzungen und Anforderungen für die Planung, den Bau, den Betrieb und die Kennzeichnung von Offshore-Anlagen sowie für die Verlegung und den Betrieb von Unterseekabeln, Pipelines und ähnlichen unterseeischen Anlagen in den deutschen Seeschiffahrtsstraßen, seewärtigen Gewässern, im Küstenmeer und in der deutschen AWZ. Als Folge einer Projektbeurteilung können zusätzliche Bedingungen und Anforderungen im Rahmen anderer Planungsbeschlüsse, Planfeststellungen oder Genehmigungen nach dem WindSeeG, WaStrG, BBERG oder BImSchG gelten.</p>

1.2 Allgemeiner Strategierahmen

Tabelle 1.2 Allgemeiner Strategierahmen

Strategiepapier	Erläuterung und Relevanz
Internationale Politik	
Wattenmeer-Erklärung von Esbjerg, 2001	Die Wattenmeer-Erklärung von Esbjerg ist eine ministerielle Erklärung der neunten trilateralen Regierungskonferenz zum Schutz des Wattenmeeres und wurde von Dänemark, Deutschland und den Niederlanden unterzeichnet. Die Erklärung erkennt den einzigartigen Wert des Wattenmeergebiets als Naturschutzgebiet und Ökosystem an und verpflichtet die Unterzeichnerstaaten, das Gebiet zu schützen und zu verwalten. Für das PAWOZ ist es von Bedeutung, dass das Abkommen den Rahmen und die Beschränkungen für einen Eingriff im Wattenmeer festlegt.
Pariser Klimaabkommen, 2015	Die Konferenz der Vertragsparteien (Conference of Parties, CoP), die Ende 2015 in Paris stattfand, brachte ein neues Klimaabkommen hervor. An dem Abkommen sind 195 Länder beteiligt, darunter die USA und China. Darin wurde unter anderem vereinbart, die globale Erwärmung auf weniger als zwei Grad Celsius zu begrenzen, wobei das Ziel bei 1,5 Grad Celsius liegt. Die Ziele des Abkommens sollten in die nationalen Gesetze und Vorschriften übernommen werden.
EU-Politik	
EU-Biodiversitätsstrategie, 2030	Ziel der Europäischen Kommission ist es, die biologische Vielfalt in Europa bis 2030 wiederherzustellen, zum Wohle der Menschheit, des Klimas und des Planeten. Die EU-Biodiversitätsstrategie setzt sich zum Ziel, bis 2030 (1) mindestens 30 Prozent der Land- und Meeresfläche der EU rechtlich zu schützen und (2) mindestens ein Drittel der Schutzgebiete der EU streng zu schützen. Diese Strategie ist für das PAWOZ relevant, da die konkreten Ziele die Erweiterung der derzeitigen Natura 2000-Gebiete, die Erstellung eines europäischen Wiederherstellungsplans und die Einführung von Maßnahmen zur Förderung des Transformationsprozesses und der Vielfalt umfassen.
Integrierter Managementplan für das Wattenmeer, 2023	Der Integrierte Managementplan für das Wattenmeer ist ein Strategiedokument, das die Verwaltung und Erhaltung des Wattenmeergebietes regelt. Der Managementplan deckt verschiedene Aspekte ab, darunter Naturschutz, Fischerei, Erholung, Schifffahrt, Energieentwicklung und Küstenschutz. Der Managementplan zielt auf einen integrierten Ansatz ab, der die verschiedenen Aktivitäten und Interessen in dem Gebiet in Einklang bringt. Für das PAWOZ ist der Managementplan relevant, da er die aktuelle Situation für das Wattenmeer und die Pläne widerspiegelt.
Niederländische Politik	
Naturschutznetz Niederlande, 2014	Die Grundlage der Naturschutzpolitik in den Niederlanden ist das Naturschutznetz Niederlande (NNN). Das NNN ist ein zusammenhängendes Netz von bestehenden und neuen Naturschutzgebieten in den Niederlanden. Das Netz soll die Naturschutzgebiete untereinander und mit den umliegenden landwirtschaftlichen Flächen besser verbinden. Für das PAWOZ ist es von Bedeutung, dass zusätzlich zum Naturschutznetz an Land alle großen Gewässer, einschließlich des Wattenmeeres, der Nordsee und des Ems-Dollarts, als Teil des NNN ausgewiesen wurden.
Niederländisches Klimaabkommen, 2015 und 2019	Im niederländischen Klimaabkommen wurde zusätzlich zum Pariser Klimaabkommen vereinbart, die Treibhausgasemissionen in den Niederlanden zu reduzieren, um die globale Erwärmung zu begrenzen. In Übereinstimmung mit dem Klimaabkommen hat die niederländische Regierung einen Klimaplan 2021-2030 erstellt, in dem die politischen Maßnahmen und Vereinbarungen zur Erreichung der Ziele des Klimaabkommens dargelegt werden. Für das PAWOZ ist das Klimaabkommen relevant, weil im Hinblick auf Offshore-Energie vereinbart wurde, dass Anbindungsstandorte an der Küste mit ausreichender Nachfrage nach Strom oder anderen Energieträgern gesucht werden, so dass ein Ausbau des nationalen Hochspannungsnetzes möglichst vermieden werden kann.

Strategiepapier	Erläuterung und Relevanz
Nordseeküstenfischereiabkommen (VIBEG II), 2017	Das Nordseeküstenfischereiabkommen enthält Vereinbarungen zwischen Naturschutzorganisationen, dem Fischereisektor und dem niederländischen Staat über die Bodenfischerei in der Küstenzone der Nordsee. Darin wurden Gebiete ganz oder teilweise für die Bodenfischerei gesperrt. Der Bau von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen kann Auswirkungen auf den Fischereisektor haben. Das PAWOZ muss dies berücksichtigen.
Nationales Wasserprogramm 2022 – 2027 (NWP)	Das NWP 2022-2027 beschreibt die Grundzüge der niederländischen nationalen Wasserpolitik und die Bewirtschaftung der nationalen Gewässer und nationalen Wasserstraßen. Für die Wasserpolitik ist das NWP eine Ausarbeitung des Nationalen Leitbilds zur Raumordnungs- und Umweltpolitik (NOVI). Wichtige Bestandteile des NWP sind die Bewirtschaftungspläne für die Flusseinzugsgebiete, der Plan für das Hochwasserrisikomanagement und das Nordseeprogramm, die als Anhänge beigefügt sind. Für das PAWOZ ist von Bedeutung, dass das NWP einen Abschnitt enthält, der sich mit der Verlegung von Kabeln und Pipelines zugunsten von Windparks in der Nordsee befasst. So wurde beispielsweise vereinbart, Kabel und Pipelines zu bündeln, um Platz für künftige Bau- und Wartungsarbeiten und andere Nutzungen zu schaffen.
(Teilweise Überarbeitung) Programm Nordsee 2022-2027	Das Programm Nordsee 2022-2027 ist Teil des NWP und befasst sich mit der Raumordnung in der Nordsee und dem Erreichen eines guten Umweltzustands. Das Programm ist für das PAWOZ relevant, weil es die Bereiche Stärkung von Ökosystemen, Übergang zu einer nachhaltigen Nahrungsmittelversorgung und Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung beschreibt. In dem Programm heißt es auch, dass Kabel und Pipelines so verlegt werden sollten, dass sie andere nationale Interessen nicht gefährden oder behindern. Darüber hinaus werden in dem Programm Strategien für verschiedene Sicherheits- und Wartungsbereiche rund um Pipelines und Kabel erörtert. Was die militärischen Übungsgebiete in der Nordsee betrifft, so ist die Mitbenutzung von Übungsgebieten erlaubt, soweit sie mit der militärischen Nutzung vereinbar ist. Aufgabe der teilweisen Überarbeitung ist es, Raum für mindestens 23-26 GW zusätzlich installierte Offshore-Windenergiekapazität zu reservieren, um bis 2040 eine Gesamtleistung von 50 GW zu erreichen.
Das Programm „Verbindungen Aanlanding Wind Op Zee“ [Verbindungen Anlandung von Offshore-Windenergie] (Programm VAWOZ)	Im Rahmen des Programms VAWOZ wird untersucht, wie und wo die Energie aus noch zu errichtenden Offshore-Windparks am besten an Land gebracht werden kann. Das Programm steht noch nicht fest. Im Rahmen des Programms VAWOZ wird untersucht, wie die Windenergie an das Hochspannungsnetz oder das Wasserstoffnetz angeschlossen werden kann. Im Rahmen des Programms werden auch mögliche Standorte an Land für die Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse aus Windenergie untersucht. Das Programm ergänzt das PAWOZ, das sich auf die genaue Trassenführung von Pipelines und Kabeln konzentriert.
(Ergänzender) Fahrplan Windenergie auf See, 2030	Der Fahrplan Windenergie auf See 2030 legt fest, wo, wann und mit welcher Kapazität neue Offshore-Windparks gebaut werden. Ziel ist es, eine zusätzliche Kapazität von rund 7 Gigawatt Offshore-Windenergie zu realisieren, unter anderem mit dem Park Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW). Im Juni 2022 wurde im ergänzenden Fahrplan das Gesamtziel für die Offshore-Windenergie von 11 auf 21 GW für 2030 verdoppelt. Im ergänzenden Fahrplan wurden neue Windenergiegebiete ausgewiesen, darunter Door De Wind (DDW). Der Fahrplan ist für das PAWOZ relevant, weil das PAWOZ zur Erreichung seiner Ziele beiträgt.
Agenda für die Wattenmeerregion 2050, 2020	Die Agenda für die Wattenmeerregion 2050 stellt den nachhaltigen Schutz und die Entwicklung des Wattenmeeres als Naturschutzgebiet in den Vordergrund. Die Agenda beschreibt die gemeinsame langfristige Perspektive für das Wattenmeergebiet und formuliert gemeinsame Ziele, Handlungsgrundsätze und Schritte für ein regelmäßig aktualisiertes Umsetzungsprogramm für das Wattenmeergebiet, um diese Ziele zu verwirklichen. Ein Bestandteil des Umsetzungsprogramms ist die Erstellung einer Energiestudie, die Aufschluss über die Folgen der Energiewende für das Wattenmeergebiet geben soll. Die Studie stützt sich auf bereits laufende Studien, fasst sie zusammen und ergänzt sie, wo nötig. Relevant für das PAWOZ ist der Abschnitt in der Agenda zur Energiewende, in dem es heißt, dass das Wattenmeergebiet ein Vorreiter bei der Energiewende sein will und einen wichtigen Beitrag zu den ehrgeizigen Klimazielen leisten kann. Die Verlegung von Kabeln und Pipelines im

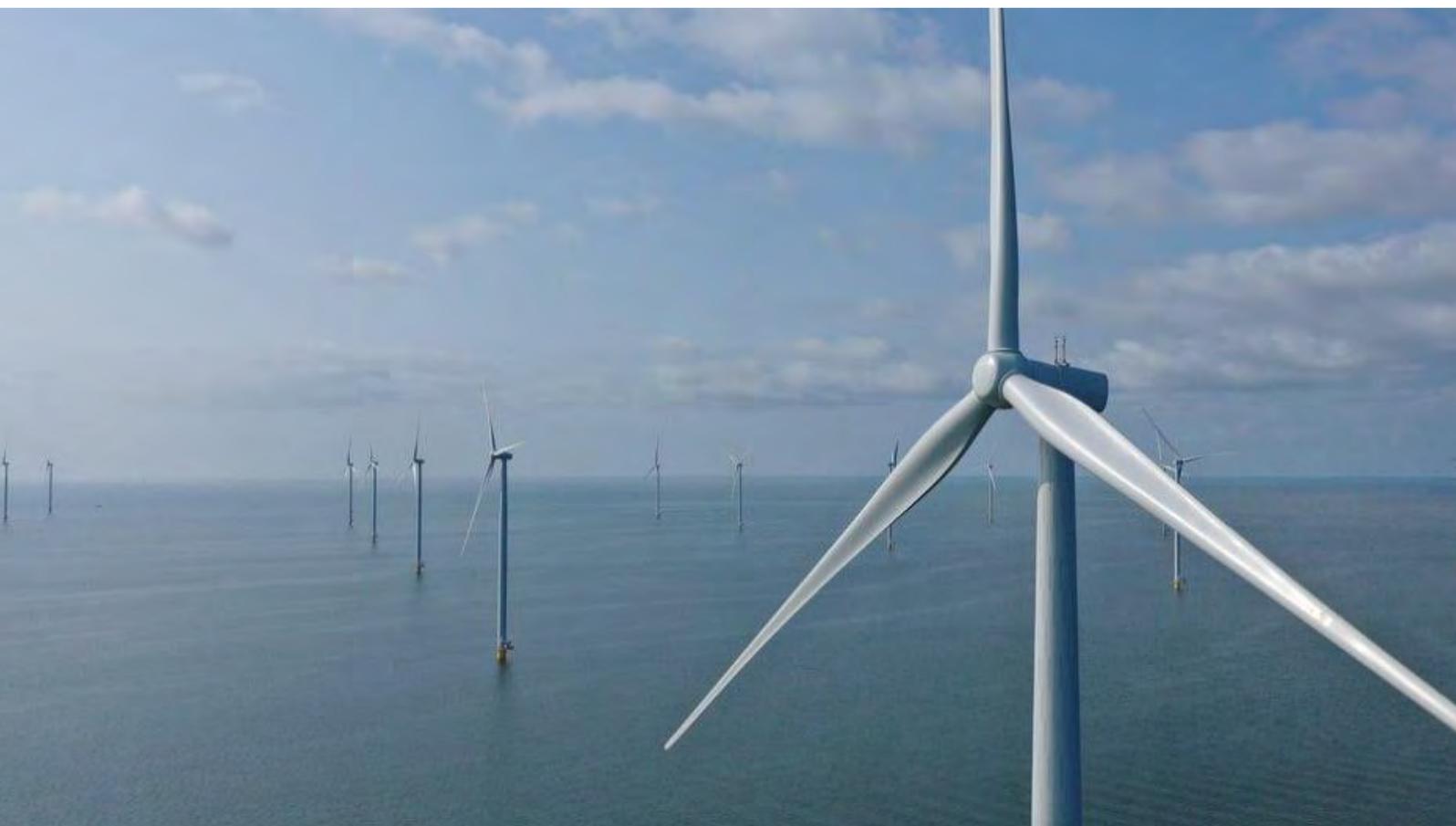
Strategiepapier	Erläuterung und Relevanz
Räumlicher Bewertungsrahmen Klimaadaptive bebaute Umgebung, 2023	<p>Wattenmeergebiet sollte auf eine sorgfältige Art und Weise erfolgen, die die Naturwerte so wenig wie möglich beeinträchtigt und gleichzeitig die charakteristische offene Landschaft bewahrt.</p> <p>Der räumliche Bewertungsrahmen ist eine Entscheidungshilfe für Gemeinden, Wasserverbände und Provinzen, die ihnen hilft, das Gewässer- und Bodensystem bei der Auswahl von Standorten für neue Wohnsiedlungen, Arbeitsstätten, öffentliche Gebäude oder Industriegebiete angemessen zu berücksichtigen. Er behandelt die Themen Wassersicherheit, Überschwemmungen, Bodensenkungen und Verfügbarkeit von Trinkwasser. Der räumliche Bewertungsrahmen zeigt, wo in den Niederlanden gut gebaut werden kann, wo es eine Aufgabe für das Gewässer- und Bodensystem gibt und wo es nicht ratsam ist, zu bauen. Er ist für das PAWOZ relevant, da der räumliche Bewertungsrahmen bei der Standortauswahl für neue räumliche Entwicklungen verwendet werden muss.</p>
Bewertungsrahmen für Aktivitäten in der Nordsee.	<p>Der Bewertungsrahmen für Aktivitäten in der Nordsee gilt für alle Aktivitäten und Projektbeschlüsse, die nach den für die Nordsee geltenden Gesetzen und Verordnungen im Küstenmeer und in der AWZ genehmigungspflichtig sind, soweit es sich um Aspekte handelt, die das Gewässersystem der Nordsee betreffen. Der Bewertungsrahmen wurde so weit wie möglich in das Umwelt- und Planungsgesetz integriert. Der Bewertungsrahmen ist eine politische Leitlinie, nach der sich die zuständige Behörde bei der Erteilung von Genehmigungen zu richten hat. Der Bewertungsrahmen ist für das PAWOZ relevant, da sich das PAWOZ auf die Nutzung der Nordsee bezieht.</p>
„Nationaal Waterstof Programma“ [Nationales Wasserstoffprogramm, NWP], 2021	<p>Das Nationale Wasserstoffprogramm ist ein Arbeitsplan und trägt dazu bei, die Ziele des Klimaabkommens in Bezug auf Wasserstoff zu erreichen. Der Plan erforscht und fördert den Beitrag von Wasserstoff zur Energiewende. Er ist für das PAWOZ von Bedeutung, da das PAWOZ zu den Wasserstoffzielen beiträgt, indem es erforscht, wie die Energie für die Wasserstoffkompression und der auf See produzierte Wasserstoff durch Pipelines an Land gelangen können.</p>
Fahrplan Wasserstoff, 2022	<p>Im Fahrplan Wasserstoff wird beschrieben, wie eine breite Gruppe von Interessenvertretern in den kommenden Jahren Fortschritte erzielen will, um die Wasserstoff- und Klimaziele der Niederlande zu erreichen. Der Fahrplan enthält Zielvorgaben, z. B. die Erhöhung der inländischen Erzeugung auf 80 Petajoule bis 2030 und 6 bis 8 Gigawatt für die Elektrolyse. Bis zum Jahr 2030 wird auch die Offshore-Elektrolyse ausgebaut. Der Fahrplan ist für das PAWOZ von Bedeutung, da er besagt, dass die Infrastruktur für den Offshore-Wasserstofftransport in Zukunft für die niederländische Energieversorgung wichtig sein wird und von mehreren Offshore-Windparks sowie für den internationalen Transport genutzt wird.</p>
Raumplanerisches Leitbild Wattenmeer, 2023	<p>Das raumplanerische Leitbild Wattenmeer enthält die Grundzüge der niederländischen Politik für das Wattenmeer. Wichtigstes Ziel für das Wattenmeer ist die nachhaltige Entwicklung des Wattenmeers als Naturschutzgebiet sowie die Erhaltung der einzigartigen offenen Landschaft. Die Politik zielt darauf ab, einen nachhaltigen Schutz und eine möglichst natürliche Entwicklung der Bodenprozesse zu gewährleisten und eine hohe Wasserqualität sicherzustellen. Die im Boden vorhandenen archäologischen Werte werden geschützt. Das PAWOZ muss dem raumplanerischen Leitbild Rechnung tragen.</p>
Raumplanerischer Entwicklungsplan für Infrastruktur und Raumordnung, 2012	<p>Im raumplanerischen Entwicklungsplan für Infrastruktur und Raumordnung skizziert die niederländische Regierung die Ziele der niederländischen Raumplanungs- und Mobilitätspolitik im Jahr 2040. Er ist für das PAWOZ relevant, weil er die Ambitionen, Ziele und Pläne in Bezug auf Energiesicherheit und Offshore-Windenergie aufzeigt.</p>
Nationales Leitbild zur Raumordnungs- und Umweltpolitik (NOVI), 2020	<p>Das Nationale Leitbild zur Raumordnungs- und Umweltpolitik (NOVI) ist ein Instrument des Umwelt- und Planungsgesetzes. Bis zum Inkrafttreten des Umwelt- und Planungsgesetzes galt das NOVI als raumplanerisches Leitbild im Rahmen des Raumordnungsgesetzes (Wro). Im NOVI steht, dass auf See Raum für Windkraftanlagen gesucht wird. Das NOVI blickt auch in die Zukunft, in der viel erneuerbare Energie gespeichert werden muss, damit sie in Zeiten, in denen keine erneuerbare Energie erzeugt wird, genutzt werden kann.</p>

Strategiepapier	Erläuterung und Relevanz
<p>Programmatischer Ansatz für große Gewässer (PAWG), 2018</p>	<p>Der Programmatische Ansatz für große Gewässer (PAGW) des ehemaligen Ministeriums für Infrastruktur und Wasserwirtschaft (IenW) und des Ministeriums für Landwirtschaft, Natur und Lebensmittelqualität (LNV) ist ein Programm mit dem Ziel, die Ökosysteme in den niederländischen großen Gewässern durch Verbesserung der Wasserqualität und Stärkung der Natur wieder zukunftsfähig zu machen. Der PAGW schafft die Rahmenbedingungen für eine wirksame Umsetzung von Maßnahmen zur Durchführung von Natura 2000-Managementplänen und zur Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, um nur einige zu nennen. Der PAGW ist für das PAWOZ relevant, da der PAGW auch das Wattenmeergebiet umfasst.</p>
<p>Programm Ems-Dollart 2050</p>	<p>Das Programm Ems-Dollart 2050 ist ein mehrjähriges Anpassungsprogramm von Regierungen (einschließlich Gemeinden, Provinz und Wasserbehörden) und Interessenvertretern. Zielvorstellung ist, dass das Ems-Dollart-Ästuar im Jahr 2050 ein klimaresistentes und widerstandsfähiges Ästuar mit angemessener Größe und natürlicher Dynamik, gesunden Lebensräumen und allmählichen Übergängen, natürlicher Trübung und ausreichender Nahrung an der Basis der Nahrungskette ist. Diese Zielvorstellung bildet den Kompass für die Entwicklung und Umsetzung des PAWOZ.</p>
<p>Nordsee-Abkommen, 2020</p>	<p>Das Nordsee-Abkommen enthält gemeinsame Grundsätze, Aufgaben und Vereinbarungen, die ein Gleichgewicht zwischen den Aufgaben der Fischerei, der Natur und der Windenergie herstellen und dabei die Interessen anderer Nutzer wie der Schifffahrt und der Sandgewinnung berücksichtigen. Das Noordsee-Abkommen enthält u. a. Vereinbarungen über die Meeresinfrastruktur, die Ausweisung und den Schutz von Gebieten, Anlagen und Objekten in der Nordsee sowie die Durchsetzung und Sicherheit. Die Regierung und die Interessenvertreter verpflichten sich gegenseitig zu einer loyalen Zusammenarbeit bei der Umsetzung der Verpflichtungen aus diesem Abkommen. Die Punkte des Nordsee-Abkommens wurden in das PAWOZ aufgenommen. Die Vereinbarungen in diesem Abkommen bilden die Grundlage für das Programm Nordsee 2022-2027 und den Fahrplan Windenergie auf See nach 2030.</p>
<p>Rahmenvereinbarung 2024 – 2028, 2024</p>	<p>In der Rahmenvereinbarung 2024-2028 haben die vier Koalitionsparteien festgelegt, dass in der Klimapolitik an den bestehenden Vereinbarungen festgehalten werden soll. Windturbinen kommen so weit wie möglich auf See, wobei der Raum für die Fischerei zuerst berücksichtigt wird.</p>
<p>Politikrahmen Natur im Wattenmeer</p>	<p>Der Politikrahmen zielt darauf ab, die (kumulativen) Auswirkungen der Nutzung des Wattenmeeres auf die Natur zu verringern, um das Gleichgewicht zwischen Ökologie und Wirtschaft wiederherzustellen. Der Politikrahmen trägt zum wichtigsten Ziel für das Wattenmeer bei: „dem nachhaltigen Schutz und der Entwicklung des Wattenmeers als Naturschutzgebiet sowie der Erhaltung der einzigartigen offenen Landschaft“. Der Politikrahmen wird dazu beitragen, die in der Agenda für das Wattenmeer 2050 beschriebenen Naturschutzaufgaben zu konkretisieren und einige der in der Agenda genannten Dilemmas zu lösen. Der Rahmen ist für das PAWOZ von Bedeutung, da er zu gegebener Zeit von den zuständigen Behörden wie den Verwaltern der Natura 2000-Gebiete und den Genehmigungsbehörden nach dem Umwelt- und Planungsgesetz verwendet werden kann.</p>
<p>Politik der niederländischen Provinzen</p>	
<p>Noordervisie2040, 2013</p>	<p>Die Noordervisie2040 ist eine räumlich-wirtschaftliche Vision der Provinzen Drenthe, Friesland und Groningen und setzt verschiedene Übergänge auf die Tagesordnung, unter anderem in Bezug auf Wasser, Energie und Landwirtschaft. Für das PAWOZ ist die Noordervisie relevant, weil sie die Vision skizziert, wie das Wattenmeergebiet aussehen soll.</p>
<p>Regionales Wasserprogramm der Provinz Groningen 2024, Regionales Wasserprogramm der Provinz Friesland 2022-2027</p>	<p>Das Regionale Wasserprogramm (RWP) ist ein Umweltprogramm mit politischen Rahmenvorgaben und Ausarbeitungen für die Wasserwirtschaft und die Anpassung an den Klimawandel in den Provinzen. Für das PAWOZ sind die Programme relevant, weil sie Ziele für den Boden, das Grundwasser (Reserven) und das Wattenmeer enthalten.</p>

Strategiepapier	Erläuterung und Relevanz
Leitbild zur Raumordnungs- und Umweltpolitik Fryslân 2020, Leitbild zur Raumordnungs- und Umweltpolitik Groningen 2021	Die Leitbilder zur Raumordnungs- und Umweltpolitik der Provinzen legen langfristige Strategien für das physische Lebensumfeld fest. Für das PAWOZ sind die Leitbilder u.a. deshalb relevant, weil sie die Strategien und politischen Maßnahmen in Bezug auf die Wattenlandschaft, die Boden- und Wasserqualität und das Ems-Dollart-Gebiet aufzeigen. In den Leitbildern wird der Offshore-Windenergieerzeugung der Vorzug gegeben.
Politik der Wasserverbände	
Wasserwirtschaftsprogramm 2022-2027, Wetterskip Fryslân	Wetterskip Fryslân verwaltet das Gewässersystem, die Hochwasserschutz- und Kläranlagen in Friesland und im Groninger Westerkwartier. Dabei werden die drei Kernthemen beibehalten, in die sich die Arbeit des Wasserverbandes gliedert: Wassersicherheit, ausreichendes Wasser und sauberes Wasser. Das Wasserwirtschaftsprogramm nennt drei für das PAWOZ relevante Entwicklungen: den Klimawandel, Störungen der Ökologie und das sich verändernde Verhältnis zwischen Staat und Gesellschaft. Das Wasserwirtschaftsprogramm ist für das PAWOZ auch deshalb relevant, weil es den Rahmen und die Vorschriften für die Wasserläufe und Deiche im Plangebiet vorgibt.
Wasserwirtschaftsprogramm 2022-2027, Noorderzijlvest	Der Wasserverband Noorderzijlvest sorgt für sicheres, ausreichendes und sauberes Wasser in Teilen von Groningen, Drenthe und einem kleinen Teil von Friesland. Der Schwerpunkt des Wasserwirtschaftsprogramms 2022-2027 liegt auf einer natürlicheren und nachhaltigeren Wasserbewirtschaftung. Die Verhinderung von Dürre und Versalzung, die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, die Förderung der biologischen Vielfalt, die Gewinnung von Rohstoffen und Energie aus Abwasser und die weitere Zusammenarbeit in der Wasserkette sind einige der Herausforderungen, die in dem Programm genannt werden. Es ist für das PAWOZ relevant, weil es die Rahmenbedingungen und Vorschriften für Wasserläufe und Deiche im Plangebiet enthält.



ANHANG: BERICHT TRASSENENTWICKLUNG



PROGRAMM ANSCHLUSS DER OFFSHORE-WINDENERGIE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Bericht Trassenentwicklung Teil 3

Ministerie voor Klimaat en Groene Groei
[nl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum]

21. FEBRUAR 2025

Projekt Programm Anschluss der Offshore Windenergie (PAWOZ) - Eemshaven
Auftraggeber Ministerie voor Klimaat en Groene Groei
[nl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum]

Titel Notitie Routeontwikkeling Deel 3
Organisation RHW - Zweckverband RHDHV & W + B
Arbeitspaket 4.4 Bericht Trassenentwurf
Bestandteil GEN - General
Art RP-Bericht
Fachbereich GEN - General
Status A1 – Client accepted
Fortschritt in % 100%
Projektnummer BI9148
Aktenzeichen des Dokuments BI9148-RHW-4.4-GEN-RP-MR-116881

Datum 21. FEBRUAR 2025

Adresse **Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.** **Royal HaskoningDHV Nederland B.V.**
Postbus 24087 Postfach 1132
3511 SW Utrecht 3818 EX Amersfoort
Niederlande Niederlande
www.witteveenbos.com www.royalhaskoningdhv.nl

0	BÜRGERINFO	1
0.1	Vorgehensweise Schritt 2	2
0.2	Ergebnisse Schritt 2	5
0.3	Fortführung (Schritt 4)	7
1	BESCHREIBUNG DES PROGRAMMS PAWOZ - EEMSHAVEN	8
1.1	Grund und Anlass für das Programm	8
1.2	Zielsetzung des Programms	8
1.3	Beschreibung des Plangebietes	9
1.4	Geplante Aktivität des Programms PAWOZ-Eemshaven	10
	1.4.1 Offshore- und Onshore-Stromnetz	10
	1.4.2 Offshore- und Onshore-Wasserstoffnetz	12
	1.4.3 Tunnelsystem zwischen Ballonplaat und Eemshaven	13
1.5	Ziel dieses Berichts	14
2	DER PLANUNGSPROZESS	15
2.1	Einleitung	15
2.2	Robuste Planung	15
2.3	Trassenentwicklung	18
	2.3.1 Ein schrittweiser Prozess	19
	2.3.2 Prozess zur Einbeziehung des Umfeldes	21
2.4	Folgeverfahren	23
3	AUSGANGSPUNKTE ZUR TRASSENENTWICKLUNG	24
3.1	Einleitung	24
3.2	Elektrische Verbindung (Kabelsysteme)	24
	3.2.1 Offshore-Plattform	25
	3.2.2 Kabelsysteme auf See (Offshore und Nearshore)	26
	3.2.3 Onshore-Kabelsysteme	28
	3.2.4 Umspannwerk oder Konverterstation	29
	3.2.5 Hochspannungsumspannwerk (380 kV)	30
3.3	Wasserstoffanschluss (Pipelines)	30
	3.3.1 Plattform auf See und Wasserstoffproduktion	31
	3.3.2 Wasserstoffanschlüsse (Pipelines) auf See	31
	3.3.3 Wasserstoffanlandestation und Ventilstationen	33
	3.3.4 Wasserstoffanschlüsse (Pipelines) an Land	34
3.4	Tunnelsystem	34

4	ÜBERSICHT ÜBER SÄMTLICHE TRASSEN	37
5	NORDSEETRASSEN A BIS EINSCHL. D	42
5.1	Status der Trassen	42
5.2	Erläuterung zu den Trassen für Kabelsysteme	46
5.2.1	A: Parallel zu Gemini-Kabeln	46
5.2.2	B: Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel	47
5.2.3	C: Direkt zu TNW	47
5.2.4	D: Parallel zu bestehender Gaspipeline	47
5.2.5	Verlegemethode – Kabelsysteme	47
5.2.6	Verlegemethode – Pipelines	48
5.2.7	Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Kabelsysteme und/oder Pipelines	48
6	I: MEEUWENSTAART-TRASSE	50
6.1	Status der Trasse	50
6.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)	50
7	II: OUDE-WESTEREEMS-TRASSE	54
7.1	Status der Trasse	54
7.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)	54
8	III: HORSBORNGAT-TRASSE	59
8.1	Status der Trasse	59
8.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)	60
9	IV: GEUL-TRASSE ROTTUMS	63
9.1	Status der Trasse	63
9.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)	63
10	V: BOSCHGAT-TRASSE	67
10.1	Status der Trasse	67
10.2	Erläuterung zur Trasse	68
11	VII: SCHIERMONNIKOOG WANTIJ-TRASSE	71
11.1	Status der Trasse	71

11.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)	71
12	VIII: AMELAND WANTIJ-TRASSE	75
12.1	Status der Trasse	75
12.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)	75
13	IX: ZOUTKAMPERLAAG-TRASSE	78
13.1	Status der Trasse	78
13.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)	79
14	X: TUNNEL-TRASSE	82
14.1	Status der Trasse	82
14.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)	82
	14.2.1 Bau und Inbetriebnahme des Tunnels	86
15	LANDTRASSEN – XI: DEICHVARIANTE-B-TRASSE	88
15.1	Status der Trasse	88
15.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)	88
16	LANDTRASSEN – KABELSYSTEME	90
16.1	Status der Trasse	90
16.2	Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)	91
17	LANDTRASSEN – PIPELINES	97
17.1	Status der Trassen	97
17.2	Erläuterung zu den Trassen (Baseline 3)	98
	Letzte Seite	104

	Anhänge	Anzahl Seiten
I	Glossar und Abkürzungen	10
II	TenneT Trassenentwurf Baseline 1	90
III	Gasunie-Trassenführung Baseline 1	50
IV	Übersichtskarte Trassen	1
V	Erläuterung der Entwicklung und eventueller Trichterung zwischen Baseline 0 und Baseline 3	160
VI	Studie morphologischer Profilentwurf Wattenmeertrassen	171
VII	Bericht zu Abstand Kabel zu Pipelines TenneT	6
VIII	Bericht zu Abstand Kabel zu Pipelines Gasunie	4
IX	Risk Based Burial Depth	58
X	Tennet Trassenentwurf Baseline 2	26
XI	Gasunie Trassenentwurf Baseline 2	83

0

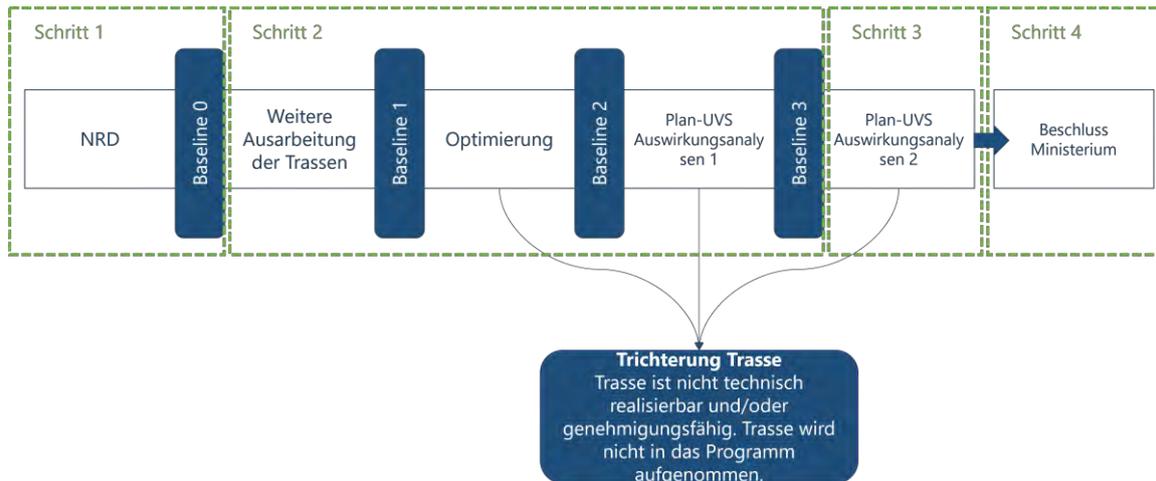
BÜRGERINFO

In der Nordsee nördlich der niederländischen Watteninseln werden Windparks angelegt. Die Energie aus diesen Anlagen muss zum Eemshaven gebracht werden. Dies kann über Kabelsysteme oder, wenn der Strom auf See in Wasserstoff umgewandelt wird, über Pipelines geschehen. Der niederländische Staat untersucht nun in engem Kontakt mit der Region, welche geeigneten Transportwege es gibt, um diese Energie zum Eemshaven zu befördern. Dabei ist es wichtig, die Auswirkungen dieser möglichen Trassen und Verlegetechniken genau zu untersuchen. Die Entwicklung und Bewertung von Trassen erfolgt im Rahmen des Programms Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) [Programm Anschluss von Offshore-Windparks] - Eemshaven. (Kurz: PAWOZ). Der Zweck der Plan-UVS des PAWOZ besteht darin, für mögliche Trassen zu untersuchen, ob es ausreichenden physischen und ökologischen Raum für die Verlegung von Kabelsystemen und/oder Pipelines gibt. Dann wird eine Priorisierung vorgenommen, welche Trassen in welcher (zeitlichen) Reihenfolge genutzt werden können.

Das PAWOZ besteht aus 4 Schritten:

- in Schritt 1 wurde die Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad] ausgearbeitet. Das ist die Forschungsagenda des PAWOZ: Welche Trassen werden untersucht und was müssen wir über sie wissen? Die Forschungsarbeiten selbst werden in Schritt 3 ausgeführt. Dieser NRD wurde am 30. Januar 2023 endgültig beschlossen. Der NRD ist hier online zu finden: [Programma Aansluiting Wind Op Zee \(PAWOZ\) - Eemshaven \(rvo.nl\)](https://www.rvo.nl/nl/onderzoek-en-advies/programma-aansluiting-wind-op-zee-pawoz) [Programm Anschluss der Offshore-Windenergie (PAWOZ)];
- in Schritt 2 werden die Trassen aus dem NRD (Baseline 0) konkreter ausgearbeitet (Baseline1). Abschnitt 2.3 beschreibt, worum es sich bei einer Baseline handelt. Auf der Grundlage dieser Ausarbeitung wurden Optimierungen für die Trassen ausgearbeitet und es wurde bestimmt, welche Trassen in der ersten Runde der Wirkungsanalysen in der Plan-UVS und in der IEA untersucht werden und welche nicht (Baseline 2). Auf Grundlage der ersten Runde der Wirkungsanalysen wurden die Trassen weiter optimiert oder sie wurde getrichtert (Baseline 3). Die Schlussfolgerungen aus diesem Schritt stehen in dieser Endfassung des Berichts Trassenentwicklung (Teil 3);
- in Schritt 3 wird untersucht, welche Auswirkungen der Bau von Trassen hat, z. B. auf die Natur, die Landwirtschaft oder die Schifffahrt. Dies wird in der Gesamtfolgenabschätzung (IEA) beschrieben, zu der auch die Umweltverträglichkeitsstudie (Plan-UVS) gehört. Diese Berichte geben einen Überblick über alle untersuchten Auswirkungen;
- in Schritt 4 bestimmt das Ministerium für Klima und Grünes Wachstum in Abstimmung mit den regionalen Behörden auf der Grundlage aller Informationen aus Schritt 3, welche Trassen in welcher (zeitlichen) Reihenfolge für die Verlegung von Kabelsystemen- und/oder Wasserstoff-Pipelines genutzt werden können. Dies wird in dem vom Ministerium für Klima und grünes Wachstum zu erstellenden Programmdokument dokumentiert.

Abbildung 0.1 Schematische Darstellung des Trassenentwicklungsprozesses (Schritt 1, 2, 3 und 4)



Prozess zur Einbeziehung des Umfeldes

- bei jedem Schritt wird das Umfeld mit einbezogen;
- beiträge aus dem Umfeld werden sowohl bei der Ausarbeitung als auch bei der Bewertung der Trassen mitberücksichtigt;
- im Rahmen von PAWOZ wird nach dem Prinzip der radikalen Transparenz gearbeitet: Verfügbare Informationen werden möglichst frühzeitig kommuniziert und online auf der [PAWOZ-Website](#) veröffentlicht.

Dieser Bericht Trassenentwicklung wurde erstellt, um die möglichen Trassen und die dazugehörigen, vermutlich zur Anwendung kommenden Bautechniken zu beschreiben. Die vorherigen Teile, [Teil 1](#) und [Teil 2](#), gelten als Dokumente im Wachstum: Bei neuen Erkenntnissen, wenn Trassen detaillierter ausgearbeitet werden oder auf der Grundlage von Auswirkungsanalysen, wurde ein neuer Teil erstellt. Dabei wurden auch Trassenoptimierungen untersucht. Diese endgültige Version des Berichtsentwurf Trassenentwicklung (Teil 3) ist die Festsetzung der hierfür endgültig zu untersuchenden Trassen (Baseline 3). Mit den Informationen aus diesem Bericht Trassenentwicklung wurden die Studien für die Plan-UVS und die IEA durchgeführt.

In dieser Zusammenfassung lesen Sie die wichtigsten Punkte aus endgültigen Bericht Trassenentwicklung (Teil 3).

0.1 Vorgehensweise Schritt 2

Im NRD wurden 8 Trassen für Kabelsysteme und 10 Trassen für Wasserstoffpipelines ausgewiesen. Der NRD wurde von der Kommission für die Umweltverträglichkeitsstudie überprüft. Die Empfehlung der Kommission ist [hier](#) zu finden. Die NRD-Trassen wurden im PAWOZ weiter untersucht. Um die Analysen zu den Auswirkungen dieser Trassen ordnungsgemäß durchführen zu können, wurden die NRD-Trassen in Schritt 2 konkreter ausgearbeitet. Auf der Grundlage dieser Ausarbeitung wurde geprüft, welche Trassen in den Auswirkungsanalysen in der Plan-UVS und in der IEA untersucht werden und welche nicht. Die Schlussfolgerungen aus diesem Schritt stehen in dieser Endfassung des Berichts Trassenentwicklung. In Abbildung 0.2 sind die Trassen von Baseline 3 (BL 3) dargestellt, die untersucht wurden.

Das Wattenmeer ist ein empfindliches und ökologisch einzigartiges Gebiet. Auch die Morphologie ist komplex: die Form des Meeresbodens ändert sich ständig durch den Einfluss von Wind und Gezeiten. Dies kann auch örtlich durch die Auswirkungen der Verlegung von Kabelsystemen oder Pipelines geschehen. Bei der Wahl der Verlegetechnik muss diese Dynamik berücksichtigt werden. In Schritt 2 wurden daher die Auswirkungen auf das Natura 2000-Gebiet Wattenmeer ausgehend vom Dreieck Technik, Ökologie und

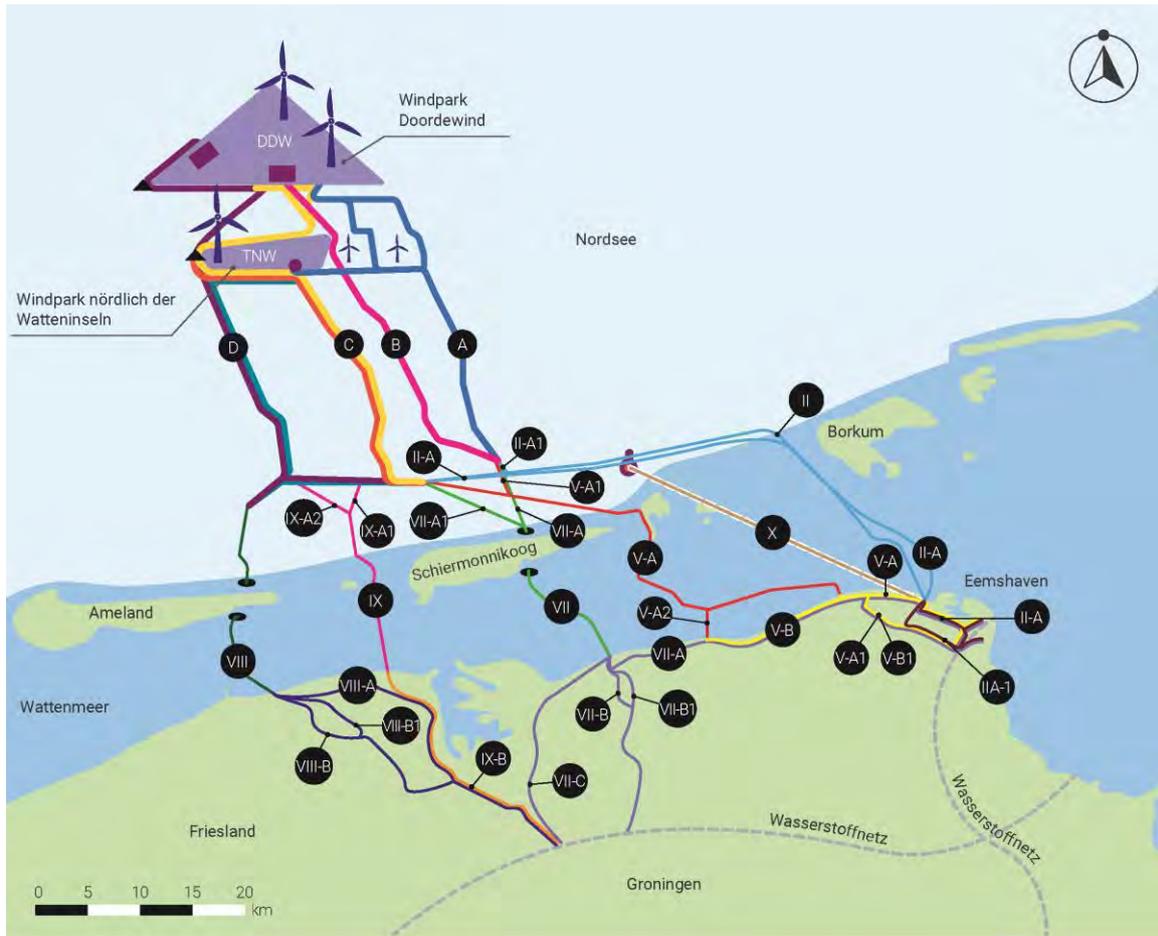
Morphologie und aus der Perspektive des Umweltschutzes [niederl. Umweltgesetz] betrachtet. Dieser Zwischenschritt führt zu ersten Erkenntnissen bezüglich der technischen Machbarkeit der Trassen. Außerdem wird für einige Trassen die Genehmigungsfähigkeit aufgrund der Naturschutzgesetze weitergehend eruiert. Dabei wurde geprüft, ob die zu erwartenden, erheblichen Auswirkungen abgemildert und, falls dies nicht möglich ist, kompensiert werden können. Ziel ist es, abzuschätzen, ob eine eventuelle ADC-Prüfung erfolgreich bestanden werden kann und damit zu Genehmigungsfähigkeit führen kann. Trassen, die sich als nicht machbar bzw. nicht genehmigungsfähig erweisen, wurden in Schritt 3 nicht weiter berücksichtigt. Diesen Prozess bezeichnet man als „trichtern“. Verbleibende Trassen werden in Schritt 3 der Plan-UVS und der IEA näher untersucht.

Um die schließlich verbleibenden Trassen zu ermitteln, wurden bei dem Verfahren auch Trassenoptimierungen geprüft. Diese neuen Erkenntnisse wurden bei der Erstellung von Teil 1 und Teil 2 des Bericht Trassenentwicklung berücksichtigt und schließlich in diese endgültige Version Teil 3 aufgenommen.

Der Bericht zur Trassenentwicklung verwendet dazu die folgende Unterteilung:

- rot - Die Trasse scheint eindeutig nicht durchführbar und/oder genehmigungsfähig zu sein. Die Trasse wird daher in der Plan-UVS und in den Folgenabschätzungen nicht weiter verfolgt (Schritt3);
- nicht rot - Die Trasse wird in Schritt 3 weiter untersucht. Die Auswirkungenanalysen in der Plan-UVS und der IEA sollen zeigen, ob Trassen eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Genehmigungsfähigkeit haben.

Abbildung 0.2 Übersichtskarte von Trassen, die in Baseline 3 untersucht wurden



Legende

Nordseetrassen Kabelsysteme	Wattenmeertrassen Kabelsysteme	Landtrassen Kabelsysteme
A Parallel zu Gemini-Kabeln	II Oude Westereems-Trasse	II Oude Westereems-Landtrasse
B Parallel zu stillgelegten Telekom-Kabel	V Boschgat-Trasse	V Boschgat-Landtrasse
C Direkt zu TNW	VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse	VII Schiermonnikoog Wantij- Landtrasse
D Parallel zu bestehender Gaspipeline	X Tunnel-Trasse	
	Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II	
Nordseetrassen Pipelines	Wattenmeertrassen Pipelines	Landtrassen Pipelines
C Direkt zu TNW	II Oude Westereems-Trasse	II Oude Westereems-Landtrasse
D Parallel zu stillgelegten Pipeline	VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse	VII Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse
Abgrenzungspunkt	VIII Ameland Wantij-Trasse	VIII Ameland Wantij-Landtrasse
Plattformen DDW	IX Zoutkamperlaag-Trasse	IX Zoutkamperlaag-Landtrasse
Plattform TNW1	X Tunnel-Trasse	
	Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II	

0.2 Ergebnisse Schritt 2

Die Ergebnisse von Schritt 2 stehen in Tabelle 0.1. Die Trassen sind in Zonen eingeteilt. Nordsee, Wattenmeergebiet und Festland Dabei wird angegeben, ob die Trasse für ein Kabelsystem (elektrischer Anschluss) und/oder eine Pipeline (Wasserstoffanschluss) geeignet ist. Dann wird genannt, was die Schlussfolgerung aus der Plan-UVS und der ersten Runde der Auswirkungsanalysen der IEA ist. Wenn die Trasse getrichtert (verworfen) wurde, ist sie in der Tabelle rot markiert. Dabei wird angegeben, zwischen welche Baselines (BL) die Trasse getrichtert wurde. Die getrichterten Trassen wurden in der Plan-UVS und bei den von der IEA behandelten Themen nicht weiter auf Umweltauswirkungen untersucht.

Tabelle 0.1 Übersicht der untersuchten Trassen

Zone	Kapitel	Trasse	Trassenname	Untersucht in Baseline 3?		Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
				Kabelsystem (Elektrische Verbindung)	Pipeline (Wasserstoff-Anschluss)	
Nordsee	5	A	Parallel zu Gemini-Kabeln	ja	Getrichtert BL1, BL2	7 Kabelsysteme
	5	B	Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel	ja	Getrichtert BL1, BL2	7 Kabelsysteme
	5	C	Direkt zu TNW	ja	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	5	D	Parallel zu bestehender Gaspipeline	ja	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
Wattenmeer gebiet	6	I	Meeuwenstaart-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	Getrichtert BL1, BL2	
	7	II	Oude-Westereems-Trasse (A, A1, Pipeline-Variante)	ja	ja	6 Kabelsysteme oder 3 Pipelines oder 1 Kabelsystem und 3 Pipelines oder 2 Kabelsysteme und 1 Pipeline
	8	III	Horsborngat-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	Getrichtert BL1, BL2	
	9	IV	Geul-Trasse Rottums	Getrichtert BL1, BL2	Getrichtert BL1, BL2	
	10	V	Boschgat-Trasse (A, A1, A2)	ja	Getrichtert BL1, BL2	1 Kabelsystem
	11	VII	Schiermonnikoog Wantij-Trasse (A, A1, Pipeline-Variante)	ja	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	12	VIII	Ameland Wantij-Trasse	Nicht zutreffend	ja	3 Pipelines
	13	IX	Zoutkamperlaag-Trasse (A)	Nicht zutreffend	Getrichtert (BL2, BL3)	

Zone	Kapitel	Trasse	Trassenname	Untersucht in Baseline 3?		Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
				Kabelsystem (Elektrische Verbindung)	Pipeline (Wasserstoff-Anschluss)	
Zone	13	IX	Zoutkamperlaag-Trasse (A1, A2)	Nicht zutreffend	ja	3 Pipelines
	14	X	Tunnel-Trasse	ja	ja	5 (DC-)Kabelsysteme und 2 Pipelines für ein Multi-Tube-Tunnelsystem (mehrere Tunnelröhren) <i>Getrichtert für die Einzelröhre. Die Option Multi-Tube wird geprüft.</i>
Land	15	XI	Deichvariante-B-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	Getrichtert BL1, BL2	
	16	II	Oude-Westereems-Landtrasse (A, A1)	ja	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	16	V	Boschgat-Landtrasse (A, A1, B, B1)	ja	ja	1 Kabelsystem
	16	VII	Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A)	ja	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	17	VIII	Ameland Wantij-Landtrasse (A, B, B1)	Nicht zutreffend	ja	3 Pipelines
	17	IX	Zoutkamperlaag-Landtrasse (A)	Nicht zutreffend	Getrichtert (BL2, BL3)	
	17	IX	Zoutkamperlaag-Landtrasse (B)	Nicht zutreffend	ja	3 Pipelines

Für die A: Parallel zu Gemini-Kabeln (Pipeline), die B: Parallel zu Gemini-Kabeln (Pipeline), die I: Meeuwenstaart-Trasse (Kabelsystem und Pipeline), die III: Horsborggat-Trasse (Kabelsystem und Pipeline), die IV: Geul-Trasse Rottums (Kabelsystem und Pipeline), die V: Boschgat-Trasse (nur für eine Pipeline), die IX: Zoutkamperlaag-Trasse (A), die IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse (A), die X: Tunnel-Trasse (Einzelröhre) und die XI: Deichvariante-B-Trasse (Kabelsystem und Pipeline) wurde der Schluss gezogen, dass die Trassen technisch nicht realisierbar und/oder genehmigungsfähig (Wnb) sind. Die wichtigsten Gründe dafür sind:

- **A: Parallel zu Gemini-Kabeln:** Eine Pipeline über die Nordseetrasse A, der östlichsten Trasse, stimmt geografisch gesehen nicht mit der Prämisse der kürzest möglichen Trasse überein, da Pipelines westlich dieser Trasse beim Windpark TNW oder beim Abgrenzungspunkt PAWOZ und pVAWOZ beginnen. Kapitel 5 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **B: Parallel zu Gemini-Kabeln:** Eine Pipeline entlang der Nordseetrasse B, der zweitöstlichsten Trasse, stimmt geografisch gesehen nicht mit der Prämisse der kürzest möglichen Trasse überein, da Pipelines westlich dieser Trasse beim Windpark TNW oder beim Abgrenzungspunkt PAWOZ und pVAWOZ beginnen. Kapitel 5 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **I: Meeuwenstaart-Trasse:** Für die Anfuhr von Material, das zur Verlegung von Pipelines erforderlich ist, müsste eine Arbeitsrinne durch den Meeuwenstaart (eine flache Sandbank) ausgebaggert werden. Diese Arbeiten würden zu permanenten Veränderungen der morphologischen Strukturen in dem Gebiet führen (möglicherweise sogar zum Verschwinden dieser Sandbank). Dadurch können erhebliche negative Auswirkungen auf dieses Vogelschutzrichtlinien-Gebiet nicht ausgeschlossen werden. Da diese Auswirkungen nicht kompensiert werden können, wurde die Trasse als nicht genehmigungsfähig beurteilt. Kapitel 6 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **III: Horsborggat-Trasse** und **IV: Geul-Trasse Rottums:** Wegen der Durchkreuzung des Referenzgebietes und vorübergehend geschlossenen Gebieten sowie aufgrund von Arbeiten in permanent geschlossenen Gebieten hat das Ministerium für Landwirtschaft, Natur und Lebensmittelsicherheit (Anhang V) verlauten lassen, dass die Trasse wegen der erforderlichen Verlegetechniken nicht genehmigungsfähig ist.

Ergänzend zur Betrachtung des Ministeriums haben Ökologen von RHDHV/Witteveen+Bos einen **ökologischen Quicksan** durchgeführt, in dem die gefährdeten Arten und die sensiblen Zeiträume in dem Gebiet im Umfeld dieser Trassen inventarisiert wurden. Daraus ergibt sich, dass die Bauarbeiten unrealistisch lange dauern würden, wenn die Arbeiten außerhalb der sensiblen Zeiträume ausgeführt würden (bis zu 10 Jahren). Würde dennoch innerhalb der sensiblen Zeiträume gearbeitet, wären erhebliche Auswirkungen auf Vögel und Seehunde nicht auszuschließen. Es wurde eine Abschätzung für die Schritte der ADC-Prüfung vorgenommen, wobei besonders der Bestandteil C (Compensatie/Kompensation) behandelt wurde. Dies ergab, dass eine Kompensation der Auswirkungen nicht machbar ist. Die Trasse wurde als nicht genehmigungsfähig eingestuft. Die Kapitel 8 und 9 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;

- **V: Boschgat-Trasse:** Für die Anfuhr von Gerät und für die Verlegung einer Pipeline (für einen Wasserstoffanschluss) im Boschgat sind umfangreiche Baggerarbeiten erforderlich. Bei dem Volumen, das ausgebagert und umverteilt werden muss, geht es um 6 Mio. m³. Trübungsberechnungen und nachfolgende ökologische Bewertungen des früheren Projekts Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden (das die gleiche Trasse für ein Kabelsystem nutzt und ein geringeres Baggervolumen umfasst) schließen erhebliche negative Auswirkungen der Trübungsfahne auf die nahe gelegenen Naturräume nicht aus. Da diese Auswirkung nicht kompensiert werden kann, wurde die Trasse für Pipelines als nicht genehmigungsfähig beurteilt. Kapitel 10 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **IX: Zoutkamperlaag-Trasse (A):** Die vorgesehene Trasse durchquert ein Militärgelände östlich des Lauwersmeers. Das niederländische Verteidigungsministerium ließ verlauten, dass es eine Durchquerung des Gebiets nicht zulässt. Diese Trasse hat sich daher als nicht realisierbar erwiesen. Kapitel 13 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **X: Tunnel-Trasse (Einzelröhre):** Die Untersuchungsphase zur technischen Machbarkeit des Tunnels hat gezeigt, dass die Risiken für eine Einzelröhre (mehrere Kabelsysteme und Rohre in einer Tunnelröhre) zu hoch sind. Das Einzelröhre wurde daher als technisch nicht realisierbar eingestuft. Kapitel 14 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **XI: Deichvariante-B-Trasse:** Sowohl in Bezug auf die Verlegung als auch auf die Instandhaltung sind die Anforderungen des Wasserverbandes an den Deich und die Anforderungen von TenneT (Kabelsysteme) und Gasunie (Pipelines) nicht vereinbar. Diese Trasse hat sich als nicht realisierbar erwiesen. Kapitel 15 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema;
- **IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse (A):** Die vorgesehene Trasse durchquert ein Militärgelände östlich des Lauwersmeers. Das niederländische Verteidigungsministerium ließ verlauten, dass es eine Durchquerung des Gebiets nicht zulässt. Diese Trasse hat sich daher als nicht realisierbar erwiesen. Kapitel 17 sowie Anhang V enthalten weitere Informationen zu diesem Thema.

Diese Trassen wurden daher in der Plan-UVS und der IEA (Schritt 3) des PAWOZ nicht weiter untersucht. Trassen ohne rote Markierung in Tabelle 0.1 wurden in den Auswirkungsanalysen der Plan-UVS und der Gesamtfolgenabschätzung untersucht.

0.3 Fortführung (Schritt 4)

Mit der Plan-UVS und der IEA, die sich auf diesen endgültigen Bericht Trassenentwicklung Teil 3 stützen, ist Schritt 3 des PAWOZ abgeschlossen. Auf Grundlage sämtlicher Information aus der Plan-UVS und der IEA beschließt das niederländische Ministerium für Klima und grünes Wachstum in Abstimmung mit den regionalen Behörden, welche Trassen in welcher (zeitlichen) Reihenfolge für die Verlegung von Kabelsystemen- und/oder Wasserstoff-Pipelines genutzt werden können. Dies wird in dem Programm(entwurf) festgehalten, der vom Ministerium für KGG vorbereitet wird.

1

BESCHREIBUNG DES PROGRAMMS PAWOZ - EEMSHAVEN

Hierbei geht es sich um den Bericht Trassenentwicklung des Programm Anschluss Offshore-Windkraft – Eemshaven - (im Folgenden: PAWOZ). In der Nordsee nördlich der Watteninseln sind neue Windparks geplant. Die Energie aus diesen künftigen Windparks soll im Eemshaven an das Energienetz angeschlossen werden. Das PAWOZ untersucht und priorisiert mehrere Trassen für Kabelsysteme und Wasserstoffpipelines von zukünftigen Windparks in der Nordsee, durch das Wattenmeergebiet und das Festland zum Eemshaven.

In diesem Kapitel wird zunächst der Anlass des Programms erläutert (Abschnitt 1.1) und die Zielsetzung des Programms (Abschnitt 1.2). Abschnitt 1.3 behandelt das Plangebiet. Abschnitt 1.4 behandelt das geplante Vorhaben. Schlussendlich wird in Abschnitt 1.5 die Zielsetzung dieses Berichts zur Trassenentwicklung auseinandergesetzt.

1.1 Grund und Anlass für das Programm

Nördlich der niederländischen Watteninseln, in der Nordsee, entstehen neue Windparks. Dabei geht es in jedem Fall um den Windpark *Ten Noorden van de Waddeneilanden* (TNW, 700 Megawatt) und den Windpark *Doordewind* (DDW, 4 Gigawatt). Später können weitere Windparks hinzukommen. Alle diese Windparks zusammen können eine große Menge an erneuerbarer Energie erzeugen.

Die Energie aus diesen Windparks muss in das nationale Hochspannungsnetz von TenneT oder in das Wasserstoffnetz Niederlande von Gasunie beim Eemshaven eingespeist werden. Dies kann über Stromkabel (nachstehend Kabelsysteme genannt) oder, wenn der Strom auf See in Wasserstoff umgewandelt wird, über Wasserstoff-Pipelines (im Folgenden: Pipelines) geschehen. Der Staat untersucht nun gemeinsam mit der Region, welche Trassen und dazugehörigen Stationen genutzt werden können, um diese Windenergie zum Eemshaven zu befördern. Außerdem wird geprüft, welche Trassen zuerst genutzt werden sollen.

Dabei ist es wichtig, die Auswirkungen bei verschiedenen Trassen, Stationsstandorten und von unterschiedlichen Verlegetechniken genau zu untersuchen. Die Entscheidungsfindung darüber, welche Trassen in welcher Reihenfolge zu nutzen sind, erfolgt im Rahmen des Programms Anschluss der Offshore-Windkraft - Eemshaven (im Folgenden: PAWOZ).

1.2 Zielsetzung des Programms

Das Ziel von PAWOZ ist es, zu untersuchen, wo ausreichend Raum für den Bau von Kabelsystemen, Pipelines und zugehörigen Stationen in der Nordsee, im Wattenmeergebiet und an Land vorhanden ist. Dabei bezeichnet Raum sowohl tatsächlichen geografischen Raum als auch Raum innerhalb der Umweltrichtlinien. Zum Aufbau und der Verlegung von Kabelsystemen, Pipelines und Stationen braucht man beides. In jedem Fall geht es um den Raum für die Anbindung von TNW und DDW. Außerdem wurde untersucht, wie viel weiteren Platz es gibt, mit einem Maximum von 10,7 GW für elektrische Verbindungen und 36-42 GW für Wasserstoff.

Bei jeder Trasse bestehen Herausforderungen, weil bestimmte Regeln gelten und es auch andere Nutzer gibt. Für jede Trasse wurde untersucht, wie viel Platz zur Verfügung steht. Diese Informationen dienen als Input für das Programm. Das Programm setzt Prioritäten bei den Trassen. Dies bedeutet, dass eine Trasse gegenüber einer anderen bevorzugt wird. Wenn TNW und DDW und andere Windparks in der Zukunft entwickelt werden, werden die Trassen vom PAWOZ genutzt, um die Windparks anzubinden. Das PAWOZ trägt somit dazu bei, Offshore-Windparks anzubinden und dadurch den CO₂-Ausstoß der Niederlande zu reduzieren und die Energiewende in den Niederlanden voranzubringen.

Aufgabe ausgewiesene und zukünftige Windenergiegebiete

Aufgabe DDW

Das Windenergiegebiet Doordewind (DDW) wird aus zwei Windparks bestehen, DDW-Nord und DDW-Süd. Beide erhalten eine Kapazität von 2 GW. In dieser UVS wurden der Einfachheit halber beide zukünftigen Windparks zusammengenommen. Dies wird als Windpark DDW bezeichnet und hat eine Kapazität von 4 GW. DDW wird mit zwei Gleichstrom-Kabelsystemen (von je 2 GW) an das nationale Hochspannungsnetz angeschlossen.

Aufgabe TNW

Der Windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) erhält eine Kapazität von 700 MW. Der Windpark ist als Demonstrationsprojekt für Wasserstoff für 500 MW ausgewiesen und soll über eine Pipeline an das Wasserstoffnetz Niederlande angeschlossen werden. Es wird geprüft, ob die restlichen 200 MW mit einer elektrischen Verbindung an DDW angeschlossen werden können. Alternativ wurde die Möglichkeit geprüft, TNW mit zwei Wechselstrom-Kabelsystemen (von je 350 MW) an das nationale Hochspannungsnetz anzuschließen.

Zukünftige Windenergiegebiete

Es ist noch nicht entschieden, welche Gebiete in Zukunft für die Windenergie reserviert werden und wo die Energie aus diesen Parks an Land geführt wird. Dies wird im Rahmen des Programms Verbindungen Aanlanding Wind Op Zee 2031-2040 [Programm für die Verbindungen zur Anlandung von Offshore-Windenergie, pVAWOZ] untersucht. Das pVAWOZ nutzt die Ergebnisse des PAWOZ, um zu bestimmen, ob und über welche Trassen zukünftige Windgebiete an den Eemshaven angeschlossen werden können.

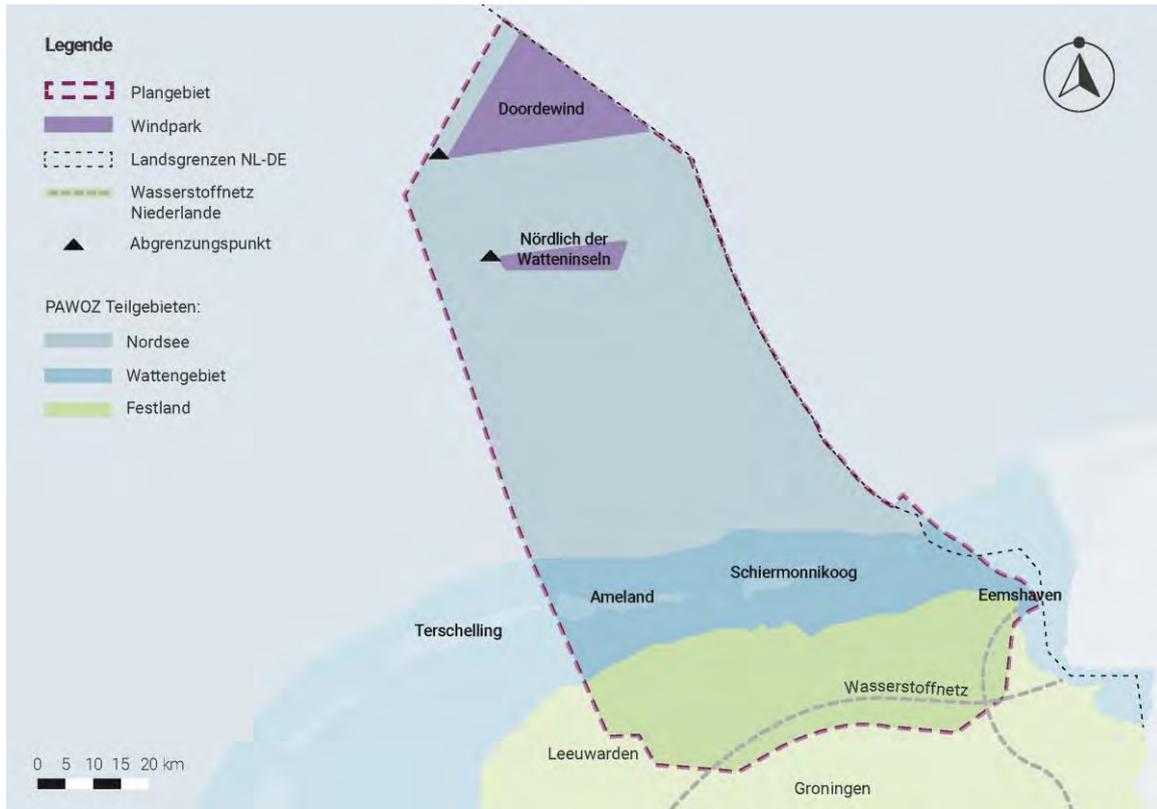
1.3 Beschreibung des Plangebietes

Abbildung 1.1 zeigt die Gebiete, in denen die Trassen und die Stationsstandorte untersucht wurden. Dies wird als PAWOZ-Plangebiet bezeichnet. Das Plangebiet ist in drei Teilgebiete unterteilt: die Nordsee, das Wattenmeergebiet und das Festland. Die Watteninseln und die Festlandsküste sind Teil des Wattenmeergebiets.

Abgrenzung PAWOZ - pVAWOZ

Bei den Untersuchungen für PAWOZ und pVAWOZ wurde mit sogenannten Abgrenzungspunkten gearbeitet. Da die Untersuchungen dieser Programme gleichzeitig stattfinden, wurde festgelegt, bis wohin eine Trasse im PAWOZ untersucht wird und wo das pVAWOZ anfängt. Der Abgrenzungspunkt ist also der Punkt, an dem sich die zu untersuchenden Trassen von PAWOZ und pVAWOZ berühren. Für Kabelsysteme liegt der Abgrenzungspunkt westlich des Windparks DDW. Für Pipelines liegt der Abgrenzungspunkt westlich des Windgebiets TNW.

Abbildung 1.1 Das PAWOZ-Plangebiet



1.4 Geplante Aktivität des Programms PAWOZ-Eemshaven

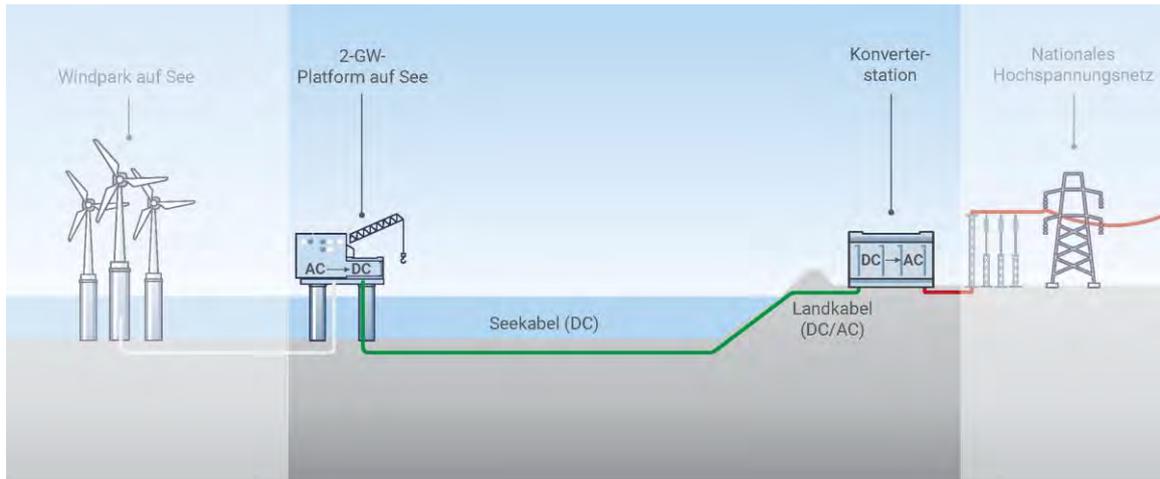
Die beabsichtigte Aktivität für das PAWOZ ist der Anschluss von Energie aus Offshore-Windparks oberhalb der Watteninseln an das nationale Hochspannungsnetz von TenneT oder an das Wasserstoffnetz Niederlande von Gasunie in der Nähe des Eemshavens. Auch die Möglichkeit eines Tunnelsystems, das den größten Teil des Wattenmeergebiets unterquert, wurde untersucht. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Merkmale des Stromnetzes, des Wasserstoffnetzes und des Tunnelsystems beschrieben. Eine umfassendere Erläuterung zur geplanten Aktivität und der Bautechniken findet sich in Kapitel 3.

1.4.1 Offshore- und Onshore-Stromnetz

Das Stromnetz besteht aus Kabelsystemen und zugehörigen Stationen. Das sind die Offshore-Plattformen bei TNW und DDW und die Umspannwerke oder Konverterstationen an Land. Der Forschungsauftrag für das PAWOZ besteht aus zwei Wechselstromverbindungen mit 220 kV (350 MW) und fünf Gleichstromverbindungen mit 525 kV (2 GW). Beide Verbindungsarten sind in Abbildung 1.2 dargestellt.

Die AC- und DC-Verbindungen laufen von einer Offshore-Plattform über Kabelsysteme unter dem Meeresboden zum Festland. Der Strom wird dann über Onshore-Kabelsysteme zu einem Umspannwerk (für Wechselstrom) oder einer Konverterstation (für Gleichstrom) geleitet. Dort wird die Spannungsebene auf 380 kV umgewandelt. Schließlich wird der Strom zu einer 380-kV-Hochspannungsstation transportiert, wo er an das nationale Hochspannungsnetz angeschlossen wird. Die für den Anschluss an das nationale Hochspannungsnetz in Frage kommenden 380-kV-Stationen sind Eemshaven Oudeschip und Eemshaven Oostpolderweg. Diese 380-kV-Stationen sind nicht Teil der geplanten Aktivität.

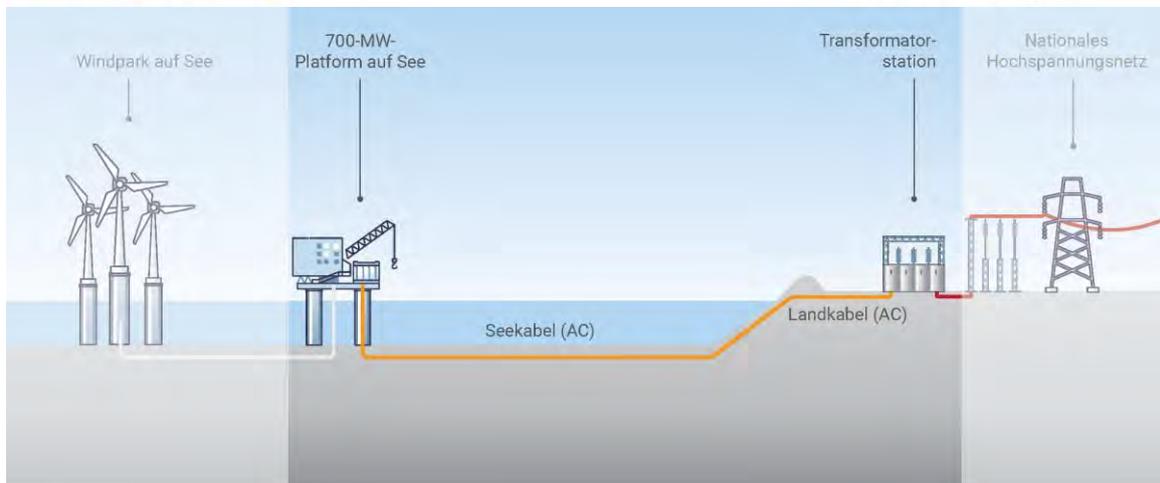
Abbildung 1.2 Schematische Darstellung des Stromnetzes (oben: Gleichstrom, unten: Wechselstrom)



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Witteveen Bos

525-kV-Kabel (DC)
380-kV-Kabel (AC)



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Witteveen Bos

220-kV-Kabel (AC)
380-kV-Kabel (AC)

Offshore-Plattformen

Die Plattformen von TNW und DDW sind Teil der geplanten Aktivität. Für DDW wurden zwei Suchgebiete untersucht. TenneT hat einen Standard für eine 700 MW AC-Plattform und für eine 2 GW DC-Plattform entwickelt. Die Plattformen künftiger Windparks wurden nicht berücksichtigt. Es ist nicht fest, ob und wenn ja, welche Windparks an den Eemshaven angeschlossen werden sollen. Die Windturbinen selbst und die Parkverkabelung sind kein Bestandteil des PAWOZ.

Offshore-Kabelsysteme

Im Prinzip ist der Abstand von Offshore-Kabelsystemen von TenneT 200 m voneinander. Dies gilt sowohl für AC- als auch für DC-Kabelsysteme. Bei der Verlegung von Kabelsystemen in der Nordsee und dem Wattenmeergebiet wird das Prinzip 'bury and would like to forget' angewendet. Dieses Prinzip zielt darauf ab, Kabelsysteme im ersten Anlauf so tief einzugraben, dass sie nicht durch die Gezeitenwirkung freigespült werden können. Die Tiefe wurde in einer Studie zur Eingrabetiefe ermittelt, die dem Bericht 'Trassenentwicklung' als Anhang beigefügt ist.

Es gibt verschiedene Kabelverlegetechniken für den Offshore-Bereich, die unterirdischen Rinnen und die trockenfallenden Wattplatten. Baggerarbeiten können erforderlich sein, um eine ausreichende Wassertiefe

für die Verlegefahrzeuge oder eine ausreichende Eingrabetiefe zu erreichen. Für die Durchquerung der Küste und der Inseln kommt das Horizontalspülverfahren zum Einsatz. (Im Folgenden: HDD-Bohrung). Die Dauer der Arbeiten zur Verlegung eines Kabelsystems auf See hängt unter anderem von der Verlegetechnik, der Kabellänge und der Trasse ab. Beim PAWOZ wird davon ausgegangen, dass maximal ein Kabelsystem pro Jahr verlegt wird.

Onshore-Kabelsysteme

Dort, wo die Offshore-Kabelsysteme das Land erreichen, müssen sie in unterirdische Onshore-Kabelsysteme übergeleitet werden. Um Onshore- und Offshore-Kabelsysteme zu verbinden, wird an der jeweiligen Stelle eine Übergangsmuffe benötigt (an der Landseite des Deichs). Dabei geht es um eine Art von Lüsterklemme zwischen den Onshore- und Offshore-Kabelsystemen.

Für die Verlegung von Kabelsystemen an Land gibt es zwei Verlegetechniken: eine offene Bauweise oder eine HDD-Bohrung. Für die Verlegung von Kabelsystemen an Land ist mit einer Arbeitsdauer von etwa 10 Wochen pro Kilometer zu rechnen. Dies gilt sowohl für AC- als auch für DC-Verbindungen.

Umspannwerk oder Konverterstation

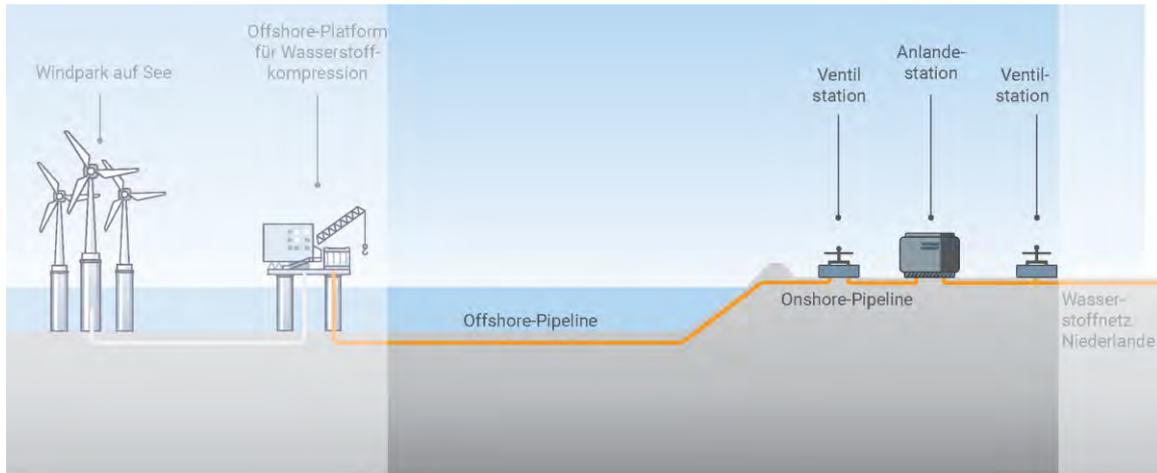
Bevor die Onshore-Kabelsysteme an das landesweite Hochspannungsnetz angeschlossen werden können, muss die Spannung auf 380 kV Wechselspannung transformiert werden. Das geschieht in einem Umspannwerk. Im Falle einer DC-Verbindung bedeutet dies, dass diese zunächst auch noch umgewandelt werden muss (von DC in AC). Das geschieht in einer Konverterstation.

1.4.2 Offshore- und Onshore-Wasserstoffnetz

Das Offshore- und Onshore-Wasserstoffnetz umfasst Pipelines sowie die dazugehörigen Stationen, wie in Abbildung 1.3 dargestellt. Das sind die Anlandestationen und Ventilstationen. Der Forschungsauftrag für das PAWOZ besteht aus drei Pipelines für den Wasserstofftransport, einschließlich Wasserstoffanlandestationen und Ventilstationen.

Von einer Offshore-Plattform läuft eine Pipeline über den Meeresboden zum Festland. Bei der Anlandung wird eine Wasserstoffanlandestation entstehen. Bei der Anlandung wird es auch eine Ventilstation geben, wo die Offshore-Pipeline von der Onshore-Pipeline abgetrennt werden kann. Die Onshore-Pipelines werden an das niederländische Wasserstoffnetz angeschlossen, das von Hynetwork (einer hundertprozentigen Tochtergesellschaft von Gasunie) entwickelt wird, www.hynetwork.nl). Beim Anschluss an das landesweite Wasserstoffnetz ist auch eine Ventilstation vorgesehen.

Abbildung 1.3 Schematische Darstellung eines Wasserstoffanschlusses



Offshore-Plattform

Wasserstoff wird durch Elektrolyse erzeugt. Dabei wird mit Hilfe von (aus Windkraft gewonnenem) Strom Meerwasser in Wasserstoff (in gasförmigem Zustand) und Sauerstoff gespalten. Die Elektrolyse auf See kann in der Turbine selbst (dezentral) oder auf einer Plattform (zentral) erfolgen. Bei der zentralen Wasserstoffherzeugung können verschiedene Arten von Untersystemen verwendet werden.

Die Plattformen für Wasserstoff sind nicht Teil der geplanten Aktivität. Die Plattformen wurden nicht berücksichtigt. Die Windturbinen selbst und die Parkverkabelung sind ebenfalls kein Bestandteil des PAWOZ.

Pipeline auf See

Ausgangspunkt für das PAWOZ sind neue Pipelines mit einem Durchmesser von 48 Zoll. Bei der Verlegung in der Nordsee und dem Wattenmeergebiet wird das Prinzip bury and would like to forget angewendet. Dieses Prinzip zielt darauf ab, Kabelsysteme im ersten Anlauf so tief einzugraben, dass sie nicht durch die Gezeitenwirkung freigespült werden können. Die Tiefe wurde in einer Studie zur Eingrabetiefe ermittelt, die dem Bericht Trassenentwicklung als Anhang beigefügt ist.

Es können verschiedene Verlegetechniken für den Offshore-Bereich, die untieferen Rinnen und die trockenfallenden Wattplatten angewendet werden. Baggerarbeiten können erforderlich sein, um eine ausreichende Wassertiefe für die Verlegefahrzeuge oder eine ausreichende Eingrabetiefe zu erreichen.

Pipelines an Land

Auch für Onshore-Pipelines ist der Ausgangspunkt neue Pipelines mit einem Durchmesser von 48 Zoll. Für die Verlegung von Pipelines an Land gibt es zwei Verlegetechniken: eine offene Bauweise oder ein grabenloses Verfahren, wie das gesteuerte Horizontalbohrverfahren (im Folgenden: HDD-Bohrung).

Anlandestationen und Ventilstationen

Eine Wasserstoffanlandestation hat voraussichtlich eine Fläche von 2 ha. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Kompression von Wasserstoff auf See stattfindet. Wenn möglich, wird eine Wasserstoffanlandestation in der Nähe bereits bestehender Infrastrukturen errichtet (Bündelungsprinzip). Eine Ventilstation hat eine Fläche von 20 x 20 m.

1.4.3 Tunnelsystem zwischen Ballonplaat und Eemshaven

Als Alternative zu den in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Verlegetechniken für das Strom- und Wasserstoffnetz wurde die Möglichkeit der Verlegung von Kabelsystemen oder Pipelines in einem gebohrten Tunnelsystem unter dem Wattenmeergebiet untersucht. Die Ausgangspunkte, die für diese

Alternative gelten, unterscheiden sich von denen in den vorherigen Abschnitten. Für die Entwicklung des Tunnelsystems werden ein Eintrittspunkt in der Nordsee und ein Anlandepunkt im Eemshaven oder in seiner Nähe benötigt. Der Eintrittspunkt in der Nordsee befindet sich auf der Ballonplaat. Bezüglich des Anlandepunktes im Eemshaven wurde mit Suchgebieten gearbeitet. Das Tunnelsystem besteht aus mehreren Tunnelröhren, in denen die Kabelsysteme und Pipelines verlegt sind. Das Tunnelsystem wird nur als Trasse zur Durchquerung des Wattenmeergebiets untersucht. Sowohl vom Eintrittspunkt als auch vom Anlandepunkt aus werden die Kabelsysteme und Pipelines zu den Windparks bzw. den Anbindungspunkten an Land mit konventionellen Techniken verlegt.

1.5 Ziel dieses Berichts

Die Trassen aus dem NRD wurden näher ausgearbeitet und manche Trassen wurden getrichtert. (durch neue Forschungserkenntnisse verworfen). Dieser Bericht Trassenentwicklung (Teil 3) beschreibt die Ergebnisse dieses Verfahrens. Zweck dieses Berichts ist es, einen Einblick zu geben, welche genehmigungsfähigen und technisch machbaren Trassen in der Plan-UVS und der IEA untersucht werden. Aus den Untersuchungen in der Plan-UVS und der IEA heraus können mögliche Abmilderungsmaßnahmen für weitere Untersuchungen in einer Folgephase empfohlen werden. Diese Abmilderungsmaßnahmen sind nicht im NRO enthalten und Baseline 3 wurde nicht dahingehend aktualisiert.

Daher werden die folgenden Teilbereiche für den Bericht Trassenentwicklung festgelegt:

- der Planungsprozess (K2);
- die Leitlinien für den Trassenentwurf (K3);
- die Planung für jede Trasse pro (Übersicht K4, K5 bis K17 für die einzelnen Trassen).

Der Bericht zur Trassenentwicklung war ein Entwicklungsdokument, dessen Teil 1 am 22. Juni 2023 und Teil 2 am 19. Oktober 2023 veröffentlicht wurde. Die beiden Berichte sind auf der [Website von RVO](#) zu finden. Der Bericht wurde nach der ersten Runde der Folgenabschätzungen für die Plan-UVS und die IEA aktualisiert. Auf Grundlage der Ergebnisse der ersten Runde der Folgenabschätzungen wurden die Trassen, wo nötig und möglich, hinsichtlich der Trassen aus Teil 2 optimiert, um anschließend in der zweiten Runde der Folgenabschätzungen neu bewertet zu werden.

2

DER PLANUNGSPROZESS

2.1 Einleitung

Am 30. Januar 2023 wurde den NRD für das PAWOZ, die Forschungsagenda, nach einem umfassenden Prozess zur Einbeziehung des Umfeldes veröffentlicht. Der NRD definierte Trassen für Kabelsysteme und Pipelines, die im PAWOZ weiter untersucht werden. Um die Untersuchungen zu den Auswirkungen ordnungsgemäß durchführen zu können, hat das PAWOZ mit der Ausarbeitung dieser NRD-Trassen begonnen. Dies erfolgt in einem fachbereichsübergreifenden Projektteam. Dieses Team besteht aus Ökologen, Morphologen, UVP-Spezialisten, Rechtsberatern und technischen Fachleuten der Ingenieurbüros, ergänzt durch Experten von TenneT und Gasunie. In diesem Kapitel wird das Verfahren zur Ausarbeitung der Trassenentwürfen näher erläutert.

2.2 Robuste Planung

Um die Genehmigungsfähigkeit und die technische Durchführbarkeit der Trassen zu bestimmen, wurde bei der Trassenentwicklung auf eine robuste Planung für jede Trasse hingearbeitet. Dabei geht es um ein Trassenentwurf, der auf Grundlage der verfügbaren Information sowohl technisch durchführbar als auch genehmigungsfähig erscheint und damit möglicherweise zu den PAWOZ-Zielen beitragen kann. Dies bedeutet Folgendes hinsichtlich der verfügbaren Information¹:

Technisch durchführbar: Die Planung wird auf Grundlage bewährter und verfügbarer Techniken entwickelt. Dadurch wird sichergestellt, dass das, was geplant wird, auch tatsächlich technisch realisierbar ist. Dabei müssen die relevanten technischen Anforderungen erfüllt werden und die etwaigen technische Einschränkungen müssen berücksichtigt werden.

Genehmigungsfähig: Die Auswirkungenanalysen in der Plan-UVS und in der IEA müssen weitere Erkenntnisse darüber liefern, ob für die Trassen eine hohe Wahrscheinlichkeit der Genehmigungsfähigkeit besteht. Vor den Auswirkungenanalysen wurde ein Zwischenschritt durchgeführt, der Aufschluss über nicht genehmigungsfähige Umstände (im Rahmen des niederländischen Naturschutzgesetzes) gibt, die bereits mit beschränktem Aufwand festzustellen sind. Ausgangspunkt ist, dass die Trassen aus dem NRD in der Plan-UVS und in der IEA untersucht werden, es sei denn, die Trassen erweisen sich mit Begründung als nicht genehmigungsfähig. Dann werden die Trassen nicht weiter berücksichtigt (Trichterung). Trassen, die verworfen werden, fließen nicht mehr in die Folgenabschätzungen der Plan-UVS und der IEA ein.

In diesem Zwischenschritt wurden, u. a. auf Grundlage des Gutachtens der Kommission für die Umweltverträglichkeitsstudie zum NRD, die Auswirkungen auf das Natura 2000-Gebiet Wattenmeer im Dreieck von Technik, Ökologie und Morphologie sowie aus Sicht des Omgevingswet [niederl. Umweltgesetz] untersucht. Wenn erhebliche negative Auswirkungen durch die Verlegung von Kabelsystemen und/oder Pipelines auf Erhaltungsziele (Ziele für Arten oder Lebensraumtypen) oder Kernanforderungen nicht ausgeschlossen werden können, wird untersucht, ob die zu erwartenden erheblichen Auswirkungen abzumildern sind, oder, falls das nicht möglich ist, zu kompensieren. Um anschließend abschätzen zu

¹ Bei der XI - Deichvariante-B-Trasse, wurde anders vorgegangen, weil es um eine Trasse über Land geht.

können, ob eine eventuelle ADC-Prüfung erfolgreich bestanden werden kann und damit zu Genehmigungsfähigkeit führen kann. Der Textkasten auf der nächsten Seite erklärt das Prinzip einer ADC-Prüfung.

Trassen, bei denen erhebliche negative Auswirkungen erwartet werden, wurden ausgehend von den Perspektiven Technik, Ökologie und Morphologie untersucht (Anhang V). Für diese Studie wurden die Daten aus zuvor durchgeführten Studien sowie die Ortskenntnis von Experten im Bereich Ökologie und Morphologie genutzt.

Wenn erhebliche negative Auswirkungen durch die Verlegung von Kabelsystemen und/oder Pipelines auf Erhaltungsziele (Ziele für Arten oder Lebensraumtypen) oder Kernanforderungen nicht ausgeschlossen werden können, wurde das Prinzip der ADC-Prüfung herangezogen.

Anwendung der ADC-Prüfung in Zwischenschritt

Ziel des PAWOZ ist die Begutachtung des verfügbaren Raums im Hinblick auf zusätzliche Anschlüsse, d. h. die Erkundung von möglichst vielen realistischen (alternativen) Trassen. Während des Zwischenschritts, der vor den Auswirkungsanalysen im Rahmen der Plan-UVS und der IEA stattfinden wird, kann noch nichts darüber gesagt werden, welche Trassen genehmigungsfähig sind (allerdings wurde für einige Trassen inventarisiert, dass sie nicht genehmigungsfähig sind). Die Frage aus der ADC-Prüfung, ob es Alternativen gibt (das 'A' von ADC-Prüfung) kann daher noch nicht beantwortet werden.

Die zweite Frage aus der ADC-Prüfung, ob ein zwingender Grund von erheblichem öffentlichem Interesse vorliegt (das 'D' [nl. 'dwingend'] in ADC-Prüfung), macht für die einzelnen Trassen keinen Unterschied aus und wurde nicht berücksichtigt in Anhang V und in dieser Notiz. Die Argumentation, ob ein solcher zwingender Grund von öffentlichem Interesse vorliegt oder nicht, gilt schließlich für jede Trasse.

Die Frage, ob kompensierende Maßnahmen möglich sind (das 'C' [nl. 'compenserend']), kann allerdings beurteilt werden. Aus diesem Grund wurde in der vertiefenden Studie (Anhang V) beurteilt, ob kompensierende Maßnahmen möglich sind. Wenn sich aus bereits durchgeführten Studien und aus den Ortskenntnissen von Experten ergibt, dass keine kompensierenden Maßnahmen möglich sind, geht man von einer nicht genehmigungsfähigen Situation nach dem niederländischen Naturschutzgesetz aus und die Trasse wird als nicht genehmigungsfähig beurteilt. Schließlich gilt dann eine der drei Anforderungen aus der ADC-Prüfung als nicht erfüllt.

ADC-Prüfung

Wenn die Auswirkungsanalyse zeigt, dass potenziell erhebliche negative Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete nicht ausgeschlossen werden können, muss eine ADC-Prüfung durchgeführt werden. Hiermit muss näher erkundet werden, ob ein Projekt noch umgesetzt werden kann. Dies ist nur möglich, wenn das Projekt folgende Anforderungen erfüllt:

A: Es gibt keine Alternativen;

D: Es gibt zwingende Gründe von erheblichem öffentlichem Interesse;

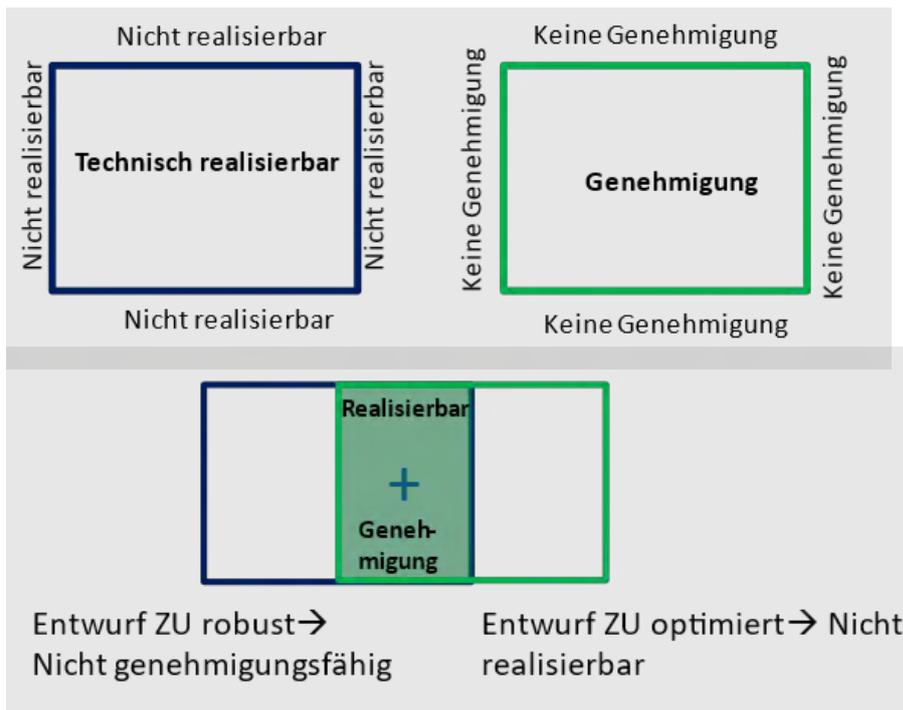
C: Es werden die notwendigen Kompensationsmaßnahmen ergriffen, um zu gewährleisten, dass der Gesamtzusammenhang des Natura 2000-Gebiets erhalten bleibt.

Andere Themen, wie zum Beispiel die Durchquerung des Ems-Dollart-Vertragsgebiets, wofür gemäß des Ems-Dollart-Vertrags (EDV), eine Sicherheitsgenehmigung für die Schifffahrt vom Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) bzw. von der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) aus Deutschland erteilt werden muss, oder Anforderungen in einer Genehmigung nach dem Wassergesetz oder weitere ökologische und morphologische Studien, können ebenfalls dazu führen, dass eine Trasse nicht genehmigungsfähig ist wird. Auf Grundlage von Fachwissen und Erfahrungen über die Beziehungen zwischen Eingriffen und Wirkungen speziell im Wattenmeergebiet wird davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit der Nichtgenehmigungsfähigkeit bei diesen anderen Themen geringer ist als nach dem niederländischen Naturschutzgesetz und dass die erforderlichen Abmilderungsmaßnahmen zur Verfügung stehen, um die Nichtgenehmigungsfähigkeit bei diesen Themen zu verhindern. Diese Aspekte werden in der

Plan-UVS und der IEA behandelt. Eine vollständige Aufstellung der Aspekte, nach denen die Trassen bewertet werden, findet sich in der Plan-UVS und in der IEA.

Abbildung 2.1 zeigt eine schematische Darstellung des Konzepts Robuste Planung. Die Abbildung zeigt, dass eine in technischer Hinsicht zu robuster Entwurf möglicherweise nicht genehmigungsfähig ist, und dass ein Entwurf, der in technischer Hinsicht zu weit optimiert ist, möglicherweise nicht durchführbar ist. Ziel ist, zu einem Trassenentwurf zu gelangen, der sowohl machbar als auch genehmigungsfähig ist. Die Trassenentwürfe, die Aufnahme ins Programm finden, werden in einem nachfolgenden Verfahren während der Projekt-UVS-Phase näher ausgearbeitet.

Abbildung 2.1 Eine robuste Planung ist technisch realisierbar und genehmigungsfähig



Review Waddenacademie und Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Berichte Trassenentwicklung Teil 1 und Trassenentwicklung Teil 2 wurden durch die Waddenacademie und die Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Kommission) überprüft.

Review Bericht Trassenentwicklung Teil 1

Die wichtigste Empfehlung aus dem Bericht Trassenentwicklung Teil 1 heraus war, die Trichterung von Trassen nachvollziehbar zu erklären. Dies wurde umgesetzt durch:

- abschnitt 2.2 Robuste Planung zu erweitern und durch die explizite Angabe, nach welchen Kriterien getrichert wurde und welche zusätzlichen Gründe später in der Plan-UVSUVS und IEA angeführt werden könnten;
- orange Trassen aus dem Bericht Trassenentwicklung Teil 1 näher zu untersuchen. Dabei wurde auch das Ampelkonzept auf zwei Farben (weiß und rot) anstelle von drei (rot, orange und grün) geändert. Das Ampelkonzept aus dem Bericht Trassenentwicklung Teil 1 funktioniert wie folgt: Die roten Trassen wurden getrichert, die orangen Trassen wurden weiter untersucht und die grünen Trassen konnten vorläufig in Richtung des Programms weitergehen, waren aber noch nicht dort angekommen;
- namensänderung von Anhang V. Der Anhang hieß zuerst Begründung der Trichterung und heißt jetzt Morphologische und ökologische Auswirkungen.

Review Bericht Trassenentwicklung Teil 2

Die Stellungnahmen (der Waddenacademie und der Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung) zum Bericht Trassenentwicklung Teil 2 haben nicht zu wesentlichen Anpassungen des Berichts Trassenentwicklung Teil 3 geführt. Es wurden einige Vorschläge zu verdeutlichenden Abbildungen oder Texten gemacht, die in diesen Bericht aufgenommen wurden. Darüber hinaus gibt es keine Anmerkungen zur Art und Weise der Bearbeitung der Stellungnahmen zum Bericht Trassenentwicklung Teil 1. Daraus lässt sich entsprechend ableiten, dass die angewandte Methode und die Begründung der verworfenen Trassen nach Ansicht der Waddenacademie und der Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung ausreichend (robust) sind. Siehe [hier](#) die Empfehlung der Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung und [hier](#) die Empfehlung der Waddenacademie.

2.3 Trassenentwicklung

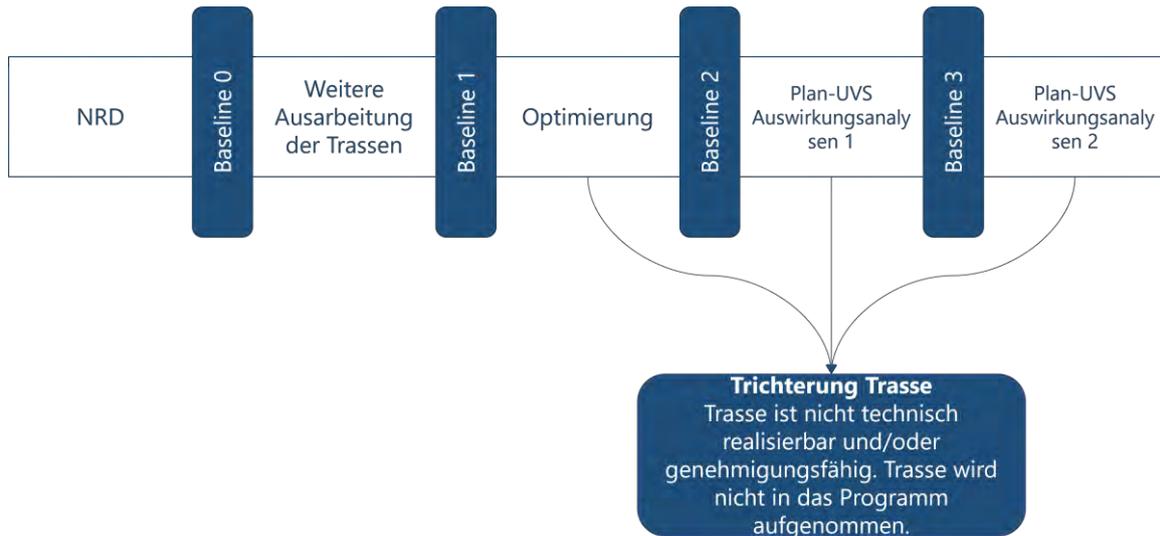
Die Trassenentwicklung im Verlauf des PAWOZ ist ein Prozess auf einer dem Programm angemessenen Detailebene, wobei auch die Koordination mit der Umgebung wichtig ist. Zudem wird von grob zu fein gearbeitet. Das bedeutet, dass die Trassen im Verlauf des PAWOZ optimiert und bei Bedarf getrichtert werden können, um zu einer robusten Planung zu gelangen. Dies geschieht auf Grundlage der Information, die zum jeweiligen Zeitpunkt verfügbar ist. Im Verlauf des PAWOZ-Projekts sind eine Reihe von Einfrier-Momenten beim Trassenentwurf vorgesehen. Diese Einfriermomente nennen wir Baselines (siehe Textkasten Was ist eine Baseline).

Was ist eine Baseline?

Baselines sind Zeitpunkte, zu denen die Trassenentwürfe eingefroren werden. Damit bilden die Baselines einen kontrollierten Übergang von einem Schritt zum nächsten. Mit dem Fortschreiten der Auswirkungsanalysen (Plan-UVS und IEA) und der Trassenentwicklung, erhalten wir mehr Informationen für die detaillierte Planung der Trassen (von grob zu fein). Die Arbeit mit Baselines verhindert, dass bei einer Bewertung von Trassenentwürfen im Verlauf eines Schritts (Zeitraum zwischen zwei Baselines) Trassenänderungen vorgenommen werden. Dadurch bleibt der Bewertungs- und Optimierungsprozess logisch und nachvollziehbar. Eine Baseline ist nicht nur ein Moment des Einfrierens, sondern auch ein Moment der Überprüfung. Wenn die Untersuchungen zwischen den Baselines ergeben, dass eine Trasse nicht genehmigungsfähig oder technisch realisierbar ist, gibt es zwei mögliche nächste Schritte: Eine Trasse kann weiter optimiert werden, um im Prozess fortzufahren, oder die Trasse muss getrichtert werden. In letzterem Fall wird diese Trasse in der Folge nicht weiter untersucht und im Programm berücksichtigt.

Abbildung 2.2 gib die Trassenentwicklung wieder. Zwischen den Baselines wird die Trasse aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet. Damit werden neue Informationen zu den Trassen hinzugefügt. Dies führt nach jedem Schritt zu einer neuen Baseline. Die integrale Betrachtung der Trassen zwischen Baselines wird in Abschnitt 2.3.1 näher erläutert. Die Information von Interessengruppen und eine Überprüfung durch diese Interessengruppen werden in Abschnitt 2.3.2 beschrieben.

Abbildung 2.2 Schematische Darstellung des Trassenentwicklungsprozesses pro Schritt



2.3.1 Ein schrittweiser Prozess

Der schrittweise Prozess der Trassenentwicklung (siehe Abbildung 2.2) beginnt mit den im NRD ausgewiesenen Trassen (Baseline 0). Im Verlauf der Trassenentwicklung werden die Trassen zwischen den Baselines schrittweise zu robusten Entwürfen optimiert.

Diese Herangehensweise steht im Einklang mit den Empfehlungen der UVP-Kommission anlässlich des NRD. Die Kommission empfahl, einen Zwischenschritt vorzusehen und zunächst die größten Auswirkungen auf die zu schützende Natur zu bewerten, die für die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete relevant sind. Dies wurde zwischen Baseline 1 und Baseline 2 durchgeführt. Weiterhin wurde empfohlen, die Trassen zu optimieren und die Auswirkungsanalysen mit diesen optimierten Trassen zu beginnen. Die vollständige Empfehlung ist [hier](#) zu finden.

Baseline 0

Die Baseline 0 markiert den Beginn der Trassenentwicklung. Der Einfrier-Moment als Teil der Baseline 0 enthält die Trassen, wie sie in im NRD ausgewiesen sind. Eine ausführlichere Erläuterung zur Entstehung dieser Trassen findet sich in Anhang I des NRD. Die NRD ist auf der [Website von RVO](#) zu finden.

Trassen für Wasserstoff an Land

Zu Beginn der Trassenentwicklung wurde festgestellt, dass die Landtrassen für Wasserstoff, wie sie im NRD (Baseline 0) festgelegt wurden, nicht ausreichend ausgearbeitet waren, um sie in Baseline 1 mit dem gleichen Detaillierungsgrad festzulegen wie die Landtrassen für Kabelsysteme. Aus diesem Grund wurde für diese Landtrassen ein gesonderter Prozess eingeleitet. Weitere Informationen hierzu sind in Kapitel 17 zu finden.

Arbeitsprozess von Baseline 0 zu Baseline 1

Zwischen Baseline 0 und Baseline 1 haben TenneT und Gasunie die Trassen von Baseline 0 ausgearbeitet. Für jede Trasse wurden zusätzliche detaillierte Informationen hinzugefügt, insbesondere zu den zu erwartenden Bauverfahren und den dafür benötigten physischen Raum. Zunächst wurden hier ein einzelnes Kabelsystem bzw. eine einzige Pipeline pro Trasse betrachtet, um zu bestimmen, ob eine Trasse technisch realisierbar ist. In den Kapiteln 5 bis 17 wird diese technische Ausarbeitung vor Baseline 1 für die einzelnen Trassen beschrieben. Der vollständige Bericht zur technischen Ausarbeitung der Baseline-1-Trassen durch TenneT und Gasunie ist in den Anhängen II bzw. III zu finden.

Arbeitsprozess von Baseline 1 zu Baseline 2

Nach Baseline 1 wurden die ausgearbeiteten Trassen auf ihre Genehmigungsfähigkeit und technische Realisierbarkeit überprüft. Dies geschah in sogenannten Challenge Sessions (siehe auch Kasten unten Was sind Challenge-Sessions?). Anschließend wurden die Trassen mit Hilfe eines Ampelkonzepts beurteilt. In Tabelle 2.1 wird das Ampelkonzept erläutert.

Tabelle 2.1 Ampelkonzept: Bewertung auf technische Realisierbarkeit und Genehmigungsfähigkeit von Trassen zwischen Baseline 1 und Baseline 2

Bewertung	Erläuterung
	Auf Grundlage der Information in Baseline 1 und den Challenge Sessions wurde durch Experteneinschätzung belegt, dass diese Trasse nicht technisch realisierbar und/oder genehmigungsfähig ist. Die Trasse wird daher nicht in die Baseline 3 aufgenommen und damit auch nicht in den Auswirkungenanalysen mitberücksichtigt. Kurz gesagt, Rot bedeutet, dass die Trasse nicht in Richtung des Programms weiterlaufen kann: Sie wird damit definitiv verworfen.
	Auf Grundlage der Information in Baseline 1 und den Challenge Sessions wird davon ausgegangen, dass diese Trasse technisch realisierbar und genehmigungsfähig sein könnte. Die Trasse wird daher in die Baseline 2 aufgenommen und wird damit in den Auswirkungenanalysen mitberücksichtigt. Auf Grundlage der Auswirkungenanalysen kann die Trasse immer noch auf Rot gestellt und somit getrichtert werden. Eine Trasse, die in Baseline 2 übernommen wird, findet somit nicht automatisch Aufnahme ins Programm. Mit anderen Worten: Eine Trasse, die in dieser Version der Notiz (Teil 2) nicht getrichtert wurde, kann vorläufig weiter in Richtung Programm geschoben werden, ist dort jedoch noch nicht angekommen.

Was sind Challenge-Sessions?

Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 fanden zwei sogenannte Challenge-Sessions statt. In diesen Sitzungen wurden die von Gasunie und TenneT bereitgestellten Informationen von Fachleuten der Beratungsunternehmen aus verschiedenen Disziplinen wie Technik, Ökologie, Morphologie und anderen UVS-Aspekten besprochen. Aufgrund dieser Sitzungen wurden Trassen, die zunächst noch nicht genehmigungsfähig oder technisch realisierbar schienen, weiter optimiert.

Breite des Korridors Wattgebiet

Im Wattgebiet wurde vor Baseline 2 für jede Trasse ein Korridor definiert, der in der Plan-UVS und der IEA erkundet wurde. Die Korridorbreite der Trassen durch das Wattgebiet variiert von Trasse zu Trasse. Ausschlaggebend für die Bestimmung der Korridorbreite ist das Trassenprinzip. Nachstehend wurde für die IX: Zoutkamperlaag-Trasse ausgearbeitet, wie die Korridorbreite bestimmt wurde.

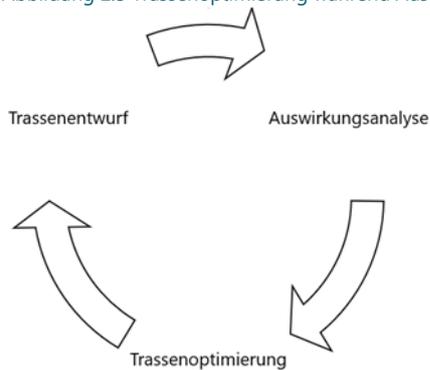
Beispiele für die Arbeit mit einem Korridor

Das Trassenprinzip der IX: Zoutkamperlaag-Trasse ist, dass sie dem tiefsten Bereich der Rinne folgt. Die Breite des Korridors wird bestimmt, indem man die Breite des schmalsten Teils der Rinne ermittelt. Hieraus ergibt sich eine Breite von ca. 200 m. In den Auswirkungenanalysen werden anschließend die Mittellinie (das Zentrum des Korridors) und die Ränder des Korridors untersucht. Wenn sich aus den Auswirkungenanalysen ergibt, dass die Auswirkungen auf die Ränder des Korridors erheblich sind, wird erkundet, ob Auswirkungen eingedämmt werden können, wenn der Korridor verschmälert wird.

Arbeitsprozess von Baseline 2 zu Baseline 3

Für die Trassen, die in Baseline 2 ausgewiesen wurden, werden Auswirkungenanalysen durchgeführt. Auf Grundlage der Ergebnisse der ersten Runde von Auswirkungenanalysen kann sich zeigen, dass bestimmte Eingriffe zu erheblichen negativen Auswirkungen führen. In diesem Fall wird mit dem multidisziplinären Projektteam untersucht, ob Optimierungen der Trasse(n) möglich sind, um diese erheblich negativen Auswirkungen einzuschränken. Diese optimierten Trassen wurden dann in Baseline 3 wieder eingefroren. Wenn eine Optimierung nicht möglich ist, können die Trassen zwischen Baseline 2 und Baseline 3 getrichtert werden. Trassen, die getrichtert werden (Rot im Ampelkonzept) sind damit nicht Teil von Baseline 3. Dieser Prozess wird schematisch in Abbildung 2.3 wiedergegeben.

Abbildung 2.3 Trassenoptimierung während Auswirkungsanalysen



Optimierung:

- die Anpassung der Trassen unter Berücksichtigung des Prinzips einer Trasse (z.B.: Bündelung mit bestehender Infrastruktur, tiefen Abschnitten einer Gezeitenrinne folgen);
 - die Anpassung der Korridorbreite von Trassen;
 - die Anpassung der Verlegungsmethode:
 - geringfügige Änderungen wie: Begrenzung des Baggervolumens, Vergrößerung oder Begrenzung der Zone für den Austrittspunkt einer HDD;
 - alternative Bautechniken, wie z.B. ein gebohrter Tunnel anstelle einer Serie von HDDs, eine Grabenfräse über die Inseln anstelle einer HDD unter einer Insel oder eine HDD anstelle einer offenen Grabenbauweise.
-

2.3.2 Prozess zur Einbeziehung des Umfeldes

Der Prozess der Trassenentwicklung erfolgt im Einklang mit der umgebenden Umwelt. Zu verschiedenen Zeitpunkten des Prozesses werden die Interessengruppen und gewerblichen Beteiligten informiert und sie haben die Möglichkeit, sich zu den Trassenoptimierungen einzubringen. Alle Veröffentlichungen zum PAWOZ wurden oder werden auf der [Website von Bureau Energieprojekten veröffentlicht](#). Es handelt sich um folgende Zeitpunkte im Prozess des Berichts Trassenentwicklung:

Umgebungsversammlung – März 2023

Am 20. März (zwischen Baseline 0 und Baseline 1) wurden die professionellen Interessenvertreter über die Veröffentlichung des NRD, den Prozess der Programmerstellung und die Herausforderungen bei der Trassenentwicklung informiert. An der Vormittagssitzung nahmen unter anderem Führungskräfte und Vorstände der beteiligten Organisationen teil. Während dieser Besprechung hat das Ministerium für Klima und grünes Wachstum (ehemals Klima und Energie) mitgeteilt, dass der Windpark *Ten Noorden van de Waddeneilanden* als Vorzugsstandort für ein Demonstrationsprojekt zur Wasserstoffproduktion vorgesehen ist. Das bedeutet, dass der Strom, der mit diesem Windpark erzeugt wird, dazu genutzt wird, auf der Nordsee Wasserstoff herzustellen. Der Nachmittagsteil, in dem inhaltliche Arbeitssitzungen stattfanden, richtete sich eher an die Sachbearbeiter der beteiligten Organisationen. Die Arbeitssitzungen konzentrierten sich auf die Trassenentwicklung, die Ökologie und Morphologie, den Tunnel und die Investitionen im Gebiet. Sowohl in der Vormittagssitzung als auch in den Arbeitssitzungen wurden mehrere wertvolle Anliegen und Kommentare vorgebracht, die in einem [Bericht](#) festgehalten wurden.

Review Bericht Trassenentwicklung Teil 1 UVP-Kommission und Waddenacademie– Sommer 2023

Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 wurde der Bericht Trassenentwicklung Teil 1 von der UVS-Kommission und der Waddenacademie zwischenzeitlich überprüft. Siehe [hier](#) die Empfehlung der UVP-Kommission und [hier](#) die Empfehlung der Waddenacademie. Die Empfehlungen flossen in den Bericht Trassenentwicklung Teil 2 ein. Abschnitt 2.2 erläutert die Empfehlungen.

Umgebungsversammlung – Juni 2023

Am 29. Juni (zwischen Baseline 1 und Baseline 2) wurden die professionellen Interessenvertreter über die Fortschritte PAWOZ-Fortschritte informiert. Folgende Themen kamen zur Sprache: Bericht Trassenentwicklung Teil 1, Stand der Dinge und Herausforderungen der Tunneltrasse, Gebietsinvestitionen und eine Übersicht von Projekten und Programmen, die Schnittmengen mit PAWOZ haben.

Umgebungsrat Wattenmeer – Juni 2023

In einer Präsentation wird dem Umgebungsrat Wattenmeer der Bericht Trassenentwicklung erläutert. Der Umgebungsrat Wattenmeer hat keinen Input beigesteuert.

Umgebungsversammlung September 2023

Am 20. September wurden die professionellen Interessenvertreter über die PAWOZ-Fortschritte informiert. Folgende Themen kamen zur Sprache: Bericht Trassenentwicklung Teil 2, Stand der Dinge und Herausforderungen bei der X: Tunneltrasse, Erläuterung zur UVP-Methodik und Erläuterung zum IEA-Teilbericht Umgebung. In vier Arbeitssitzungen zu verschiedenen Themen haben die Anwesenden die Gelegenheit gehabt, sich weiter in die Thematik zu vertiefen, Fragen zu stellen und Anregungen zu äußern. Die vier Arbeitssitzungen befassten sich mit den Themen Onshore-Trassenentwicklung, Offshore-Trassenentwicklung, Umgebung - ein Eindruck von den Bedenken aus dem Umfeld, und UVS-Methodik beim Teilbericht Natur. Der Bericht ist [hier](#) zu finden.

Versammlungen zu Wasserstofftrassen – Juli/September 2023

Im Juli wurde eine breit angelegte Versammlung für Anwohner und Grundbesitzer im Gebiet der westlichen Wasserstofftrassen (sowohl provinz Groningen als auch provinz Friesland) organisiert. Darin wurden die Trassen und der Prozess der Trassenentwicklung erläutert. Anschließend wurde eine Versammlung für Grundbesitzer im September angekündigt, in welcher die Trassen daraufhin eingehender besprochen wurden und in welcher die Möglichkeit bestand, Input zu geben.

Versammlungen mit Landwirtschaft/Gartenbau – Juli/September 2023

Im Juli, September und Dezember wurden gemeinsam mit dem Landwirtschaftsverband LTO Noord Versammlungen für Grundbesitzer in Nord-Groningen organisiert. Bei diesen Versammlungen wurden die für diese Gruppe relevanten Landtrassen besprochen und es bestand die Möglichkeit, Input zu geben. Dabei wurde erläutert, dass die u. a. von den Grundbesitzern eingebrachte Deichvariante (siehe im weiteren Verlauf diese Berichts, Kapitel 15) weder für durchführbar noch für genehmigungsfähig gehalten wird. Im Rahmen der Besprechung dieser Thematik ist eine mögliche Optimierung zur Sprache gekommen (Verlegung des Grabens), die näher erkundet wurde und in Kapitel 16 beschrieben wird.

Informationsabende für Anwohner – November/Dezember 2023

Im Monat November wurden fünf Anwohnerabende im Programmgebiet organisiert. Dies wurde bereits zuvor bei der Abfassung des Berichts Reichweite und Detailniveau (NRD) so gehandhabt. Bei diesen Sitzungen wurden die zu untersuchenden Trassen erläutert und die Anwohner konnten Fragen stellen und Kommentare abgeben. Von den Sitzungen stehen [Kurzprotokolle](#) zur Verfügung.

Versammlungen der Gemeinderäte und Provinzparlamente – November 2023

Im Monat November wurden Sitzungen für verschiedene Gemeinderäte und die Provinzparlamente von sowohl Friesland als Groningen abgehalten. Bei diesen Sitzungen wurden die zu untersuchenden Trassen erläutert und Volksvertreter konnten Fragen stellen und Kommentare abgeben.

Review Bericht Trassenentwicklung Teil 2 UVP-Kommission und Waddenacademie – Frühjahr 2024

Zwischen Baseline 2 und Baseline 3 wurde der Bericht Trassenentwicklung Teil 2 von der UVS-Kommission und der Waddenacademie überprüft. Siehe [hier](#) die Empfehlung der UVP-Kommission und [hier](#) die Empfehlung der Waddenacademie. Die Empfehlungen flossen in den Bericht Trassenentwicklung Teil 3 ein. In Abschnitt 2.2 wurden die Empfehlungen bereits erläutert.

Sonstige Kommunikation

Zu verschiedenen Zeitpunkten während der Auswirkungsanalysen (zwischen Baseline 2 und 3) gab es eine Rückmeldung an die betroffenen (professionellen) Interessengruppen über die (ersten) Ergebnisse der

Auswirkungsanalysen und dazu, welche Trassen noch optimiert oder getrichtert werden. Optimierungen und/oder Trichterungen von Trassen wurden in diesem Bericht Trassenentwicklung festgehalten. Die Rückmeldungen wurden im Rahmen von Einwohnerversammlungen abgegeben. (Noardeast Fryslan 3. November, Roodeschool 6. November, Grijskerk 7. November, Kloosterburen 8. November, Dokkum 13. November, Ameland 14. November, Schiermonnikoog 21. November en Het Hogeland 23. November, sämtlich 2023) und von Umgebungsversammlungen (20. September 2023).

Amtliche und administrative Beteiligung

Im September 2023 wurde der Bericht Trassenentwicklung Teil 2 mit den zuständigen regionalen Behörden ([Beratungsgremium für das Programm) auf amtlichem und administrativem Gebiet besprochen. Dies wurde zu allen Zeitpunkten wiederholt, wenn der Bericht Trassenentwicklung wesentlich geändert wurde (basierend auf dem Baseline-Ansatz). Auch das Bestuurlijk Overleg Waddengebied (BOW) [Beratungsgremium Wattenmeer] wurde über den Bericht informiert. Letztendlich entscheidet das Ministerium von Klima und Grünem Wachstum (ehemals Klima und Energie) nach Konsultation des Beratungsgremiums für das Programm im Oktober 2024, ob der Bericht Trassenentwicklung, als Teil aller Dokumente, für eine öffentliche Konsultation geeignet ist.

2.4 Folgeverfahren

Die Ergebnisse der Auswirkungsanalysen werden für jede Trasse in der Plan-UVS und in der IEA beschrieben. Auf der Grundlage dieser ganzheitlichen Entscheidungsgrundlage wird im Programmplanungsdokument eine Priorisierung der Trassen vorgenommen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Texts wird noch untersucht, wie dies genau geschieht und wie der gesellschaftliche Dialog gestaltet werden soll. In das Programm werden Trassen aufgenommen, die nachweislich technisch realisierbar und genehmigungsfähig sind. Getrichterte Trassen (rot nach dem Ampelkonzept) werden jedoch dennoch im PAWOZ beschrieben, wobei darauf hingewiesen wird, dass diese Trassen nach den aktuellen Analysen nicht umgesetzt werden können. Die getrichterten Trassen gehen anschließend auch nicht in das Programm VAWOZ ein.

3

AUSGANGSPUNKTE ZUR TRASSENENTWICKLUNG

3.1 Einleitung

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die wichtigsten Grundsätze für die Trassenentwicklung. Darin werden die Prinzipien für einen elektrischen Anschluss (Kabelsystem), einen Wasserstoffanschluss (Pipelines) und ein Tunnelsystem (Kabelsysteme und Pipeline(s), einzeln oder kombiniert in einem oder mehreren Tunneln unter dem Meeresboden (des Wattenmeers)) separat behandelt. Obwohl dieses Tunnelsystem eine Planungsoption für sowohl Kabelsysteme als auch für Pipelines ist, sind die Grundsätze unterschiedlich und werden daher in diesem Kapitel gesondert aufgeführt.

Die Anhänge II und III geben einen umfassenden Überblick über alle zugrunde gelegten Grundsätzen. Die folgenden Absätze verweisen auf diese Anhänge.

3.2 Elektrische Verbindung (Kabelsysteme)

Für das PAWOZ wird sowohl eine Wechselstrom- (AC) als auch eine Gleichstromverbindung (DC) geprüft. Beide Arten von Verbindungen sind in Abbildung 3.1 dargestellt. Für den Windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) kommt (aufgrund der relativ geringen Entfernung des Windparks von der Küste und der maximalen Kapazität dieses Windparks) möglicherweise eine AC-Verbindung zur Anwendung. Für den Windpark DDW kommen (aufgrund der größeren Entfernung in Verbindung mit höherer Kapazität) DC-Verbindungen zur Anwendung. Wenn künftige Windparks, ergänzend zu TNW und DDW, im Eemshaven elektrisch an das nationale Hochspannungsnetz angeschlossen werden, werden diese (aufgrund der großen Entfernung zwischen diesen Windparks und dem Eemshaven) mit einer DC-Verbindung realisiert. In Tabelle 3.1 ist für jeden Anschlusstyp eine Reihe von technischen Eigenschaften aufgelistet.

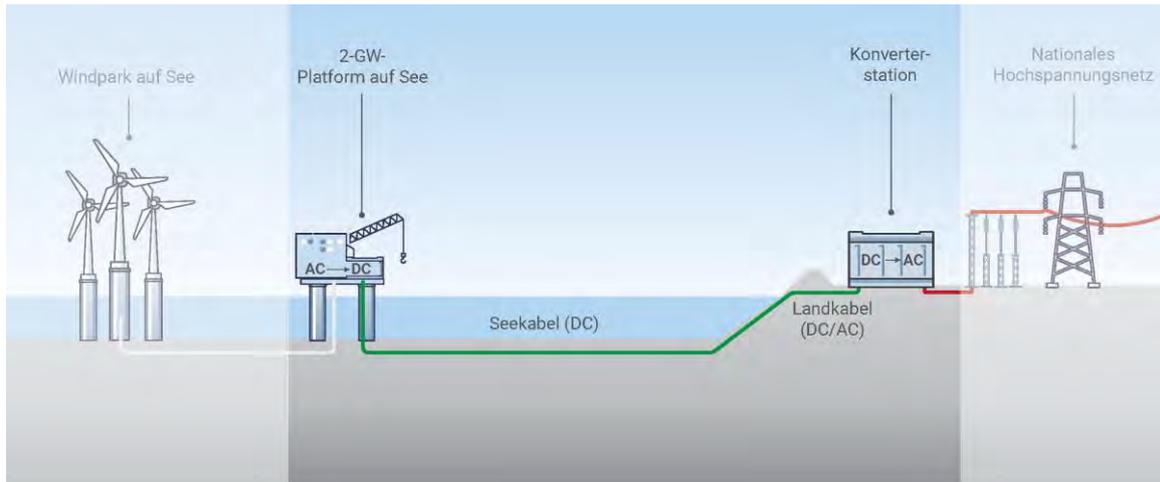
Tabelle 3.1 Eigenschaften einer AC- und einer DC-Verbindung

Verbindungstyp	Anzahl Kabelstränge	Leistung	Spannung des/der Kabel(s)
AC (Wechselstrom)	2	700 MW	220 kV
DC (Gleichstrom)	1*	2 GW	525 kV

* Eine einzelne Gleichstromverbindung besteht aus einem Bündel von 4 Kabeln.

Abbildung 3.1 zeigt, dass eine elektrische Verbindung für die Übertragung von Windenergie von See zum Land aus mehreren Komponenten besteht. Eine Plattform auf See mit einer Umspannstation (AC) oder einem Konverter (DC) darauf, (zwei) 220 kV Wechselstromkabelsysteme (AC) oder ein 525 kV Gleichstromkabelsysteme (DC) pro Windpark, Kabelsysteme an Land und ein Umspannwerk (AC) oder eine Konverterstation (DC) an Land. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Grundsätze für jede Systemkomponente näher erläutert.

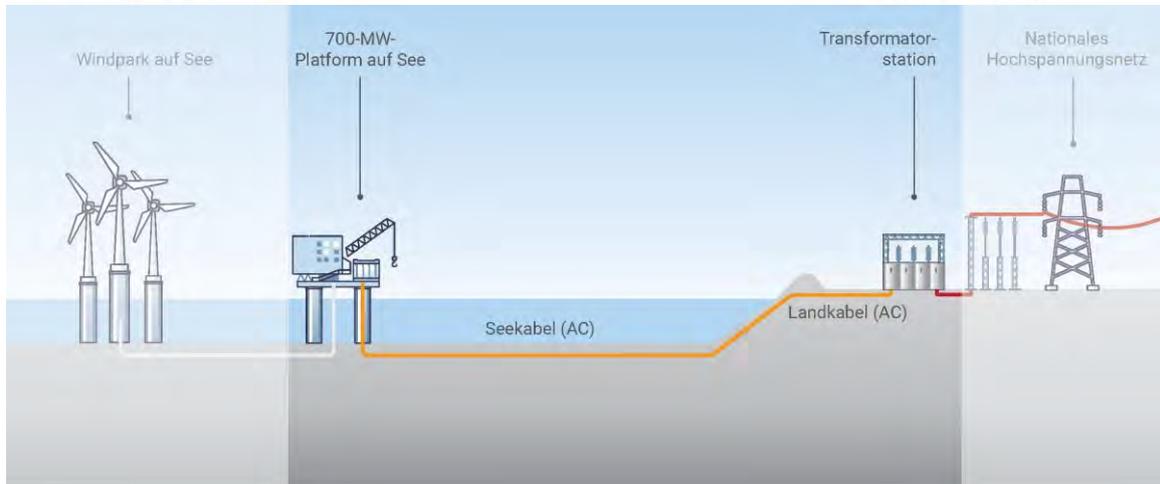
Abbildung 3.1 Schematische Darstellung des Stromnetzes (oben: Gleichstrom (DDW), unten: Wechselstrom (TNW))



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Witteveen Bos

525-kV-Kabel (DC)
380-kV-Kabel (AC)



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

Witteveen Bos

220-kV-Kabel (AC)
380-kV-Kabel (AC)

3.2.1 Offshore-Plattform

Die Offshore-Plattform hat mehrere Funktionen. Bei der Plattform kommen zunächst die Kabelsysteme zusammen, die von den Windturbinen zur Plattform verlaufen: die sogenannte Parkverkabelung. Die Parkverkabelung ist nicht Teil des PAWOZ, bildet jedoch eine Komponente eines Windparks. Eine weitere Funktion der Plattform ist die Umwandlung der Spannungsebene der Parkverkabelung (66 kV Wechselstrom) in eine höhere Spannungsebene (220 kV im Falle einer AC-Verbindung und 525 kV im Falle einer DC-Verbindung). Die dritte Funktion der Plattform ist die Umwandlung des Wechselstroms (AC) aus dem Windpark in Gleichstrom (DC). Dies gilt nur für eine Gleichstromverbindung.

Es wird unterschieden zwischen einer 700 MW AC-Plattform und einer 2 GW DC-Plattform. Für beide Arten von Plattformen hat TenneT ein Standardkonzept entwickelt (und die 700-MW-Plattform bereits mehrfach realisiert). Siehe dazu Abbildung. 3.2. Zusätzliche Information zu den Komponenten und der Dimensionierung der Plattform findet sich in Anhang II.

Abbildung. 3.2 Die Offshore-Plattform (links DC, rechts AC)



Verlegetechniken Offshore-Plattform

Beim Bau der Offshore-Plattform sind einige Schritte zu durchlaufen. Zunächst werden an der Stelle, an der die Plattform aufgebaut wird, Felsblöcke auf dem Meeresboden abgelegt (die sogenannte Scour Protection). Diese Schicht dient u. a. dem Schutz des Fundaments der Plattform und der Kabelzuführung vor Erosion. Sobald die Scour Protection vollendet ist, wird die Jacket (Unterkonstruktion) montiert und mit Rammpfählen auf dem Boden gegründet. Schließlich wird die Topside (Transformator oder Wandler) auf der Jacket montiert. Um schädliche Schallemissionen während der Rammarbeiten zu vermindern, kann ein sogenannter Blasenschleier verwendet werden. Die einzusetzenden Maschinen sind aus Anhang II ersichtlich.

3.2.2 Kabelsysteme auf See (Offshore und Nearshore)

Von der Plattform auf See aus verlaufen Kabelsysteme im Meeresboden bis zur Küste. Für das PAWOZ werden sowohl AC- als auch DC-Kabelsysteme geprüft.

Abbildung 3.3 AC-Kabelstrang (links) en DC-Kabelstrang (rechts)



AC-Kabelsystem

Ein AC-Offshore-Kabelsystem besteht aus zwei 220 kV-Wechselstrom-Kabelsträngen mit einem Durchmesser von jeweils ca. 30 cm. Jedes AC-Offshore-Kabelsystem besteht aus drei Adern (Phasen) pro Kabelstrang und einem Glasfaseranschluss.

DC-Kabelsystem

Ein DC-Kabelsystem besteht aus einem Kabelstrang (Bündel) mit 4 Kabeln, 3 separaten Adern mit einem Durchmesser von jeweils etwa 20 cm: ein Pluspolkabel (+525 kV), ein Minuspolkabel (-525 kV), einem metallischen Rückleiter und einem Glasfaseranschluss.

Gegenseitige Abstände Infrastruktur

Im Prinzip liegen Offshore-Kabelsysteme von TenneT 200 m voneinander entfernt. Dies gilt sowohl für AC-Kabelstränge als auch für DC-Kabelstränge. Der erforderliche Abstand hängt von den örtlichen Gegebenheiten und Umständen ab, wie z. B. Verlegetechniken, Wassertiefe, morphologische Dynamik, Wahrscheinlichkeit eines Versagens durch äußere Einwirkungen und verfügbaren Raum. Wenn die Anforderungen und die örtlichen Gegebenheiten eine Verringerung des Abstands auf weniger als 200 m erfordern, haben Untersuchungen zu den Versagensrisiken und der Instandhaltbarkeit von elektrischen Verbindungen zu erfolgen.

Im Hinblick auf die Infrastruktur Dritter ist nach internationalem Maßstab ein Abstand von 500 m gebräuchlich. Im Falle der parallelen Verlegung zu einer Pipeline aus Stahl wird bei einer AC-Verbindung wegen der Gefahr einer gegenseitigen Beeinflussung zwischen AC-Kabelsystemen und Pipelines ein größerer Abstand vorgesehen. Der erforderliche Abstand zwischen AC-Kabelsystemen und Pipelines hängt unter anderem von der Länge ab, über die das Kabelsystem und die Pipeline parallel zueinander verlaufen. In diesem Fall wird ein Abstand von 1.000 m eingehalten. Dies ist ein vorläufiger Richtwert. Von den oben genannten Abständen kann in begründeten Fällen abgewichen werden, wenn der verfügbare Raum oder die Ergebnisse der Auswirkungsanalysen dies rechtfertigen, sowie nach Abwägung eventueller Risiken.

Verlegetechniken

Für die Verlegung von Kabelsystemen sind verschiedene Techniken möglich. Welche Verlegetechnik zum Einsatz kommt, hängt unter anderem von der Wassertiefe, der morphologischen Dynamik, aus der sich eine erforderliche Verschüttungstiefe ergibt, und den örtlichen Wellen- und Strömungsverhältnissen ab. Im Rahmen des PAWOZ wurde von bewährten Techniken für die Kabelverlegung ausgegangen. Neben den bestehenden Techniken werden auch Innovationen bei den Verlegetechniken aufmerksam verfolgt. Wenn diese Innovationen ausreichend entwickelt sind, werden sie bei der Optimierung der Trassen berücksichtigt. Die unterschiedlichen Verlegetechniken sind in Anhang II aufgeführt.

Örtliche Gegebenheiten (wie die Wassertiefe) beeinflussen u.a. die Länge der Kabelsysteme, die auf einmal transportiert und/oder verlegt werden können. Für die geplanten Offshore-Windparks kommen bei der Verlegung der Kabelsysteme mehrere Kabelabschnitte zum Einsatz. Unter Verwendung einer Muffe (Verbindungselement zwischen zwei Kabelabschnitten) werden diese Kabelabschnitte miteinander verbunden. Ziel ist es, so wenig Muffen wie möglich zu verwenden, da Muffen die Wahrscheinlichkeit eines Verbindungsfehlers erhöhen und außerdem die Verlegung einer Muffe komplexer ist als die eines Kabels. Weitere Informationen über die Verwendung von Muffen finden sich in Anhang II.

Verschüttungstiefe und bury and would like to forget

Bei der Schaffung einer elektrischen Verbindung auf See (Nordsee und Wattgebiet) wendet TenneT das Prinzip bury and would like to forget an. Dieses Prinzip wurde auf der Grundlage von langjähriger Erfahrung mit dem Offshore-Stromnetz (u. a. BritNed, NorNed und COBRA) entwickelt. Das Prinzip zielt darauf ab, Kabelsysteme sofort in einem Arbeitsgang ausreichend tief einzugraben, um eine Freispülung von Kabeln und somit höhere Lebenszykluskosten einer Verbindung (Geld, Umwelt, Probleme) zu minimieren. Außerdem ist für TenneT die Betriebssicherheit des Offshore-Netzes und damit die Vermeidung von Kosten bei einem Ausfall einer Verbindung ein wichtiges Argument für die Anwendung dieses Prinzips.

Das Prinzip bury and would like to forget führt für die Trassen im Wattgebiet zu einer großen anfänglichen Verschüttungstiefe. Durch lokale morphologische Dynamik kann vor allem im Wattgebiet der nicht-mobile Referenzpegel (im Folgenden: NMRL (Non Mobile Reference Level)) in großer Tiefe liegen. So sind die COBRA-Kabel in der Ems bis zu 14 m tief eingegraben. Für Kabelsysteme in der Nordsee gilt als Ausgangspunkt, dass zu jeder Zeit 1 Meter Abdeckung auf den Kabelsystemen vorhanden sein muss.

Eine Alternative zu bury and would like to forget ist bury and maintain. TenneT hat für das COBRA-Kabel und die Borssele-Kabel untersucht, wie oft Kabelsysteme nach dem Prinzip bury and maintain neu eingegraben werden müssen. Diese Untersuchungen zeigen, dass die Lebenszykluskosten für die Gesellschaft (Finanzmittel, Umwelt, Beeinträchtigungen) bei bury and maintain höher sind als bei bury and would like to forget. Dies zeigte sich sogar schon, bevor das größere Risiko von Schäden an den Kabelsystemen bei untiefer Eingrabung in diese Kosten einkalkuliert wurde. Das erneute Eingraben von Kabelsystemen ist nicht

einfach. Außerdem können die Kabelsysteme weniger tief eingegraben werden, als wenn sie sofort so tief wie nötig eingegraben würden.

Deshalb müssen Kabelsysteme in einer bury and maintain-Situation häufig neu eingegraben werden. Dies führt nach Angaben von TenneT zu höheren Lebenszyklusaufwendungen für die Gesellschaft. Außerdem ist für TenneT die Betriebssicherheit des Offshore-Netzes und damit die Vermeidung von Kosten bei einem Ausfall einer Verbindung ein wichtiges Argument für die Anwendung des Prinzips bury and would like to forget.

Planung

Die Dauer der Arbeiten zur Verlegung eines Kabelsystems auf See hängt unter anderem von der Verlegetechnik, der Kabellänge und der Trasse ab. Bei der Plan-UVS und der IEA wird davon ausgegangen, dass maximal ein Kabelsystem pro Jahr verlegt wird. Aufgrund der Ergebnisse der Auswirkungsanalyse kann, wenn eine Begründung vorliegt, von diesem Grundsatz abgewichen werden.

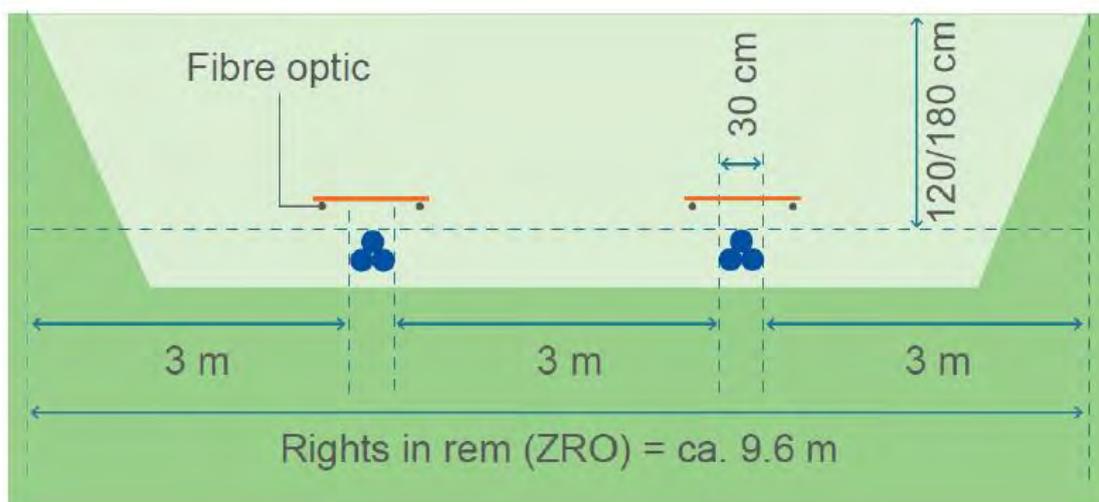
3.2.3 Onshore-Kabelsysteme

Dort, wo die Offshore-Kabelsysteme das Land erreichen, müssen sie in unterirdische Onshore-Kabelsysteme übergeleitet werden. Um Onshore- und Offshore-Kabelsysteme zu verbinden, wird an der jeweiligen Stelle eine Übergangsmuffe benötigt (meist an der Landseite des Deichs). Dabei geht es um eine Art von Lüsterklemme zwischen den Onshore- und Offshore-Kabelsystemen.

AC-Kabelsysteme

Beim Landkabelsystem enthält jedes Kabelsystem nur eine Phase, da die Kabelsysteme auf Trommeln über die Straße transportiert werden müssen. Auf See können die schweren 3-Phasen-Kabel auf großen Schiffen angeliefert werden. An Land ist das nicht möglich. Dadurch werden an Land pro Kabelsystem 6 Kabel (2 Kabelstränge mit 3 Phasen) und ein Glasfaseranschluss benötigt. Die 6 Kabel werden dann in Bündeln von 3 Kabeln pro Bündel verlegt. Wie in Abbildung 3.4 dargestellt, ist der Abstand zwischen den beiden Kabelbündeln an Land begrenzt, wenn sie in der offenen Grabenbauweise verlegt werden (siehe auch Abschnitt Verlegetechniken auf der nächsten Seite).

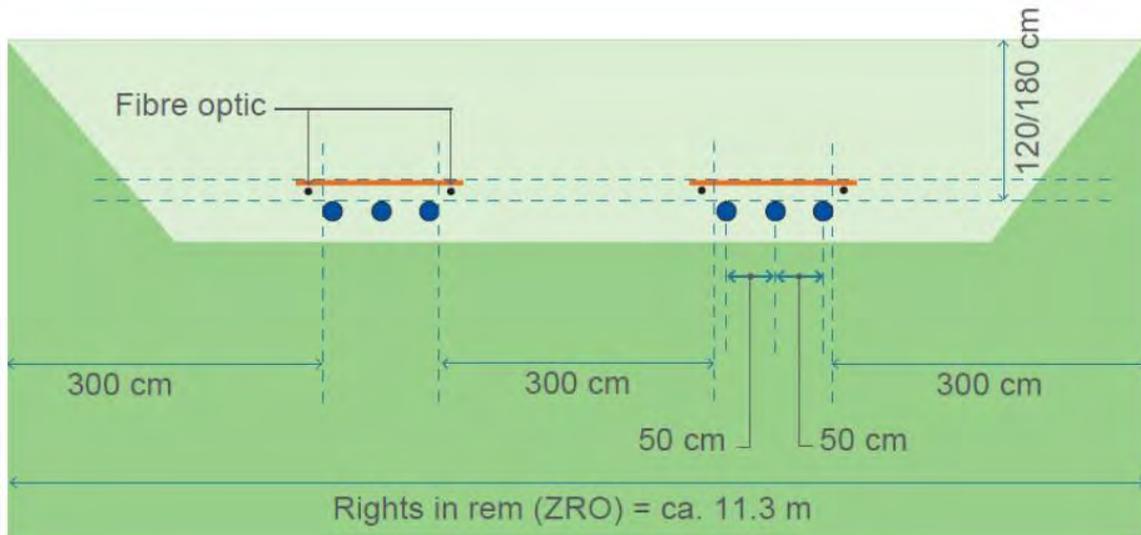
Abbildung 3.4 Querschnittsdarstellung AC-Kabelsystem an Land



DC-Kabelsysteme

Das DC-Kabelsystem an Land besteht aus den gleichen Komponenten wie das DC-Kabelsystem auf auf See (siehe vorstehenden Abschnitt 3.2.2). Eine Querschnittsdarstellung einer Kabelverbindung an Land ist in Abbildung 3.5 zu sehen.

Abbildung 3.5 Querschnittsdarstellung DC-Kabelsystem an Land



Verlegetechniken

Für die Verlegung von Kabelsystemen an Land kommen zwei Techniken in Frage: offene Bauweise oder das gesteuerte Horizontalbohrverfahren (im Folgenden: HDD-Bohrung). Ausgangspunkt ist, dass die Kabelsysteme an Land in offener Bauweise verlegt werden. Bei dieser Verlegetechnik wird ein Graben ausgehoben, in dem die Kabelsysteme verlegt werden. Die Kabelsysteme werden in einer Tiefe von ca. 1,2 m in urbanem Gebiet und 1,8 m in ländlichem Gebiet verlegt. Dort wo eine offene Grabenbauweise nicht möglich ist, weil zum Beispiel größere Schäden zu erwarten sind, werden Kabelsysteme, wo immer möglich, im HDD-Bohrverfahren verlegt. Hauptdeiche werden mit HDD-Bohrungen durchkreuzt. Diese Verlegetechniken werden in Anhang II näher erläutert.

Planung

Für die Verlegung von Kabelsystemen an Land ist mit einer Arbeitsdauer von etwa 10 Wochen pro Kilometer zu rechnen. Dies gilt sowohl für AC- als auch für DC-Verbindungen.

3.2.4 Umspannwerk oder Konverterstation

Bevor die Onshore-Kabelsysteme an das landesweite Hochspannungsnetz angeschlossen werden können, muss die Spannung auf 380 kV Wechselspannung transformiert werden. Im Falle einer DC-Verbindung bedeutet dies, dass diese zunächst auch noch umgewandelt werden muss (von DC in AC). Dies geschieht jeweils in einem Umspannwerk bzw. in einer Konverterstation. Abbildung 3.6 zeigt eine Darstellung einer 2 GW Konverterstation. Eine solche Station wurde bisher noch nicht gebaut. Rechts eine Abbildung eines 1.400 MW Umspannwerks. Bei dem Umspannwerk für einen Anschluss von TNW geht es um 700 MW. Daher ist es kleiner als das in Abbildung 3.6.

Abbildung 3.6 Konverterstation (links) und Umspannwerk (rechts)



3.2.5 Hochspannungsumspannwerk (380 kV)

Aufgrund der großen Kapazitäten wird die Offshore-Windenergie in den Niederlanden an 380 kV-Umspannwerke angeschlossen (und nicht an Umspannwerke mit niedrigerer Spannung).

Die 380 kV-Umspannwerke, die für einen Anschluss ans PAWOZ in Frage kommen, sind:

- Eemshaven Oudeschip: die verfügbare Anschlusskapazität dieses 380 kV-Umspannwerks beträgt 2,7 GW;
- Eemshaven Oostpolderweg (noch in Entwicklung, aber eher unsicher): für den Anschluss der übrigen 2 GW von DDW und eventuellen zukünftigen Windparks.

3.3 Wasserstoffanschluss (Pipelines)

Windpark TNW

Wie in der Einleitung bereits erläutert, wurde der Windpark TNW (700 MW) als bevorzugter Standort für ein Demonstrationsprojekt zur Wasserstoffproduktion von ca. 500 MW ausgewiesen. Das bedeutet, dass TNW vorzugsweise für die Wasserstoffproduktion genutzt wird und über eine Pipeline erschlossen wird. Sollte Produktion und Transport von Wasserstoff keine realistische Option sein, muss die Energie dann über ein Kabelsystem vom Windpark zum Eemshaven übertragen werden. Außerdem wird untersucht, ob TNW über eine zusätzliche elektrische Verbindung mit DDW verbunden werden kann, sodass zu der Zeit, in der die Elektrolyse (500 MW) mit voller Kapazität läuft, die überschüssige Energie (200 MW, wenn der Windpark TNW voll ausgelastet ist) an DDW abgeleitet werden kann (500 MW Elektrolyse vs. 700 MW Windpark).

Ausgangspunkt ist, dass die Offshore-Infrastruktur für die Erschließung von TNW bis spätestens 2033 fertiggestellt ist. Dies ist enthalten in Tabelle 1 des [Kamerbrief Update aanvullende routekaart wind op zee](#) vom 25. April 2024. [Parlamentsdrucksache Update ergänzende Trassenkarte Offshore-Windenergie] Die Offshore-Plattform für einen Wasserstoffanschluss von TNW aus ist kein Bestandteil von PAWOZ. Diese Plattform wird in der Standorteignungsanalyse für TNW behandelt. Die Windturbinen selbst und die Parkverkabelung/Wasserstoffpipelines von den Windturbinen zur Offshore-Plattform sind ebenfalls nicht Teil der geplanten Aktivität (siehe auch Abschnitt 1.4).

Zukünftige Windparks

Im PAWOZ wird über den Rahmen des Wasserstoff-Demonstrationsprojekts hinausgeblickt. Das bedeutet, dass bei der Dimensionierung der Pipelines ein möglicher Bedarf berücksichtigt wird, in Zukunft mehr Energie in Form von Wasserstoff an Land zu übertragen. Dieser Wasserstoff kann auch aus anderen Windparks als TNW stammen.

Um die Vorhaben hinsichtlich 70 GW aus Windkraft zu realisieren, werden vor allem nördliche Gebiete in der niederländischen Nordsee in Betracht gezogen, wie z. B. Suchgebiet 6/7. Diese Gebiete bieten sich potenziell für die Offshore-Wasserstoffproduktion an. Auch für den Anschluss dieser Gebiete ist die Umgebung des Eemshavens im Focus, allerdings werden auch andere Gebiete in den Niederlanden in Betracht gezogen. Die Entscheidung über die Anbindung der noch auszuweisenden Windgebiete wird nicht im Rahmen des

PAWOZ getroffen, sondern im Programm für die Anbindung von Offshore-Windenergie (pVAWOZ) 2031-2040. Die Erschließungsanforderung für Wasserstoffanschlüsse für zukünftige Windparks besteht aus zwei zusätzlichen Pipelines zusätzlich zu derjenigen für den Zugang zum TNW (also insgesamt drei Pipelines).

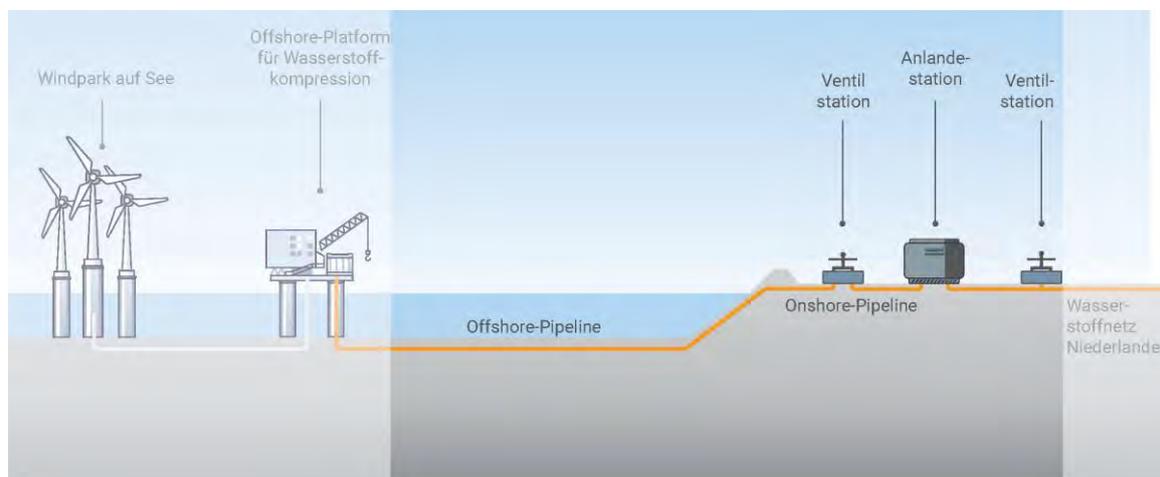
Systemkomponenten Wasserstoffanschluss

Ein Wasserstoffanschluss besteht aus folgenden Komponenten (siehe Abbildung 3.1 und Abbildung 3.7):

- plattform auf See (kein Bestandteil des PAWOZ);
- pipelines auf See;
- wasserstoffanlandestation und Ventilstationen;
- pipelines an Land.

In den folgenden Abschnitten werden diese Systemkomponenten kurz erläutert.

Abbildung 3.7 Schematische Darstellung eines Wasserstoffanschlusses



3.3.1 Plattform auf See und Wasserstoffproduktion

Durch Elektrolyse wird mit Hilfe von (aus Windkraft gewonnenem) Strom Wasser in Wasserstoff (in gasförmiger Form) und Sauerstoff gespalten. Die Elektrolyse auf See kann in der Turbine selbst (dezentral) oder an einem zentralen Punkt erfolgen. Bei der zentralen Wasserstoffherzeugung können verschiedene Arten von Untersystemen in Betracht gezogen werden. Diese Abwägung ist kein Bestandteil des PAWOZ.

Ob und wie die Offshore-Wasserstoffproduktion nach der Realisierung der Windparks TNW und DDW weiterentwickelt wird, liegt außerhalb der Perspektive des PAWOZ. Im Rahmen des PAWOZ wird jedoch bereits untersucht, ob es in der Nordsee und im Wattenmeer Raum für die Übertragung von Wasserstoff von See zum Eemshaven gibt, auch für die Übertragung von Wasserstoff, der in zukünftigen Windparks erzeugt wird, die nach TNW und DDW entwickelt werden sollen.

3.3.2 Wasserstoffanschlüsse (Pipelines) auf See

Von See aus wird der Wasserstoff über Pipelines an Land übertragen. Hierfür kommen unterschiedliche Optionen in Betracht:

- neu anzulegende Pipelines, die ausschließlich für die Wasserstoffübertragung konzipiert werden;
- wiederverwendung von (Teilen) bestehender Gaspipelines, die nicht mehr für die Übertragung von Erdgas genutzt werden, meist in Kombination mit einem neu anzulegenden Trassenabschnitt.

Im PAWOZ werden Trassen für den Bau von neuen Pipelines mit einem Durchmesser von 48 Zoll untersucht. In der Grundsatzstellungnahme in Anhang III werden die Dimensionierung der Pipelines und die anwendbaren Verlegetechniken näher erläutert. Für die Trassenentwicklung ist der maximale Kurvenradius einer Pipeline (siehe auch Textkasten Kurvenradius) ein wichtiger Aspekt. In der Studie Onderzoek Hergebruik Offshore Aardgasleidingen (OHA), wird weitergehende Untersuchung zur Wiederverwendung bestehender Erdgaspipelines auf See ausgeführt.

Kurvenradius

Bei einer Pipeline auf See muss berücksichtigt werden, dass die Pipeline eine Kurve vollziehen kann. Man nennt dies Kurvenradius. Der benötigte Kurvenradius wird u. a. bestimmt durch die Reibung zwischen Meeresgrund und Pipeline und durch die Kräfte, die während der Verlegung auf die Pipeline wirken. Je größer (und somit schwerer) die Pipeline, desto größer der benötigte Kurvenradius.

Bei der Bestimmung der Trassen im Wattenmeer wurde ein Kurvenradius von 2 km zugrunde gelegt. In der Regel geht man bei 48-inch-Pipelines von einem Kurvenradius von 5 km aus. Das bedeutet, dass bei einem Kurvenradius von 2 km zusätzliche und potenziell risikoerhöhende Maßnahmen zu erwarten sind. Die Bestimmung des letztendlichen Kurvenradius einer Pipeline in einem Entwurf ist von Fall zu Fall unterschiedlich und knüpft nicht an das Detailniveau von PAWOZ an.

Verlegetechniken für Pipelines auf See

Die Verlegetechnik für Pipelines auf See richtet sich unter anderem nach der Wassertiefe. Nachstehend werden Verlegetechniken, die für PAWOZ in Betracht gezogen werden, kurz erläutert. Es handelt sich um:

- Verlegung mit Rohrleger und Eingrabegerät. Dies ist die Grundtechnik bei ausreichender Wassertiefe;
- horizontal gesteuerte Bohrung(en); wird vor allem bei Küstenquerungen verwendet;
- ein Segmenttunnel oder Mikrotunnel. Gelegentlich angewandt bei Küstenquerungen von trocken zu nass.

Rohrleger und Eingrabegerät:

Für Offshore-Pipelines in Gewässern mit ausreichendem Tiefgang (mindestens ca. 7 m) wird die Verlegung einer Pipeline mit einem Rohrleger ausgeführt. Von diesem Schiff aus verläuft der Rohrstrang zum Meeresboden, um dort über durch genaue Positionierung des Schiffes an der definitiven Position auf dem Meeresboden abgesetzt zu werden. Zur Verlegung von Pipelines werden 12 m lange Rohrelemente zum Schiff transportiert, die dort über Wasser zum einem Rohrstrang verschweißt werden.

Für Wassertiefen von 7 bis 15-20 m werden zur Positionierung des Schiffes Anker eingesetzt (verankerter Rohrleger). Die Anker werden je nach Fortschritt in regelmäßigen Zeitabständen versetzt. Der Einwirkungsbereich dieser Anker und Ankerkabel beträgt je nach Wassertiefe und Bedingungen ca. 400 bis 500 m zu beiden Seiten des Rohrlegers. Die Ankerkabel berühren auf ca. 50 % ihrer Länge den Meeresboden und werden sich bei einer Bewegung des Schiffes über den Meeresboden fortbewegen. Für Wassertiefen von ca. 15 bis 20 m kann ein dynamisch positionierter Rohrleger eingesetzt werden. Bei einem dynamisch positionierten Rohrleger (DP: Dynamic Positioning) ist der Einwirkungsbereich kleiner als bei einem verankerten Schiff.

Das Eingraben einer Pipeline, nachdem diese von einem Rohrleger auf dem Meeresboden abgelegt wurde, nennt man im Englischen post-lay trenching. Hierfür können verschiedene Techniken in Erwägung gezogen werden: Pflügen, Fluidisieren oder Wegspritzen des unterliegenden Bodens oder mechanische Grabearme. Das einzusetzende Gerät für diese Techniken hat verschiedene Abmessungen und Interaktionen mit dem Meeresboden. Dadurch werden sich die Fläche für die Eingrabungen und der bewegte Boden unterscheiden. Die maximale Verlegetiefe, die im Verfahren Post-Lay-Trenching erreicht werden kann, ist begrenzt und hängt von den Bodeneigenschaften ab. Als Richtwert gilt für ein 48-Zoll-Rohr ein Maximum von 1 m in Sand.

Horizontal gesteuerte Bohrung(en) (HDD)

Eine horizontalgesteuerte Bohrung ist eine häufig verwendete Verlegemethode, wenn eine Pipeline die Küste quert. Mit HDDs wurden bisher Erfahrungen gesammelt von Land zu Land (Onshore-Pipelines, die z. B. Wasserstraßen kreuzen) oder von Land zu Meer (Querungen von Seedeichen).

Für Trassen über das Wattenhoch wird der Einsatz mehrerer HDDs von einer nassen Umgebung zu einer nassen Umgebung untersucht. Diese Anwendung von HDDs ist weniger üblich und gilt somit als innovativ.

Segmenttunnel oder Mikrotunnel.

Als Alternative zum Rohrleger mit Post-lay Trenching kann ein Mikrotunnel oder ein Segmenttunnel für die Verlegung einer Pipeline in Erwägung gezogen werden. Ein Tunnel als Verlegemethode für Pipelines ist eine andere Art Tunnel als der Tunnel, der bei der X: Tunnel-Trasse erkundet wird. Ein Mikrotunnel überbrückt eine maximale Entfernung von ca. 2 km und hat einen maximalen Durchmesser von ca. 2-3,5 m. Ein Segmenttunnel, bei dem während des Bohrprozesses die Tunnelwand durch Einfügen von Segmenten aufgebaut wird, kann über eine längere Entfernung angelegt werden. Das Arbeitsgelände, das an Land für den Bau eines Mikrotunnels benötigt wird, hat eine Fläche von ca. 100 m x 100 m. Für das Tunnelsystem (die X: Tunnel-Trasse), die aus mehreren gebohrten Segmenttunneln zusammengesetzt ist, wird ein größeres Arbeitsgelände benötigt. Für eine optimale Abfolge der Bau- und Verlegemaßnahmen werden etwa 300 m x 400 m benötigt. Dies gilt für alle (zukünftigen) Tunnel und beinhaltet einen Eintrittsschacht für die Pipelines und die Installation der Kabelsysteme und dies lässt sich auch noch weiter optimieren. Diese Verlegemethoden gelten als komplexe Methoden, die nur dann angewandt werden, wenn keine Alternativen zur Verfügung stehen. Im Rahmen von PAWOZ werden Segmenttunnel in Erwägung gezogen.

Offene Bauweise

Die am häufigsten angewandte Methode zur Verlegung von Pipelines an Land ist die offene Grabenbauweise (siehe Abschnitt 3.3.4). Diese Technik ist auch in untiefen Gewässern auf See anwendbar, z. B. bei Trassen über das Wattenhoch. In diesem Fall kann eventuell eine Konstruktion, wie z. B. auch Verbauboxen oder Baugrubenwände, eingesetzt werden, um die Grabenwände zu stabilisieren und vor dem Einsturz durch das Wasser zu schützen, um auf diese Weise den Aushubbereich zu begrenzen. Beim Einsatz der Verbauboxen muss eine Eingrabung über die gesamte Breite der Verbaubox berücksichtigt werden. Dies sind ca. 3,5 m.

Planung

Die Dauer der Arbeiten zur Verlegung einer Offshore-Pipeline hängt unter anderem von der Verlegetechnik, der Pipeline-Länge und der Trasse ab. Bei den Auswirkungsanalysen wird davon ausgegangen, dass maximal eine Pipeline pro Jahr verlegt wird. Aufgrund der Ergebnisse der Auswirkungsanalyse kann, wenn eine Begründung vorliegt, von diesem Grundsatz abgewichen werden.

3.3.3 Wasserstoffanlandestation und Ventilstationen

Letztendlich werden die Pipelines an das landesweite Onshore-Wasserstoffnetz von Gasunie (Wasserstoffnetz Niederlande) angeschlossen. Dieses landesweite Netz wird größtenteils aus ehemaligen Erdgaspipelines bestehen, die zu Pipelines für die Übertragung von Wasserstoff umgebaut werden. Alle Projektbestandteile für Wasserstoffpipelines im Rahmen von PAWOZ werden sich zwischen der Anlandezone und dem Anschlusspunkt an das Wasserstoffnetz Niederlande befinden. Die Anlandezone ist die Stelle, an welcher die Offshore-Pipelines an Land gelangen (anlanden). Der Anschlusspunkt ist dort, wo die Pipelines Anschluss an das Wasserstoffnetz Niederlande finden.

Die Trassen für das Wasserstoffnetz an Land bestehen aus vier Projektkomponenten: einer Wasserstoffanlandestation, zwei Ventilstationen und Pipelines. Der Raumbedarf der einzelnen Projektkomponenten wird im Folgenden beschrieben:

- **wasserstoffanlandestation:**
 - die Wasserstoffanlandestation hat eine Fläche von 2 ha. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Kompression auf See erfolgt;
 - der Standort dieser Station befindet sich zwischen der Anlandezone und dem Anschlusspunkt. Der Standort kann mit einer der anderen Ventilstationen kombiniert werden;
 - diese Wasserstoffanlandestation wird nach Möglichkeit mit einer bestehenden Gasgewinnungsstätte zusammengelegt.
- **ventilstation:**
 - die Ventilstation hat eine Fläche von 20 x 20 m;

- eine Ventilstation befindet sich am Anschlusspunkt an das Wasserstoffnetz Niederlande und/oder das Wasserstoffnetz Nördliche Niederlande/Nord. Die Pipelines des Wasserstoffnetzes Niederlande und die Pipelines von PAWOZ können hier voneinander getrennt werden;
- eine Ventilstation befindet sich an der Anlandezone. Die Offshore-Pipelines und die Onshore-Pipelines können hier voneinander abgetrennt werden;
- **pipelines:** die Verlegung von Pipelines wird nachstehend weiter ausgearbeitet.

3.3.4 Wasserstoffanschlüsse (Pipelines) an Land

Die Pipelines an Land liegen zwischen den Anlandezonen und den Anschlusspunkten. Die Onshore-Pipeline hat dieselben Eigenschaften wie eine Offshore-Pipeline.

Verlegetechniken

Die Pipelines an Land werden unterirdisch verlegt. Für alle Trassen an Land gilt der Ausgangspunkt, dass die Infrastruktur in offener Bauweise geschaffen wird. Für diese Verlegetechnik wird ein 41 m breiter Streifen freigehalten, vor allem für das dort eingesetzte Gerät. Sollte eine offene Bauweise nicht möglich sein, wird eine Presstechnik oder eine HDD eingesetzt. Eine HDD wird eingesetzt, wenn es sich um eine Kreuzung über eine Entfernung von 150 bis 1500 m handelt mit:

- deichen;
- wassergräben (primär oder große Breite);
- wäldern;
- bahngleisen;
- autobahnen oder Landstraßen;
- sonstigen Wasserschutzbauwerken;
- N2000-Gebieten;
- Naturnetzwerk Nederland;
- rohrlösungen mit gefährlichem Inhalt;
- hochspannung;
- strecken für Kabeln und Pipelines;
- archäologisch wertvollen Standorten.

3.4 Tunnelsystem

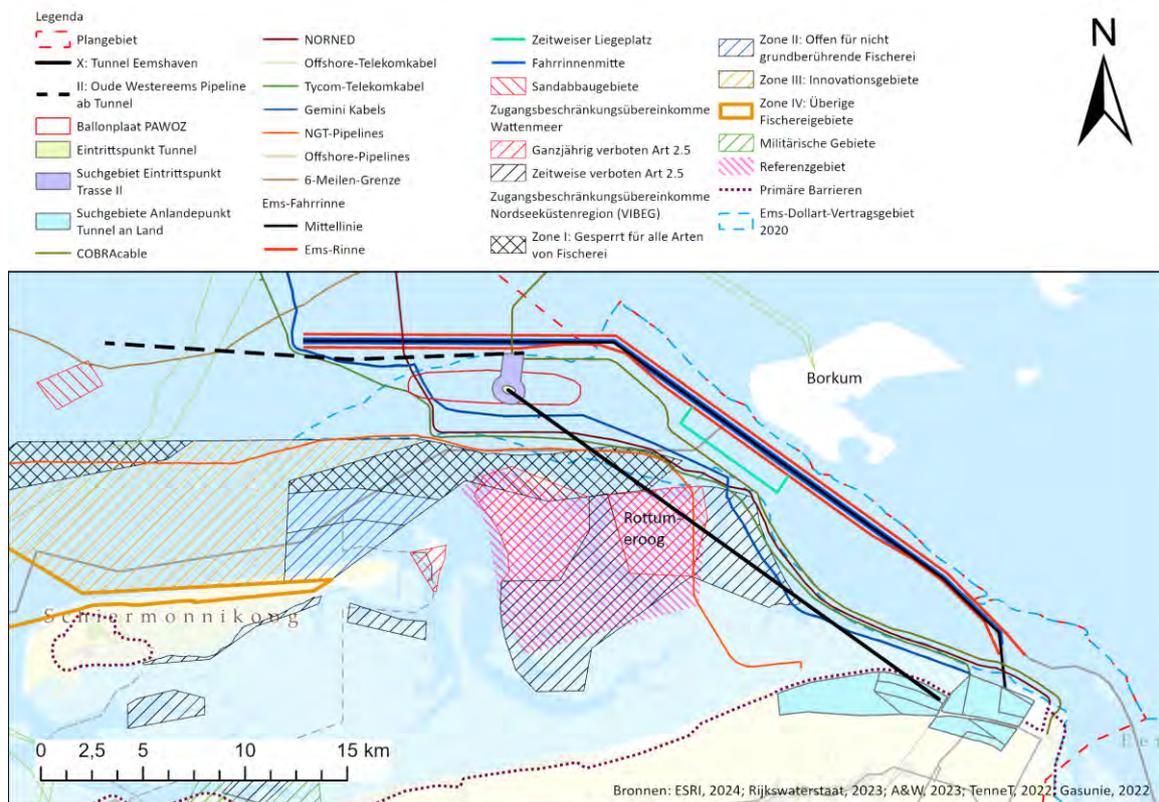
Für die meisten der im PAWOZ erwogenen Trassen wurden. für sowohl Elektrizität als auch Wasserstoff, die in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Verlegetechniken in Betracht gezogen. Eine Ausnahme davon ist die X: Tunnel-Trasse, bei der geprüft wird, ob die Elektro- und Wasserstoffinfrastruktur in einem gebohrten Tunnel unter dem Wattenmeer verlegt werden kann. Ziel bei der X: Tunnel-Trasse ist, dass das Wattenmeer und das landwirtschaftliche Gebiet an der Wattenküstenzone an Land so weitgehend wie möglich unangetastet bleiben. Die Grundsätze, die für diese Alternative gelten, unterscheiden sich von denen in den vorherigen Abschnitten. Darum werden die Wechselstromanschlüsse außer Betrachtung gelassen und es wird direkt dem Bau von 2 x 2 GW Gleichstromanschlüssen in Kombination mit einer 48-Zoll-Wasserstoffpipeline Aufmerksamkeit gewidmet. Darüber hinaus wird ein Zukunftsszenario mit 10 GW Gleichstromanschlüssen und 2 Wasserstoffpipelines betrachtet.

Für die Entwicklung des Tunnelsystems werden ein Anlandepunkt im Eemshaven und ein Eintrittspunkt in der Nordsee benötigt. Abbildung 3.8. Für die Baseline 1 wurde eine Planungsskizze erstellt (im Folgenden: PS) mit Varianten, bei welchen Kabelsysteme und Pipelines in einer Tunnelröhre unter dem Wattenmeer kombiniert werden, und mit Querschnitten und Ausgangspunkten bezüglich des Eintrittspunktes in der Nordsee und des Anlandepunktes im Eemshaven. Der Eintrittspunkt in der Nordsee befindet sich auf der Ballonplaat (Verschiedene Standorte auf der Ballonplaat wurden untersucht auf der Grundlage der zuvor durchgeführten Studie: Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven – A morphological assessment and preliminary hydrodynamic modeling to determine best location for a tunnel exit at Ballonplaat', Waterproof vom 13.3.2023.) Ab dem Eintrittspunkt schließt die X: Tunnel-Trasse sich an die II:

Oude-Westereems-Trasse an. Für diesen Anschluss wurde ein Suchgebiet ausgewiesen. Das Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II Bezüglich des Anlandepunktes nahe des Eemshaven wird mit Suchgebieten gearbeitet.

Bei der Ausführung des gebohrten Tunnels wird sowohl am Eintrittspunkt auf der Nordsee als auch vom Anlandepunkt im Eemshaven aus mit Tunnelbohrmaschinen ein Tunnel gebohrt. Dies kann für mehrere Tunnelröhren gleichzeitig durchgeführt werden.

Abbildung 3.8 X Tunnel-Trasse mit markierten Suchgebieten für einen Anlandepunkt im Eemshaven und ein Eintrittspunkt in der Nordsee mit einem Suchgebiet für den Anschluss an die II: Oude-Westereems-Trass



Nach Baseline 1 (der Entwurfsskizze) wurde die technische Machbarkeit des Tunnels Richtung Baseline 2 weiter untersucht. Aus der Machbarkeitsstudie ergibt sich, dass eine Kombination der beabsichtigten Stromleistungen (10,7 GW) durch verschiedene Arten von elektrischen Verbindungen (Gleichstrom (das 2 GW DC-Konzept) und Wechselstrom (700 MW AC-Konzept)) mit Pipelines zur Übertragung von Wasserstoff in einer Tunnelröhre zu hohe Risiken mit sich bringen würde. Deshalb wurde der Entwurf zur Baseline 3 auf ein Konzept mit mehreren Tunnelröhren (Multi-Tube) umgestellt, über die die Kabelsysteme und Pipelines verteilt sind. Um die Anzahl der verschiedenen Konfigurationen zu reduzieren, wurde Wechselstrom aus dem Rahmen dieser Studie ausgeschlossen.

Ausgangspunkt dabei ist, dass mehrere Tunnelröhren von einem einzigen Eintrittspunkt bei der Ballonplaat und mit einem einzigen Anlandepunkt im Eemshaven parallel zueinander gebaut werden können. Diese Entwurfsanpassung senkt die technische Komplexität und damit die damit einhergehenden Risiken. Anpassungen im Entwurf werden in Kapitel 14 näher erläutert. In Baseline 3 wurde die technische Machbarkeit dieses Konzepts weitgehend nachgewiesen. Die Auswirkungen eines Kurzschlusses in einem Kabelsystem auf die Tunnelwand sind noch ungewiss. Aus diesem Grund kann noch nicht vollständig sichergestellt werden, ob die gebohrten Tunnel technisch realisierbar sind.

Phaseneinteilung

Auf der Grundlage eines weiterentwickelten Tunnelsystems, der gewählten Streckenführung und begrenzter Bodendaten wurden eine Phaseneinteilung und eine Planung erstellt. Es handelt sich um einen vollständig ausgearbeiteten Realisierungsplan (Projektplanungsebene 3) mit einer gewissen Unsicherheit bezüglich der Bohrgeschwindigkeit aufgrund fehlender Bodenparameter. Daher wurde eine konservative, aber realistische Annahme zugrunde gelegt. Derzeit wird davon ausgegangen, dass der Eintrittspunkt in der Nordsee in einer Sommersaison, maximal Sommersaisons realisiert werden kann. Nach der Fertigstellung des Eintrittspunkts werden zwei Schächte realisiert, woraufhin die ersten beiden Tunnelröhren gebohrt werden. Die Tunnel werden von zwei Seiten gebohrt (vom Eintrittspunkt Nordsee offshore und vom Anlandepunkt Eemshaven aus), woraufhin eine unterirdische Kopplung stattfindet. Das Erdreich aus den Tunnelröhren wird entsorgt oder vor Ort zum Auffüllen des Eintrittspunkts Nordsee verwendet.

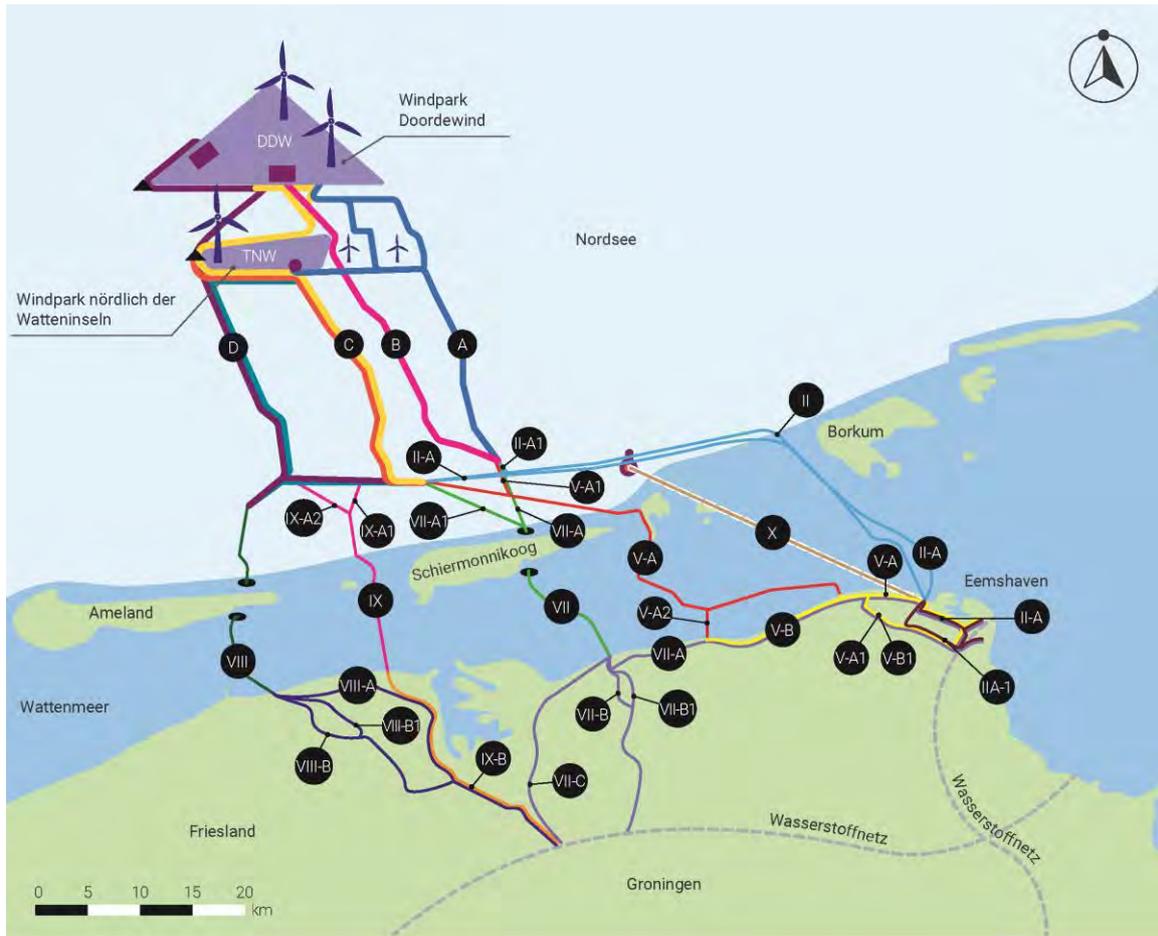
4

ÜBERSICHT ÜBER SÄMTLICHE TRASSEN

Insgesamt wurden, ausgehend von Baseline 0 (der NRD), vier Trassen in der Nordsee, zehn Wattenmeertrassen und sechs Landtrassen untersucht. Die Grenze zwischen den Nordseetrassen und den Wattenmeertrassen wird durch die 6-Meilen-Grenze markiert. Wie in Kapitel 2 beschrieben, wurde zwischen Baseline 1 und Baseline 2 und zwischen Baseline 2 und Baseline 3 ermittelt, ob die Trassen technisch nicht realisierbar und/oder nicht genehmigungsfähig sind. Diese Trassen wurden getrichert. Die Trassen die nicht getrichert wurden, werden in der Plan-UVS und der IEA untersucht.

Abbildung 4.1 zeigt die in Baseline 3 untersuchten Trassen. Dies ist das Ergebnis des Trassenentwicklungsprozesses, der in diesem Bericht beschrieben wird. Die Karte zeigt die Trassennummern (z.B. A, II, etc.) in Kombination mit den dazugehörigen Varianten (A, A1, etc.). Zum Beispiel II-A ist die II: Oude-Westereems-(Land-)Trasse A. Anhang IV enthält auch eine Übersichtskarte in vergrößerter Form. Tabelle 4.1 zeigt eine Übersicht der Trassen für Kabelsysteme und nennt dabei, welche getrichert wurden und warum. Tabelle 4.2 zeigt eine Übersicht der Trassen für Pipelines und nennt dabei, welche getrichert wurden und warum.

Abbildung 4.1 Übersichtskarte aller Trassen, die für Kabelsysteme und Pipelines nach Optimierung untersucht wurden (Baseline 3)



Legende

Nordseetrassen Kabelsysteme	Wattenmeertrassen Kabelsysteme	Landtrassen Kabelsysteme
A Parallel zu Gemini-Kabeln	II Oude Westereems-Trasse	II Oude Westereems-Landtrasse
B Parallel zu stillgelegten Telekom-Kabel	V Boschgat-Trasse	V Boschgat-Landtrasse
C Direkt zu TNW	VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse	VII Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse
D Parallel zu bestehender Gaspipeline	X Tunnel-Trasse	
	Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II	
Nordseetrassen Pipelines	Wattenmeertrassen Pipelines	Landtrassen Pipelines
C Direkt zu TNW	II Oude Westereems-Trasse	II Oude Westereems-Landtrasse
D Parallel zu stillgelegten Pipeline	VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse	VII Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse
▲ Abgrenzungspunkt	VIII Ameland Wantij-Trasse	VIII Ameland Wantij-Landtrasse
■ Plattformen DDW	IX Zoutkamperlaag-Trasse	IX Zoutkamperlaag-Landtrasse
● Plattform TNW1	X Tunnel-Trasse	
	Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II	

Tabelle 4.1 Elektrischer Anschluss: Übersicht über sämtliche Trassen aus der NRD wobei angegeben wird, ob die Trassen in Baseline 3 untersucht wurden

Zone	Kapitel	Trasse	Trassenname	Untersucht in Baseline 3?	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl) <i>Falls getrichtert: Erläuterung zur Trichterung</i>
Nordsee	5	A	Parallel zu Gemini-Kabeln	ja	7 Kabelsysteme
	5	B	Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel	ja	7 Kabelsysteme
	5	C	Direkt zu TNW	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	5	D	Parallel zu bestehender Gaspipeline	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
Wattenmeergebiet	6	I	Meeuwenstaart-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	<i>Baggerarbeiten für den Bau von Kabelsystemen und Pipelines beim Meeuwenstaart (flache Sandbank) werden zu dauerhaften Veränderungen der morphologischen Merkmale in dem Gebiet führen. Durch Veränderungen im System können erhebliche negative Auswirkungen auf dieses Vogelschutzrichtlinien-Gebiet nicht ausgeschlossen werden und diese können nicht abgemildert oder kompensiert werden.</i>
	7	II	Oude-Westereems-Trasse (A, A1)	ja	6 Kabelsysteme oder 3 Pipelines oder 1 Kabelsystem und 3 Pipelines oder 2 Kabelsysteme und 1 Pipeline
	8	III	Horsborngat-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	<i>Aufgrund der notwendigen Bauarbeiten sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines ist das Landwirtschaftsministerium zu dem Urteil gekommen, dass eine Genehmigung für diese Trasse ausgeschlossen scheint. Außerdem wurden die sensiblen Zeiträume der Arten, die in diesem Gebiet vorkommen, inventarisiert. Daraufhin wurde festgestellt, dass es nicht realistisch ist, die Arbeiten zur Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines völlig außerhalb der sensiblen Zeiträume durchzuführen. Würde dennoch innerhalb der sensiblen Zeiträume gearbeitet, wären erhebliche Auswirkungen auf Vögel und Seehunde nicht auszuschließen. Auf Grundlage einer Analyse des „C“ der ADC-Prüfung wurde festgestellt, dass eine Kompensation der Auswirkungen nicht machbar ist.</i>
	9	IV	Geul-Trasse Rottums	Getrichtert BL1, BL2	<i>Aufgrund der notwendigen Bauarbeiten sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines ist das Landwirtschaftsministerium zu dem Urteil gekommen, dass eine Genehmigung für diese Trasse ausgeschlossen scheint. Außerdem wurden die sensiblen Zeiträume der Arten, die in diesem Gebiet vorkommen, inventarisiert. Daraufhin wurde festgestellt, dass es nicht realistisch ist, die Arbeiten zur Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines völlig außerhalb der sensiblen Zeiträume durchzuführen. Würde dennoch innerhalb der sensiblen Zeiträume gearbeitet, wären erhebliche Auswirkungen auf Vögel und Seehunde nicht auszuschließen. Auf Grundlage einer Analyse des „C“ der ADC-Prüfung wurde festgestellt, dass eine Kompensation der Auswirkungen nicht machbar ist.</i>
	10	V	Boschgat-Trasse (A, A1, A2)	ja	1 Kabelsystem
	11	VII	Schiermonnikoog Wantij-Trasse (A, A1)	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	14	X	Tunnel-Trasse	ja	5 (DC-)Kabelsysteme und 2 Pipelines
	Land	15	XI	Deichvariante-B-Trasse	Getrichtert BL1, BL2
16		II	Oude-Westereems-Landtrasse (A, A1)	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
16		V	Boschgat-Landtrasse (A, A1, B, B1)	ja	1 Kabelsystem
16		VII	Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A)	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines

Tabelle 4.2 Wasserstoffanschluss: Übersicht über sämtliche Trassen aus der NRD wobei angegeben wird, ob die Trassen in Baseline 3 untersucht wurden

Zone	Kapitel	Trasse	Trassenname	Untersucht in Baseline 3?	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl) Falls getrichtert: Erläuterung zur Trichterung
Nordsee	5	A	Parallel zu Gemini-Kabeln	Getrichtert BL1, BL2	<i>Ein Wasserstoffanschluss über Trasse A, der östlichsten Trasse, ist geographisch nicht logisch, da Wasserstoffanschlüsse westlich dieser Trasse vom Windgebiet TNW oder vom Abgrenzungspunkt PAWOZ und pVAWOZ ausgehen.</i>
	5	B	Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel	Getrichtert BL1, BL2	<i>Ein Wasserstoffanschluss über Trasse B, der zweitöstlichsten Trasse, ist geographisch nicht logisch, da Wasserstoffanschlüssen westlich dieser Trasse vom Windgebiet TNW oder vom Abgrenzungspunkt PAWOZ und pVAWOZ ausgehen.</i>
	5	C	Direkt zu TNW	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	5	D	Parallel zu bestehender Gaspipeline	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
Wattenmeergebiet	6	I	Meeuwenstaart-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	<i>Baggerarbeiten für den Bau von Kabelsystemen und Pipelines beim Meeuwenstaart (flache Sandbank) werden zu dauerhaften Veränderungen der morphologischen Merkmale in dem Gebiet führen. Durch Veränderungen im System können erhebliche negative Auswirkungen auf dieses Vogelschutzrichtlinien-Gebiet nicht ausgeschlossen werden.</i>
	7	II	Oude-Westereems-Trasse	ja	6 Kabelsysteme oder 3 Pipelines oder 1 Kabelsystem und 3 Pipelines oder 2 Kabelsysteme und 1 Pipeline
	8	III	Horsborgat-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	<i>Aufgrund der notwendigen Bauarbeiten sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines ist das Landwirtschaftsministerium zu dem Urteil gekommen, dass eine Genehmigung für diese Trasse ausgeschlossen scheint. Außerdem wurden die sensiblen Zeiträume der Arten, die in diesem Gebiet vorkommen, inventarisiert. Daraufhin wurde festgestellt, dass es nicht realistisch ist, die Arbeiten zur Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines völlig außerhalb der sensiblen Zeiträume durchzuführen. Würde dennoch innerhalb der sensiblen Zeiträume gearbeitet, wären erhebliche Auswirkungen auf Vögel und Seehunde nicht auszuschließen. Beim Durchlaufen der ADC-Prüfung wurde festgestellt, dass eine Kompensation der Auswirkungen nicht machbar ist.</i>
	9	IV	Geul-Trasse Rottums	Getrichtert BL1, BL2	<i>Für die Anfuhr von Material zum Boschgat sind Baggerarbeiten erforderlich. Bei dem Volumen, das ausgebagert und umverteilt werden muss, geht es um 6 Mio. m³. Die gleiche Trasse durch das Boschgat wurde für das NOZ TNW-Projekt in Betracht gezogen, mit einem geringeren Baggervolumen. Diese Trasse wurde wegen der großen Schlickfahne und deren Auswirkungen auf die Natur getrichtert.</i>
	10	V	Boschgat-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	
	11	VII	Schiermonnikoog Wantij-Trasse	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines

Zone	Kapitel	Trasse	Trassenname	Untersucht in Baseline 3?	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl) Falls getrichtert: Erläuterung zur Trichterung
	12	VIII	Ameland Wantij-Trasse	ja	3 Pipelines
	13	IX	Zoutkamperlaag-Trasse		3 Pipelines
	14	X	Tunnel-Trasse	ja	5 (DC-)Kabelsysteme und 2 Pipelines
Land	15	XI	Deichvariante-B-Trasse	Getrichtert BL1, BL2	<i>Weil sich unter anderem herausgestellt hat, dass sowohl in Verwaltungs- als auch in bautechnischer Hinsicht die Anforderungen des Wasserverbandes für den Deich und die Anforderungen von TenneT (Kabelsysteme) und Gasunie (Pipelines) nicht zueinander passen, hat sich diese Trasse als unrealistisch erwiesen. Die Trasse wird daher innerhalb von PAWOZ nicht weiter verfolgt.</i>
	17	II	Oude-Westereems-Landtrasse (A, A1)	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	17	VII	Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A)	ja	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	17	VII	Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (B, B1, C)	ja	3 Pipelines
	17	VIII	Ameland Wantij-Landtrasse (A, B, B1)	ja	3 Pipelines
	17	IX	Zoutkamperlaag-Landtrasse (A)	Getrichtert (BL2, BL3)	<i>Weil sich unter anderem herausgestellt hat, dass sowohl in Verwaltungs- als auch in bautechnischer Hinsicht die Anforderungen des Wasserverbandes für den Deich und die Anforderungen von TenneT (Kabelsysteme) und Gasunie (Pipelines) nicht zueinander passen, hat sich diese Trasse als unrealistisch erwiesen. Die Trasse wird daher innerhalb von PAWOZ nicht weiter verfolgt.</i>
	17	IX	Zoutkamperlaag-Landtrasse B	ja	3 Pipelines

In Kapitel 5 t/m 17 (siehe Spalte 2 in Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2) werden die einzelnen Trassen näher erläutert. Kapitel 5 behandelt die Trassen in der Nordsee, zwischen den Windenergiegebieten TNW und DDW und der 6-Meilen-Grenze (Nordsee). Die Kapitel 6 bis 15 enthalten die Trassen durch das Wattenmeergebiet. Die letzten Kapitel (Kapitel 16 und 17) befassen sich mit den Trassen an Land. Jedes Kapitel ist wie folgt aufgebaut:

- status der Trasse;
- allgemeine Erläuterung der Trasse, einschließlich des Trassenprinzips und Erläuterung der Baumethode.

Die zwischen Baseline 0 und Baseline 3 vorgenommenen Trassenoptimierungen und die eventuelle Trichterung von Trassen werden in Anhang V erläutert.

5

NORDSEETRASSEN A BIS EINSCHL. D

5.1 Status der Trassen

Für elektrische Anschlüsse beginnen die Nordseetrassen in den Windgebieten DDW und TNW. Für Wasserstoffanschlüsse beginnen die Trassen im Windgebiet TNW, in dem das Wasserstoff-Demonstrationsprojekt angesiedelt ist. Der Endpunkt der Trassen durch die Nordsee ist die 6-Meilen-Grenze.

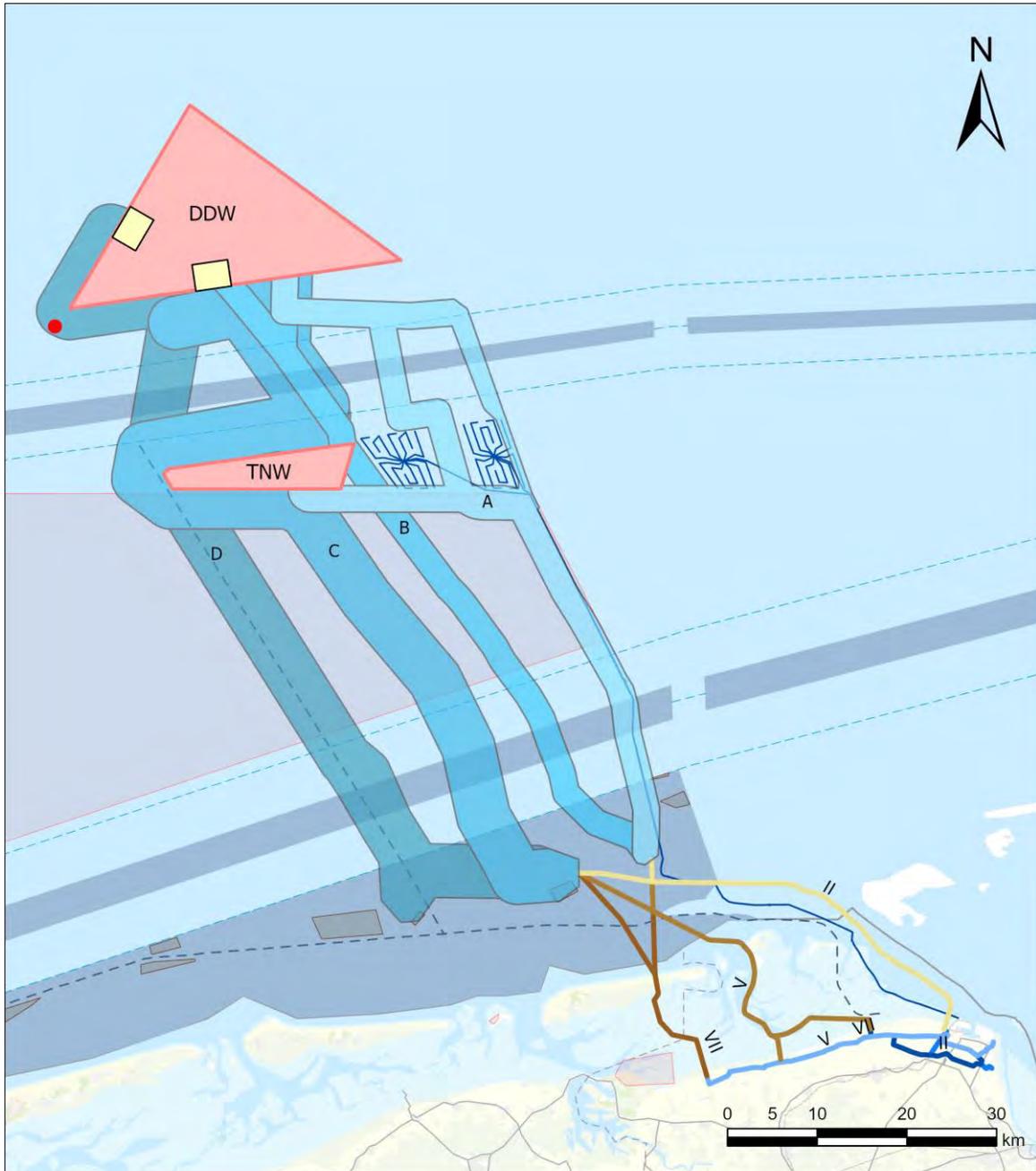
Die Nordseetrassen werden im NRD beschrieben (Baseline 0). Es geht um Trasse A: Parallel zu Gemini-Kabeln, Trasse B: Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel, Trasse C: Direkt zu TNW und Trasse D: Parallel zu bestehender Gaspipeline.

Kabelsysteme

Abbildung 5.1 zeigt eine Karte der Nordseetrassen, die in Baseline 3 für die Verlegung von Kabelsystemen untersucht wurden. Abbildung 5.3 zeigt eine schematische Darstellung der Trichterung bei den Nordseetrassen.

Für Baseline 1 wurden die Trassenentwürfe der Nordseetrassen für Kabelsysteme von TenneT entwickelt (siehe Anhang II). Zwischen Baseline 1 und Baseline 3 erfolgten für Trasse A: Parallel zu Gemini-Kabeln, Trasse C: Direkt zu TNW und Trasse D: Parallel zu bestehender Gaspipeline, Optimierungen des Entwurfs. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen der Entwürfe. Eine Beschreibung der Baseline 3 Trassenentwurf für die Nordseetrassen für Kabelsysteme folgt im nächsten Abschnitt.

Abbildung 5.1 Elektrische Anschlüsse (Kabelsysteme) – Nordseerassen Baseline 3



Legenda

- Abgrenzung VAWOZ-Kabels
- Suchbereiche Plattformen Doordewind
- Bereich Windenergie
- Sandabbaugebiete
- Militärische Gebiete
- Trennzonen Verkehrstrennungsanlage an der Nordsee
- Einschränkung des Verkehrstrennungssystems in der Nordsee
- Gemini-kabels
- NGT-Pipelines
- Nordsee-Trasse Korridor 6 km TenneT
- A: Parallel zu Gemini-Kabeln
- B : Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel
- C: Direkt zu TNW
- D: Parallel zu bestehender Gaspipeline
- Wattenmeer-Trasse TenneT
 - II: Oude Westereems-Trasse
 - V: Boschgat-Trasse
 - VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse
- Land-Trasse TenneT
 - II: Oude Westereems-Trasse
 - V: Boschgat-Trasse
 - VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse

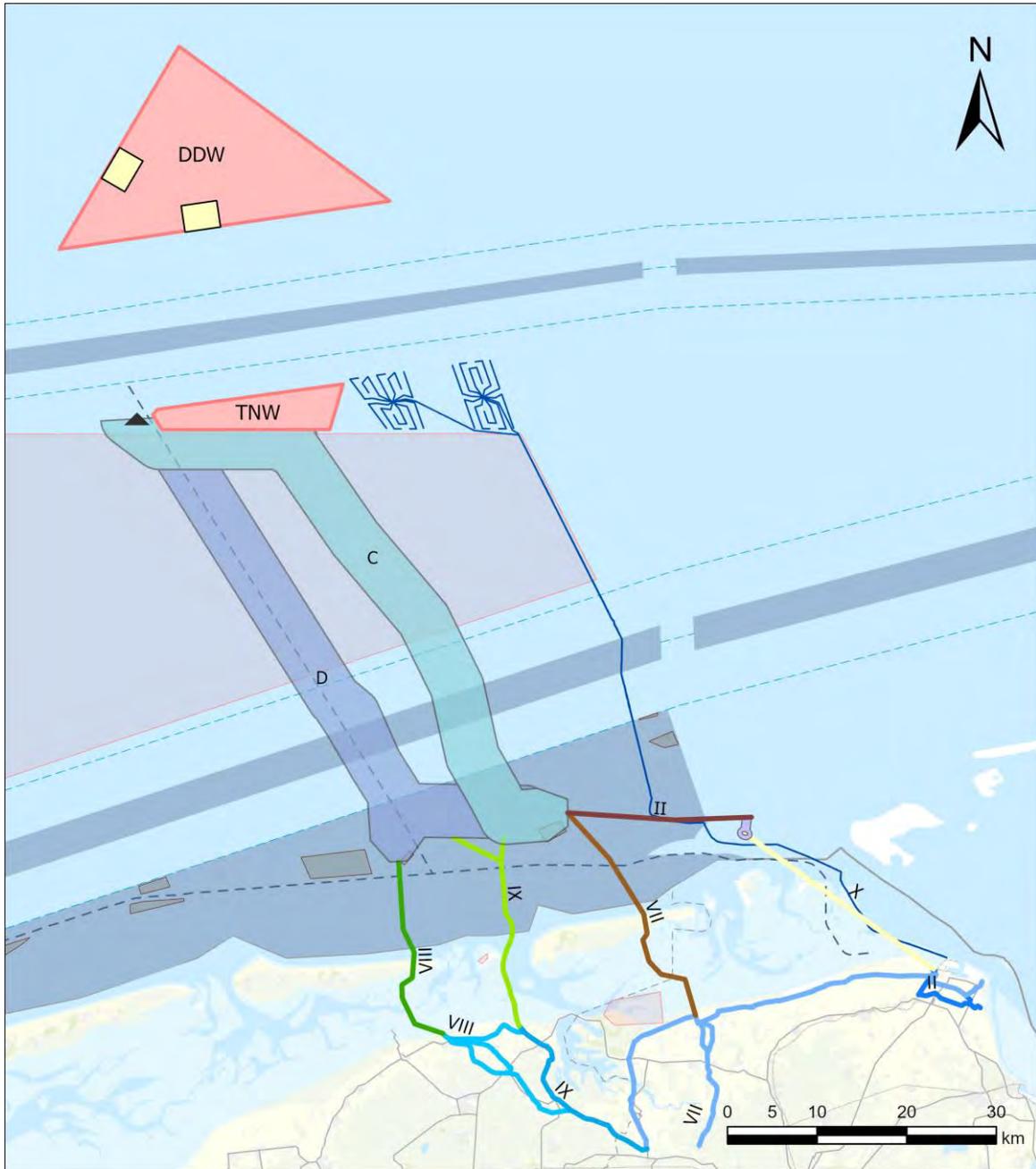
Pipelines

Abbildung 5.2 zeigt eine Karte der Nordseetrassen, die in Baseline 3 für die Verlegung von Pipelines untersucht wurden. Abbildung 5.3 zeigt eine schematische Darstellung der Trichterung bei den Nordseetrassen.

Für Baseline 1 wurden die Trassenentwürfe der Nordseetrassen für Kabelsysteme von TenneT entwickelt (siehe Anhang II). Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 wurden Trasse A: Parallel zu Gemini-Kabeln und Trasse B: Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel von Gasunie verworfen. Ein Wasserstoffanschluss über Nordseetrasse A und/oder Nordseetrasse B, den östlichsten Trassen, ist geographisch nicht logisch, da Wasserstoffanschlüsse westlich dieser Trasse vom Windgebiet TNW ausgehen. In Anhang V werden die Gründe für die Streichung der Nordseetrassen A und B erläutert.

Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 erfolgten für Trasse C: Direkt zu TNW und Trasse D: Parallel zu bestehender Gaspipeline, einige Optimierungen des Entwurfs. Außerdem wurde zwischen Baseline 2 und Baseline 3 der Abgrenzungspunkt zwischen pVAWOZ und PAWOZ von westlich des Windgebiets DDW zum Windgebiet TNW verschoben. Die Nordseetrasse C und die Nordseetrasse D wurden dahingehend angepasst. In Anhang V werden die vorgenommenen Optimierungen des Entwurfs für die Nordseetrassen C und D näher erläutert.

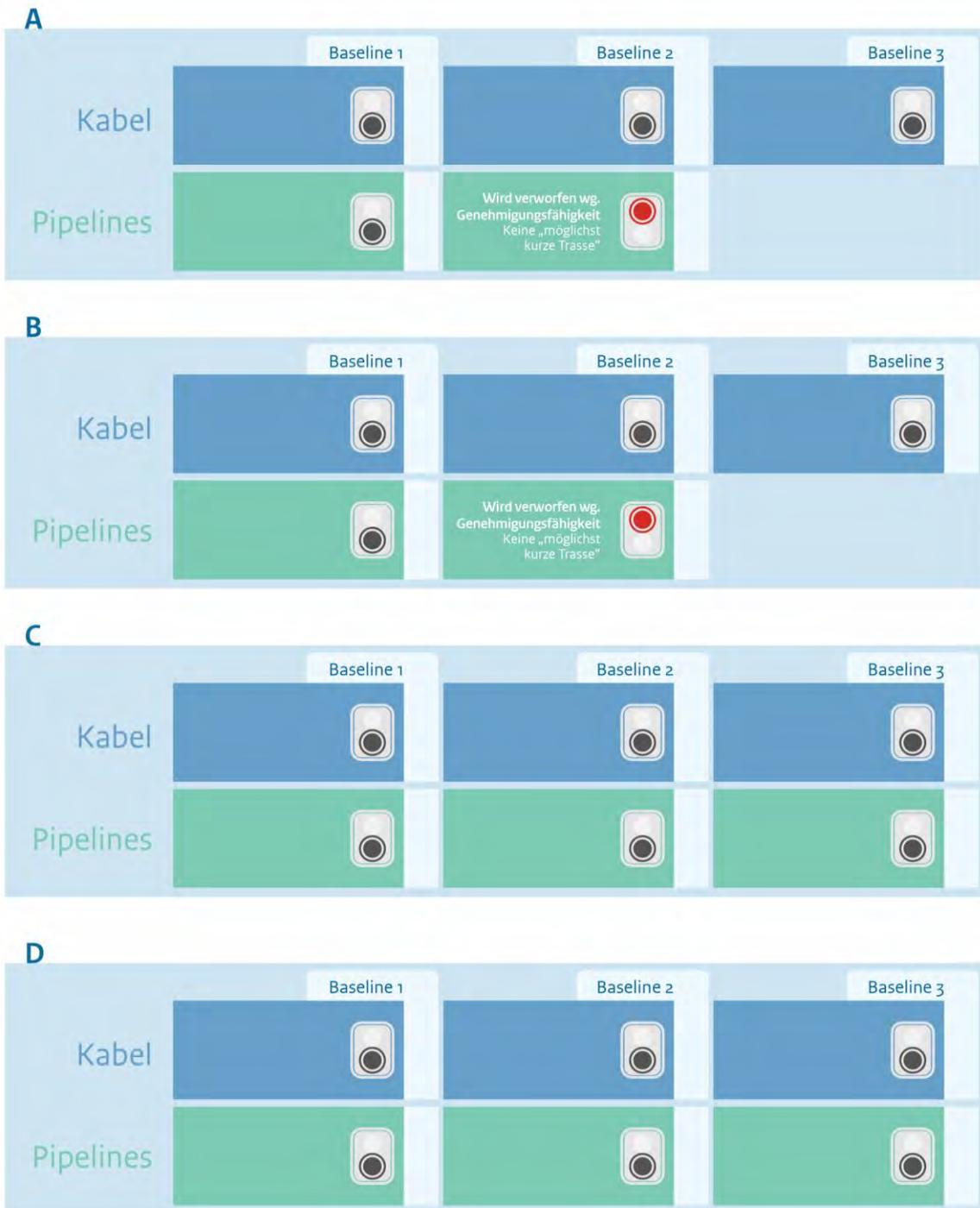
Abbildung 5.2 Wasserstoffanschlüsse – Nordseertrasen Baseline 3



Legenda

- | | | |
|---|---|------------------------------------|
| Suchbereiche Plattformen Doordewind | Einschränkung des Verkehrstrennungssystems in der Nordsee | VIII: Ameland Wantij-Trasse |
| Suchgebiet Eintrittspunkt Trasse II | NGT-Pipelines | IX: Zoutkamperlaag-Trasse |
| Eintrittspunkt Tunnel | Gemini Kabels | X: Tunnel Eemshaven |
| Bereich Windenergie | Nordsee-Trasse Korridor 6 km Gasunie | Land-Trasse Gasunie |
| Abgrenzung VAWOZ-Pipelines | C: Direkt zu TNW | II: Oude Westereems-Trasse |
| Trennzonen Verkehrstrennungsanlage an der Nordsee | D: Parallel zu bestehender Gaspipeline | VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse |
| Militärische Gebiete | Wattenmeer-Trasse Gasunie | VIII: Ameland Wantij-Trasse |
| Sandabbaugebiete | II: Oude Westereems Pipeline ab Tunnel | IX: Zoutkamperlaag-Trasse |
| | VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse | |

Abbildung 5.3 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 en Baseline 3 für die Nordseetrassen A, B, C en D



5.2 Erläuterung zu den Trassen für Kabelsysteme

5.2.1 A: Parallel zu Gemini-Kabeln

Trasse A: Parallel zu Gemini-Kabeln (die östlichste Nordseetrasse) beginnt beim Windpark DDW. Ausgehend vom Windpark DDW quert die Trasse den nördlichen Schifffahrtsweg (VTG Ostfriesland). Danach gibt es zwei

Varianten. Eine Variante verläuft zwischen den Gemini-Windparks, die andere führt an der Ostseite an ihnen vorbei. Die östliche Variante liegt an der Grenze zu Deutschland.

Vom Windpark TNW verläuft die Trasse in Richtung des Gemini-Windparks (nach Osten) und biegt südlich vom Gemini-Windpark nach Südosten ab.

Südöstlich des Gemini-Windparks laufen die Trassen von den Windparks TNW und DDW zusammen und bilden eine gemeinsame Trasse. Diese Trasse verläuft parallel zu den bestehenden Gemini-Kabeln in Richtung Eemshaven. Diese Trasse durchquert am östlichen Rand das militärische Übungsgebiet der niederländischen Streitkräfte. Die Trasse durchquert auch den westlichen Teil des Naturgebiets Borkumse Stenen (ein Gebiet mit besonderen Naturwerten, harten Strukturen auf dem Boden, wie z. B. Kies und Steine, Findlinge und krustenartige Strukturen) und den südlichen Schifffahrtsweg (VTG Terschelling German Bight). Die Trasse schließt an die Wattenmeertrassen und die 6-Meilen-Grenze an.

5.2.2 B: Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel

Trasse B: Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel (Tycom-Telekom-Kabel) beginnt beim Windpark DDW. Anschließend quert die Trasse den nördlichen Schifffahrtsweg (VTG Ostfriesland) und verläuft zwischen den Windparks TNW und Gemini. Diese Trasse verläuft dann parallel zu dem stillgelegten Tycom-Telekom-Kabel in Richtung Eemshaven. Die Trasse durchquert das militärische Übungsgebiet und den westlichen Teil des Naturgebiets Borkumse Stenen. Schließlich durchquert die Trasse den südlichen Schifffahrtsweg (VTG Terschelling German Bight). Die Trasse schließt an die Wattenmeertrassen und die 6-Meilen-Grenze an.

5.2.3 C: Direkt zu TNW

Die Trasse C: Direkt zu TNW beginnt für Kabelsysteme beim Windpark Doordewind und für Pipelines beim Windpark TNW. Ausgehend vom Windpark DDW quert die Trasse den nördlichen Schifffahrtsweg (VTG Ostfriesland). Danach verläuft sie westlich des Windparks TNW. Vom Windpark TNW aus verläuft eine gesonderte Trasse von Ost nach West. Südlich des Windparks TNW laufen die Trassen von TNW und DDW zusammen und bilden dann eine gemeinsame Trasse. Danach verläuft die Trasse so direkt wie möglich in Richtung Eemshaven. Das militärische Übungsgebiet der niederländischen Streitkräfte und der südliche Schifffahrtsweg (VTG Terschelling German Bight) werden durchquert. Die Trasse schließt an die Wattenmeertrassen und die 6-Meilen-Grenze an.

5.2.4 D: Parallel zu bestehender Gaspipeline

Trasse D: Parallel zu bestehender Gaspipeline (der NGT-Pipeline) beginnt für Kabelsysteme beim Windpark DDW und für Pipelines beim Windpark TNW. Ausgehend vom Windpark DDW quert die Trasse den nördlichen Schifffahrtsweg (VTG Ostfriesland). Die Trasse vom Windpark DDW aus verläuft an der westlichen Seite um den Windpark TNW und die NGT-Pipeline herum. Die Trasse für die Pipelines vom Windpark TNW schließt südwestlich von TNW an die Trasse für die Kabelsysteme aus dem Windpark DDW an, wonach sie eine Trasse bilden. Von dort aus verläuft die Trasse parallel zur bestehenden NGT-Pipeline in Richtung Südosten. Die Trasse verläuft an östlicher Seite dieser Gaspipeline. Das militärische Übungsgebiet der niederländischen Streitkräfte und der südliche Schifffahrtsweg (VTG Terschelling German Bight) werden durchquert. Die Trasse schließt an die Wattenmeertrassen und die 6-Meilen-Grenze an.

5.2.5 Verlegungsmethode – Kabelsysteme

Verlegungsmethode

Der Antransport und die Verlegung von Kabelsystemen in den Nordseetrassen erfolgt mit Kabelverlegeschiffen. An Bord dieser Schiffe wird eine bestimmte Menge Kabelsystem (ca. 40 km) geladen. Je

nach der gewählten Verlegemethode wird das Kabelsystem zunächst auf dem Meeresboden abgelegt und anschließend eingegraben (das sogenannte post-lay burial) oder das Kabelsystem wird verlegt und sofort eingegraben (simultaneous lay and burial). Abschnitt 2.1.2.2 in Anhang II enthält einige Abbildungen von Gerätschaften, die zur Ausführung solcher Arbeiten eingesetzt werden können.

Querungen

Die Nordseetrassen kreuzen mehrere bestehende Kabel und Pipelines. Es gibt verschiedene Techniken zum Queren von Infrastruktur auf der Nordsee. Jede Technik zielt darauf ab, eine Trennung zwischen den Kabelsystemen (525 oder 220 kV) und dem zu querenden Kabel bzw. der zu querenden Pipeline zu erreichen. Welche Technik letztendlich angewandt wird, richtet sich nach dem lokalen Kontext und nach den Vereinbarungen zwischen TenneT und dem Eigentümer des Kabels bzw. der Pipeline.

Muffenverbindungen

Ein Kabelverlegungsschiff kann auf der Nordsee in der Regel 40 km an Kabelsystem transportieren. Weil die Nordseetrassen eine längere Entfernung überbrücken, kann die Verlegung nicht in einem Arbeitsgang ausgeführt werden. Mit Muffen werden zwei Kabelteile miteinander verbunden (Erläuterung siehe Kapitel 3). Auf dem Meeresboden wird eine Muffenmulde ausgebaggert. Die Muffe wird in die Muffenmulde eingesetzt. Die Abmessungen der Muffenmulde und damit das auszubaggernde Volumen werden in einer späteren Phase ausgearbeitet.

5.2.6 Verlegemethode – Pipelines

Verlegemethode

Zur Verlegung von Pipelines entlang der Nordseetrassen wird ein Rohrleger mit dynamischem Positionierungssystem und Eingrabegerät genutzt. Diese Verlegemethode wird in Abschnitt 3.3.2 erläutert.

Querungen

Die Nordseetrassen kreuzen mehrere bestehende Kabel und Pipelines. Stillgelegte Kabel werden vor der Verlegung von Pipelines entfernt. Es gibt verschiedene Techniken zum Queren von Infrastruktur auf der Nordsee. Jede Technik zielt darauf ab, eine Trennung zwischen der Pipeline und der zu durchquerenden Infrastruktur zustande zu bringen. Welche Technik letztendlich angewandt wird, richtet sich nach dem lokalen Kontext und nach den Vereinbarungen zwischen Gasunie und dem Eigentümer des Kabels bzw. der Pipeline.

5.2.7 Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Kabelsysteme und/oder Pipelines

Abbildung 5.1 und Abbildung 5.2 zeigen die Korridore, die für die Nordseetrassen untersucht wurden. Die folgenden Absätze erläutern für jede Trasse die Breite der Korridore und die maximale technisch machbare Konfiguration von Kabelsystemen und/oder Pipelines.

A: Parallel zu Gemini-Kabeln

Die Nordseetrasse A wurde bezüglich der Verlegung von Kabelsystemen untersucht. Für diese Trasse wird in der Plan-UVS und in der IEA ein Korridor mit variierender Breite untersucht. Entlang großer Teile des Korridors beträgt die Breite 3 km, an der schmalsten Stelle ist der Korridor etwa 1 km breit. Für den Korridor wurde eine technisch maximal realisierbare Konfiguration von 7 Kabelsystemen untersucht.

B: Parallel zu stillgelegtem Telekom-Kabel

Die Nordseetrasse B wurde bezüglich der Verlegung von Kabelsystemen untersucht. Für diese Trasse wird in der Plan-UVS und der IEA ein 3 km breiter Korridor mit einer technisch maximal realisierbaren Konfiguration von 7 Kabelsystemen untersucht.

C: Direkt zu TNW und D: Parallel zu bestehender Gaspipeline

Die Nordseetrassen C und D wurden sowohl in Bezug auf elektrische als auch in Bezug auf Wasserstoffanschlüsse untersucht. Für diese Trassen wird in der Plan-UVS und in der IEA ein Korridor von 6 km untersucht, mit einer technisch maximal realisierbaren Konfiguration von 7 Kabelsystemen und 3. Pipelines.

6

I: MEEUWENSTAART-TRASSE

6.1 Status der Trasse

Die I: Meeuwenstaart-Trasse wurde im NRD beschrieben (Baseline 0). Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die I: Meeuwenstaart-Trasse von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II und III). Eine kurze Beschreibung des Baseline 1 Trassenentwurfs folgt im nächsten Abschnitt.

Aufgrund der nicht auszuschließenden und nicht kompensierbaren erheblichen negativen Auswirkungen des Baus sowohl von Kabelsystemen als auch von Pipelines wurde diese Trasse zwischen Baseline 1 und Baseline 2 als nicht genehmigungsfähig eingestuft. Baggerarbeiten für den Bau von Kabelsystemen und Pipelines beim Meeuwenstaart (flache Sandbank) werden zu dauerhaften Veränderungen der morphologischen Merkmale in dem Gebiet führen. Durch Veränderungen im Ökosystem können erhebliche negative Auswirkungen auf dieses Vogelschutzrichtlinien-Gebiet nicht ausgeschlossen werden. Es wurden Optimierungen zur Abschwächung der Auswirkungen untersucht, die jedoch nicht zu einer Verringerung der Tragweite der Auswirkungen führen. Die Trasse wurde daher verworfen und für Kabelsysteme und Pipelines in Baseline 3 nicht weiter für das PAWOZ untersucht. In Anhang V werden die Beweggründe für den Verzicht auf diese Trassen für Kabelsystemen und Pipelines näher erläutert.

Abbildung 6.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



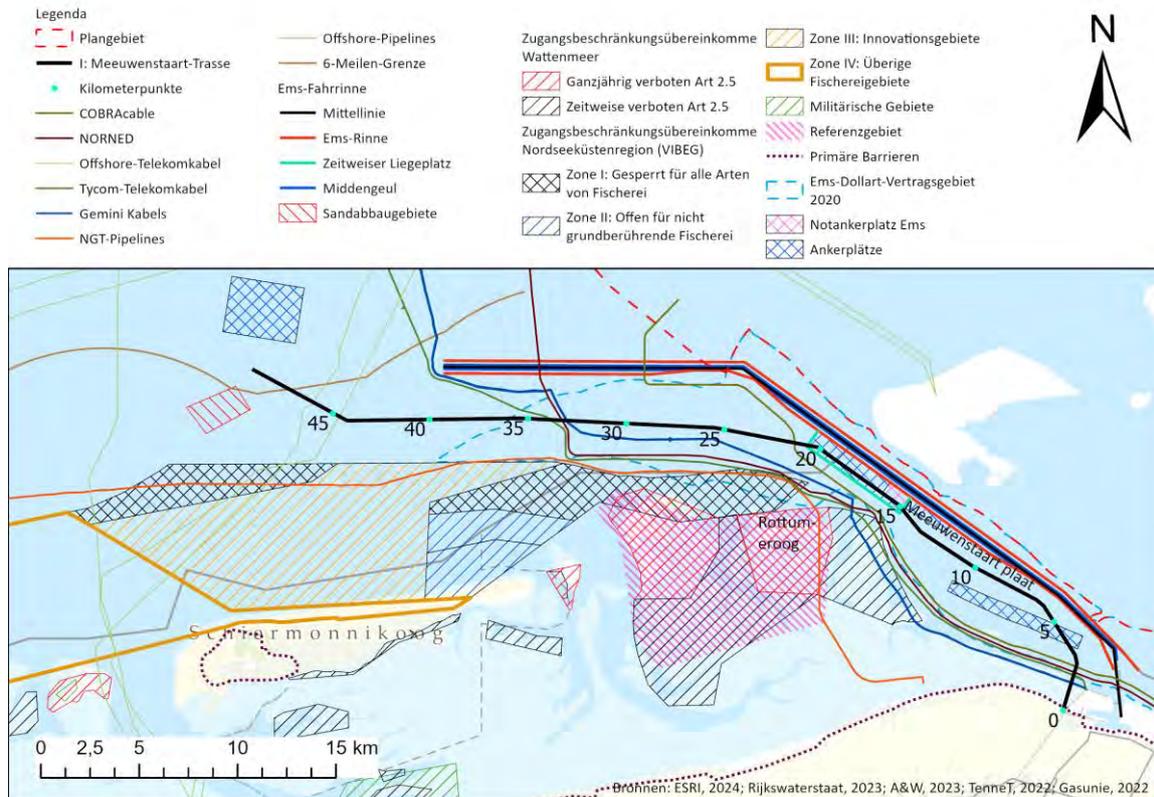
6.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)

Allgemeine Erläuterung

Die I: Die Meeuwenstaart-Trasse ist von den Trassen durch das Wattenmeergebiet die östlichste Trasse und wird sowohl für Pipelines als auch für Kabelsysteme in Betracht gezogen. Im Wesentlichen handelt es sich um eine Trasse, die flache Teile des Wattenmeeres nutzt, um die Beeinträchtigung der Schifffahrt bei der Verlegung zu minimieren. Ein großer Teil der Trasse verläuft durch das Ems-Dollart-Vertragsgebiet. Ab der Küste durchquert die Trassen den Hauptdeich westlich des Eemshavens. Anschließend wird die Oude-Westereems überquert, wobei auch ein Ankerplatz gekreuzt wird.

Danach verläuft die Trasse über die flachen Meeuwenstaart-Bänke in der Emsmündung. Es werden die COBRA-Kabel nordöstlich von Rottumeroog gekreuzt. Die Trasse verläuft nördlich der Gemini-Kabel. Nördlich von Rottumeroog quert die Trasse die Gemini- und NorNed-Kabel.

Abbildung 6.2 | Meeuwenstaart-Trasse für Kabelsysteme und Pipelines



Verlegetechnik

Wie in Abschnitt 6.1 genannt, wurde diese Trasse zwischen Baseline 1 und Baseline 2 verworfen. In den nächsten beiden Abschnitten wird der Baseline 1-Trassenentwurf für ein Kabelsystem und eine Pipeline erläutert.

Kabelsystem

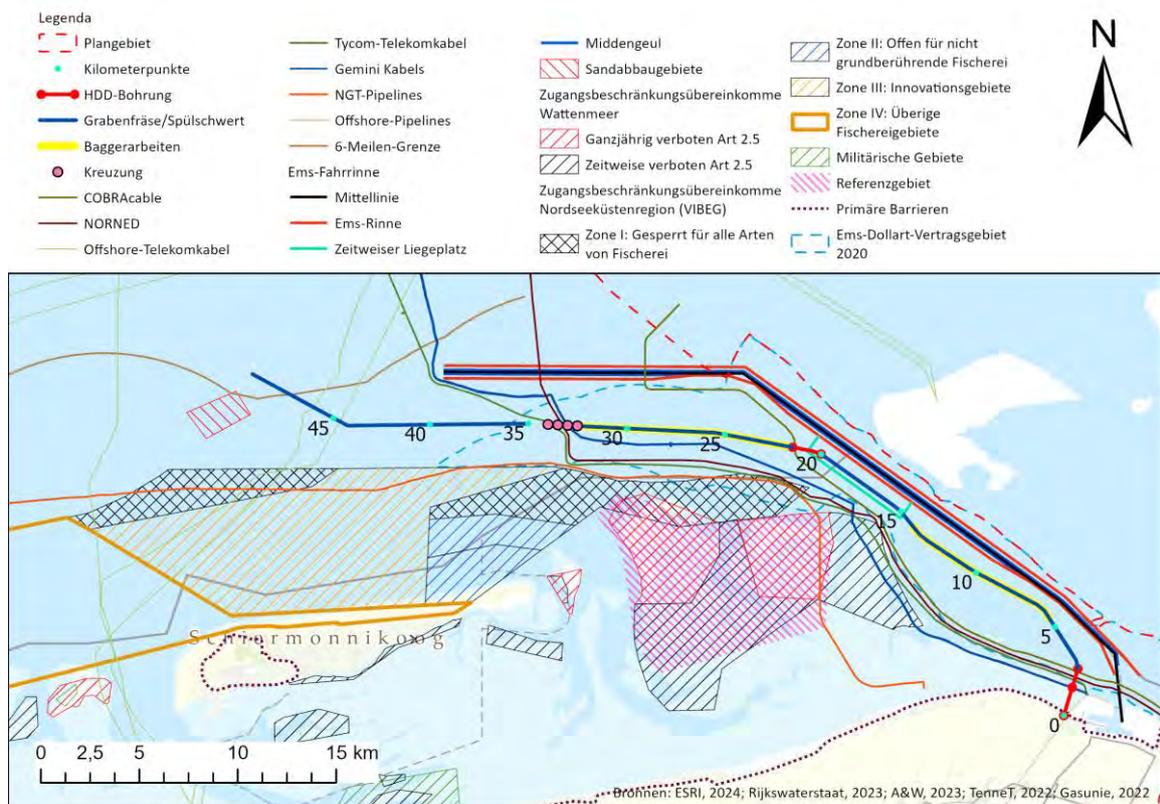
Abbildung 6.3 zeigt eine Karte mit darin der I: Meeuwenstaart-Trasse und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich westlich des Eemshavens mit einer HDD-Bohrung. Anschließend ist zur Querung von drei bestehenden Kabeln (Gemini, NorNed und COBRA) eine HDD-Bohrung unter diesen Kabeln geplant (weitere Informationen siehe Textkasten Unterquerung von Infrastruktur auf See mit einer HDD-Bohrung). Zwischen Kilometerpunkt (im Folgenden: KP) 2,5 und KP 21 wird das Kabelsystem mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse eingebracht. Für diese Gerätschaften ist eine ausreichende Wassertiefe erforderlich. Dies ist auf einem Teilstück der Trasse nicht gegeben. Es muss daher für den Zugang mit den Kabelverlegemaschinen in Höhe der flachen Meeuwenstaart-Bank eine Rinne ausgebaggert werden. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 60 m und ein Gefälle von 1:7. Daraus ergibt sich ein Baggervolumen von etwa 4 Mio. m³. Dabei ist die Sedimentation noch nicht berücksichtigt. Dies kann in der Zeit zwischen der Ausbaggerung und der Installation des Kabelsystems Unterhaltungsbaggerungen erfordern. Dadurch fallen die Baggervolumina in der Praxis höher aus.

Das COBRA-Kabel wird in Höhe von KP 21,5 noch einmal mit einer HDD-Bohrung unterquert. (Siehe Textkasten Unterquerung von Infrastruktur auf See mit einer HDD-Bohrung). Westlich der Kreuzung mit dem COBRA-Kabel ist die Wassertiefe zu groß für Verlegung mit einer Grabenfräse. Die Wassertiefe ist jedoch zu gering für Verlegung mit schwimmendem Gerät. Es muss daher für den Zugang mit den Kabelverlegemaschinen durch die Huibertplaat eine Rinne ausgebaggert werden. Das Kabelsystem wird anschließend mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse eingebracht.

Querung von Infrastruktur mit Offshore-HDD-Bohrungen

Eine Standardtechnik für die Querung bestehender Infrastrukturen in ausreichend tiefem Wasser ist die Verlegung des Kabelsystems über die bestehende Infrastruktur und die anschließende Abdeckung der Querung mit Steinen. Die Bodenverhältnisse in dem Bereich, in dem die Gemini-, NorNed- und COBRA-Kabel gekreuzt werden, sind sehr dynamisch, sodass die Stabilität einer Standardquerung unsicher ist. Aus diesem Grund wird eine Bohrung unter der bestehenden Infrastruktur in Betracht gezogen. Dieser Vorgang ist komplex und nimmt mehrere Monate in Anspruch.

Abbildung 6.3 Trassenentwurf (Baseline 1), I: Meeuwenstaart-Trasse

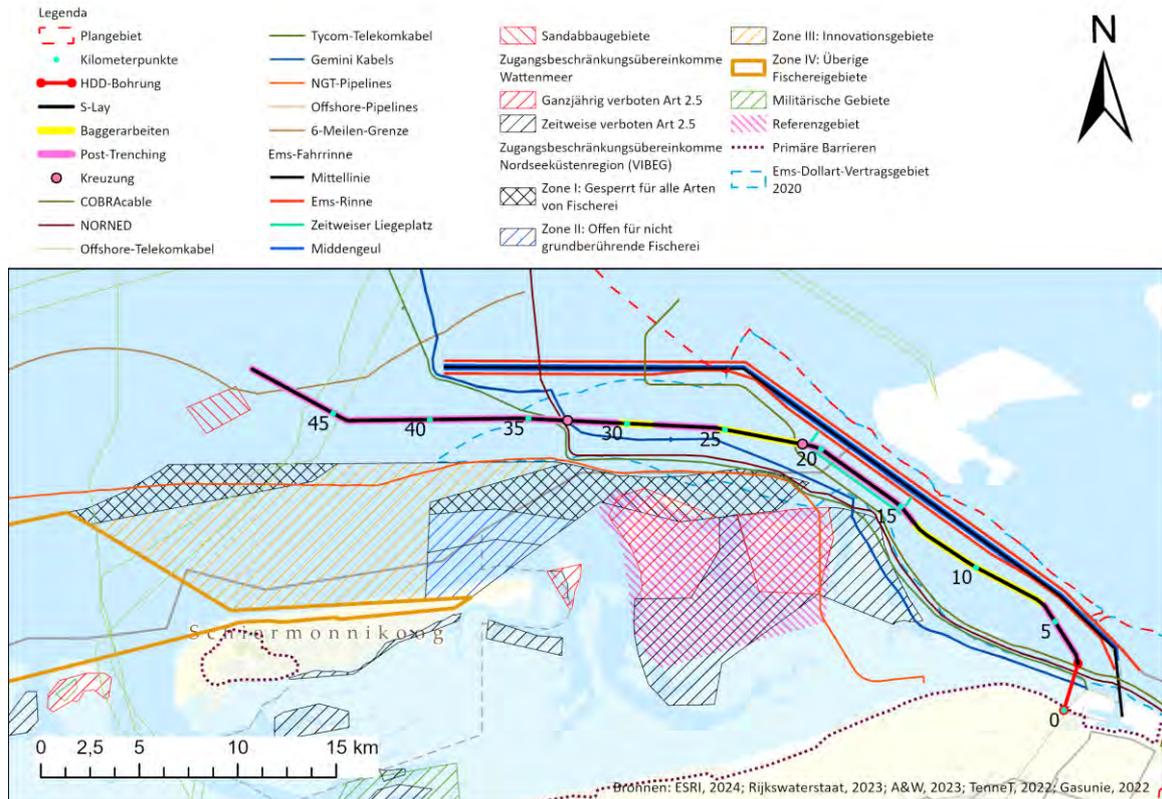


Pipeline

Abbildung 6.4 zeigt eine Karte, in der die I: Meeuwenstaart-Trasse und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten dargestellt sind. Die Trasse durchquert den Hauptdeich westlich des Eemshavens mit einer HDD-Bohrung. Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 wurde festgestellt, dass eine HDD-Bohrung an diesem Standort nicht machbar ist. Eine Erläuterung hierzu wird in Kapitel 7 gegeben. Neben der Kreuzung mit dem Deich werden mit der Bohrung auch die drei bestehenden Kabel (Gemini, NorNed und COBRA) gequert. Die Durchführbarkeit dieser Querung ist noch ungewiss, da sie von der Tiefe, in der die bestehenden Kabel liegen, und den örtlichen Bodenverhältnissen abhängt (diese sind zum Zeitpunkt des Trassenentwicklungsprozesses noch nicht bekannt). Für den Rest der Trasse kommt die S-Lay-Technik zur Anwendung. Bei dieser Verlegetechnik wird schwimmendes Gerät eingesetzt. Dieses Gerät benötigt eine Wassertiefe von LAT -7 m. Für den Zugang des Materials entlang der Trasse werden in Höhe

der Meeuwenstaart-Bank Baggerarbeiten durchgeführt. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 60 m und ein Gefälle von 1:6. Daraus ergibt sich ein Baggervolumen von etwa 4 Mio. m³. Dabei ist die Sedimentation noch nicht berücksichtigt. An Stellen, an denen das Ausbaggern für den Zugang des Geräts nicht erforderlich ist, wird die Pipeline nach der Verlegung eingegraben. Das COBRA-Kabel wird in Höhe von KP 21,5 nochmals gequert. In Höhe der Querung sind Baggerarbeiten erforderlich, um Zugang für die Baumaschinen herzustellen. Die genaue Tiefe, in der das COBRA-Kabel liegt, ist zum Zeitpunkt des Trassenentwicklungsprozesses noch nicht bekannt. Dadurch ist die Umsetzung dieser Querung unsicher.

Abbildung 6.4 Trassenentwurf (Baseline 1), I: Meeuwenstaart-Trasse



7

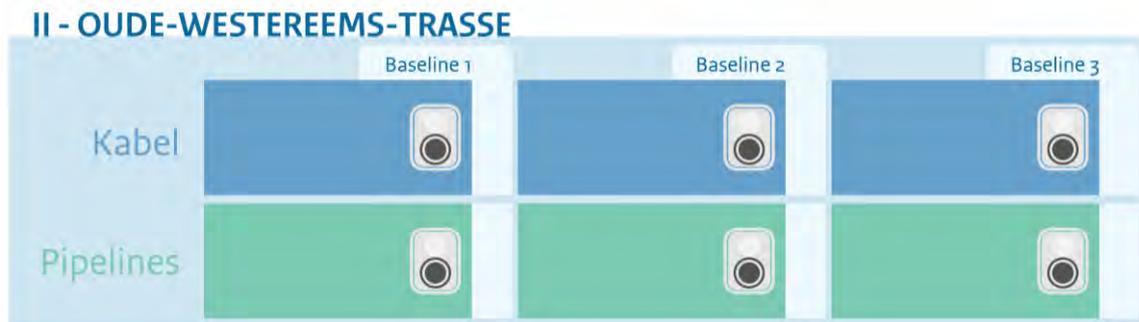
II: OUDE-WESTEREEMS-TRASSE

7.1 Status der Trasse

Die II: Oude-Westereems-Trasse wurde im NRD beschrieben (Baseline 0). Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die Trasse von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II und III). Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 wurde der Trassenentwurf für Pipelines optimiert. Und zwischen Baseline 2 und Baseline 3 wurde der Trassenentwurf für sowohl Kabelsysteme als auch Pipelines optimiert. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen der Entwürfe für diese Trasse.

Die II: Oude-Westereems-Trasse wurde in Baseline 3 für Pipelines und Kabelsysteme geprüft. Eine Beschreibung des Baseline 3 Trassenentwurfs für Kabelsysteme und Pipelines folgt im nächsten Abschnitt. Die Genehmigungsfähigkeit im Hinblick auf Schifffahrt und Sicherheit ist nicht Gegenstand dieses Berichts. Dieses Thema wurde im Teilbericht Schifffahrt und Sicherheit behandelt.

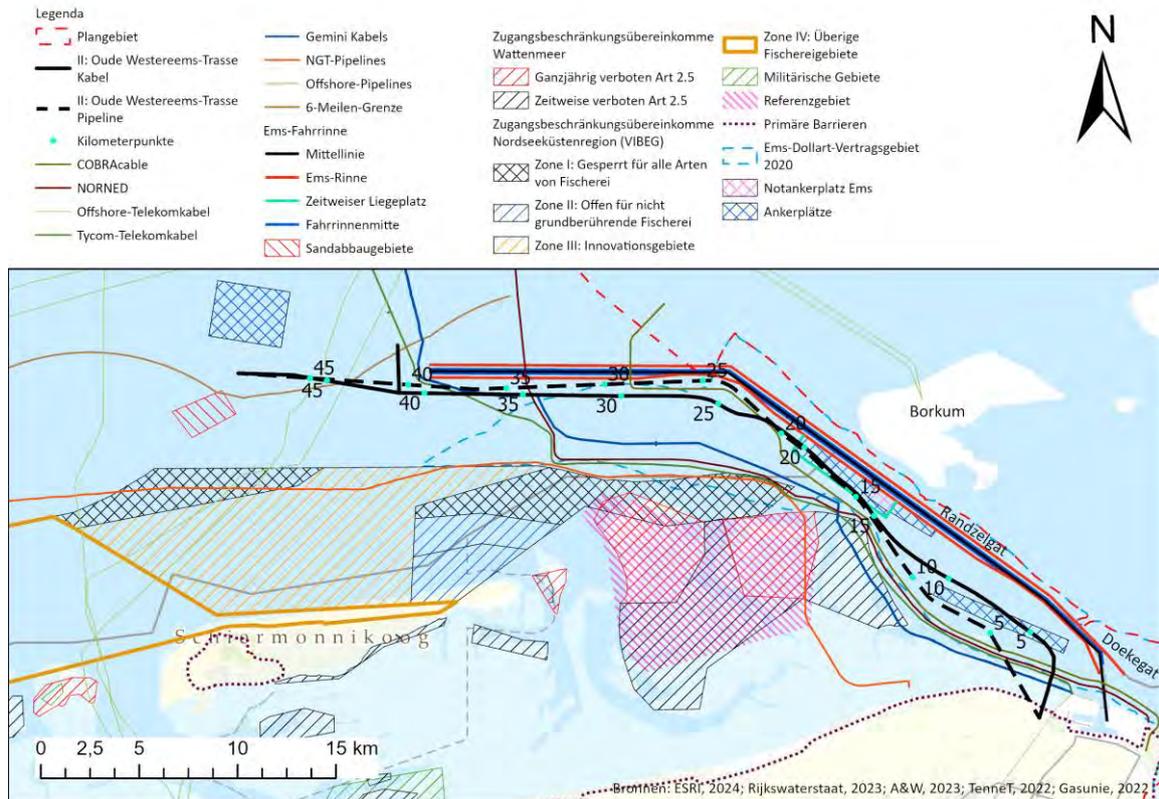
Abbildung 7.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



7.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)

Die II: Oude-Westereems-Trasse wurde für Pipelines und Kabelsysteme geprüft. Ausgangspunkt für die II: Oude-Westereems-Trasse ist, dass sie morphologisch stabilen tiefen Abschnitten im Ems-Ästuar folgt. Dadurch kann die Eingrabetiefe begrenzt werden. Von Land aus quert die Trasse den Hauptdeich bei Eemshaven-West, woraufhin auch die drei bestehenden Kabel (Gemini, NorNed und COBRA) gequert werden. Die Trasse biegt nach Nordwesten ab und folgt der Oude-Westereems-Rinne. Für die Passage der Doekegat Rede gibt es zwei Varianten: Eine südlich des Ankerplatzes und eine durch ihn hindurch und nördlich des Ankerplatzes. Die Trasse führt weiter durch den tiefsten Teil der Randzelgat-Rinnen. Auf der Höhe von Borkum wurden ebenfalls zwei Trassenvarianten entwickelt: eine südlich des COBRA-Kabels und eine nördlich des COBRA-Kabels, wobei diese Variante südlich der Ems-Rinne verläuft. Die Varianten verlaufen in westlicher Richtung weiter bis zur 6-Meilen-Grenze.

Abbildung 7.2 II Oude-Westereems-Trasse für Kabelsysteme (schwarze Linie) und für Pipelines (schwarze Strichlinie)



Verlegetechnik

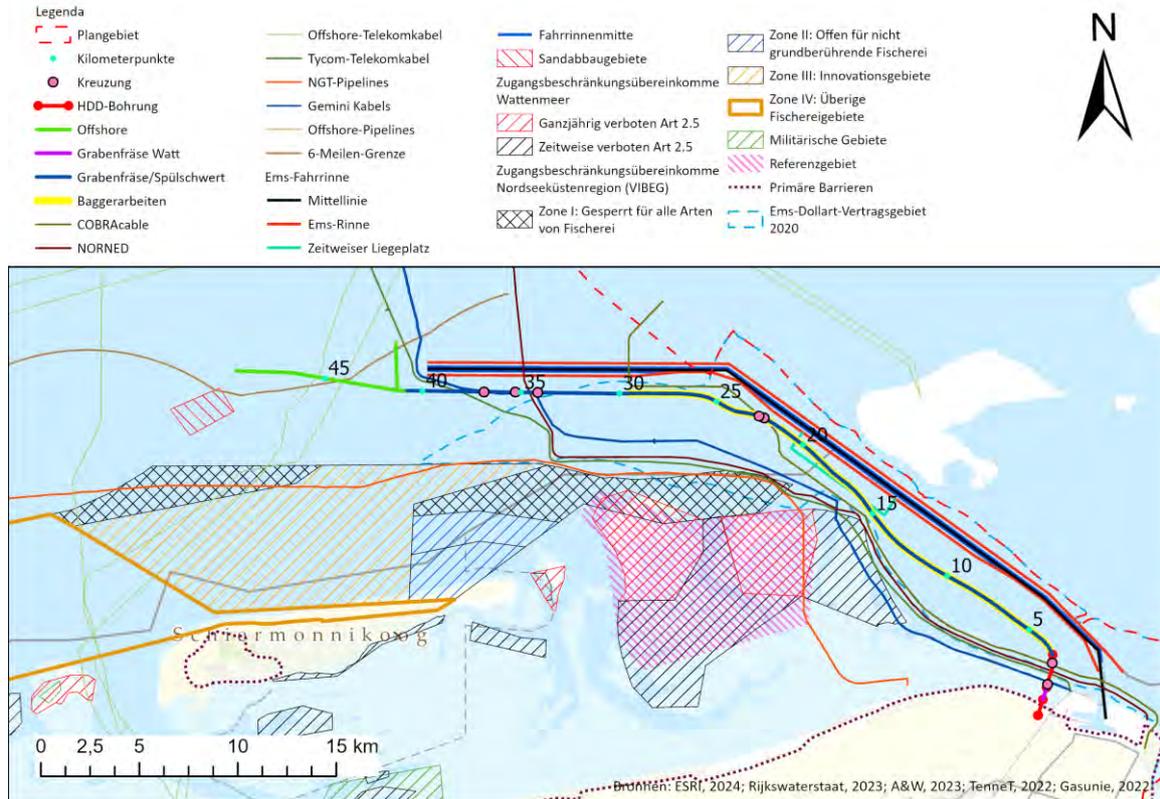
Kabelsystem

Abbildung 7.3 zeigt eine Karte mit darin der die II: Oude-Westereems-Trasse und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten. Für die Trassen für ein Kabelsystem werden die Varianten nördlich des Ankerplatzes und südlich des COBRA-Kabels beibehalten. Die Trasse durchquert den Deich westlich des Eemshavens mit einer HDD-Bohrung. Anschließend ist zur Unterquerung von drei bestehenden Kabeln (Gemini, NorNed und COBRA) eine HDD-Bohrung unter diesen Kabeln geplant. Dadurch werden die vorhandenen Seegraswiesen geschont.

Entlang des größten Teils der Trasse werden die Kabelsystem mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse eingebracht. Für diese Gerätschaften ist eine ausreichende Wassertiefe erforderlich. Dies ist auf einem Teilstück der Trasse nicht gegeben. Es muss daher für den Zugang mit den Kabelverlegemaschinen sehr lokal ausgebaggert werden. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 60 m und ein Gefälle von 1:7. Das gesamte Baggervolumen, das für den Zugang mit dem Gerät erforderlich ist, beträgt ca. 380.000 m³ für ein Kabelsystem entlang der Mittellinie und ca. 930.000 m³ und ca. 6,8 Mio. m³ für ein Kabelsystem am östlichen bzw. westlichen Rand des Korridors. Am westlichen Rand des Korridors muss ebenfalls gebaggert werden, um die Eingrabbtiefe für ein Kabelsystem zu erreichen. Auch ist in den Angaben zu den Baggervolumen die Offshore-Muffe nicht mitberücksichtigt.

Die Trasse führt an der Horsbornplaat vorbei, einem bekannten Ruheplatz für Seehunde. Während der Welpen- und Fellwechselzeit (15. Mai bis August) werden keine Arbeiten durchgeführt, wenn nicht ein Abstand von 1.500 m zu den Liegeplätzen der Seehunde eingehalten werden kann. Das COBRA-Kabel wird in Höhe von KP 20,5 nochmals mit einer HDD-Bohrung unterquert.

Abbildung 7.3 Trassenentwurf Kabelsystem (Baseline 3), II: Oude-Westereems-Trasse



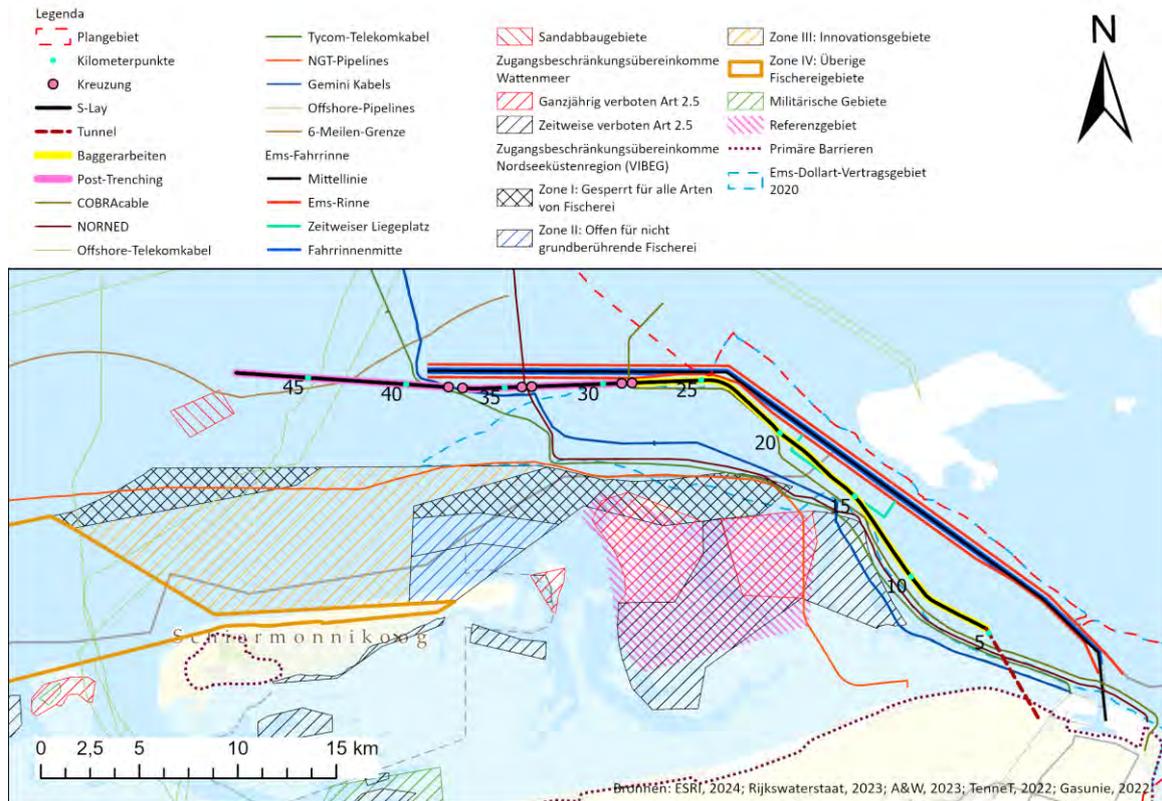
Pipeline

Abbildung 7.4 zeigt eine Karte mit darin der II: Oude-Westereems-Trasse und die für die Verlegung einer Pipeline vorgesehenen Arbeiten. Für die Trasse einer Pipeline werden die Varianten südlich des Ankerplatzes und nördlich des COBRA-Kabels beibehalten. Die Trasse durchquert den Deich westlich des Eemshavens mit einem gebohrten Segmenttunnel von ca. 6 km Länge. Der genaue Punkt an Land, an dem der Tunnel eingesetzt werden soll, ist noch unbestimmt. Ein Gebiet im Umkreis von 5 km von dem Anlandungsort wird untersucht. Neben der Kreuzung mit dem Deich werden mit dem Segmenttunnel auch die drei bestehenden Kabel (Gemini, NorNed und COBRA) gequert. Die Machbarkeit einer Durchkreuzung mit einem Segmenttunnel ist noch unsicher und muss in einer späteren Projektphase (einer eventuellen Projekt-UVP-Phase) weiter ausgearbeitet werden.

Für den verbleibenden Teil der Trasse sind die S-Lay- und die Post Trench-Technik vorgesehen (siehe Anhang I). Da die gewünschte Eingrabetiefe mit diesen Techniken nicht erreicht werden kann, sind für große Teile der Trasse vorbereitende Ausbaggermaßnahmen erforderlich. Der Graben, der ausgebaggert wird, hat eine Tiefe, die der gewünschten Eingrabetiefe entspricht, eine Breite von 6 m und ein Gefälle von 1:7. Das gesamte Baggervolumen, das für den Bau der Pipeline benötigt wird, beträgt etwa 5,9 Mio. m³ für eine Pipeline entlang der Mittellinie und etwa 5,9 Mio. m³ und etwa 15 Mio. m³ für eine Pipeline entlang des östlichen bzw. westlichen Rands des Korridors.

Die Trasse führt an der Horsbornplaat vorbei, einem bekannten Ruheplatz für Seehunde. Während der Welpen- und Fellwechselzeit (15. Mai bis August) werden keine Arbeiten durchgeführt, wenn nicht ein Abstand von 1.500 m zu den Liegeplätzen der Seehunde eingehalten werden kann. Anschließend werden das COBRA-Kabel, das NorNed-Kabel und die Gemini-Kabel an KP29, KP34 und KP 38 gequert.

Abbildung 7.4 Trassenentwurf Pipeline (Baseline 3), II: Oude-Westereems-Trasse



Erläuterung Baggervolumen

Im Zeitraum zwischen den vorbereitenden Baggerarbeiten und der Verlegung der Pipelines im Meeresboden kommt es zu einer Rücksedimentation der ausgegrabenen Bereiche. Sie müssen daher in der Zwischenzeit auf ausreichender Tiefe gehalten werden (z. B. durch Ausbaggern einer Übertiefe zu Beginn oder durch Instandhaltungsbaggerarbeiten). Wie viel Rücksedimentation auftritt, hängt von der Zeitspanne zwischen dem Ausbaggern und der Verlegung sowie vom Ort der Baggerarbeiten ab. Im PAWOZ wird (konservativ) mit 50 % Rücksedimentationsvolumen um die Wattenmeerrinnen und in der Nordseeküstenzone und 100 % Rücksedimentationsvolumen in Außendeltas. Da die Baggerarbeiten und die Verlegung der Pipelines bei der II: Oude-Westereems-Trasse und der IX: Zoutkamperlaag-Trasse in Baseline 3 (nahezu) gleichzeitig durchgeführt werden, wurde für diese Trassen nicht mit Rücksedimentation gerechnet. Die Nettobaggervolumen innerhalb PAWOZ wurden konservativ berechnet, indem Gefälle von 1 zu 7 angenommen wurden. Es wird erwartet, dass es möglich sein wird, bei großen Teilen der Trasse steilere Gefälle zu erreichen und dadurch das Baggervolumen einigermaßen zu reduzieren.

Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Kabelsysteme und/oder Pipelines

Auf Grundlage der vorhandenen konkreten Hindernisse (Beschreibung siehe Anhang I), des Trassenprinzips und der Ergebnisse der ersten Runde der Folgenabschätzungen wurde eine Schätzung der maximalen Korridorbreite für diese Trasse vorgenommen (siehe Abschnitt 2.3 für eine Erläuterung des Ansatzes). Sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines wurde eine variierende Korridorbreite untersucht. Daraus ergibt sich eine Korridorbreite für Kabelsysteme von mindestens 700 m und maximal 1.300 m und eine Korridorbreite für Pipelines von mindestens 500 m und maximal 700 m. Tabelle 7.1 zeigt die maximal technisch realisierbare Konfiguration in beiden Korridoren.

Tabelle 7.1 Übersicht zu untersuchende Konfiguration der II: Oude-Westereems-Trasse in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
II	Kabelsysteme und Pipelines	1 Kabelsystem und 3 Pipelines oder 2 Kabelsysteme und 1 Pipeline
	Nur Kabelsysteme	6 Kabelsysteme
	Nur Pipelines	3 Pipelines

8

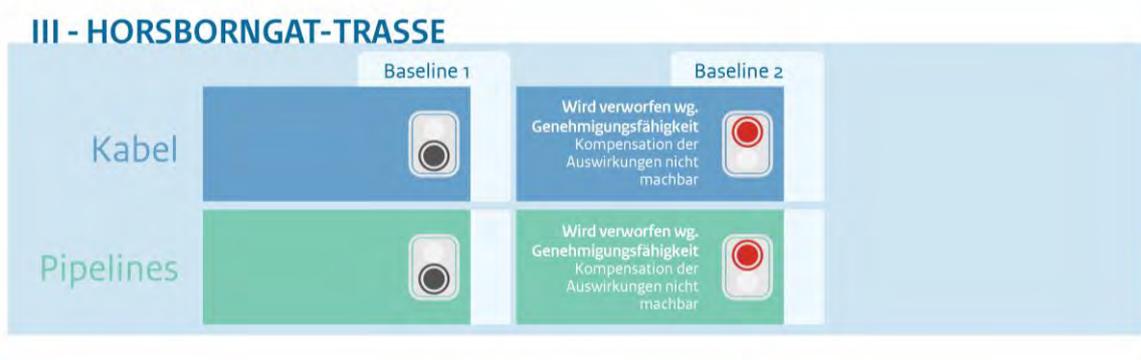
III: HORSBORNGAT-TRASSE

8.1 Status der Trasse

Die III: Horsborngat-Trasse wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die III: Horsborngat-Trasse von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II bzw. III). Eine Beschreibung des Baseline-1-Trassenentwurfs folgt im nächsten Abschnitt.

Aufgrund der nicht auszuschließenden und nicht kompensierbaren erheblichen negativen Auswirkungen des Baus sowohl von Kabelsystemen als auch von Pipelines wurde diese Trasse als nicht genehmigungsfähig eingestuft. Aufgrund der notwendigen Bauarbeiten sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines ist das Landwirtschaftsministerium zu dem Urteil gekommen, dass eine Genehmigung für diese Trasse ausgeschlossen scheint. Außerdem wurden die sensiblen Zeiträume der Arten inventarisiert, die im Bereich der III: Horsborngat-Trasse vorkommen. Daraufhin wurde festgestellt, dass es nicht realistisch ist, die Arbeiten zur Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines völlig außerhalb der sensiblen Zeiträume durchzuführen. Würde dennoch innerhalb der sensiblen Zeiträume gearbeitet, wären erhebliche Auswirkungen auf Vögel und Seehunde nicht auszuschließen. Beim Durchlaufen der ADC-Prüfung wurde festgestellt, dass eine Kompensation der Auswirkungen nicht machbar ist. Es wurden Optimierungen zur Abschwächung der Auswirkungen untersucht, die jedoch nicht zu einer Verringerung der Tragweite der Auswirkungen führen. Die Trasse wurde daher ab Baseline 2 für Kabelsysteme und Pipelines nicht weiter für das PAWOZ untersucht. In Anhang V werden die Beweggründe für den Verzicht auf diese Trassen für Kabelsystemen und Pipelines näher erläutert.

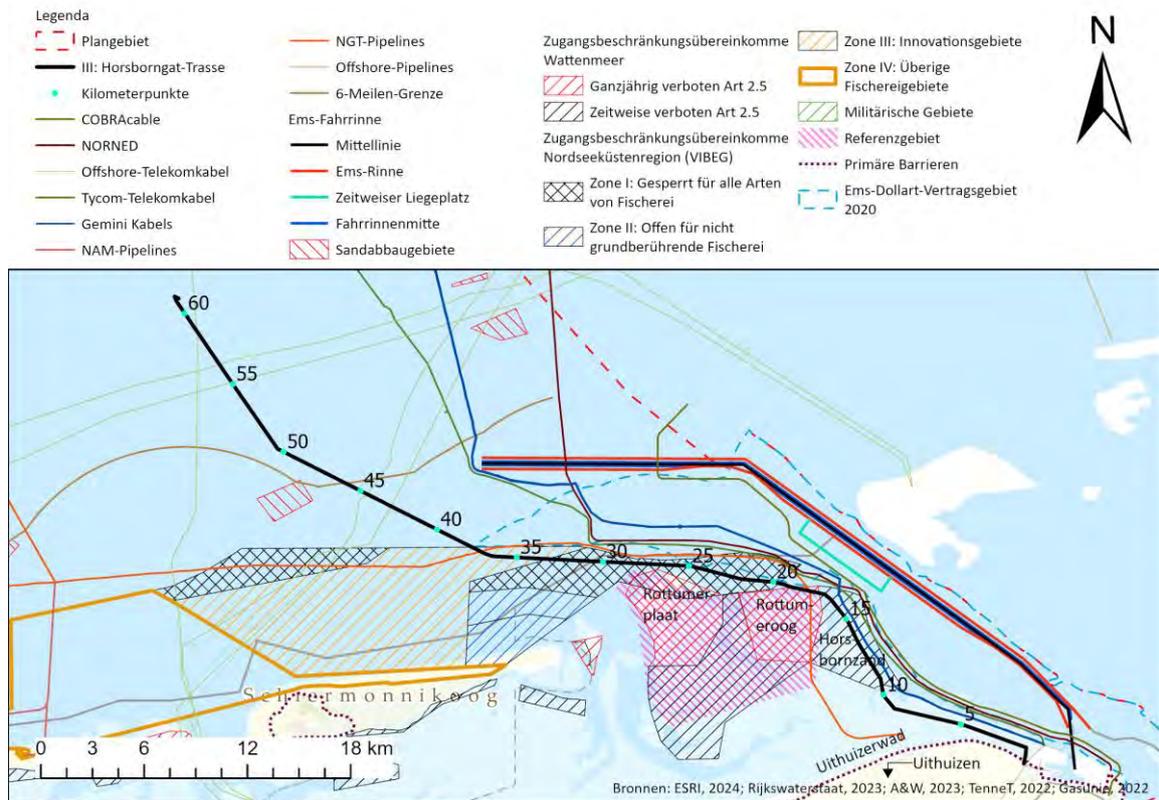
Abbildung 8.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



8.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)

Die III: Horsborngat-Trasse wurde sowohl für Pipelines als auch Kabelsysteme geprüft. Die Trasse führt durch die flachen Bereiche des Wattenmeeres. Die Trasse vermeidet die Fahrrinnen, um die Beeinträchtigung des Schiffsverkehrs zu minimieren. Die Trasse durchquert den Hauptdeich westlich des Eemshavens. Die Trasse verläuft nahe des Ems-Dollart-Vertragsgebiets über das Uithuizerwad und den Horsbornzand parallel zu und westlich des Gemini-Kabels. Die Trasse verläuft südlich des Horsborngat und durchquert auf einer Länge von 1.500 m die nordöstliche Ecke des Referenzgebiets. Anschließend verläuft die Trasse entlang der nördlichen Grenze des Referenzgebiets oberhalb von Rottumeroog und Rottumerplaat. Die Trasse kreuzt die NGT-Pipeline und verläuft weiter in nordwestliche Richtung.

Abbildung 8.2 III: Horsborngat-Trasse für Kabelsysteme und Pipelines



Verlegetechnik

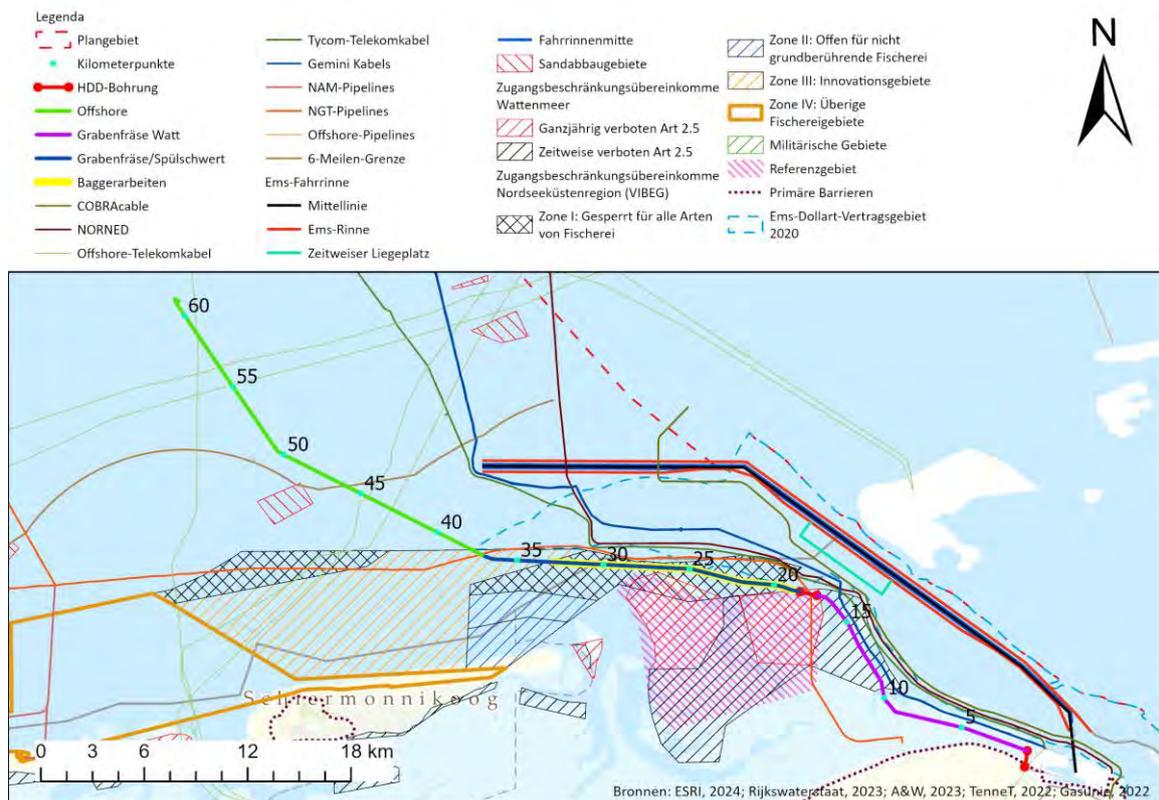
Kabelsystem

Abbildung 8.3 zeigt eine Karte mit der III: Horsborngat-Trasse und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich westlich des Eemshavens mit einer HDD-Bohrung. Anschließend wird das Kabelsystem in den flachen Wattplaten mit einer Grabenfräse verlegt. In Höhe von KP 18, wo die Trasse die NGT-Pipeline kreuzt, wird eine HDD-Bohrung eingesetzt (weitere Informationen siehe Textkasten HDD-Bohrung unter der NGT-Pipeline durch). Westlich der Kreuzung mit der NGT-Pipeline ist die Wassertiefe zu groß für Verlegung mit einer Grabenfräse. Die Wassertiefe ist jedoch zu gering für Verlegung mit schwimmendem Gerät. Es wird daher für den Zugang mit den Kabelverlegemaschinen nördlich von Rottumerplaat und Rottumeroog eine Rinne ausgebaggert. Das Kabelsystem wird anschließend mit einem Spülschwert oder einer Grabenfräse eingebracht. In Höhe von KP 37 wird die NGT-Pipeline nochmals gequert. Die Methode, mit der diese Querung vorgenommen wird, wird noch ausgearbeitet.

HDD-Bohrung unter der NGT-Pipeline durch.

Eine Standardtechnik für die Querung bestehender Infrastrukturen auf See ist die Verlegung des Kabelsystems über die bestehende Infrastruktur und die anschließende Abdeckung der Querung mit Steinen. Die Bodenbeschaffenheit ist in diesem Gebiet sehr dynamisch, wodurch die Stabilität einer Standardquerung sehr unsicher ist. Aus diesem Grund wird eine Bohrung unter der NGT-Pipeline in Betracht gezogen. Wegen unter anderem Zugangsbeschränkungen, Robbenruhegebieten, Wellen und Strömungen ist die Querung der NGT-Pipeline eine komplexe Operation.

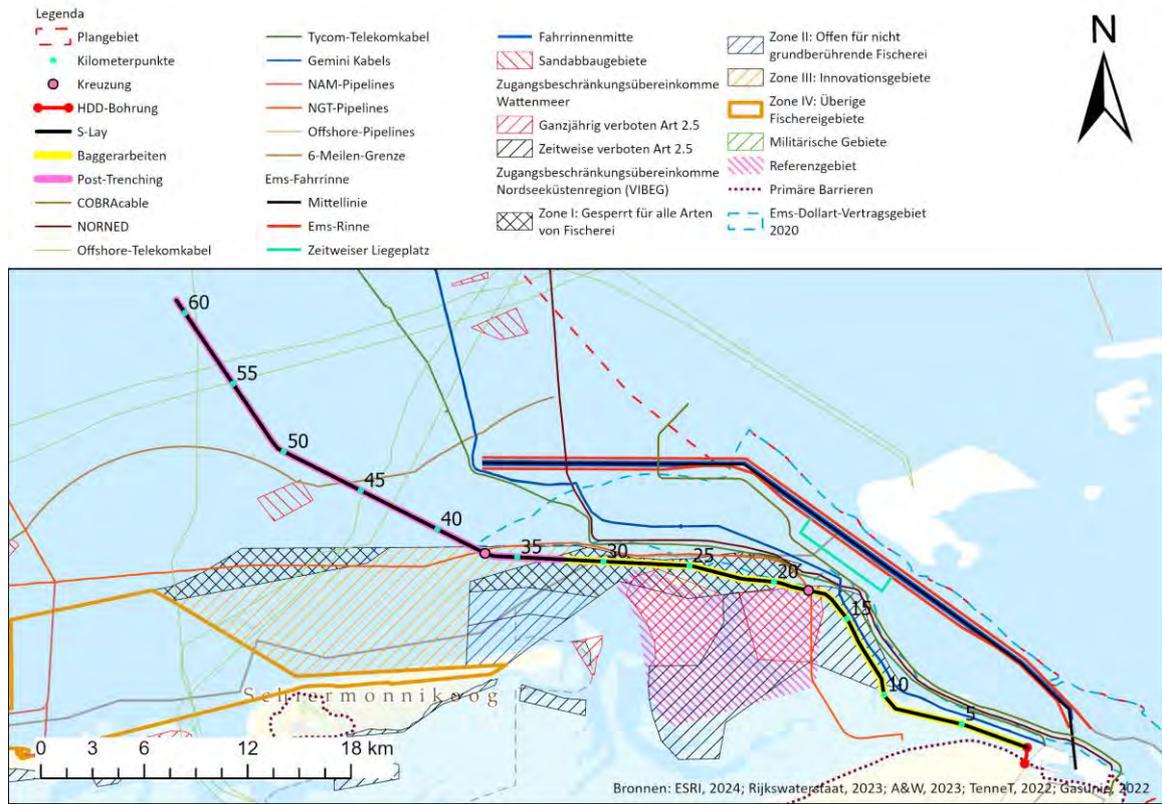
Abbildung 8.3 Trassenentwurf Kabelsystem (Baseline 1), III: Horsborngat-Trasse



Pipeline

Abbildung 8.4 zeigt eine Karte mit der III: Horsborngat-Trasse und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich westlich des Eemshavens mit einer HDD-Bohrung. Für den Rest der Trasse ist die S-Lay-Technik vorgesehen. Bei dieser Verlegetechnik wird schwimmendes Gerät eingesetzt. Dieses Gerät benötigt eine Wassertiefe von LAT -7 m. Für den Zugang des Materials entlang der Trasse werden Baggerarbeiten durchgeführt. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 40 m und ein Gefälle von 1:6. Daraus ergibt sich ein Baggervolumen von etwa 21 Mio. m³. Dabei ist die Sedimentation noch nicht berücksichtigt. An Stellen, an denen das Ausbaggern für den Zugang des Geräts nicht erforderlich ist, wird die Pipeline nach der Verlegung eingegraben. Eine Alternative zur Verlegung der Pipeline auf trockenfallenden Wattplatten mit einem Rohrleger wäre die Verlegung mit einer Serie von HDD-Bohrungen. Nördlich von Rottumerplaat und nördlich von Schiermonnikoog wird die NGT-Pipeline gequert. Unter anderem wegen der möglicherweise begrenzten Abdeckung der NGT-Pipeline und der begrenzten Wassertiefe (insbesondere in der Nähe von Rottumerplaat) werden voraussichtlich komplexe Querungsstrukturen erforderlich sein (siehe Textkasten HDD-Bohrung unter der NGT-Pipeline durch).

Abbildung 8.4 Trassenentwurf Pipeline (Baseline 1), III Horsborngat-Trasse



9

IV: GEUL-TRASSE ROTTUMS

9.1 Status der Trasse

Die IV: Geul-Trasse Rottums wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die IV: Geul-Trasse Rottums von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II bzw. III). Eine Beschreibung des Baseline 1 Trassenentwurfs folgt im nächsten Abschnitt.

Aufgrund der nicht auszuschließenden und nicht kompensierbaren erheblichen negativen Auswirkungen des Baus sowohl von Kabelsystemen als auch von Pipelines wurde diese Trasse als nicht genehmigungsfähig eingestuft. Aufgrund der notwendigen Bauarbeiten sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines ist das Landwirtschaftsministerium zu dem Urteil gekommen, dass eine Genehmigung für diese Trasse ausgeschlossen scheint. Außerdem wurden die sensiblen Zeiträume der Arten, die in diesem Gebiet vorkommen, inventarisiert. Daraufhin wurde festgestellt, dass es nicht realistisch ist, die Arbeiten zur Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines völlig außerhalb der sensiblen Zeiträume der Arten durchzuführen. Würde dennoch innerhalb der sensiblen Zeiträume gearbeitet, wären erhebliche Auswirkungen auf Vögel und Seehunde nicht auszuschließen. Beim Durchlaufen der ADC-Prüfung wurde festgestellt, dass eine Kompensation der Auswirkungen nicht machbar ist. Es wurden Optimierungen zur Abschwächung der Auswirkungen untersucht, die jedoch nicht zu einer Verringerung der Tragweite der Auswirkungen führen. Die Trasse wurde daher ab Baseline 2 für Kabelsysteme und Pipelines nicht weiter für das PAWOZ untersucht. In Anhang V werden die Beweggründe für den Verzicht auf diese Trassen für Kabelsystemen und Pipelines näher erläutert.

Abbildung 9.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3

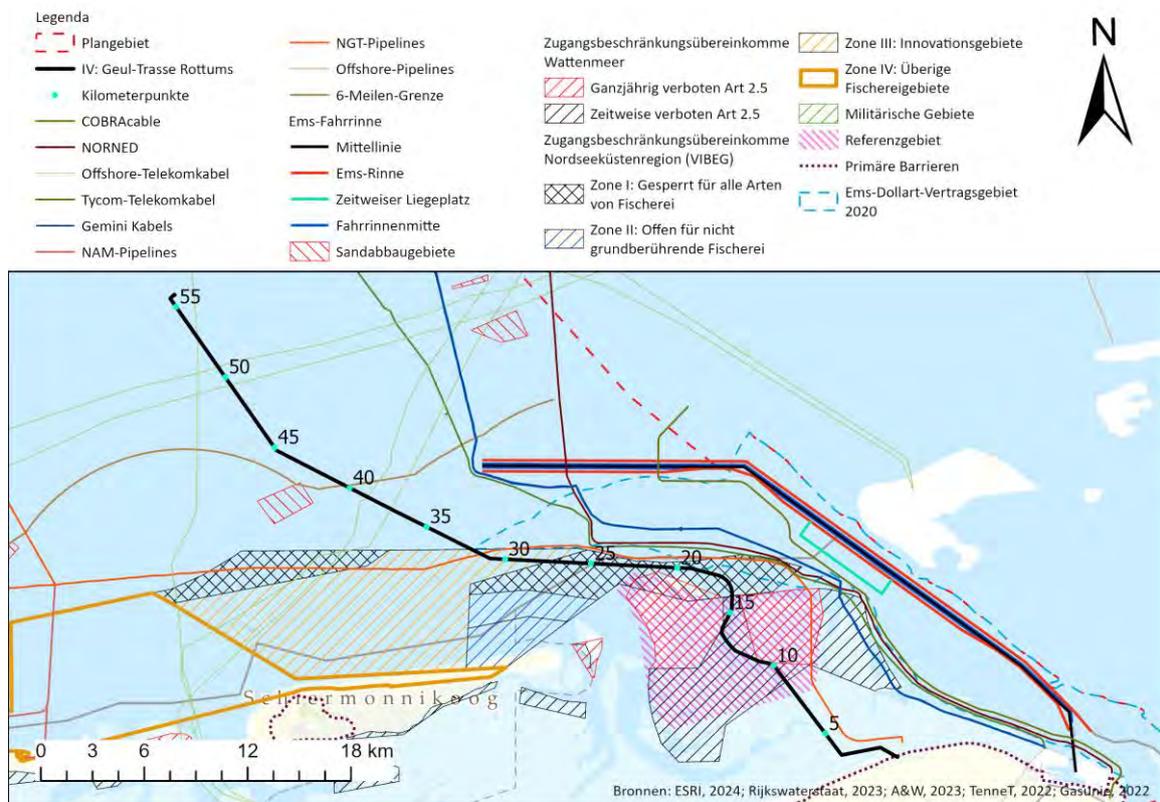


9.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)

Die IV: Geul-Trasse Rottums wurde für Pipelines und Kabelsysteme geprüft. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Groningen in Höhe von Uithuizen. Die Trasse führt dann über die trockenfallenden Wattplatten zur Rinne zwischen Rottumeroog und Rottumerplaat. Durch dieses Rinnensystem, das sich im Referenzgebiet

und in Sperrgebieten befindet, führt die Trasse nach Norden. Ab etwas nördlich von Rottumeroog und Rottumerplaat folgt diese Trasse der gleichen Streckenführung wie die III: Horsborngat-Trasse

Abbildung 9.2 IV Geul-Trasse Rottums für Kabelsysteme und Pipelines



Verlegetechniken

Kabelsystem

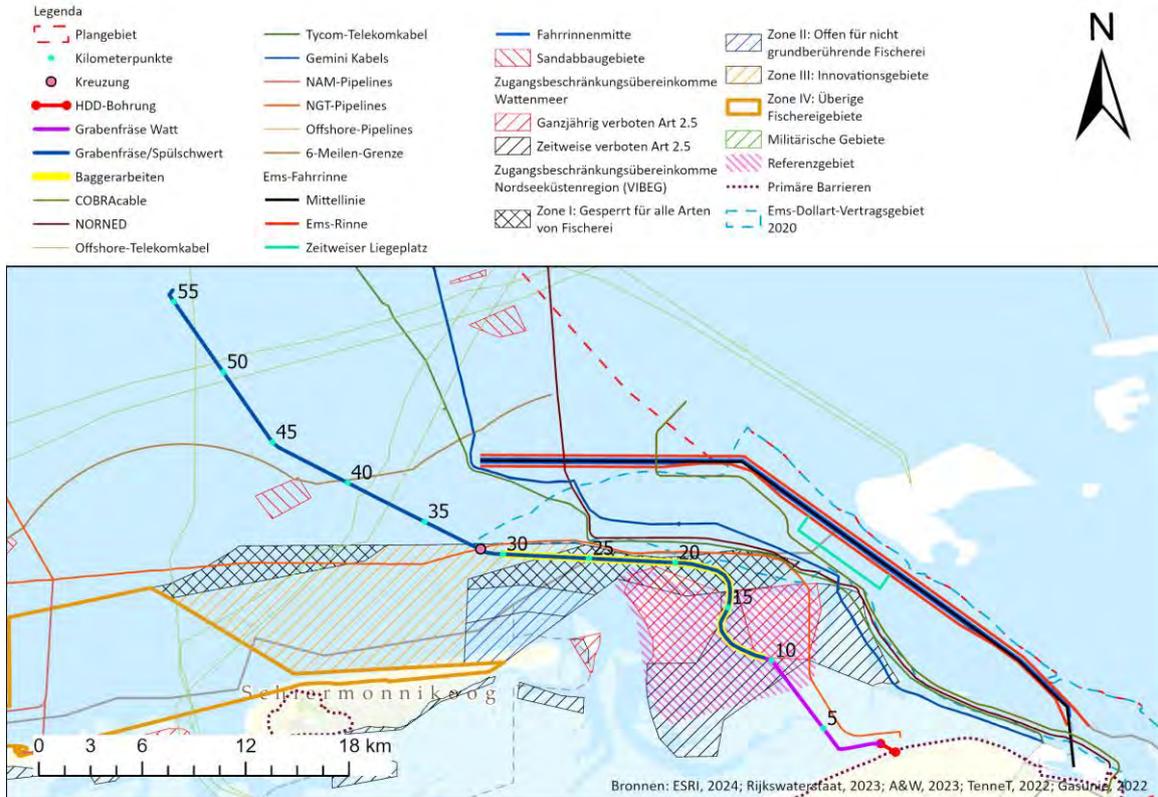
Abbildung 9.3 zeigt eine Karte mit der IV: Geul-Trasse Rottums und die für die Verlegung eines Kabels vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Höhe von Uithuizen mit einer HDD-Bohrung. Anschließend wird das Kabelsystem in den flachen Wattplatten mit einer Grabenfräse verlegt. Wenn die Rinne zwischen Rottumeroog und Rottumerplaat eine ausreichende Wassertiefe für Verlegung mit schwimmendem Gerät bietet, wird dieses eingesetzt. Mit Einsatz einer Grabenfräse oder eines Spülschwerts wird das Kabelsystem in die Tiefe gebracht.

Ausgehend von der derzeitigen Dimension der Rinne zwischen Rottumeroog und Rottumerplaat ist für den Zugang des technischen Geräts zur Verlegung von Kabeln kein Ausbaggern erforderlich. Angesichts der morphologischen Dynamik in dem Gebiet verändern sich jedoch die Dimensionen der Rinne. Dadurch ist anzunehmen, dass zum Zeitpunkt der Durchführung eine Ausbaggerung erforderlich sein könnte.

Das schwimmende Gerät, das zur Verlegung des Kabelsystems eingesetzt wird, wird mit Ankern fortbewegt. Es ist nicht zu umgehen, dass einige dieser Anker in den dauerhaft gesperrten Gebieten angebracht werden müssen. Es ist auch nicht auszuschließen, dass bei der Verlegung des Kabelsystems auf dieser Trasse in einigen Jahren die Rinne zwischen Rottumeroog und Rottumerplaat in den Sperrgebieten liegt. Das hat damit tun, dass sich die Lage der Rinnen im Wattenmeergebiet ständig verändert. Ab KP 18 verläuft die Trasse gleich wie die III: Horsborngat-Trasse. Eine genauere Beschreibung der Trasse findet sich in Abschnitt 11.2.

Die Kabeltransportfahrzeuge im Wattgebiet haben eine begrenzte Tragfähigkeit, was bedeutet, dass nur eine begrenzte Menge an Kabelsystemen auf einmal transportiert werden kann. Die Kabelsysteme werden mit einer Verbindungsmuffe miteinander verbunden.

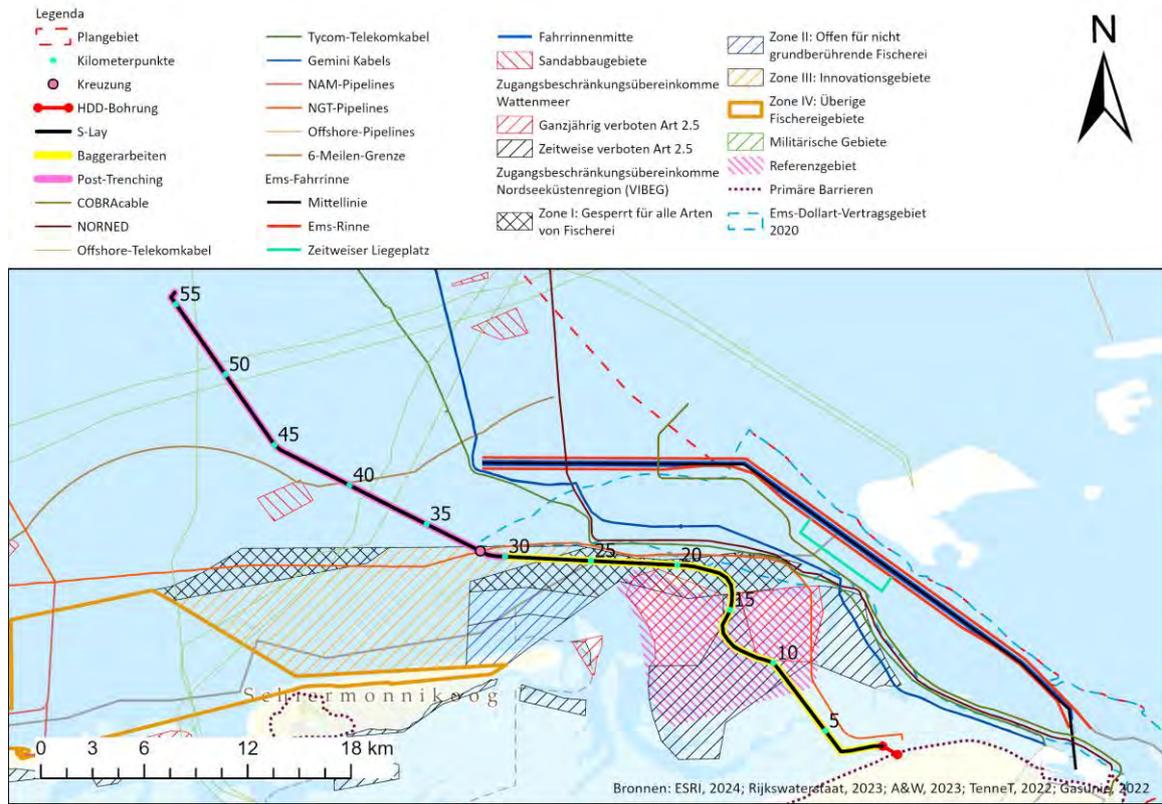
Abbildung 9.3 Trassenentwurf Kabelsystem (Baseline 1), IV: Geul-Trasse Rottums



Pipeline

Abbildung 9.4 zeigt eine Karte mit der IV: Geul-Trasse Rottums und die für die Verlegung einer Pipeline vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Höhe von Uithuizen mit einer HDD-Bohrung. Für den Rest der Trasse ist die S-Lay-Technik vorgesehen. Bei dieser Verlegetechnik wird schwimmendes Gerät eingesetzt. Dieses Gerät benötigt eine Wassertiefe von LAT -7 m. Für den Zugang des Materials entlang der Trasse werden Baggerarbeiten durchgeführt. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 60 m und ein Gefälle von 1:7. Daraus ergibt sich ein Baggervolumen von etwa 18,5 Mio. m³. Dabei ist die Sedimentation noch nicht berücksichtigt. An Stellen, an denen das Ausbaggern für den Zugang des Geräts nicht erforderlich ist, wird die Pipeline nach der Verlegung eingegraben. Als alternative Verlegetechnik wird eine Serie von HDD-Bohrungen in Erwägung gezogen.

Abbildung 9.4 Trassenentwurf (Baseline 1), IV: Geul-Trasse Rottums



10

V: BOSCHGAT-TRASSE

10.1 Status der Trasse

Die V: Boschgat-Trasse wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II bzw. III) und örtlich optimiert.

Kabelsystem

Zwischen Baseline 1 und Baseline 3 wurde der Trassenentwurf für Kabelsysteme optimiert. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen der Entwürfe für diese Trasse.

Pipeline

Aufgrund der nicht auszuschließenden und nicht kompensierbaren erheblichen negativen Auswirkungen des Baus von Pipelines scheint diese Trasse nicht genehmigungsfähig zu sein. Es wurden Optimierungen zur Abschwächung der Auswirkungen untersucht, die jedoch nicht zu einer Verringerung der Tragweite der Auswirkungen führen. Für die Anfuhr von Material zum Boschgat sind Baggerarbeiten erforderlich. Bei dem Volumen, das ausgebagert und umverteilt werden muss, geht es um 6 Millionen m³.

Die gleiche Trasse durch das Boschgat wurde auch für das NOZ TNW-Projekt in Betracht gezogen, mit einem geringeren Baggervolumen. Diese Trasse wurde wegen der großen Schlickfahne und deren Auswirkungen auf die Natur getrichert. Die untersuchten Optimierungen konzentrieren sich auf die Reduzierung der Baggervolumen. Aufgrund des Kurvenradius und der Bautechnik der Pipeline hat sich dies als nicht möglich erwiesen. Deshalb wird die Trasse innerhalb des PAWOZ nicht weiter untersucht. In Anhang V werden die Beweggründe für den Verzicht auf diese Trasse für die Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines näher erläutert.

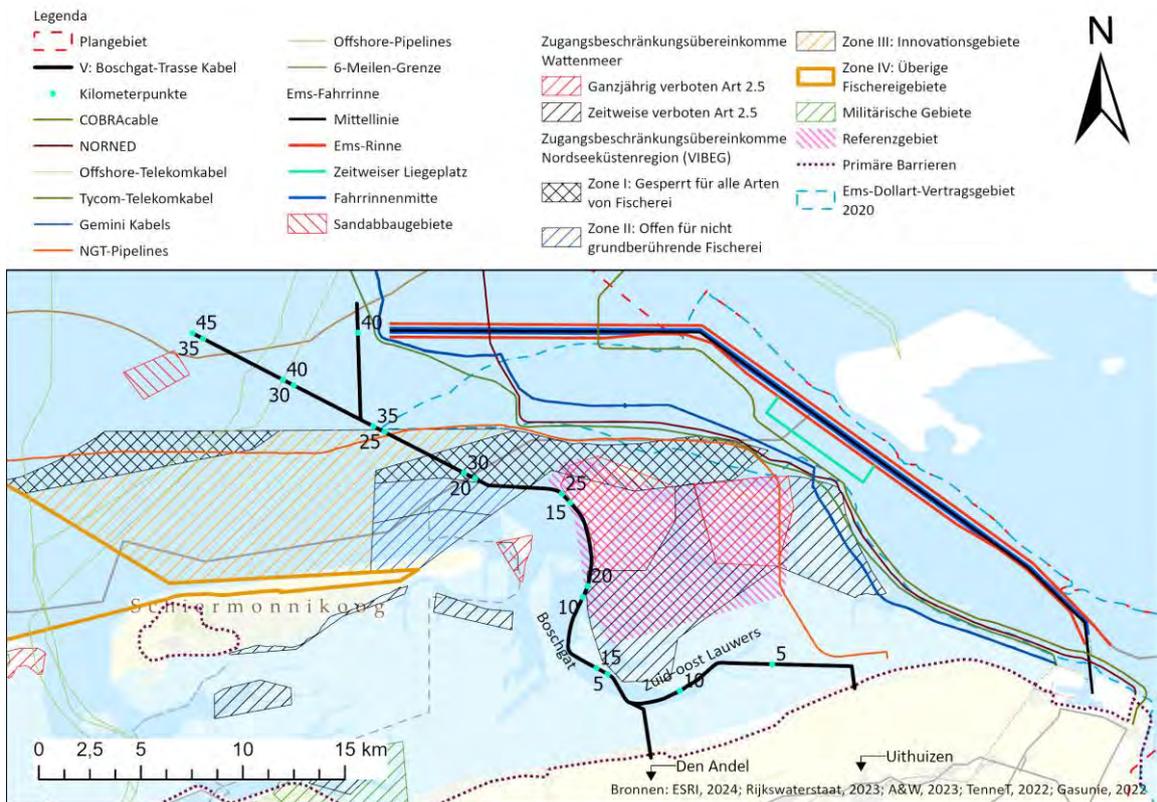
Abbildung 10.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



10.2 Erläuterung zur Trasse

Die V: Boschgat-Trasse durchquert den Hauptdeich in Groningen in Höhe von Uithuizen. Die Trasse führt dann über die trockenfallenden Wattplatten Richtung der Rinne Zuid-Oost Lauwers. Die Trasse folgt den Rinnen Zuid-Oost Lauwers und Boschgat. Danach führt sie über die Westseite des Referenzgebiets nach Norden. Die Trasse kreuzt die NGT-Pipeline und verläuft weiter in nordwestliche Richtung. Eine alternative Stelle zur Kreuzung des Deiches liegt in Höhe von Den Aniel.

Abbildung 10.2 V Boschgat-Trasse für Kabelsysteme und Pipelines



Verlegungsmethode

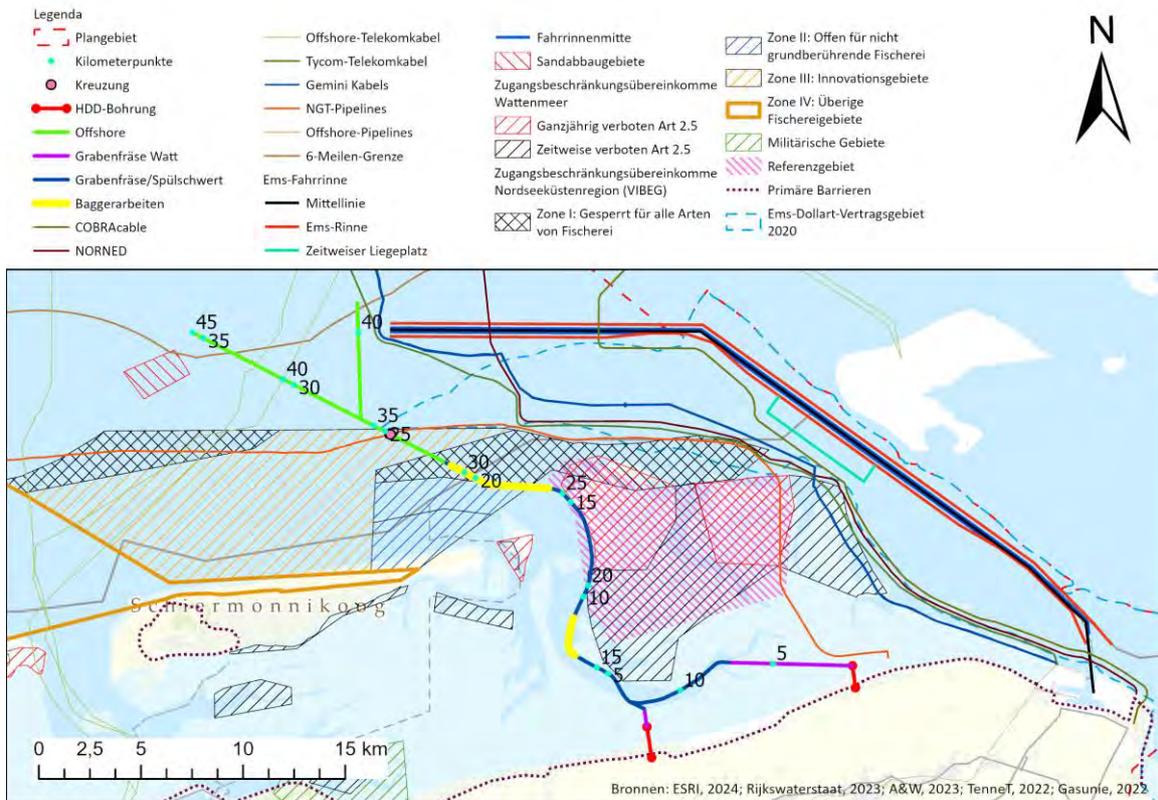
Kabelsystem (Baseline 3)

Abbildung 10.3 zeigt eine Karte mit der V: Boschgat-Trassen und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten. Der Hauptdeich wird mit einer HDD-Bohrung durchquert. Entscheidend dabei ist, dass auf der Wattenmeerseite der HDD-Bohrung kein Seegras geschädigt wird. In den flachen Wattplatten wird das Kabelsystem mit einer Grabenfräse verlegt. Die Trasse verläuft danach den Gezeitenrinnen Zuid-Oost Lauwers und Boschgat. Während der Welpen- und Fellwechselzeit (15. Mai bis August) werden in Bereichen entlang der Trasse, in denen nicht ein Abstand von 1.500 m zu den Liegeplätzen der Seehunde eingehalten werden kann, keine Arbeiten durchgeführt

Wenn die Gezeitenrinnen eine ausreichende Wassertiefe für Verlegung mit schwimmendem Gerät bieten, wird dieses eingesetzt. Mit Einsatz einer Grabenfräse oder eines Spülschwerts wird das Kabelsystem in die Tiefe gebracht. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 60 m und ein Gefälle von 1:7. Das gesamte Baggervolumen, das für die Zufuhr des Geräts benötigt wird, beträgt etwa 3 Mio. m³ für ein Kabelsystem entlang der Mittellinie und etwa 5 Mio. m³ sowie etwa 4,5 Mio. m³ für ein Kabelsystem entlang des östlichen bzw. westlichen Rands des Korridors. Bei den Baggervolumen ist die Offshore-Muffe nicht mitberücksichtigt. Das freigesetzte Sediment wird in der natürlichen Gezeitenrinne verteilt.

Das schwimmende Gerät, das zur Verlegung des Kabelsystems eingesetzt wird, wird mit Ankern fortbewegt. Es ist möglich, dass einige dieser Anker in den dauerhaft gesperrten Gebieten angebracht werden.

Abbildung 10.3 Trassenentwurf Kabelsystem (Baseline 3), V: Boschgat-Trasse



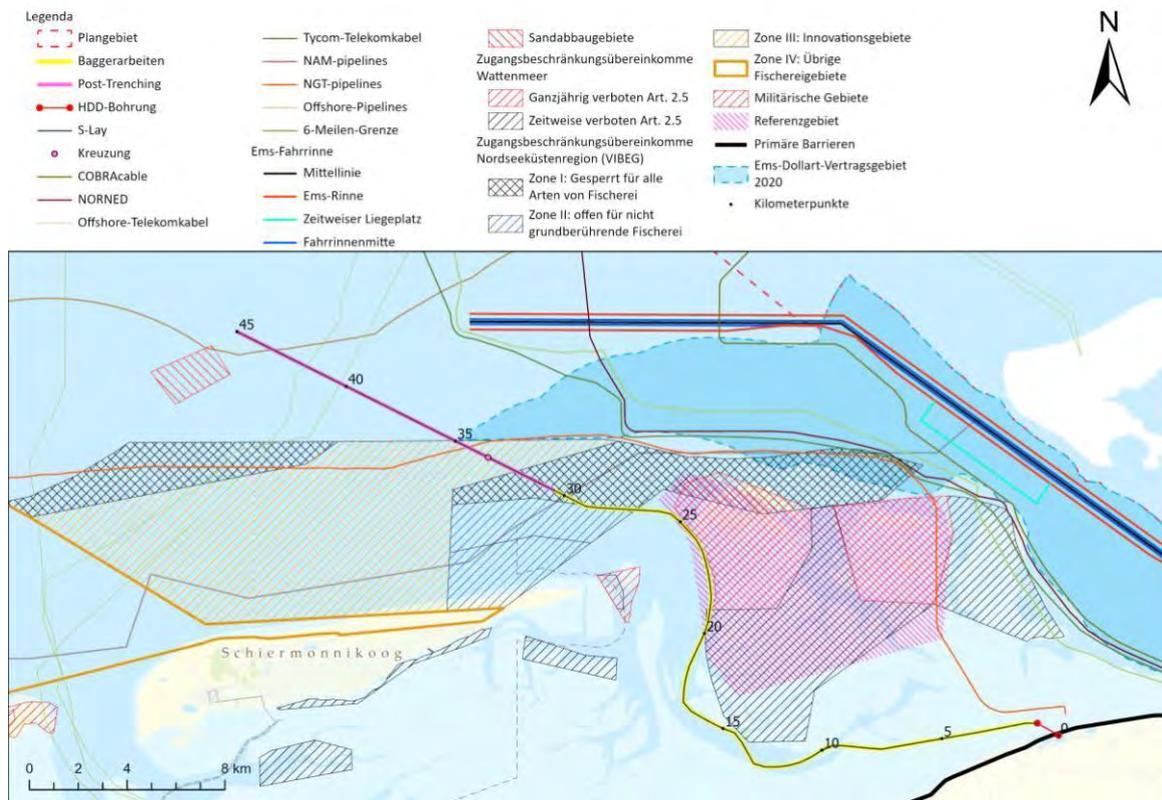
Pipeline (Baseline 1)

Abbildung 10.4 zeigt eine Karte mit der V: Boschgat -Trasse und die für die Verlegung einer Pipeline vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Höhe von Uithuizen mit einer HDD-Bohrung. Für den Rest der Trasse ist die S-Lay-Technik vorgesehen. Bei dieser Verlegetechnik wird schwimmendes Gerät eingesetzt. Dieses Gerät benötigt eine Wassertiefe von LAT -7 m.

Für den Zugang mit dem Material auf den Wattplatten werden Baggerarbeiten durchgeführt. Die Abmessungen der für das Schiff erforderlichen Zugangsrinne sind: eine Tiefe von LAT -7 m, eine Breite von 60 m und ein Gefälle von 1:7. Das Gesamtbagervolumen für die Zufahrtsrinne durch die trockenfallenden Wattplatten beträgt 15 Mio. m³. Eine alternative Verlegetechnik zur Verlegung einer Pipeline über die Wattplatten ist eine Serie von HDD-Bohrungen.

Auch die Dimensionen der Rinnen Zuid-Oost Lauwers und Boschgat sind nicht überall ausreichend für den Zugang mit Material. Die Rinnen werden, wo es erforderlich ist, mit Baggerarbeiten vertieft und verbreitert. Das Volumen beträgt dabei 6 Mio. m³. Der Baggeraufwand für die Verlegung einer Pipeline ist größer als für die Verlegung eines Kabels. Aufgrund des erforderlichen Kurvenradius einer Pipeline kann nicht überall im Verlauf der Trasse der tiefste Teil der Rinne genutzt werden kann. An Stellen, an denen das Ausbaggern für den Zugang des Geräts nicht erforderlich ist, wird die Pipeline nach der Verlegung eingegraben.

Abbildung 10.4 Trassenentwurf Pipeline (Baseline 1), V: Boschgat-Trasse



Erläuterung Baggervolumen

Im Zeitraum zwischen den vorbereitenden Baggerarbeiten und der Verlegung der Kabelsysteme oder Pipelines im Meeresboden kommt es zu einer Rücksedimentation der ausgegrabenen Bereiche. Die Kabelsysteme oder Pipelines müssen daher in der Zwischenzeit auf ausreichender Tiefe gehalten werden (z. B. durch Ausbaggern einer Übertiefe zu Beginn oder durch Instandhaltungsbaggerarbeiten). Wie viel Rücksedimentation auftritt, hängt von der Zeitspanne zwischen dem Ausbaggern und der Verlegung sowie vom Ort der Baggerarbeiten ab. Im PAWOZ wird (konservativ) mit 50 % Rücksedimentationsvolumen um die Wattenmeerrinnen und in der Nordseeküstenzone und 100 % Rücksedimentationsvolumen in Außendeltas. Da die Baggerarbeiten und die Verlegung der Pipelines bei der II: Oude-Westereems-Trasse und der IX: Zoutkamperlaag-Trasse in Baseline 3 (nahezu) gleichzeitig durchgeführt werden, wurde für diese Trassen nicht mit Rücksedimentation gerechnet. Die Nettobaggervolumen innerhalb PAWOZ wurden konservativ berechnet, indem Gefälle von 1 zu 7 angenommen wurden. Es wird erwartet, dass es möglich sein wird, bei großen Teilen der Trasse steilere Gefälle zu erreichen.

Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Kabelsysteme

Auf Grundlage der vorhandenen konkreten Hindernisse (Beschreibung siehe Anhang I), des Trassenprinzips und der Ergebnisse der ersten Runde der Folgenabschätzungen wurde eine Schätzung der maximalen Korridorbreite für diese Trasse vorgenommen (siehe Abschnitt 2.3 für eine Erläuterung des Ansatzes). Diese ist im Vergleich mit anderen Trassen sehr schmal. Für Kabelsysteme wurde eine Korridorbreite von 130 m geprüft, die die maximale technisch machbare Konfiguration von 1 Kabelsystem enthält.

Tabelle 10.1 Übersicht zu untersuchende Konfiguration der V: Boschgat-Trasse in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
V	Nur Kabelsysteme	1 Kabelsystem

11

VII: SCHIERMONNIKOOG WANTIJ-TRASSE

11.1 Status der Trasse

Die VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die Trasse von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II und III).

Zwischen Baseline 1 und Baseline 2 wurde der Trassenentwurf für Pipelines optimiert. Und zwischen Baseline 2 und Baseline 3 wurde der Trassenentwurf für sowohl Kabelsysteme als auch Pipelines optimiert. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen der Entwürfe für diese Trasse.

Die VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse wurde in Baseline 3 sowohl für Kabelsystemen als auch für Pipelines in Betracht gezogen. Eine Beschreibung des Baseline 3 Trassenentwurfs für Kabelsysteme und Pipelines folgt im nächsten Abschnitt.

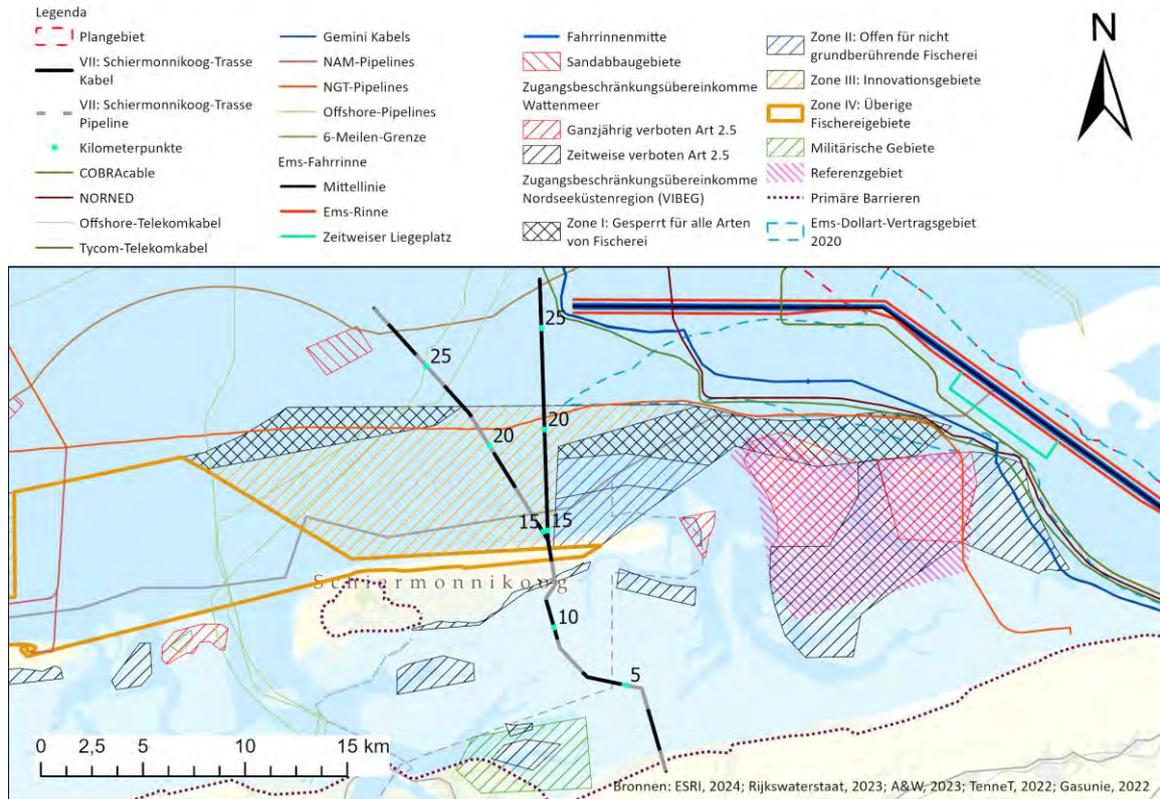
Abbildung 11.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



11.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)

Die VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse wird sowohl für Pipelines als auch für Kabelsysteme in Betracht gezogen. Ausgangspunkt dieser Trasse ist eine Führung über die flachen trockenfallenden Wattplatten zwischen der Küste der Provinz Groningen bei Kloosterburen einerseits und Schiermonnikoog andererseits. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Groningen in Höhe von Kloosterburen und folgt anschließend dem Wattenhoch Richtung Schiermonnikoog. Die Trasse führt unter Schiermonnikoog hindurch und weiter nach Norden durch das Küstengebiet der Nordsee. Die Trasse kreuzt die NGT-Pipeline etwa 6 km vor der Küste von Schiermonnikoog.

Abbildung 11.2 VII Schiermonnikoog Wantij-Trasse für Kabelsysteme und Pipelines



Verlegemethode

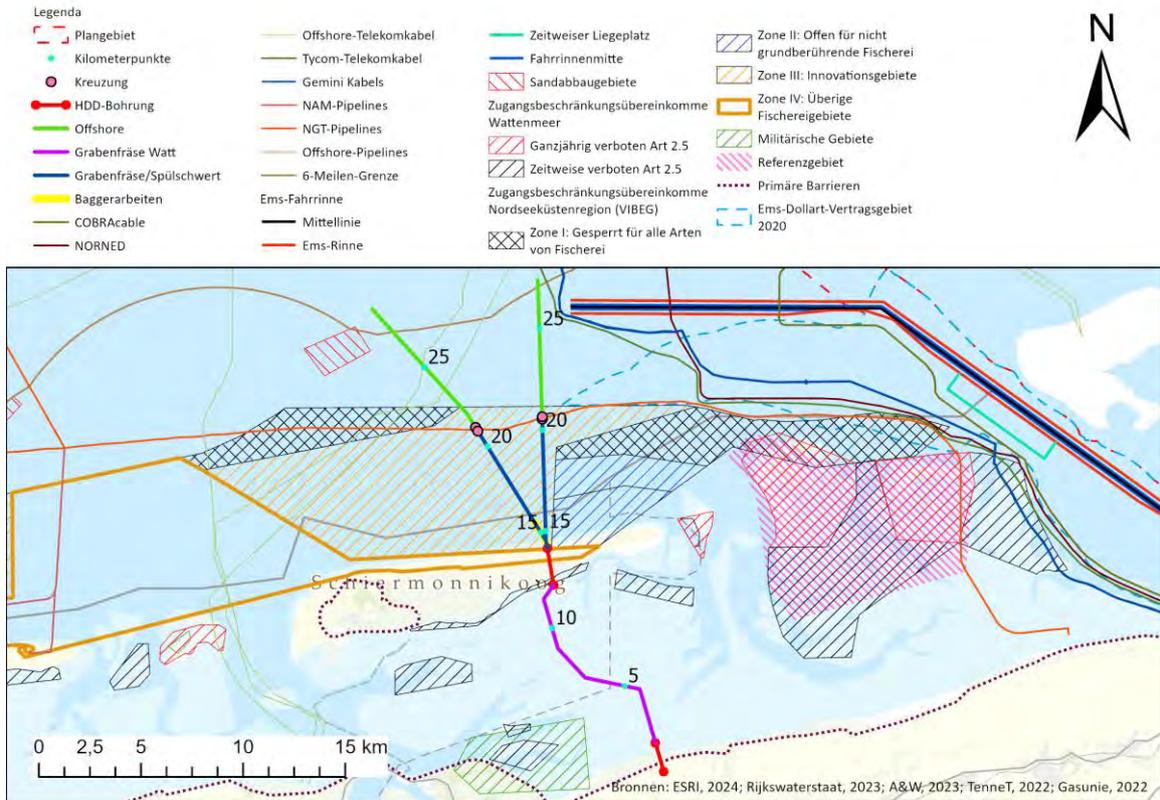
Kabelsystem

Abbildung 11.3 zeigt eine Karte mit der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse und die für die Verlegung eines Kabelsystems vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Höhe von Kloosterburen mit einer HDD-Bohrung. Anschließend wird das Kabelsystem in den flachen Wattplatten mit einer Grabenfräse verlegt. Dabei werden die Muschelbänke umgangen. Mit einer HDD-Bohrung unter Schiermonnikoog hindurch wird die Insel passiert. Der Eintrittspunkt der HDD-Bohrung auf dem Wattenhoch und Austrittspunkt der HDD-Bohrung am Strand an der Nordseeseite von Schiermonnikoog wurden u. a. auf der Grundlage der maximal zu überbrückenden Entfernung der Bohrung bestimmt (1.500 m). Der maximal mit einer Bohrung zu überbrückende Abstand beträgt normalerweise etwa 1.200 m. Dieser Abstand von 1.500 m ist eine Ausnahme, um die Salzwiese auf der Wattseite von Schiermonnikoog und die Initialdünen auf der Nordseeseite von Schiermonnikoog zu schonen. Das vorübergehend gesperrte Gebiet an der Südseite von Schiermonnikoog, die Salzwiesen und die Initialdünen werden auch mit dieser HDD-Bohrung durchquert. In Gebieten, in denen sich Brutvögel aufhalten, werden während der Brutzeit keine Arbeiten durchgeführt. Dabei wird ein Abstand von 600 m (basierend auf einer 40 dB-Lärmkontur) zu Brutplätzen und wichtigen Futterplätzen eingehalten. Zudem werden in Gebieten, in denen sich Nicht-Brutvögel aufhalten, während der Brutzeit auch keine Arbeiten durchgeführt. Der Zeitraum, in dem und die Entfernung, in der gearbeitet werden kann, hängt von den vorkommenden Vogelarten ab.

Nördlich von Schiermonnikoog wird auf eine Kabelsystemverlegung mit schwimmendem Gerät übergegangen. Wegen der Sandbänke nördlich von Schiermonnikoog ist die Wassertiefe für den Zugang mit diesem Material nicht ausreichend. Es sind daher Baggerarbeiten vorgesehen, um eine ausreichende Tiefe für das Material zu schaffen. Die gesamten Baggerarbeiten umfassen ein Volumen von ca. 0,7 Millionen m³. Das Baggervolumen umfasst nicht die Aushubarbeiten für die HDDs, die Muffen und das Abflachen von Brecherstandorten. Für die Verlegung des Kabelsystems nördlich von Schiermonnikoog kommt nur ein Kofferdamm zum Einsatz.

Nördlich von Schiermonnikoog wird das Kabelsystem unter Einsatz einer Grabenfräse oder eines Spülschwerts in die Tiefe gebracht.

Abbildung 11.3 Trassenentwurf Kabelsystem (Baseline 3), VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse

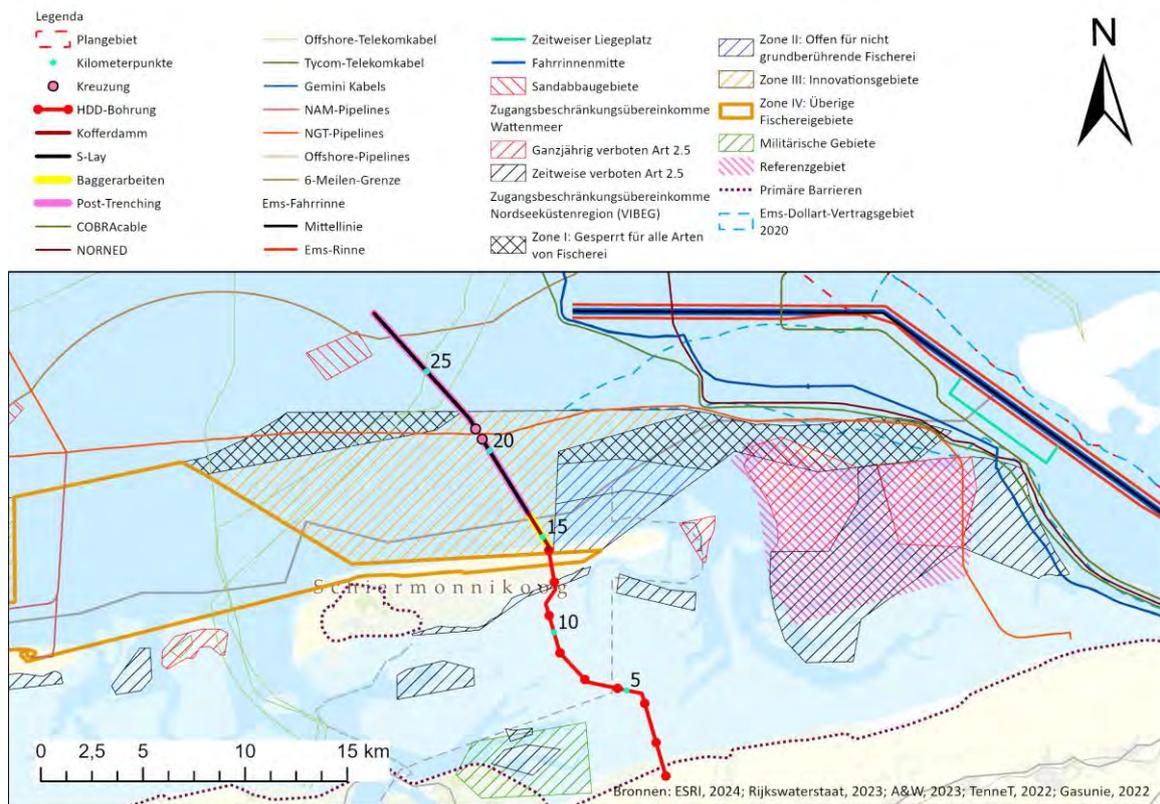


Pipeline

Abbildung 11.4 zeigt eine Karte mit der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse und die für die Verlegung einer Pipeline vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Höhe von Kloosterburen mit einer HDD-Bohrung. Das Wattenhoch zwischen Groningen und Schiermonnikoog wird mit einer Serie von HDD-Bohrungen durchquert. Dabei werden die Muschelbänke verschont. Es wird davon ausgegangen, dass 6 bis 10 HDD-Bohrungen erforderlich sind, um das Wattenhoch zu durchqueren. In Gebieten, in denen sich Brutvögel aufhalten, werden während der Brutzeit keine Arbeiten durchgeführt. Dabei wird ein Abstand von 600 m (basierend auf einer 40 dB-Lärmkontur) zu Brutplätzen und wichtigen Futterplätzen eingehalten. Zudem werden in Gebieten, in denen sich Nicht-Brutvögel aufhalten, während der Brutzeit auch keine Arbeiten durchgeführt. Der Zeitraum, in dem und die Entfernung, in der gearbeitet werden kann, hängt von den vorkommenden Vogelarten ab. Die technische Durchführbarkeit dieser Bautechnik ist noch nicht geklärt.

Zur Verlegung der Pipeline im untiefen Teil nördlich von Schiermonnikoog wird ein ausgebagelter offener Graben in der Brandungszone mit einem Kofferdamm geschaffen, um die Pipeline (die von einem Schiff auf See Richtung Land gezogen wird) auf die gewünschte Tiefe zu bringen. Sobald die Wassertiefe es zulässt, wird die Pipeline mit der S-Lay-Technik installiert.

Abbildung 11.4 Trassenentwurf Pipeline (Baseline 3), Serie HDD-Bohrungen, VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse



Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Kabelsysteme und/oder Pipelines

Auf Grundlage der vorhandenen konkreten Hindernisse (Beschreibung siehe Anhang I), des Trassenprinzips und der ersten Runde der Folgenabschätzungen wurde eine Schätzung der maximalen Korridorbreite für diese Trasse vorgenommen (siehe Abschnitt 2.3 für eine Erläuterung des Ansatzes).

Für Kabelsysteme wurde eine variierende Korridorbreite untersucht von minimal 1.500 m und maximal 4.000 m. Die morphologische Dynamik und die bestehenden Naturwerte sind ausschlaggebend für die Bestimmung der Korridorbreite. Auch für Pipelines wurde eine variierende Korridorbreite untersucht, von minimal 2.000 m und maximal 4.000 m. Tabelle 11.1 zeigt die maximal technisch realisierbare Konfiguration in dem Korridor.

Tabelle 11.1 Übersicht zu untersuchende Konfiguration der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
VII	Kabelsysteme und Pipelines	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
	Nur Kabelsysteme	7 Kabelsysteme
	Nur Pipelines	3 Pipelines

12

VIII: AMELAND WANTIJ-TRASSE

12.1 Status der Trasse

Die VIII: Ameland Wantij-Trasse wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Für Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die Trasse von Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang III). Zwischen Baseline 1 und Baseline 3 wurde der Trassenentwurf optimiert. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen der Entwürfe für diese Trasse.

Die VIII: Ameland Wantij-Trasse wurde in Baseline 3 für Pipelines geprüft. Eine Beschreibung des Baseline 3 Trassenentwurfs folgt im nächsten Abschnitt.

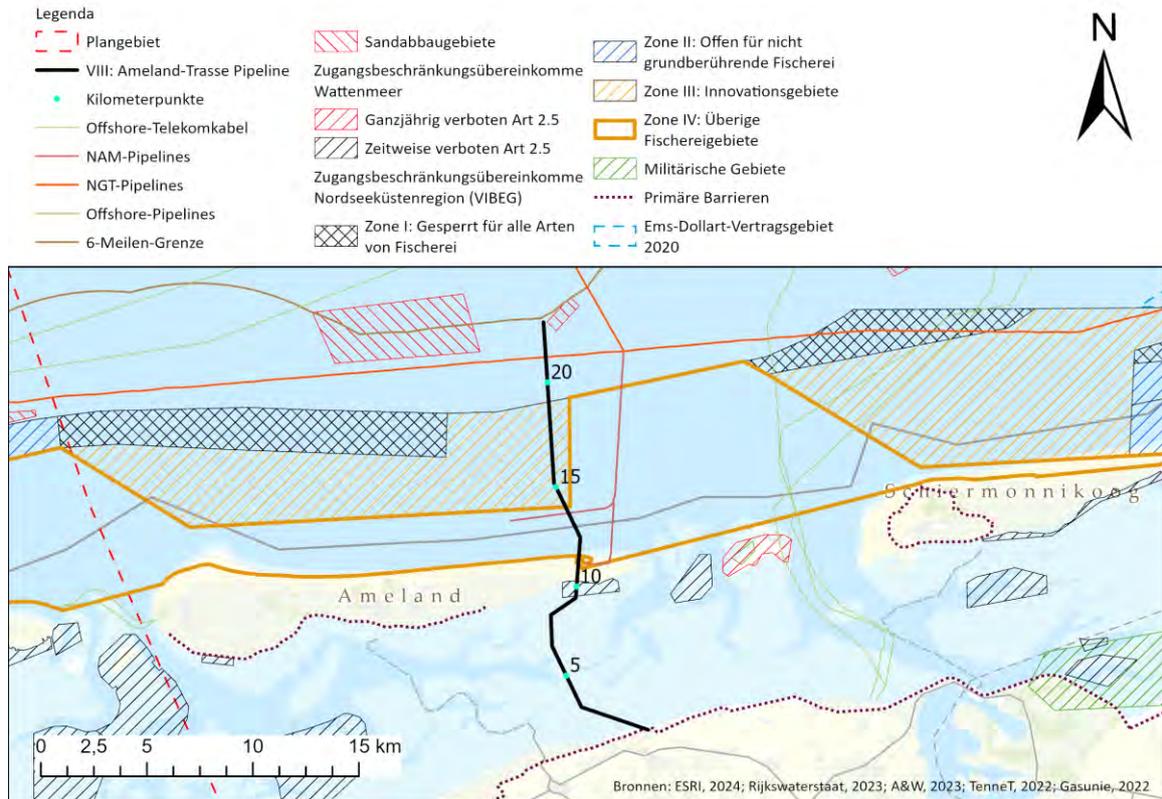
Abbildung 12.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3

VIII - AMELAND WANTIJ-TRASSE			
	Baseline 1	Baseline 2	Baseline 3
Kabel	Nicht zutreffend		
Pipelines			

12.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)

Die VIII: Ameland Wantij-Trasse ist die westlichste Trasse. Diese Trasse wurde nur für Pipelines geprüft. Im NRD wird erläutert, warum die VIII: Ameland Wantij-Trasse nur für Pipelines und nicht für Kabelsysteme in Betracht gezogen wurde. Ausgangspunkt dieser Trasse ist eine Führung über die trockenfallenden Wattplatten zwischen der friesischen Küste bei Ternaard und Ameland. Die Trasse durchquert den Hauptdeich in Höhe von Ternaard und folgt anschließend dem Wattenhoch in Richtung Ameland. Sie durchquert dann den östlichen Teil von Ameland und führt nach Norden durch das Küstengebiet der Nordsee. Die Trasse kreuzt die AME-2-Gaspipeline zur Förderplattform Ameland Westgat (AWG) und verläuft auf einer Länge von etwa 3 km parallel zur Gaspipeline von AWG zur NGT-Pipeline. Die Trasse kreuzt die NGT-Pipeline etwa 10 km vor der Küste von Ameland.

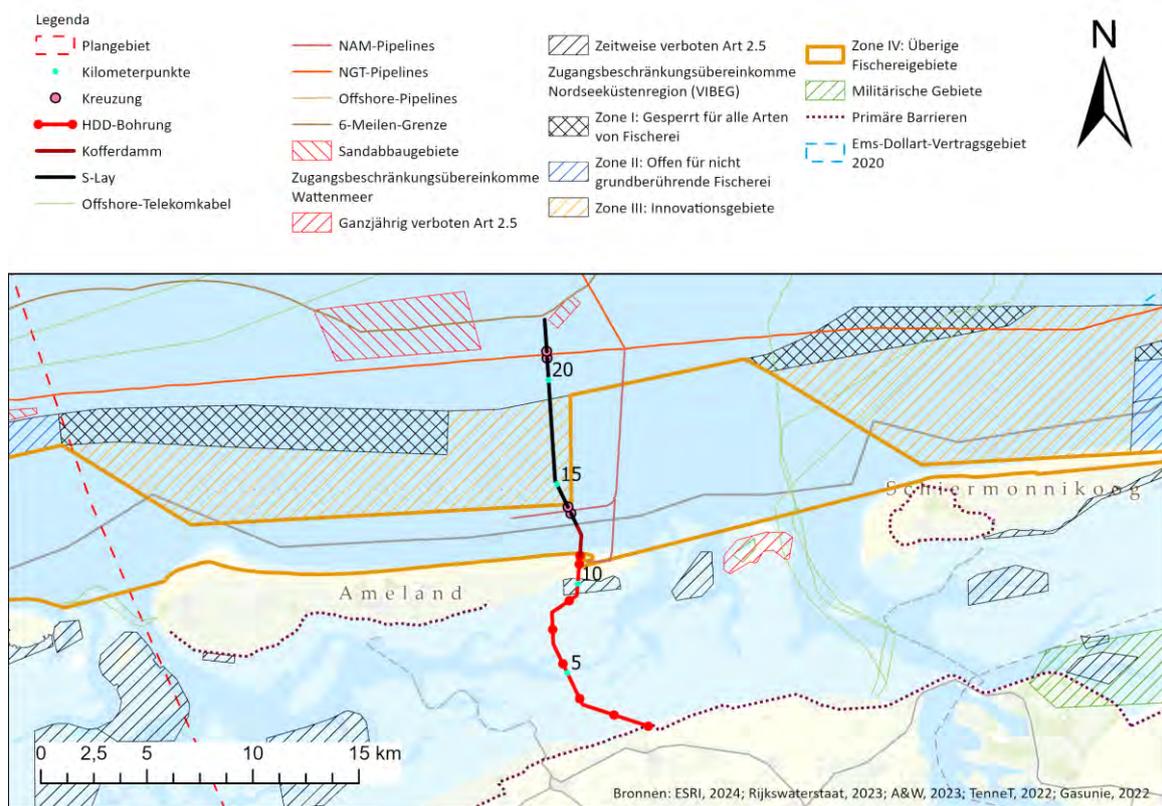
Abbildung 12.2 VIII Ameland Wantij-Trasse für Pipelines (schwarz)



Verlegemethode

Abbildung 12.3 zeigt eine Karte mit der VIII: Ameland Wantij-Trasse und die für die Verlegung einer Pipeline vorgesehenen Arbeiten. Die VIII: Ameland Wantij-Trasse ist vergleichbar mit der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse. Beide Trassen kreuzen ein Wattenhoch (wobei die Muschelbänke umgangen werden) und führen unter einer Watteninsel hindurch. Diese Trasse ist jedoch kürzer als die VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse. Die Länge vom Festland bis zum Strand an der Nordseite Amelands beträgt etwa 10 km. Zudem wird nördlich des Strands von Ameland bei (KP 13,5) eine 10-Zoll-NAM-Pipeline in 7 m Wassertiefe gequert. Die Annahmen hinsichtlich der Störung von Brut- und Nichtbrutvögeln sind für die VIII: Ameland Wantij-Trasse die gleichen wie bei der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse.

Abbildung 12.3 Trassenentwurf Pipeline (Baseline 3), Serie HDD-Bohrungen, VIII: Ameland Wantij-Trasse



Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Pipelines

Auf der Grundlage der vorhandenen konkreten Hindernisse und des Trassenprinzips wurde eine erste Einschätzung der maximalen Korridorbreite für diese Trasse vorgenommen (Erläuterung des Ansatzes siehe Abschnitt 2.3). Es wurde eine Korridorbreite von 2.000 m untersucht. Die morphologische Dynamik und die bestehenden Naturwerte sind ausschlaggebend für die Bestimmung der Korridorbreite. Tabelle 12.1 zeigt die maximal technisch realisierbare Konfiguration in dem Korridor.

Tabelle 12.1 Übersicht zu untersuchende Konfiguration der VIII: Ameland Wantij-Trasse in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
VIII	Nur Pipelines	3 Pipelines

13

IX: ZOUTKAMPERLAAG-TRASSE

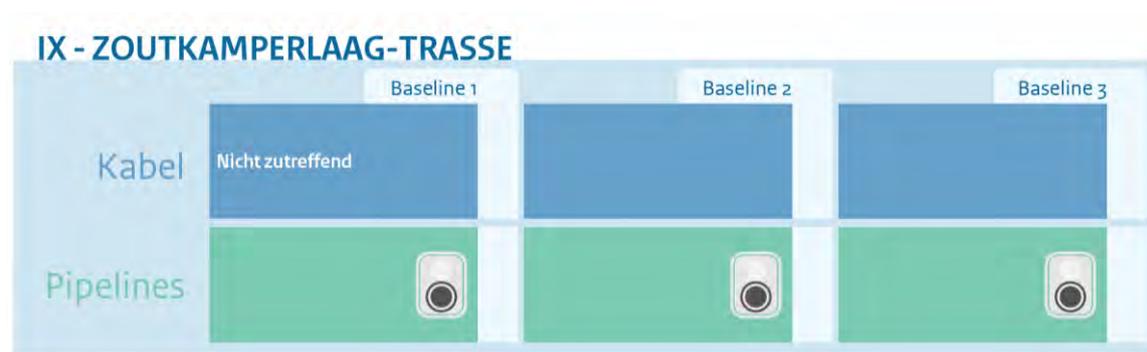
13.1 Status der Trasse

Die IX: Zoutkamperlaag-Trasse wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Diese Trasse wurde für Pipelines geprüft. Für Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die Trasse von Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang III) und örtlich optimiert. Zwischen Baseline 1 und Baseline 3 wurde der Trassenentwurf optimiert. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen der Entwürfe für diese Trasse.

Zwischen Baseline 2 und 3 wurden sowohl die östlichen als auch die westlichen Anlandungen der Trasse bewertet. Die östliche Anlandung der Trasse (östlich des Lauwersmeer) wurde als nicht genehmigungsfähig eingestuft, da die Aktivitäten in dem Militärgelände nicht mit der geplanten Aktivität vereinbar sind. Es wurden Optimierungen zur Abschwächung der Auswirkungen untersucht, die jedoch nicht zu einer Verringerung der Tragweite der Auswirkungen führen. Zu den untersuchten Optimierungen gehören eine tiefere Eingrabung der Pipeline und ein alternativer Anlandungsort weiter östlich. Diese Variante (die östliche Anlandung) wurde daher im PAWOZ ab Baseline 3 für Pipelines nicht weiter untersucht. In Anhang V werden die Beweggründe für den Verzicht auf diese Variante für die Verlegung von Pipelines näher erläutert.

Die westliche Anlandung der Trasse wurde jedoch in Betracht gezogen und weiter untersucht. Diese Variante (die westliche Anlandung) der IX: Zoutkamperlaag-Trasse wurde in Baseline 3 nur für Pipelines geprüft. Eine Beschreibung des Baseline 3 Trassenentwurfs folgt im nächsten Abschnitt.

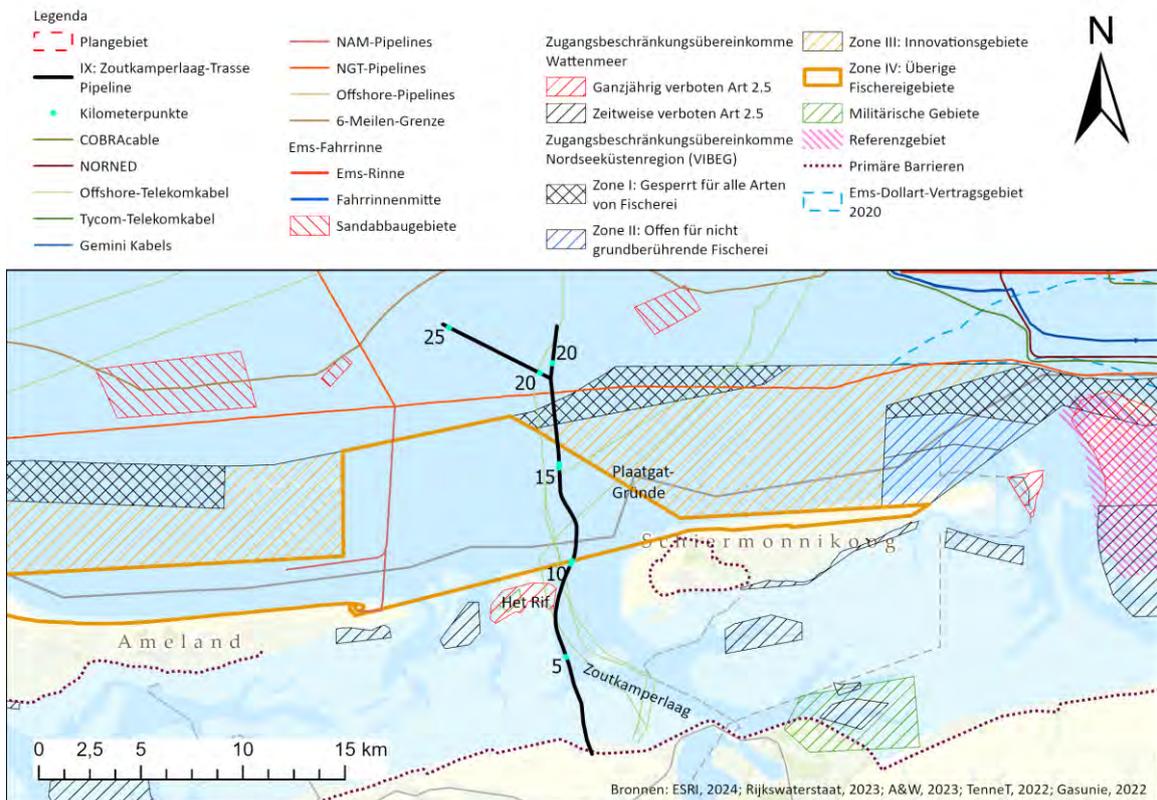
Abbildung 13.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



13.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)

Die IX: Zoutkamperlaag-Trasse wurde nur für Pipelines geprüft. Im NRD wird erläutert, warum die IX: Zoutkamperlaag-Trasse nur für Pipelines und nicht für Kabelsysteme in Betracht gezogen wurde. Die Trasse durchquert den Hauptdeich östlich des Lauwersmeers und das Watt über den kürzesten Weg Richtung der Zoutkamperlaag. Über die Zoutkamperlaag führt die Trasse zwischen Het Rif und Schiermonnikoog und westlich der Plaatgat-Gründe in nördlicher Richtung zur Nordsee, wo die NGT-Pipeline gekreuzt wird.

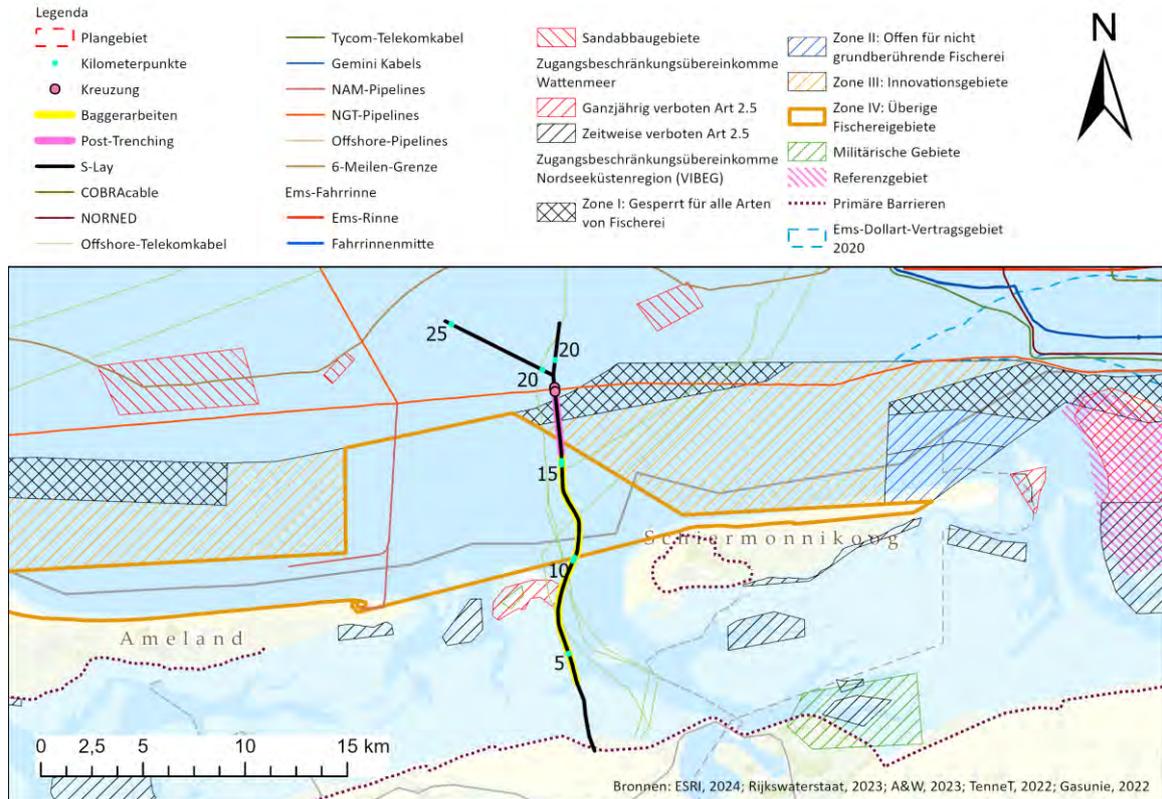
Abbildung 13.2 IX Zoutkamperlaag-Trasse für Pipelines (schwarz)



Verlegemethode

Abbildung 13.3 zeigt eine Karte mit der IX: Zoutkamperlaag-Trasse und die für die Verlegung einer Pipeline vorgesehenen Arbeiten. Die Trasse durchquert den Hauptdeich westlich des Lauwersmeers mit einer HDD-Bohrung. Die Pipeline muss in der Zoutkamperlaag in einer Tiefe verlegt werden, die mit Post-Lay-Trenching-Techniken nicht zu erreichen ist. Dadurch sind für große Teile der Trasse vorbereitende Ausbaggermaßnahmen erforderlich. Der Graben, der ausgebaggert wird, hat eine Tiefe, die der gewünschten Eingrabetiefe entspricht, eine Breite von 6 m und ein Gefälle von 1:7. Das gesamte Baggervolumen, das für den Bau der Pipeline benötigt wird, beträgt etwa 3,4 Mio. m³ für eine Pipeline entlang der Mittellinie und etwa 3,7 Mio. m³ und etwa 3,6 Mio. m³ für eine Pipeline entlang des östlichen bzw. westlichen Rands des Korridors. Das ausgebagerte Material wird unmittelbar nach dem Eingraben der Pipeline im offenen Graben verteilt. Die Trasse verläuft entlang von Het Rif, wo sich hohe Anzahlen von Nicht-Brutvögeln aufhalten. In diesem Abschnitt der Trasse werden nur im Juni Arbeiten ausgeführt, wenn sich auf Het Rif nur geringe Anzahlen von Nicht-Brutvögeln aufhalten

Abbildung 13.3 Trassenentwurf Pipeline (Baseline 3), IX: Zoutkamperlaag-Trasse



Erläuterung Baggervolumen

Im Zeitraum zwischen den vorbereitenden Baggarbeiten und der Verlegung der Kabelsysteme oder Pipelines im Meeresboden kommt es zu einer Rücksedimentation der ausgegrabenen Bereiche. Sie müssen daher in der Zwischenzeit auf ausreichender Tiefe gehalten werden (z. B. durch Ausbaggern einer Übertiefe zu Beginn oder durch Instandhaltungsbaggerarbeiten). Wie viel Rücksedimentation auftritt, hängt von der Zeitspanne zwischen dem Ausbaggern und der Verlegung sowie vom Ort der Baggarbeiten ab. Im PAWOZ wird (konservativ) mit 50 % Rücksedimentationsvolumen um die Wattenmeerrinnen und in der Nordseeküstenzone und 100 % Rücksedimentationsvolumen in Außendeltas. Da die Baggarbeiten und die Verlegung der Pipelines bei der II: Oude-Westereems-Trasse und der IX: Zoutkamperlaag-Trasse in Baseline 3 (nahezu) gleichzeitig durchgeführt werden, wurde für diese Trassen nicht mit Rücksedimentation gerechnet. Die Nettobaggervolumen innerhalb PAWOZ wurden konservativ berechnet, indem Gefälle von 1 zu 7 angenommen wurden. Es wird erwartet, dass es möglich sein wird, bei großen Teilen der Trasse steilere Gefälle zu erreichen.

Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Pipelines

Auf Grundlage der vorhandenen konkreten Hindernisse (Beschreibung siehe Anhang I), des Trassenprinzips und der ersten Runde der Folgenabschätzungen wurde eine Schätzung der maximalen Korridorbreite für diese Trasse vorgenommen (siehe Abschnitt 2.3 für eine Erläuterung des Ansatzes). Für Pipelines wird ein Korridor von 200 m geprüft. Tabelle 13.1 zeigt die maximal technisch realisierbare Konfiguration in dem Korridor.

Tabelle 13.1 Übersicht zu untersuchende Konfiguration der IX: Zoutkamperlaag-Trasse in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
IX	Nur Pipelines	3 Pipelines

14

X: TUNNEL-TRASSE

14.1 Status der Trasse

Die in der NRD (Baseline 0) beschriebene X: Tunnel-Trasse ist eine Trasse für sowohl Kabelsysteme als auch Pipelines. Nach der Baseline 1 (der Entwurfsskizze) wurde die technische Machbarkeit des Tunnels Richtung Baseline 2 eingehender untersucht, auf Grundlage eines Konzepts mit allen zu erwartenden Kabelsystemen und Pipelines in einer einzigen Tunnelröhre (Single-Tube). Da dies zu hohe Risiken mit sich zu bringen schien (siehe Anhang V), wurde Richtung Baseline 3 ein Tunnelsystem mit mehreren Tunnelröhren (Multi-Tube) untersucht. Dabei blieben der Eintrittspunkt in der Nordsee und der Anlandepunkt im Eemshaven unverändert. Das Multi-Tube-Konzept, bei dem nur ein Energieträger pro Tunnelröhre installiert wird, wurde ausgiebig geprüft. Die technische Realisierbarkeit dieser Herangehensweise wurde prinzipiell nachgewiesen.

Der Planungsprozess der X: Tunnel-Trasse zwischen Baseline 0 und Baseline 3 wird in Anhang V näher erläutert.

Abbildung 14.1 Trassenentwicklung zwischen Untersuchungsphase technische Realisierbarkeit und Optimierungskonzept + Prüfung der Zukunftssicherheit



14.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)

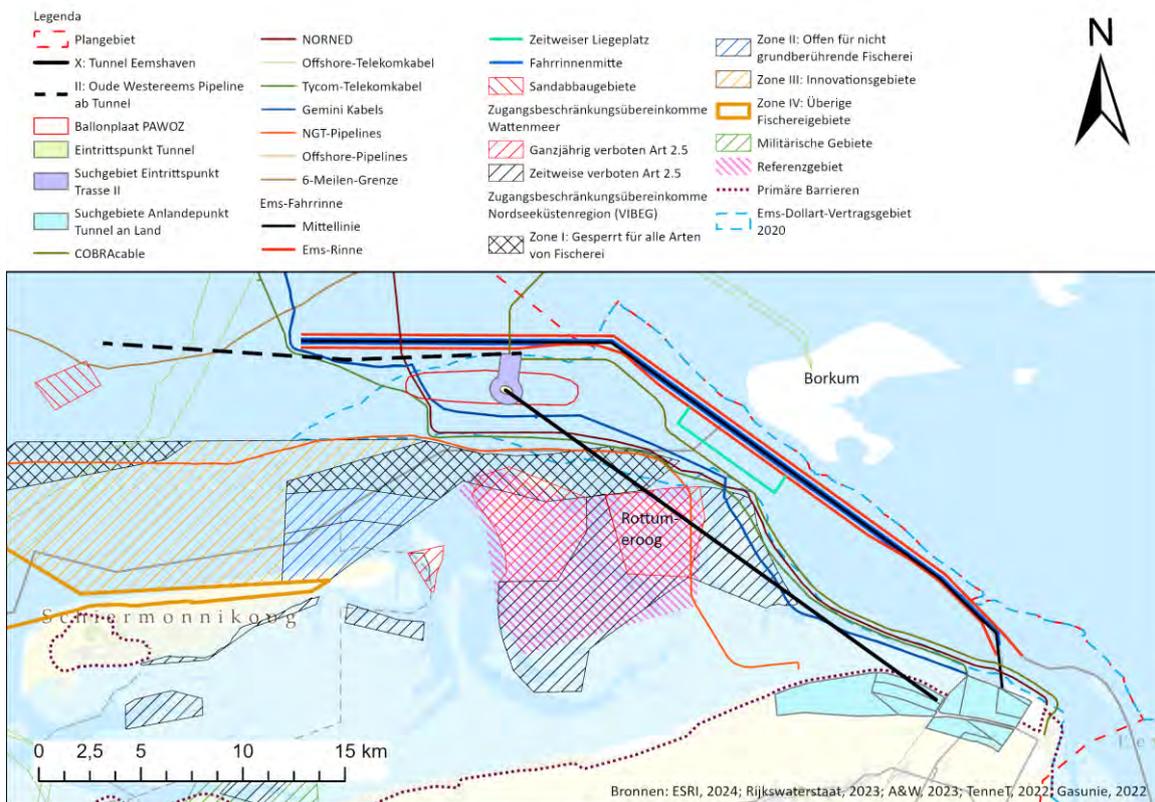
Die im NRD beschriebene X: Tunnel-Trasse hat eine Länge von ca. 26 km. Die X: Tunnel-Trasse beginnt am Eintrittspunkt in die Nordsee und endet an einem Anlandepunkt auf dem Festland. Der Ausgangspunkt der X: Tunnel-Trasse, bzw. der Eintrittspunkt Nordsee liegt auf der Ballonplaat, einer Sandbank nördlich der Rottumerplaat und westlich von Borkum. Der Eintrittspunkt in die Nordsee liegt im Ems-Dollart-Vertragsgebiet etwa 12 km westlich von Borkum auf der Ballonplaat. Von hier aus in Richtung Westen werden die Kabelsysteme und Pipelines der II: Oude-Westereems-Trasse folgen, um dann mit den Trassen in der Nordsee verbunden zu werden. Das Suchgebiet des Eintrittspunkts Trasse II verbindet den Eintrittspunkt Nordsee mit der II: Oude-Westereems-Trasse an.

Der Anlandepunkt ist in unmittelbarer Nähe des Eemshaven geplant. Der endgültige Ort wurde noch nicht bestimmt. Da die Suche nach einem konkreten Standort für den Anlandepunkt parallel zur Durchführung der Folgenabschätzungen verläuft, wurde beschlossen, mit sogenannten Suchgebieten zu arbeiten. Es wurde – im Vorgriff auf die Festlegung eines endgültigen Standorts – beschlossen, innerhalb der Suchgebiete für den Anlandepunkt mit einem hypothetischen Anlandepunkt zu arbeiten (siehe Abbildung 14.2). Diese Herangehensweise wurde gewählt, um eine bestmögliche Einschätzung von Planung und Kosten zu erhalten.

Die X: Tunnel-Tunnel-Trasse verläuft in gerader Linie zum Eemshaven. Die Tunnel verlaufen tief (ca. 30 bis 45 m unter NAP) unter dem Referenzgebiet, dem Natura 2000-Gebiet Wattenmeer und der Nordseeküstenzone, den bestehenden Kabeln und Pipelines und Rottumeroog hindurch. Nahe des Eemshaven erreicht die Trasse das Festland und den Anlandepunkt. Von dort aus führt die Trasse zu den Anschlusspunkten an das nationale Hochspannungsnetz und das Wasserstoffnetz Niederlande. Da der endgültige Standort des Anlandepunktes noch unbekannt ist, kann dieser letzte Abschnitt der Trasse noch nicht konkret geplant werden. Grundannahme dabei ist, dass die Kabelsysteme und Pipelines so weit wie möglich den anderen zu untersuchenden Landtrassen in dem Gebiet folgen.

Ausgehend von den Ergebnissen der Multi-Tube-Phase wurde beschlossen, zunächst einen Energieträger (d. h. ein 2-GW-Kabelsystem oder eine Pipeline) pro Tunnelröhre zu installieren. Der Eintrittspunkt Nordsee, der Anlandepunkt Eemshaven und die Tunnelröhren selbst müssen während der Lebensdauer des Tunnelsystems für die Überwachung und Instandhaltung sowie für die Verlegung zusätzlicher Kabelsysteme und Pipelines zugänglich sein.

Abbildung 14.2 X Tunnel-Trasse (Baseline 3)



Eintrittspunkt Nordsee

In Abbildung 14.2 ist unter anderem der Eintrittspunkt Nordsee verzeichnet, der in den Auswirkungsanalysen der Plan-UVS und der IEA untersucht wird. Für den Eintrittspunkt in der Nordsee ist geplant, dass Steine oder Betonblöcke entlang des unter Wasser gelegenen Bereichs des Eintrittspunkts angebracht werden, um Erosion zu verhindern. Der Eintrittspunkt wird in Phasen aufgebaut. Aufgrund der bereits erwähnten hohen Risiken, die mit der Kombination vieler Kabelsysteme und Pipelines in einer einzigen Tunnelröhre verbunden sind, wird eine Variante mit zunächst 3 Tunnelröhren für die Erschließung der Windparks DDW und TNW mit zwei 2-GW-Gleichstromkabelsystemen und einer Wasserstoffpipeline untersucht. Ausgangspunkt dafür ist derzeit ein Grundkonzept mit mehreren Schächten und der Möglichkeit, von jedem Schacht aus 2 Tunnelröhren zu bohren. Die ursprünglich geplanten 3 Tunnelröhren werden also von zwei Schächten aus gebohrt. Das Gleiche gilt für die Schächte beim Anlandepunkt nahe des Eemshaven.

Für zukünftige Kabel- und Pipelinesysteme können zusätzliche Tunnelröhren gebohrt werden. Dies ist von dem bereits fertiggestellten Schacht aus möglich (wenn der Platz dafür ausreicht) oder von einem oder mehreren zusätzlichen Schächten aus. Als Ausgangspunkt für das Tunnelkonzept gilt, dass maximal 4 zusätzliche Tunnelröhren gebaut werden müssen (damit käme die Gesamtzahl wahrscheinlich auf 7 Tunnelröhren). Für die Zukunftsszenarien sind mehrere Optimierungen denkbar. Die 7 Tunnelröhren werden als Maximalvariante betrachtet. Der Ausgangspunkt für die Tunnelrohrengroße ist ein Außendurchmesser von 7 m und ein Innendurchmesser von 5,5 m. Ein einzelner Schacht hat ca. die Maße 15 x 70 m, ein doppelter Schacht 30 x 70 m. Die Abmessungen des Eintrittspunkts und eines Schachts werden in Tabelle 14.1 aufgeführt. Der Eintrittspunkt ist ausreichend groß, um sowohl die anfänglich erforderlichen 3 Tunnelröhren als auch die möglichen zukünftigen 4 Tunnelröhren unterbringen zu können. Der Eintrittspunkt kann also 4 doppelte Schächte aufnehmen. Die Dimensionen und die oben genannten Annahmen werden weiter untersucht und in Bezug auf die Planung (Phaseneinteilung) präzisiert.

Tabelle 14.1 Abmessungen Komponenten Eintrittspunkt Nordsee

Komponente des Eintrittspunkts	Abmessungen
Länge des Eintrittspunkts (auf dem Meeresboden, gesamte Ellipsenform)	~ 800 m
Breite des Eintrittspunkts (auf dem Meeresboden, gesamte Ellipsenform)	~ 450 m
Fläche des Eintrittspunkts (anzuschüttender Sand, +5.00 NAP)	~100.000 m ²
Volumen des Eintrittspunkts (anzuschüttender Sand, +5.00 NAP)	~1,1 Mio. m ³
Schachtmaße doppelt	~70 x 30 m
Schachtmaße einzeln	~70 x 15 m

Anlandepunkt Eemshaven

Die genaue Stelle für den Anlandepunkt des Tunnels wurde noch nicht bestimmt. Es wurden daher 3 Suchgebiete untersucht (siehe Abbildung 14.3). Dies sind die Gebiete (i) westlich des Eemshavens, (ii) der Eemshaven selbst und (iii) der Oostpolder. In Tabelle 14.2 werden die Suchgebiete näher erläutert. Es wird in diesem Moment von einem Arbeitsgelände von etwa 300 x 400 Meter ausgegangen. Dabei wurden die Phaseneinteilung und die Bauabläufe optimal und parallel gewählt. Bei der Flächennutzung sind also noch viele Optimierungen und Anpassungen möglich. Dieses Arbeitsgelände besteht aus einigen Komponenten, die für den Bau und den Betrieb des Tunnelsystems erforderlich sind, nämlich:

- tunnelschächte, Zufahrtsstraßen, Lagerplätze für Materialien während des Baus;
- ein Auslegestreifen und Zuführungsschacht in einer Linie mit dem Wasserstofftunnel, einschließlich eines Arbeitsgeländes neben dem Schacht für die Vorfertigung und das Einbringen einer Wasserstoffpipeline. Die Länge davon Zeit ist flexibel. Dabei gilt: Je mehr Platz vorhanden ist, desto längere Rohrleitungsstücke können auf einmal eingebracht werden und desto weniger Schweißnähte sind nötig. Das führt zu einer kürzeren Vorlauf- und Bauzeit der Pipeline;

- platz für die (Vorbereitung der) Einbringung der Kabelsysteme und den Anschluss der Kabelsysteme an die Landtrasse;
 - gelände für notwendige Anlagen (Kühlung), Servicegebäude und Sicherheit während der Betriebsphase.
- Zur Erstellung der Kostenschätzung und Planung für die X: Tunnel-Trasse wurde ein hypothetischer Anlandepunkt gewählt, der im Suchgebiet Ten Westen van Eemshaven liegt (siehe Abbildung 14.2). Auch für den Anlandepunkt Eemshaven gilt, dass in der kommenden Phase Untersuchungen zur Einrichtung des Arbeits(geländes) durchgeführt werden.

Abbildung 14.3 Suchgebiete Anlandepunkt Eemshaven



Tabelle 14.2 Erläuterung zu Suchgebieten für den Anlandepunkt Eemshaven

Suchort	Eigenschaften	Besonders zu berücksichtigen
Eemshaven	<ul style="list-style-type: none"> - derzeitiges Industriegebiet Eemshaven - aufgrund der technischen Lebensdauer der Tunnelbohrmaschine auf maximal 30 km Tunnellänge begrenzt; - minimaler Abstand für den Transport Material Realisierungsphase vom Hafen/Schiene und kurze Trasse über Land zu Stationsstandorten; - zirka 26 - 30 km Tunnellänge 	<p>Integration im Verhältnis zu den heutigen Funktionen im Eemshaven. Unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bestehende Gewerbebetriebe; - windturbinen
Oostpolder	<ul style="list-style-type: none"> - derzeitiges agrarisches Gebiet unmittelbar südlich vom Eemshaven, das zurzeit für die Erschließung als zukünftiges Industriegebiet vorgesehen ist; - begrenzt auf 30 km Tunnellänge; - begrenzter Abstand für den Transport Material Realisierungsphase vom Hafen/Schiene und kurze Trasse über Land zu Stationsstandorten; - zirka 26 - 30 km Tunnellänge 	<ul style="list-style-type: none"> - eventuelle zukünftige Erweiterung des Eemshavens in diesem Gebiet; - Integration im Verhältnis zu den heutigen Funktionen (vor allem Windturbinen); - an diesem Standort müssen wahrscheinlich Windturbinen entfernt werden; - der Tunnel passt wahrscheinlich nicht in den zukünftigen provinziellen Raumordnungsplan Oostpolder
Ten Westen van Eemshaven	<ul style="list-style-type: none"> - überwiegend agrarisches Gebiet westlich des Eemshavens und nördlich vom Binnenbermsloot; - mögliche Abwägung zwischen: relativ kurzer Tunnellänge (ca. 21 km am westlichsten Punkt) mit relativ langem Abstand für Materialtransport Realisierungsphase und langem Weg über Landtrassen zu Stationsstandorten auf der einen Seite 	<ul style="list-style-type: none"> - Integration im Verhältnis zu den heutigen und zukünftigen Funktionen (vor allem (zukünftige) Windturbinen); - für diesen Standort muss möglicherweise Agrarfläche aufgekauft und Windturbinenbetreiber müssten ausgezahlt werden

Suchort	Eigenschaften	Besonders zu berücksichtigen
	<ul style="list-style-type: none"> - und andererseits längerer Tunnellänge (ca. 26 km) mit relativ kurzen Landtrassen und kurzem Transportabstand; - zirka 20 - 26 km Tunnellänge 	

14.2.1 Bau und Inbetriebnahme des Tunnels

Bei der Plan-UVS und der IEA geht man genau wie für die anderen Trassen von einer realistischen Maximalvariante aus. Diese Maximalvariante basiert auf dem Bohren von 3 Tunnelröhren (für zwei Kabelsysteme für DDW (2x 2 GW DC-Kabelsysteme) und einer Pipeline für TNW) und zusätzlich bis zu 4 Tunnelröhren (für weitere drei Kabelsysteme und eine Pipeline) zu einem späteren Zeitpunkt für zukünftige Windparks. Wegen der aktuellen Unsicherheiten im Entwurf wurden einige Ausgangspunkte zugrunde gelegt, wie die Dimensionen des Eintrittspunkt Nordsee, die Anzahl der Tunnelröhren und der dazugehörige Durchmesser, die in einem späteren Stadium ggf. neu bewertet werden müssten. Nach heutigen Erkenntnissen bietet das Worst-Case-Szenario ausreichend Marge für den letztendlichen Entwurf. In den nachfolgenden Abschnitten wird für die verschiedenen Komponenten des Tunnelentwurfs erläutert, welche Ausgangspunkte zugrunde gelegt werden.

Eintrittspunkt Nordsee

Zufahrtsrinne zum Eintrittspunkt

Material für den Bau des Eintrittspunkts wird aus dem Eemshaven antransportiert. Vom Eemshaven wird so lange wie möglich dem mit Tonnen gekennzeichnete Fahrweg gefolgt. Von dem betonnten Fahrweg in Richtung Eintrittspunkt sind drei Zugangsrinnen im Bild: zwei über das Huibertgat und eine über die Westereems. In der Rinne ist eine Wassertiefe von 13 m erforderlich. An manchen Stellen auf den drei Trassen, die betrachtet werden, ist es untiefer als 13 m. Dadurch sind stellenweise Baggerarbeiten erforderlich. Es werden eingehendere Erkundungen angestellt, um zu bestimmen, welche Trassen weiter ausgearbeitet werden.

Bau des Eintrittspunkts Nordsee

Der Eintrittspunkt wird aus einem aufgeschütteten Arbeitsgelände innerhalb eines Seedeiches bestehen. Der Eintrittspunkt wird in Phasen gebaut. In Grundzügen umfassen die Aktivitäten die folgenden Schritte:

- deich anlegen (Seedeich): Zum Anlegen eines Seedeiches wird Kernmaterial, bestehend aus Steinen (Schüttsteine und Bruchsteine). Dies erfolgt mit einem Kran oder von einem Ponton aus. Anschließend werden Filterschichten aufgebracht. Eine Filterschicht besteht aus größerem Material und verhindert, dass der aufzuschüttende Sand (nächster Schritt) durch die (steinerne) Verkleidung des Seedeiches weggespült werden kann;
- auffüllen mit Sand: Sobald der Seedeich größtenteils realisiert ist, kann der Sand für den Eintrittspunkt aufgeschüttet werden. Der Sand stammt aus Teilen der Zugangsrinne, in der stellenweise gebaggert werden muss;
- wellenbrecher schaffen: Die Schaffung des Seedeiches geht in Höhe des Kais über in die Schaffung von Wellenbrechern. Weil die Wellenbrecher und der Seedeich vergleichbar aufgebaut sind (sie bestehen aus Kernmaterial und Filterschichten), kann die Aufschüttung des Kernmaterials parallel zum Bau des Seedeiches fortgesetzt werden;
- realisierung der Kaianlage: Die Kaianlage wird mit Spund-/Kombiwänden realisiert, die vom aufgeschütteten Eintrittspunkt aus in den Boden gerüttelt werden;
- ausbaggerung des Beckens: Das Becken muss in der richtigen Tiefe ausgebagert werden, damit der Antransport von Materialien für den Bau der Schächte und der Tunnelröhren auf dem Wasserwege möglich ist. Das Hafenbecken hat eine Fläche von 70.000 m² und ist von Natur aus durchschnittlich 4 m tief. Um die benötigten 13 m Tiefe zu erreichen, müssen zusätzlich 9 m gebaggert werden. Dies resultiert in einem Baggervolumen von ca. 630.000 m³.

Bau erste Schächte und erste Tunnelröhren

Sobald der Eintrittspunkt realisiert wurde, wird werden zwei Schächte gebaut. Von diesen Schächten aus können prinzipiell 2 x 2 Tunnelröhren in der entsprechenden Tiefe gebohrt werden. Ein Schacht für zwei Tunnelröhren hat eine Fläche von ca. 2.100 m² und ist ca. 20 m tief. Für die Realisierung des Schachts werden Kombiwände genutzt. Nachdem die Kombiwände gesetzt wurden, wird der Schacht ausgebaggert. Dabei wird 40.000 m³ Sand freigesetzt. Dieser Sand kann vor Ort wiederverwendet werden (um den Eintrittspunkt zu erweitern), an Land entsorgt oder ins Meer geschüttet werden. Sobald der Schacht oder die Schächte fertig sind, wird mit der Bohrung der ersten der drei Tunnelröhren begonnen.

Die Tunnel werden von zwei Richtungen aus gebohrt: vom Eintrittspunkt und vom Anlandepunkt aus. Insgesamt werden beim Bohren der ersten drei Röhren am Eintrittspunkt Nordsee ca. 1.300.000 m³ Sand freigesetzt. Der Gesamtumfang des Eintrittspunktes bietet Platz für die ersten beiden Schächte (für drei Tunnelröhren) und es können darin in der Zukunft auch die beiden zusätzlichen Schächte untergebracht werden. Jedoch verlangt der Bau zusätzlicher Schächte und Tunnelröhren auch zusätzlichen Arbeitsraum. Dieser zusätzliche Arbeitsraum kann als eine Optimierung realisiert werden, indem der Eintrittspunkt innerhalb des angelegten Seedeichs weiter aufgeschüttet wird. Hierfür kann der freigesetzte Sand aus dem ersten Schacht und aus der ersten drei Tunnelröhren verwendet werden.

Bau der folgenden Schächte und Tunnelröhren

Nachdem der erste beiden Schächte und die ersten drei Tunnel gebaut sind, können zusätzliche Tunnel gebaut werden. Der Bau der nächsten Schächte (insgesamt maximal vier) und Tunnelröhren (insgesamt maximal sieben) folgt denselben Ausführungsschritten wie bei den ersten Schächten und Tunnelröhren.

In Gebrauch

Wenn der Eintrittspunkt in Gebrauch ist (nach Bau der Tunnel, Installationen und der Kabel- und Pipelinesysteme) werden in beschränktem Umfang Arbeiten stattfinden. Dies wird lediglich zur Instandhaltung und Wartung erfolgen, in Form von Baggerarbeiten, um die Zufahrtsrinne befahrbar zu halten, sowie in Form einiger Schiffsbewegungen, um Personen und (Klein-)Material zum bzw. vom Eintrittspunkt zwecks Durchführung von Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten zu transportieren. Zur Instandhaltung der Zufahrtsrinne werden jährlich Baggerarbeiten durchgeführt. Es werden eingehende Nachforschungen zur Bestimmung des Volumens dieser Arbeiten angestellt.

Anlandepunkt Eemshaven

Bau der Schächte und Tunnelröhren

Der Bau des Schachts und die Bohrung der ersten Tunnelröhren am Anlandepunkt erfolgt in ähnlicher Weise wie beim Eintrittspunkt (siehe Eintrittspunkt Nordsee). Das benötigte Material wird vom Eemshaven aus antransportiert. Wegen der längeren Strecke, die vom Eemshaven aus gebohrt wird (15 km vom Eemshaven, 12 km vom Eintrittspunkt in der Nordsee aus), wird die Bohrzeit hier etwas länger sein. Die Bodenmenge, die dabei freigesetzt wird, ist um 25 % größer. Beim Anlandepunkt Eemshaven kann eventuell ein vorübergehendes Betonwerk errichtet werden zur Herstellung der vorgefertigten Betonelemente für die Tunnelröhre.

15

LANDTRASSEN – XI: DEICHVARIANTE-B-TRASSE

15.1 Status der Trasse

Die XI: Deichvariante-B-Trasse wurde in der NRD (Baseline 0) beschrieben. Vor Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die IV: Geul-Trasse Rottums von TenneT und Gasunie ausgearbeitet (siehe Anhang II bzw. III). Eine Beschreibung des Baseline 1 Trassenentwurfs folgt im nächsten Abschnitt.

Weil sich unter anderem herausgestellt hat, dass sowohl in verwaltungs- als auch in bautechnischer Hinsicht die Anforderungen des Wasserverbandes für den Deich und die Anforderungen von TenneT (Kabelsysteme) und Gasunie (Pipelines) nicht zueinander passen, hat sich diese Trasse als unrealistisch erwiesen. Die Trasse wurde daher innerhalb des PAWOZ nicht weiter untersucht. In Anhang V werden die Beweggründe für den Verzicht auf diese Trasse für die Verlegung von Kabelsystemen und Pipelines näher erläutert.

Abbildung 15.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



Variante zur XI: Deichvariante-B-Trasse

Bei Gesprächen (zwischen Baseline 1 und Baseline 2) über die XI: Deichvariante-B-Trasse mit den Grundeigentümern wurde von diesen die Frage gestellt, ob der Innendeichgraben zwischen Kloosterburen und NGT weiter nach innen verlegt werden könnte. Ziel war es, auf diese Weise möglicherweise genügend Platz für den Bau von Kabelsystemen und möglicherweise Pipelines zu schaffen. Diese Variante wurde untersucht als Bestandteil der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse. Genauer dazu findet sich in Kapitel 16.

15.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 1)

Die XI: Deichvariante B-Trasse ist eine Variante der Landtrasse zwischen Kloosterburen und dem Eemshaven (siehe Kapitel 16). Die Trasse durchquert weniger landwirtschaftlich genutzte Flächen und verläuft parallel zum Hauptdeich (sowohl Innen- als auch Außendeich), zwischen Hornhuizen und Valom, in Richtung

Eemshaven. Die Trasse wurde während der NRD-Phase als Alternative zur der Landtrasse vorgeschlagen, die über Agrarflächen führt.

Abbildung 15.2 XI Deichvariante-B-Trasse



16

LANDTRASSEN – KABELSYSTEME

In diesem Kapitel werden die Landtrassen für Kabelsysteme behandelt und beschrieben. In Kapitel 17 werden die Landtrassen für Pipelines behandelt und beschrieben.

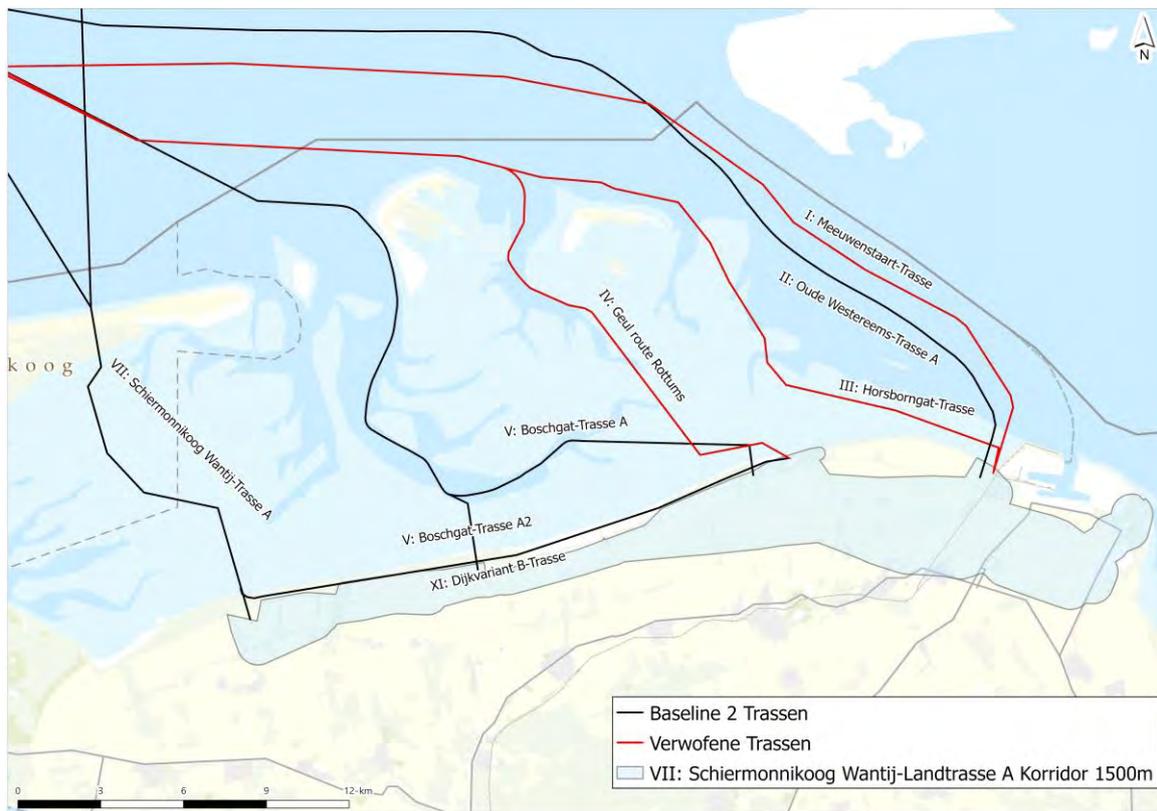
16.1 Status der Trasse

Im NRD (Baseline 0) wird die Trasse Festland genannt, die auf der Trasse basiert, die für Net Op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) untersucht wurde. Für Baseline 1 wurde der Trassenentwurf für die Trasse weiter ausgearbeitet (siehe Anhang III) und örtlich optimiert. Ab diesem Moment nennt sich die Trasse die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse. Ursprünglich schlossen sich sechs Wattenmeertrassen an diese Landtrasse an (von Ost nach West): I: Meeuwenstaart-Trasse, II: Oude-Westereems-Trasse, III Horsborngat-Trasse, IV: Geul-Trasse Rottums, V: Boschgat-Trasse und VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse.

Zwischen Baseline 1 und 2 wurden die Trassen I: Meeuwenstaart-Trasse, III: Horsborngat-Trasse und IV: Geul-Trasse Rottums getrichtert. Außerdem kam eine zusätzliche Anlandezone für die V: Boschgat-Trasse in Nähe Westernieland hinzu. Die Trasse wurde örtlich dementsprechend angepasst. Dafür wurde eine neue Variante entwickelt (Variant A2, siehe Abbildung 16.1). Gespräche in der Region haben zu einem Vorschlag für eine Variante geführt, bei der der Innendeichgraben zwischen Kloosterburen und dem Eemshaven weiter ins Landesinnere verlegt wird, um ausreichend Platz für die Verlegung von Kabelsystemen (und möglicherweise Pipelines) zu schaffen. Diese Variante wird als mögliche Option für die Landtrasse betrachtet, die in das Plangebiet passt, das in der Plan-UVS und der IEA berücksichtigt wurde. Deshalb wurde diese Variante als Option zur VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse untersucht und nicht als Abänderung der XI: Deichvariante-B-Trasse.

Anstelle einer einzelnen Trasse wird auch ein Korridor in Betracht gezogen. Der Korridor, der untersucht wird, ist 1.500 m breit (siehe Abbildung 16.1). Zwischen Baseline 2 und 3 wurde die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse in der ersten Runde der Auswirkungsanalysen für Kabelsysteme und Pipelines geprüft. Auf Grundlage davon wurden geringfügige Änderungen an der Konzeption dieser Trasse vorgenommen. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen und Änderungen für diese Trasse zwischen Baseline 0 und Baseline 3.

Abbildung 16.1 Übersicht der Entwicklungen zwischen Baseline 1 en 3, die die Entwicklung der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse beeinflussen



Eine Beschreibung des Baseline 3 Trassenentwurf für Kabelsysteme folgt im nächsten Abschnitt.

Abbildung 16.2 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3



16.2 Erläuterung zur Trasse (Baseline 3)

Beschreibung Trasse

Abbildung 16.3 zeigt den Korridor der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A). Da diese Landtrasse sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines untersucht wurde, wurde von einem Korridor von 1.500 m Breite ausgegangen. Diese Korridorbreite wird im nächsten Abschnitt näher erläutert. Ab dem Anlandepunkt der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse bis zum Oostpolder sind die Korridore für Kabelsysteme und Pipelines identisch. Ab dem Oostpolder bis zum Anschluss im Eemshaven weichen die Korridore stellenweise voneinander ab. Das liegt an den unterschiedlichen Anschlusspunkten an das nationale Hochspannungsnetz bzw. an das Wasserstoffnetz Niederlande.

Die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A) schließt an aller Trassen im Wattenmeergebiet an, die für Kabelsysteme untersucht wurden, nämlich (von Ost nach West):

- II: Oude-Westereems-Trasse (A, A1);
- V: Boschgat-Trasse (A, A1, A2);
- VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse (A, A1).

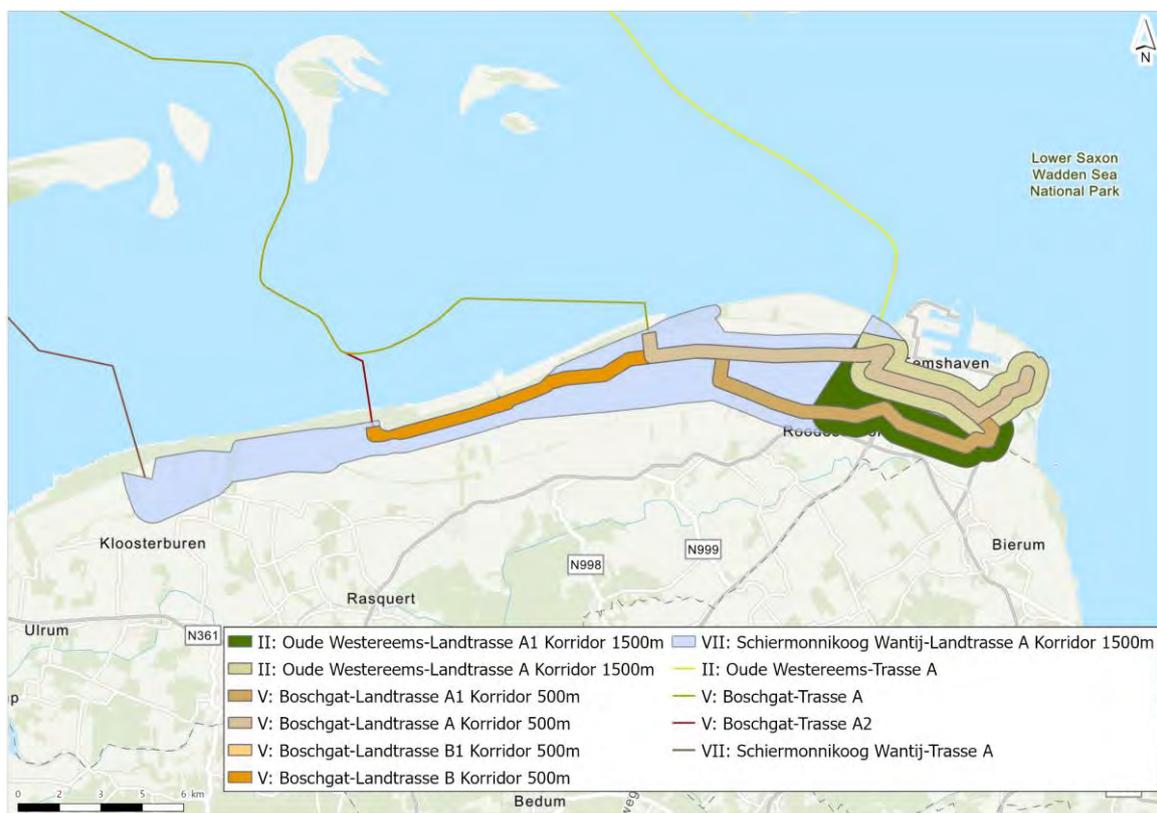
Innerhalb des Korridors der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A), wurde für jede der Trassen aus dem Wattenmeergebiet eine gesonderte Landtrasse entwickelt, siehe Abbildung 16.3. Dabei geht es um:

- II: Oude-Westereems-Landtrasse (A, A1);
- V: Boschgat-Landtrasse (A, A1, B, B1).

Zudem wird die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A) für Pipelines ausgehend von zwei Wattenmeertrassen untersucht (von Ost nach West). Diese Varianten – vorgesehen für Pipelines – werden in Kapitel 17 erläutert.

- II: Oude-Westereems-Trasse;
- VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse.

Abbildung 16.3 Korridore Landtrassen für Kabelsysteme



Variante zur XI: Deichvariante-B-Trasse innerhalb der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (Kabelsystem)

In Gesprächen mit der Arbeitsgruppe Landwirtschaft (bestehend aus Landwirten der Region) wurde der Vorschlag geäußert, zu prüfen, ob durch die Verlegung des Innendeichgrabens zwischen Kloosterburen und NGT Platz für Kabelsysteme geschaffen werden kann. Die Annahme der Arbeitsgruppe Landwirtschaft war, dass eine räumliche Trennung der Kabelsysteme und der landwirtschaftlichen Flächen das Risiko der Versalzung verringern könnte. Außerdem bietet dies eine Verknüpfungsmöglichkeit mit der Deichverstärkung. Dies hat sich für die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (A) jedoch nicht als praktikabel erwiesen, wie im Folgenden beschrieben wird.

Um die Machbarkeit dieser Variante zu beurteilen, wurde betrachtet, wie die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse verläuft und was der Abstand zum Deich ist.

Für Teilstücke innerhalb des Korridors ist bereits vorgesehen, dass die Kabelsysteme fast direkt am Deich verlegt werden. Es betrifft die Trasse bei Wierhuizen und Pieterburen sowie zwischen Den Aniel und Uithuizen. Entlang dieser Abschnitte der Trasse ist es daher nicht notwendig, eine Verlegung des Grabens zu prüfen.

Auf zwei weiteren Abschnitten, nämlich zwischen Pieterburen und Den Aniel und zwischen Uithuizen und NGT, wurde die Grabenverlegung weiter untersucht. Technisch ist es möglich, den Graben nach Innendeichs zu verlegen, um mehr Platz für Kabelsysteme zu schaffen. Allerdings gibt es dabei noch eine Reihe wichtiger Fragen und Bedenken:

- entlang der Strecke, auf die der Graben möglicherweise verlegt werden könnte, gibt es Häuser und Bauernhöfe, bei denen es nicht möglich ist, den Graben zu verlegen. Die Kabelsysteme müssen hier daher verlegt werden, wie es bereits für diese Trasse vorgesehen ist;
- das Stück Land zwischen dem Deich und dem verlegten Graben muss bewirtschaftet und gepflegt werden. Es ist für TenneT rechtlich und wirtschaftlich nicht möglich, diesen Landstreifen zu übernehmen (zu kaufen). Der Streifen müsste also von Dritten übernommen werden oder im Besitz der Landwirte bleiben;
- im Verlauf dieses Programms wurden Gespräche mit einer Reihe von Landwirten und Grundbesitzern geführt. Es ist jedoch unsicher, ob die Verlegung des Grabens in der Umgebung auf allgemeine Akzeptanz stößt. Die Verlegung von Gräben ist nur dann eine realistische Option, wenn sie von allen Grundbesitzern unterstützt wird. Dies müsste in einer eventuellen Projekt-UVS-Phase weiter untersucht werden;
- es ist zu beachten, dass sich die Arbeiten für den Bau der Kabelsysteme erheblich (1-2 Jahre) verlängern werden, da die Verlegung des Grabens vor dem Bau der Kabelsysteme erfolgen muss und sehr viele Erdbewegungen erfordert. Auch Wasserläufe und Abflüsse müssen auf allen Grundstücken vor der eigentlichen Verlegung der Kabelsysteme angepasst werden. Das erhöht den Grad und die Dauer der Störungen während der Bauphase erheblich. Auch die maximale Anzahl der in Zukunft zu verlegenden Kabelsysteme sollte im Voraus klar sein, denn es ist nicht realistisch, den Graben häufiger zu verlegen. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass diese Entscheidung schon in den nächsten Jahren getroffen werden kann;
- direkt am Deich gibt es keine Straßen, auf denen die für die Verlegung der Kabelsysteme benötigten Geräte untergebracht werden können. Außerdem hat der Wasserverband Noorderzjivest darauf hingewiesen, dass TenneT seine Wartungsstraße nicht über einen längeren Zeitraum (während der gesamten Bauzeit) nutzen kann. Im Vergleich mit den weiter im Landesinneren gelegenen Landtrassen werden während der Bauphase mehr temporäre Baustraßen benötigt;
- zudem ist immer noch unklar, welche Auswirkungen die Verlegung des Grabens auf die Wasserressourcen haben wird. Dies erfordert weitere Untersuchungen. Nach Einschätzung von Experten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich die Verlegung des Grabens nur begrenzt auf die Sickersituation und das Süß-Salzwasser Verhältnis auswirken wird. Die Versickerung wird durch das regionale System bestimmt, eine Kombination aus Druck vom Meer, Bodeneigenschaften, Oberflächenwasser (Pegel) und Entwässerung. Es ist davon auszugehen, dass der verlegte Graben etwas mehr Sickerwasser aufnimmt als der jetzige Graben. Aber die Auswirkungen auf das regionale System sind begrenzt, sodass auch die Auswirkungen auf die Versickerung auf den Ländern begrenzt sein werden. Durch die Verlegung des Grabens wird das System sogar noch weiter ins Landesinnere verlagert. Ein Aufmerksamkeitschwerpunkt ist, was mit dem Land zwischen dem Deich und dem verlegten Graben geschieht. Wenn dies beispielsweise eine Naturfunktion bekommt, bei der die quer zum Deich verlaufenden Gräben verfüllt und die Drainage entfernt bzw. nicht funktionalisiert wird, kann argumentiert werden, dass in der neuen Situation insgesamt weniger Sickerwasser aufgefangen wird und dass die Versickerung auf den Ländern südlich des verlegten Grabens im Vergleich zur aktuellen Situation sogar zunehmen kann.

Schlussfolgerung: Innerhalb des Korridors der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A ist es theoretisch möglich, auf Teilen der Trasse den Innendeichgraben zu verlegen und Kabelsysteme zwischen dem Deich und dem verlegten Graben zu installieren. Allerdings wird die Trasse angesichts der oben genannten Bedenken und Unsicherheiten derzeit nicht als umwelttechnisch und räumlich bessere Lösung angesehen.

Verlegemethode

Für die Verlegung von Kabelsystemen an Land kommen zwei Techniken in Frage: offene Grabenbauweise oder eine HDD-Bohrung. Ausgangspunkt ist, dass die Kabelsysteme an Land in offener Grabenbauweise verlegt werden. (siehe Erklärung 3.2.3). Hauptdeiche werden standardmäßig mit HDD-Bohrungen durchkreuzt.

Außerdem werden auf einigen Abschnitten der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (wahrscheinlich) HDD-Bohrungen durchgeführt. Diese HDD-Bohrungen (auch Optimierungen genannt) werden eingesetzt, um signifikant negative Auswirkungen, die in der ersten Runde der Wirkungsanalysen ermittelt wurden (auch „Red Flags“ genannt), abzumildern. Sowohl die Red Flags als auch die Optimierungen wurden durchnummeriert. Siehe dazu Tabelle 16.1. Diese HDD-Bohrungen sind Teil des Baseline-3-Trassenentwurfs der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (und der anderen Landtrassen, die innerhalb des Korridors der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse liegen). Anhang V enthält eine Gesamtübersicht über alle Red Flags und Optimierungen nach Trassen.

Tabelle 16.1 Übersicht der Trassen und Red Flags wofür (eventuell) eine HDD-Bohrung zur Anwendung kommt

Landtrasse	Code* Red Flag und Unvollkommenheit	Red Flag und Unvollkommenheit	Code* Optimierung / Ausgangspunkt	Optimierung / Ausgangspunkt
II: Oude-Westereems-Landtrasse A (Kabelsysteme und Pipelines)	RV.II-A.TE&GU.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.II-A.TE&GU.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.II-A.TE&GU.3	Kreuzung alter Deiche.	UP.II-A.TE&GU.3	Alte Deiche umgehen oder gesteuerte Bohrung.
II: Oude-Westereems-Landtrasse A1 (Kabelsysteme und Pipelines)	RV.II-A1.TE&GU.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.II-A1.TE&GU.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.II-A1.TE&GU.4	Kreuzung alter Deiche.	OPT.II-A1.TE&GU.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
V: Boschgat-Landtrasse A (Kabelsysteme)	RV.V-A.1	Kreuzung alter Deiche.	OPT.V-A.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
V: Boschgat-Landtrasse A1 (Kabelsysteme)	RV.V-A1.1	Kreuzung alter Deiche.	OPT.V-A1.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
V: Boschgat-Landtrasse B (Kabelsysteme)	RV.V-B.4	Kreuzung alter Deiche.	OPT.V-B.2	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).

Landtrasse	Code* Red Flag und Unvollkommenheit	Red Flag und Unvollkommenheit	Code* Optimierung / Ausgangspunkt	Optimierung / Ausgangspunkt
V: Boschgat-Landtrasse B1 (Kabelsysteme)	RV.V-B1.4	Kreuzung alter Deiche.	OPT.V-B1.2	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (Kabelsysteme und Pipelines)	RV.VII-A.TE&GU.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.VII-A.TE&GU.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-A.TE&GU.5	Kreuzung alter Deiche.	OPT.VII-A.TE&GU.2	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).

* Siehe Anhang V mit Erläuterungen zur Kodierung.

Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Kabelsysteme

In der Plan-UVS und der IEA wurden Korridore untersucht. Die II: Oude-Westereems-Landtrasse A und A1 und die VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A wurden für Kabelsysteme und für Pipelines untersucht. Für diese Trassen wurde eine Korridorbreite von 1.500 Meter vorgesehen. Diese Korridorbreite basiert auf den von TenneT und Gasunie erstellten Berichten zu Abständen zwischen Kabelsystemen und Pipelines (siehe Anhang VII und VIII). Die V: Boschgat-Landtrassen A, A1 B und B1 haben eine Korridorbreite von 500 Meter und wurden nur für Kabelsysteme untersucht. Tabelle 16.2 zeigt die Maximalkonfiguration dieser Trassen. Für Trassen, die sowohl für Kabelsysteme als auch für Pipelines untersucht werden, ist auch die Anzahl der Pipelines angegeben, um ein vollständiges Bild dieser Landtrassen zu erhalten.

Tabelle 16.2 Übersicht der zu untersuchenden Konfiguration der Kabelsystem-Trassen an Land in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
II: Oude-Westereems-Landtrassen A und A1	Kabelsysteme und Pipelines	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
V: Boschgat-Landtrassen A, A1, B, B1	Kabelsysteme	1 Kabelsystem
VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A	Kabelsysteme und Pipelines	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines

Umspannwerke und Konverterstationen (TenneT)

TenneT hat verschiedene Stationsstandorte im Eemshaven im Auge, die für ein Umspannwerk (Wechselstromsystem, Teil der geplanten Aktivität PAWOZ), Konverterstationen (Gleichstromsystem, Teil der geplanten Aktivität PAWOZ) und ein 380-kV-Hochspannungsumspannwerk (nicht Teil der geplanten Aktivität PAWOZ) vorgesehen sind. Abbildung 16.4 zeigt sowohl die vorhandenen als auch die vorgesehenen Stationsstandorte im Eemshaven, die für PAWOZ relevant sind. In Rot ist das bestehende 380-kV-Umspannwerk Eemshaven Oudeschip dargestellt. In Orange das zukünftige Hochspannungsumspannwerk Oostpolder. Die geplanten Transformator- und Konverterstationen sind gelb eingezeichnet.

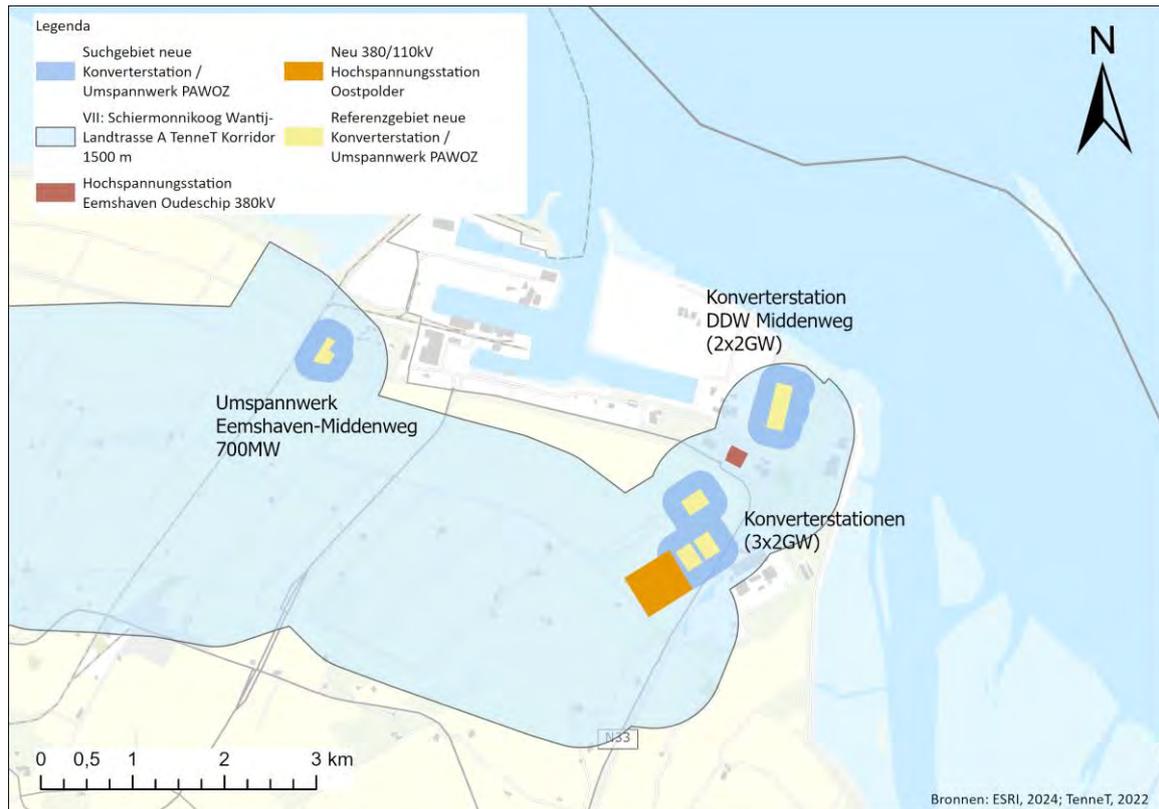
Die Konverterstationen werden benötigt, um 2-GW-Gleichstrom-Kabelsysteme zu verbinden. Im Norden des Eemshavens sind Konverterstationen für das Windenergiegebiet DDW (zweimal 2 GW) vorgesehen. Im Süden sind drei 2-GW-Konverterstationen (insgesamt 6 GW) geplant, um zukünftige Windparks anzuschließen. Im Westen des Eemshavens befindet sich das Umspannwerk TNW (Middenweg). An diese Station kann möglicherweise das Windenergiegebiet TNW angeschlossen werden. Es geht um ein Umspannwerk für ein 700-MW-AC-Kabelsystem. Rund um all diese Stationen ist in blau eine Pufferzone von 200 m als

Untersuchungsgebiet für die Plan-UVS und die IEA. Da der genaue Standort dieser Stationen noch nicht feststeht, kann es sein, dass sie noch verlegt wird. Wenn ein größeres Gebiet untersucht wird, können die Auswirkungsanalysen Anhaltspunkte für eventuelle Optimierungen der Stationsstandorte geben.

Die 380 kV-Umspannwerke, die für einen Anschluss in Frage kommen, sind:

- Eemshaven Oudeschip: die verfügbare Anschlusskapazität des 380 kV-Umspannwerks Eemshaven Oudeschip beträgt 2,7 GW;
- Eemshaven Oostpolderweg: für den Anschluss der übrigen 2 GW von DDW und eventuellen zukünftigen Windparks. Diese Station ist noch in der Entwicklung, aber Voraussetzung für das PAWOZ.

Abbildung 16.4 Bestehende und geplante Transformatoren-, Konverter- und Hochspannungsstationen in und um den Eemshaven



17

LANDTRASSEN – PIPELINES

In diesem Kapitel werden die Landtrassen Pipelines behandelt und beschrieben. In Kapitel 16 werden die Landtrassen für Kabelsysteme behandelt und beschrieben.

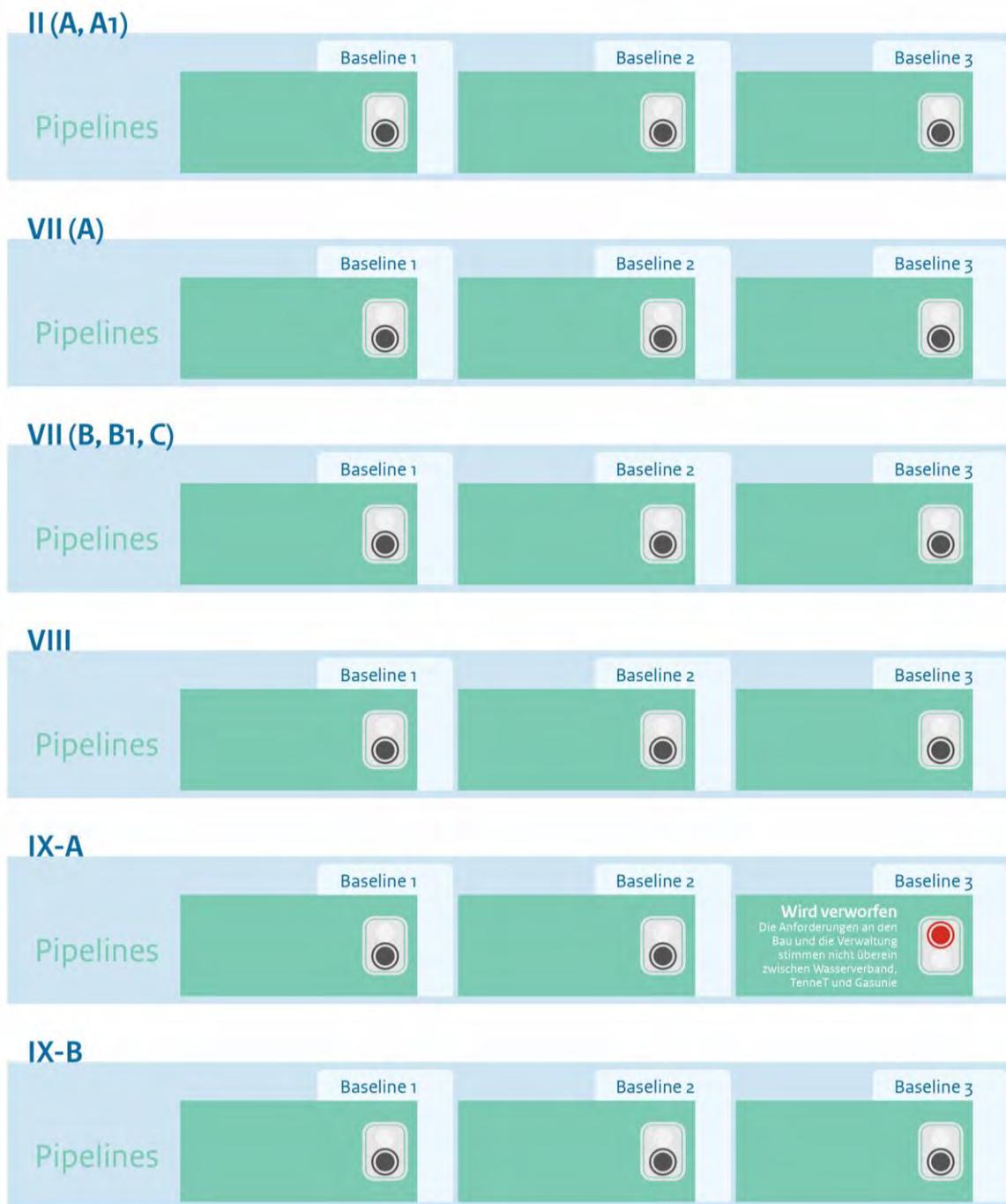
17.1 Status der Trassen

Für den Transport von Wasserstoff mit Pipelines über Land wurden mehrere Trassen betrachtet. Eine der Trassen folgt der im NRD als Trasse Festland bezeichneten Trasse. Diese Trasse wurde bereits in Kapitel 16 behandelt. Die anderen Trassen werden im NRD Indikative Wasserstofftrassen genannt (Baseline 0).

Um von diesen indikativen Trassen zu genehmigungsfähigen und technisch realisierbaren Trassen zu gelangen und den Übergang auf das Wasserstoffnetz Niederlande zu ermöglichen, wurde zwischen Baseline 1 und Baseline 2 eine ergänzende Studie durchgeführt (siehe Anhang V von Anhang VI). Zwischen Baseline 2 und 3 wurden die Landtrassen für Wasserstoff in der ersten Runde der Folgenabschätzungen untersucht. Auf Grundlage davon wurden geringfügige Änderungen an der Konzeption dieser Trassen vorgenommen. Anhang V beschreibt die vorgenommenen Optimierungen und Änderungen für diese Landtrassen für Wasserstoff zwischen Baseline 0 und Baseline 3.

Eine Beschreibung des Baseline 3 Trassenentwurf für Pipelines folgt im nächsten Abschnitt.

Abbildung 17.1 Trassenentwicklung zwischen Baseline 0 und Baseline 3

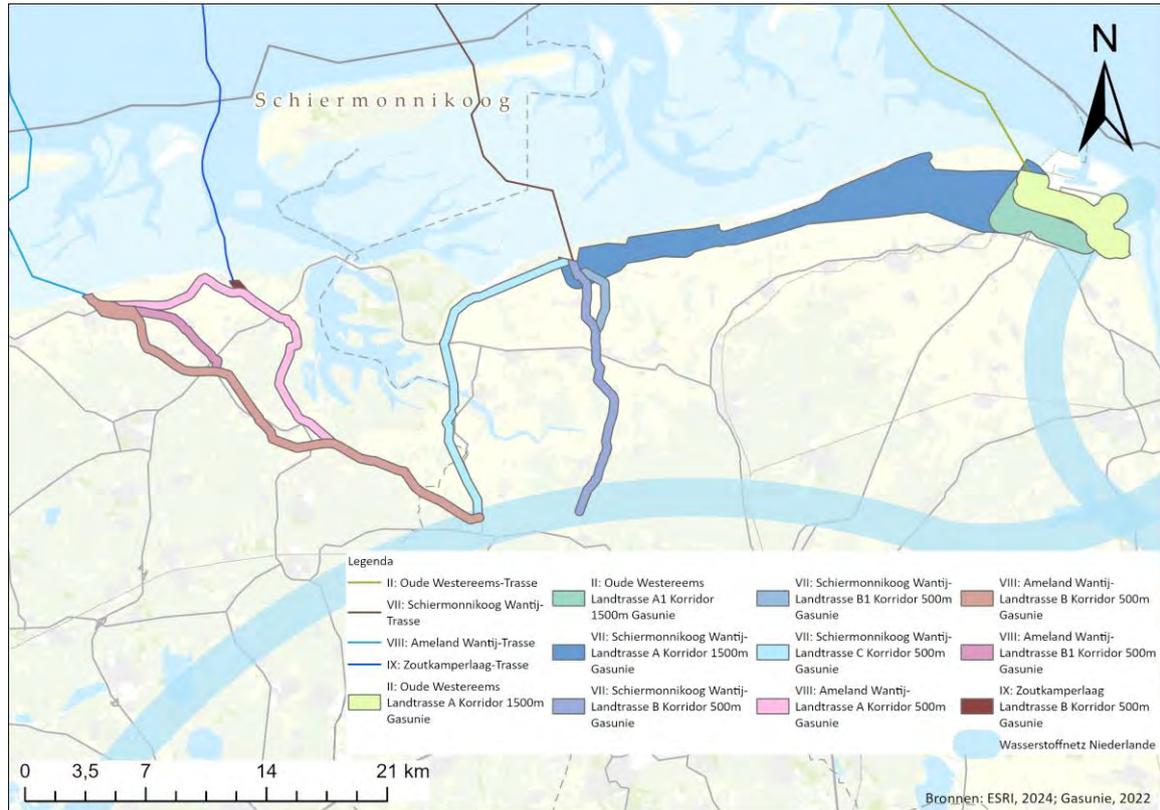


17.2 Erläuterung zu den Trassen (Baseline 3)

Beschreibung Trassen

Für den Transport von Wasserstoff mit Pipelines über Land wurden in der Plan-UVS und der IEA mehrere Trassen untersucht. Die Trassen haben Anschluss an das Wasserstoffnetz Niederlande (westliche Trassen) und an das Wasserstoffnetz Groningen (nahe des Eemshavens), das Hynetwork (Tochtergesellschaft von Gasunie) entwickelt. Die Trassen inklusive Varianten sind in Abbildung 17.2 dargestellt.

Abbildung 17.2 Wasserstoff-Landtrassen II (A, A1), VII (A, B, B1, C), VIII (A, B, B1) en IX (A, B)



VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A

Die Trasse zum Eemshaven, VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A für Pipelines stimmt zum größten Teil mit der VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A für ein Kabelsystem überein. Ab dem Anlandepunkt der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse A bis zum Oostpolder sind die Korridore für Kabelsysteme und Pipelines identisch. Ab dem Oostpolder bis zum Anschluss im Eemshaven weichen die Korridore stellenweise voneinander ab. Zum Beispiel ist die Variante A1 nur für Pipelines von Gasunie. Darüber hinaus befinden sich die Stationsstandorte für Pipelines an anderen Orten im Eemshaven als die Stationsstandorte für Kabelsysteme. Da die Korridore mit diesen Stationsstandorten verbunden sind, entstehen lokale Unterschiede im Korridor für Pipelines und Kabelsysteme. Gasunie hat zum Beispiel zwei Stationsstandorte im Südosten des Eemshavens. Da der Korridor für Pipelines auch an diese Stationsstandorte anschließt, biegt der Korridor für Pipelines nach Südosten ab. Das ist bei dem Korridor für Kabelsysteme nicht der Fall.

Westliche Wasserstofftrassen

Für die Landtrassen, die an die VIII: Ameland Wantij-Trasse und die IX: Zoutkamperlaag-Trasse anschließen, ist ein Anschluss an das Wasserstoffnetz Niederlande vorgesehen. Dafür wurden verschiedene Trassen und Varianten entwickelt. Siehe Abbildung 17.2. Außerdem wurden Varianten entwickelt zur VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (B, B1 und C), sodass die VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse auch über eine Landtrasse an das Wasserstoffnetz Niederlande im Westen des Plangebiets angeschlossen werden kann (nur Variante A schließt an die Stationsstandorte im Eemshaven an).

Verlegemethode

Für die Verlegung von Pipelines an Land kommen zwei Techniken in Frage: offene Grabenbauweise oder das gesteuerte Horizontalbohrverfahren (im Folgenden: HDD-Bohrung). Wie bei der Verlegung von Kabelsystemen ist prinzipiell für Pipelines an Land ebenfalls die offene Grabenbauweise vorgesehen. Hauptdeiche werden standardmäßig mit HDD-Bohrungen durchkreuzt. Daneben werden bei bestimmten Abschnitten der Landtrassen HDD-Bohrungen angewendet, um Red Flags, die sich in den Auswirkungen analysiert haben, entsprechend Rechnung zu tragen. Siehe dazu Tabelle 17.1.

Tabelle 17.1 Übersicht der Trassen und Red Flags wofür (eventuell) eine HDD-Bohrung zur Anwendung kommt

Landtrasse	Code* Red Flag / Problem	Red Flag / Problem	Code Optimierung / Ausgangspunkt	Optimierung / Ausgangspunkt
II: Oude-Westereems-Landtrasse A (Kabelsysteme und Pipelines)	RV.II-A.TE&GU.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.II-A.TE&GU.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.II-A.TE&GU.3	Kreuzung alter Deiche.	UP.II-A.TE&GU.3	Alte Deiche umgehen oder gesteuerte Bohrung.
II: Oude-Westereems-Landtrasse A1 (Kabelsysteme und Pipelines)	RV.II-A1.TE&GU.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.II-A1.TE&GU.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.II-A1.TE&GU.4	Kreuzung alter Deiche.	OPT.II-A1.TE&GU.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse (Kabelsysteme und Pipelines)	RV.VII-A.TE&GU.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.VII-A.TE&GU.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-A.TE&GU.5	Kreuzung alter Deiche.	OPT.VII-A.TE&GU.2	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
VII: VII Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse B (Pipelines)	RV.VII-B.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit im Korridor.	UP.VII-B.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-B.3	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.VII-B.3	Archäologische Untersuchungen durchführen und die entsprechenden Gebiete möglichst umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn

Landtrasse	Code* Red Flag / Problem	Red Flag / Problem	Code Optimierung / Ausgangspunkt	Optimierung / Ausgangspunkt
				Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-B.6	Kreuzung alter Deiche.	OPT.VII-B.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse B1 (Pipelines)	RV.VII-B1.2	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit im Korridor.	UP.VII-B1.2	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-B1.3	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.VII-B1.3	Archäologische Untersuchungen durchführen und die entsprechenden Gebiete möglichst umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-B1.6	Kreuzung alter Deiche.	OPT.VII-B1.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
VII: VII Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse C (Pipelines)	RV.VII-C.3	Vorhandensein von Vogelkojen im Korridor.	UP.VII-C.3	Vogelkojen umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VII-C.5	Durchquerung des Natura 2000-Gebiets (Lauwersmeer).	OPT.VII-C.1	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
	RV.VII-C.6	Kreuzung alter Deiche.	OPT.VII-C.2	Gesteuerte Bohrung anwenden (angepasste Verlegetechnik).
VIII: Ameland Wantij-Landtrasse A (Pipelines)	RV.VIII-A.3	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der	UP.VIII-A.3	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.

Landtrasse	Code* Red Flag / Problem	Red Flag / Problem	Code Optimierung / Ausgangspunkt	Optimierung / Ausgangspunkt
		Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit im Korridor.		
	RV.VIII-A.4	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.VIII-A.4	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VIII-A.7	Durchquerung des Natura 2000-Gebiets.	OPT.VIII-A.1	Gesteuerte Bohrung.
VIII: Ameland Wantij-Landtrasse B (Pipelines)	RV.VIII-B.3	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit im Korridor.	UP.VIII-B.3	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VIII-B.4	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.VIII-B.4	Archäologische Untersuchungen durchführen und die entsprechenden Gebiete möglichst umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
VIII: Ameland Wantij-Landtrasse B1 (Pipelines)	RV.VIII-B1.3	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit im Korridor.	UP.VIII-B1.3	Archäologische Werte umgehen. oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.VIII-B1.4	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen	UP.VIII-B1.4	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung

Landtrasse	Code* Red Flag / Problem	Red Flag / Problem	Code Optimierung / Ausgangspunkt	Optimierung / Ausgangspunkt
		Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.		prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse B (Pipelines)	RV.IX-B.3	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen geschützten archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit und einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der Altsteinzeit bis zur Frühbronzezeit im Korridor.	UP.IX-B.3	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.IX-B.4	Vorkommen von Gebieten mit einem hohen archäologischen Erwartungswert bezüglich der späten Bronzezeit bis zur Neuzeit im Korridor.	UP.IX-B.4	Archäologische Werte umgehen oder Möglichkeit gesteuerter Bohrung prüfen, wenn Umgehung nicht möglich ist.
	RV.IX-B.6	Durchquerung des Natura 2000-Gebiets.	OPT.IX-B.1	Gesteuerte Bohrung.

Breite des Korridors und zu untersuchende Konfiguration Pipelines

Ab dem Anlandepunkt der VII: Schiermonnikoog Wantij-Trasse zum Eemshaven werden sowohl Kabelsysteme als auch Pipelines untersucht. Dafür gilt, wie in Kapitel 16 erläutert, eine Korridorbreite von 1.500 Metern. Für Trassen, auf denen ausschließlich Pipelines verlegt werden, wird eine Korridorbreite von 500 m veranschlagt. Der temporäre Arbeitsstreifen für Wasserstoffpipelines beträgt ungefähr 40 m, und auf der Grundlage der räumlichen Beschränkungen im Plangebiet erscheint ein Korridor von 500 m (250 m zu beiden Seiten einer hypothetischen Mitte) als ausreichend für eine Optimierung.

Tabelle 17.2 zeigt die Maximalkonfiguration der Landtrassen für Pipelines. Für Landtrassen, die sowohl für Pipelines als auch für Kabelsysteme untersucht wurden, sind auch Kabelsysteme einbezogen, um ein vollständiges Bild dieser Landtrassen zu erhalten.

Tabelle 17.2 Übersicht der zu untersuchenden Konfiguration der Trassen für Pipelines an Land in der Plan-UVS und der IEA

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
II: Oude-Westereems-Landtrassen A und A1	Kabelsysteme und Pipelines	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse A	Kabelsysteme und Pipelines	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
VII: Schiermonnikoog Wantij-Landtrasse B, B1 und C	Pipelines	3 Pipelines

Trasse	Typ	Zu untersuchende maximale technisch machbare Konfiguration (Anzahl)
II: Oude-Westereems-Landtrassen A und A1	Kabelsysteme und Pipelines	7 Kabelsysteme und 3 Pipelines
VIII: Ameland Wantij-Landtrasse A, B und B1	Pipelines	3 Pipelines
IX: Zoutkamperlaag-Landtrasse B	Pipelines	3 Pipelines

Wasserstoffanlandestationen (Gasunie)

Neben den Trassen für Wasserstoff werden auch verschiedene Stationsstandorte untersucht. Kapitel 3.3 dieses Berichts beschreibt, dass sowohl zwei Ventilstationen als auch eine Wasserstoffanlandestation Teil eines Wasserstoffanschlusses ausmachen. An den Anlandezonen und am Anschlusspunkt ist eine Ventilstation vorgesehen. Diese Ventilstation isoliert die Pipeline an Land von der Offshore-Pipeline bzw. vom Wasserstoffnetz Niederlande. Rund um die Anlandezone und die Anschlusspunkte wurde ein Gebiet erkundet, um einen Standort für die Ventilstation zu finden.

Zwischen den Ventilstationen wird eine Wasserstoffanlandestation entstehen. Diese kann zusammen mit einer der Ventilstationen entwickelt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, sie an anderer Stelle zu entwickeln. Zum Beispiel in der Nähe von bestehenden Gasgewinnungsstätten entlang der Trassen. Abbildung 17.3 zeigt die möglichen Orte, für die Stationsstandorte für die Ventilstationen und die Anlandestation für Wasserstoff untersucht wurden.

Abbildung 17.3 Zu untersuchende Wasserstoffanlandestationen

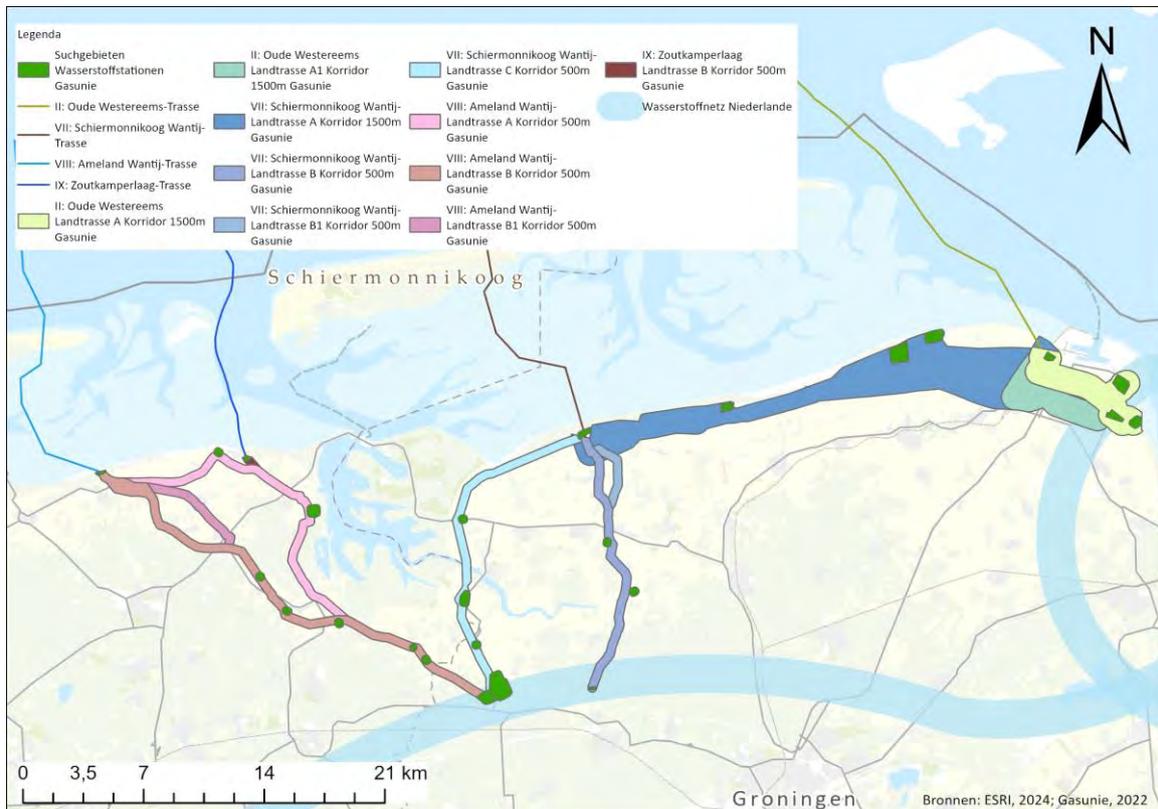
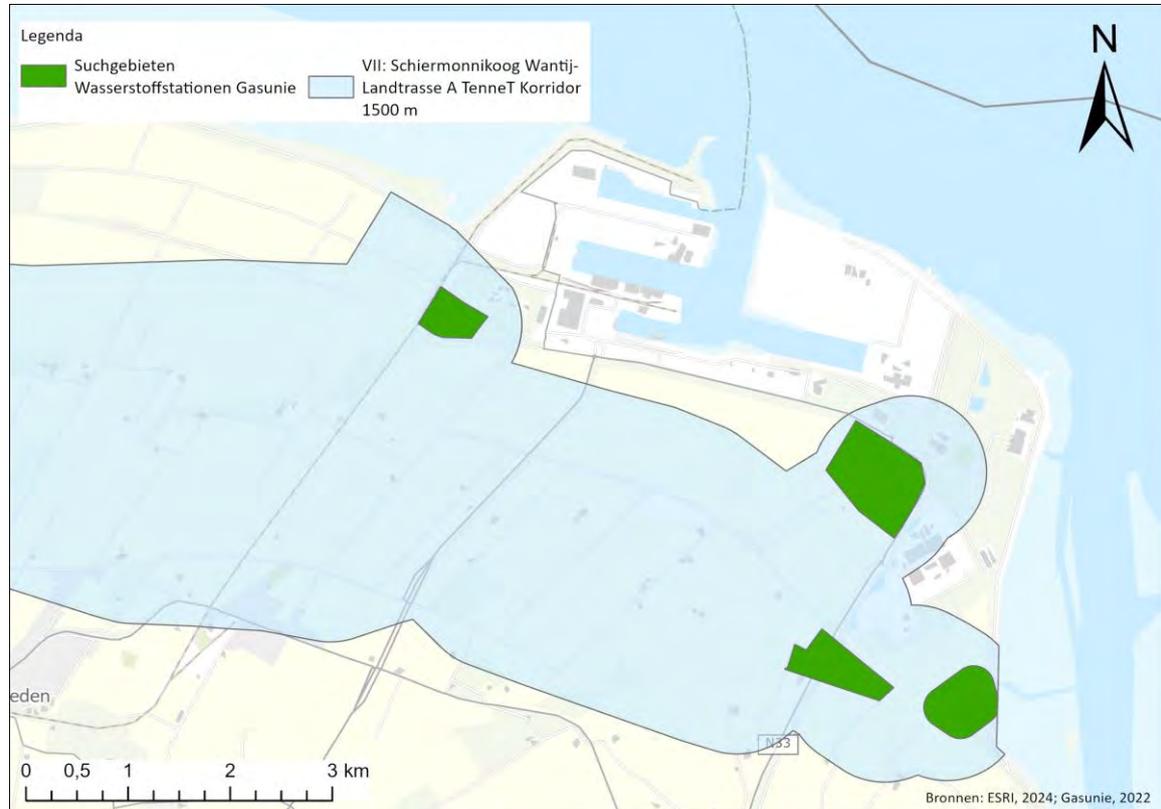


Abbildung 17.4 zeigt vier Suchgebiete, in denen Gasunie mögliche Anschlusspunkte an das Wasserstoffnetz Niederlande in der Umgebung des Eemshavens einplant. Beim Wasserstoffnetz Niederlande zwischen Grijpskerk und Tjuchem wäre grundsätzlich überall an der Wasserstoffpipeline ein Anschlusspunkt möglich. Daher wurden hierzu keine spezifischen Stellen genannt.

Abbildung 17.4 Wassertoffanlandestation in Nähe des Eemshaven



Anhänge

BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN

Tabelle I.1 Liste der Begriffe

Begriff	Erläuterung
220kV-Kabelsysteme (AC)/220kV-Wechselstromkabelsysteme	Für die Übertragung von Elektrizität (Wechselstrom) von der Offshore-Plattform zum Umspannwerk an Land.
380kV-Kabelsysteme (AC)/380kV-Wechselstromkabelsysteme	Für die Übertragung von Elektrizität (Wechselstrom) von der Konverterstation oder dem Umspannwerk an Land zum Anschlusspunkt des nationalen 380 kV-Netz an Land.
525 kV-Kabelsysteme (DC)/525kV-Gleichstromkabelsysteme	Für die Übertragung von Elektrizität (Gleichstrom) von der Offshore-Plattform zur Konverterstation an Land.
66 kV-Kabelsysteme (AC)/66 kV-Wechselstromkabelsysteme	Für die Übertragung von Elektrizität (Wechselstrom) von den Turbinen zur Offshore-Plattform.
Anlandepunkt Eemshaven	Die Stelle, ab der beim Eemshaven der Tunnel beginnt. Hier entsteht eine Schacht durch den die Kabelsysteme und/oder Pipelines in den Tunnel führen.
Anlandezone	Punkt, an dem die Offshore-Stromübertragungskabelsysteme und die Wasserstoffpipelines auf das Festland treffen und den (Haupt-)Seedeich queren.
Verlegetechniken	Technische Methoden, mit denen die verschiedenen Komponenten des Projekts realisiert werden. Ein Beispiel für eine Verlegetechnik ist die Bohrung.
Anschlusspunkt	Stelle einer (bestehenden) Hochspannungsstation oder des Wasserstoffnetzes Niederlande, an der Stromübertragungskabelsysteme bzw. Wasserstoffpipelines angeschlossen werden.
ADC-Prüfung	Ein Bewertungsrahmen, der angewandt wird, wenn eine geeignete Bewertung zeigt, dass erhebliche Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete nicht ausgeschlossen werden können. Bei einer ADC-Prüfung muss ein Projekt drei Bedingungen erfüllen: A: Es gibt keine Alternativen. D: Es gibt zwingende Gründe [niederländisch: dwingende redenen] großen öffentlichen Interesses. C: Es werden die notwendigen Kompensationsmaßnahmen ergriffen, um zu gewährleisten, dass der Gesamtzusammenhang des Natura 2000-Gebiets erhalten bleibt.
Ventilstation	Umzäunte Anlagen mit regelbaren Ventilen, mit denen der Gasfluss in der unterirdischen Pipeline gesteuert werden kann.
Alternative	Eine andere Lösung als die geplante Aktivität, um das/die Ziel(e) (in akzeptablem Umfang) zu erreichen. Das niederländische Umweltschutzgesetz schreibt vor, dass bei einer UVS nur Alternativen berücksichtigt werden dürfen, die bei der Beschlussfassung vernünftigerweise in Betracht gezogen werden können.
Aspekt (Umweltaspekt)	Ein Aspekt/Umweltaspekt ist ein Gegenstand, der im Rahmen einer UVS untersucht wird. Zum Beispiel der Aspekt Boden und Wasser. Jeder Aspekt wird in einen oder mehrere Teilaspekte aufgeteilt. Zum Beispiel den Teilaspekt Boden oder Grundwasser innerhalb des Aspekts Boden und Wasser.

Begriff	Erläuterung
Autonome Entwicklung	Eigenständige Entwicklungen, die zu einer Veränderung im Plangebiet führen, die unabhängig von der geplanten Aktivität stattfinden und über die bereits ein Beschluss gefasst wurde. Zum Beispiel, wenn diese Entwicklungen in einem Raumordnungsplan festgelegt wurden oder die Genehmigung dafür erteilt wurde. Für die Umsetzung besteht hinreichende Sicherheit.
Autonome Prozesse	Entwicklungen in der physischen Umgebung, die unabwendbar sind und für den zukünftigen Zustand der Umgebungsbedingungen eine Tatsache sind. Dabei geht es u.a. um den Anstieg des Meeresspiegels und andere Auswirkungen des Klimawandels. Im Allgemeinen führen diese Prozesse erst über einen langen Zeitraum zu nennenswerten Veränderungen.
Ballonplaat	Eine Sandbank in der Nordsee etwa 4 Kilometer nördlich von Rottumerplaat. Dort ist das Meer verhältnismäßig flach und stabil. In diesem Gebiet wird untersucht, wo der mögliche Eintrittspunkt des Tunnels in der Nordsee liegen könnte.
Baseline(s)	Einfriermomente in der Planung (u.a. zu Grundsätzen, Trasse). Bestandteil des iterativen Prozesses. Baseline 0 = festgelegt im NRD. Baseline 1 = weitere Ausarbeitung in der Phase Trassenentwicklung. Baseline 2 = Optimierung von Baseline 1. In dieser Phase werden die Auswirkungen bewertet. Baseline 3 = Optimierung auf Grundlage der Auswirkungsanalyse.
Interessenvertreter	Personen und Organisationen, die von diesem Programm auf bestimmte Weise betroffen sind. Zum Beispiel eine Behörde, eine (zivilgesellschaftliche) Organisation, ein Grundeigentümer, ein Landwirt oder ein Anwohner.
Bewertungsrahmen	Liste mit allen Kriterien, die für die einzelnen (Umwelt-)Aspekte in der UVS untersucht werden.
Bewertungsskala	Skala, die anzeigt, wie ein Kriterium in der UVS bewertet wird. Diese Skala unterscheidet zwischen positiven, neutralen und negativen Bewertungen.
Beschluss Umweltverträglichkeitsprüfung	Der Anhang dieses Beschlusses umfasst eine Liste von Aktivitäten, Plänen und Projekten, für die angegeben ist, ob und wann ein UVP-Verfahren durchgeführt werden muss.
Zuständige Behörde	Öffentliche Stelle, die befugt ist, einen Beschluss über die geplante Aktivität des Projektträgers zu fassen.
Einfriermoment	Momente im Zeitablauf (innerhalb des iterativen Prozesses zur Trassenoptimierung), in denen die Planung eingefroren ist.
Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Kommission)	Unabhängige Kommission, die per Gesetz eingerichtet wurde, um die zuständige Behörde in Bezug auf den Umfang und den Detaillierungsgrad der Plan-UVS sowie die Bewertung der Qualität der Plan-UVS zu beraten.
Kompensationsmaßnahmen	Wenn nach der Umsetzung von Abmilderungsmaßnahmen Restschäden verbleiben, können Kompensationsmaßnahmen ergriffen werden. Zum Beispiel: Bäume müssen gefällt werden. Die Pflanzung neuer Bäume an einem anderen Ort ist dann eine Kompensationsmaßnahme. Die Kompensation ist in den Rechtsvorschriften festgelegt.
Konfiguration	Die Weise, in der etwas aus einzelnen Komponenten zusammengesetzt ist. Im PAWOZ ist damit eine bestimmte Zusammensetzung von Kabelsystemen und/oder Pipelines in einer Trasse gemeint. Eine Konfiguration ist zum Beispiel ein DC-Kabelsystem und eine Wasserstoffpipeline.
Konverterstation	Station, in der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt und auf die richtige Spannungsebene gebracht wird.
Kriterium	Ein Kriterium ist ein Maßstab, der zur Bewertung eines (Umwelt-)Aspekts oder Teilaspekts in der UVS verwendet wird. Zum Beispiel das Kriterium zur Beschreibung der Auswirkungen der Grundwasserabsenkung für den Teilaspekt Grundwasser.

Begriff	Erläuterung
Kumulation	Die zusammengenommen Auswirkungen verschiedener Entwicklungen. Die verschiedenen Entwicklungen können sowohl innerhalb als auch außerhalb der geplanten Aktivität ablaufen.
Teilaspekt	Ein Teilaspekt ist einer der Teile eines (Umwelt-)Aspekts. Zum Beispiel der Teilaspekt Boden oder Grundwasser als Teil des Aspekts Boden und Wasser.
Teilbericht	Berichte zur Unterstützung der UVS oder IEA, die sich auf ein bestimmtes Thema konzentrieren, z. B. Natur, Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie sowie Boden und Wasser.
Abgrenzung der Zonen PAWOZ-pVAWOZ	Trennung zwischen den Gebieten von pVAWOZ und PAWOZ. PAWOZ untersucht ab dem Abgrenzungspunkt.
Ems-Dollart-Vertrag	Abkommen zwischen den Niederlanden und Deutschland über die gemeinsame Verwaltung und Nutzung des Ems-Dollart-Vertragsgebiets.
Elektrizitätskabel	Unterirdische Kabelsysteme für die Übertragung von Elektrizität.
EM-Felder	Elektromagnetische Felder, die durch die Stromübertragung über Kabelsysteme (Trasse) oder durch das Umspannwerk und/oder die Konverterstation entstehen.
eParticipatie	Eine Website, die es jedem ermöglicht, seine Meinung zu äußern oder neue Informationen oder Erkenntnisse einzubringen.
Filterschicht	Schicht, die auf einen Deich aufgebracht werden kann, um zu verhindern, dass Material wegspülen kann. Die Schicht besteht aus gröberem Material.
Flansch	Ein Ventil, das am Ende einer Pipeline verwendet werden kann.
Gasunie	Gasunie ist ein Energienetzbetreiber. Mit Hynetwork Services (eine hundertprozentige Tochtergesellschaft von Gasunie) entwickelt Gasunie das Wasserstoffnetz an Land (Waterstofnetwerk Nederland). Gasunie bereitet sich zudem darauf vor, auch das Wasserstoffnetz auf See zu entwickeln.
Nutzungsfunktionen	Die heutigen und zukünftigen Nutzungen in einem Gebiet. Zum Beispiel Wohnen, Natur oder Erholung.
Sensitivitätsanalyse	Eine Sensitivitätsanalyse untersucht die Auswirkungen von Änderungen der Eingabeparameter auf die Ausgabe eines Modells oder Systems.
Konkrete Behinderungen	Behinderungen auf der Nordsee und im Wattenmeer, die bei der Bestimmung der maximalen Korridorbreite zu berücksichtigen sind. Hierbei handelt es sich um Schifffahrtswege, Ankerplätze und vorhandene Infrastruktur.
Gesamtbericht	Dieses unabhängig lesbare Dokument enthält die wichtigsten Entscheidungsinformationen aus den Teilberichten. Im Gesamtbericht werden nur eindeutige und (stark) negative Auswirkungen aufgeführt.
Intervention	Die Durchführung der geplanten Aktivität (z. B. die Verlegung eines Kabels) erfordert verschiedene Interventionen (z. B. Graben, Pumpen, Ausbaggern oder Rammen). Jede Intervention kann mit unterschiedlichen Techniken durchgeführt werden. Die Beziehung zwischen der Intervention und ihren Auswirkungen auf die Umwelt wird unter Interventions-Wirkungsbeziehungen beschrieben.
Interventions-Wirkungsbeziehung	Eine Interventions-Auswirkungsbeziehung bezeichnet die Beziehung zwischen der geplanten Aktivität und der durch die geplante Aktivität verursachten Wirkung. Die geplante Aktivität besteht aus verschiedenen Interventionen (z. B. Graben, Pumpen, Ausbaggern oder Rammen), die unterschiedliche Auswirkungen in Bezug auf Ort, Umfang und Zeit haben können. Die Beschreibung der Beziehung wird verwendet, um zu verstehen, welche Interventionen welche Wirkung haben. Auf diese Weise können die Auswirkungen der geplanten Aktivität abgeschätzt werden.
Initiativnehmer	Eine natürliche Person oder eine juristische Person des privaten oder öffentlichen Rechts (eine Privatperson, ein Unternehmen, eine Institution oder eine staatliche Stelle), die eine bestimmte Tätigkeit ausüben (lassen) will und einen Beschluss darüber beantragt. Beim PAWOZ ist das Ministerium für Klima und grünes Wachstum der Initiativnehmer.

Begriff	Erläuterung
Gesamtfolgenabschätzung (IEA)	Eine Analyse der Umweltauswirkungen, der Kosten, der Umwelt, der Technologie, der Landwirtschaft, der Planung und der Zukunftssicherheit der Trassen. Für das PAWOZ wurde hierzu ein gesondertes Dokument erstellt.
Eintrittspunkt Nordsee	Die Stelle, wo bei der Ballonplaat in der Nordsee der Tunnel beginnt. Hier entsteht eine Schacht durch den die Kabelsysteme und/oder Pipelines in den Tunnel führen.
Iterativer Prozess	Ein iterativer Prozess ist ein sich wiederholender Weg, ein Ziel zu erreichen oder ein Problem zu lösen. Anstatt alles auf einmal zu machen, geht man in kleinen Schritten vor und überlegt, wie man jedes Mal etwas verbessern kann. Man durchläuft immer wieder einen Handlungszyklus, wobei man Feedback und neue Erkenntnisse nutzt, um jedes Mal besser zu werden. Im PAWOZ wird dieser iterative Prozess eingesetzt, um die Trassen zu verbessern, dies wird Optimierung genannt. Ziel der Trassenoptimierung ist es, negative Auswirkungen so weit wie möglich zu reduzieren oder sogar zu vermeiden. Die Optimierung der Trassen in einem iterativen Prozess ist die Trassenentwicklung. Dies geschieht mit Hilfe von Baselines.
Kabelbündel	Satz von drei Phasendrähten, die zusammen eine komplette Einheit bilden, über den dreiphasige Wechselspannung geführt werden kann.
Kabelsystem	Ein Kabelsystem besteht aus zwei parallelen Kabelbündeln bei Wechselstrom oder einem Kabelbündel + einer Glasfaserverbindung bei Gleichstrom. Es geht dabei nur um die Elektrizitätskabel, nicht um die Plattform oder das Umspannwerk / die Konverterstation.
Kilovolt (kV)	Einheit für elektrische Spannung.
Salzwiese	Salzwiesen sind bewachsene Landstriche, die direkt an das Meer grenzen, ohne eine dazwischenliegende Dünenreihe oder Deiche. Sie liegen meist in flachen Gezeitengebieten wie dem Wattenmeer oder entlang der Nordseeküste. Bei Sturm oder besonders hohem Wasserstand wird eine Salzwiese überflutet. Salzwiesen spielen eine wichtige Rolle beim Küstenschutz. Das Vorhandensein von Vegetation auf den Salzwiesen verhindert den Auftrieb von Sand und stärkt die Küstenlinie. Außerdem bieten die Salzwiesen Lebensraum für verschiedene Vogelarten, Fische und andere Tiere.
UVS-Pflicht	Die Verpflichtung zur Erstellung einer Umweltverträglichkeitsstudie für einen bestimmten Beschluss über eine bestimmte Aktivität.
Mikrotunnel	Verlegetechnik für ein Rohr, bei dem während des Bohrverfahrens komplette Tunnelsektionen (Bohrrohre) eingeschoben werden, um den Bohrgang zu stabilisieren. Diese Methode ist in der Länge (auf ca. 2 km) und im Durchmesser (ca. 2-3,5 m) beschränkt.
Umweltaspekt	Siehe Aspekt
Umweltverträglichkeitsstudie (UVS)	Die Studie, in der die Ergebnisse der Untersuchung der Umweltauswirkungen einer geplanten Tätigkeit und der vernünftigerweise in Betracht kommenden Alternativen zu dieser Tätigkeit dargelegt werden.
Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	Das gesetzlich geregelte Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung: eine Entscheidungshilfe, die darin besteht, eine Umweltverträglichkeitsstudie zu erstellen, zu bewerten und zu verwenden und anschließend die Umweltauswirkungen der Durchführung einer Aktivität zu beurteilen. Im niederländischen Umweltgesetz wird die Abkürzung <i>mer</i> verwendet.
Abmilderungsmaßnahmen	Maßnahmen, die ergriffen werden, um negative Auswirkungen von Aktivitäten oder physischen Eingriffen zu reduzieren oder zu verhindern.
Überwachungsprogramm	Programm, das verfolgt, ob sich die Situation durch die Umsetzung der geplanten Aktivität verbessert oder verschlechtert.
Morphodynamik	Veränderungen des Meeresbodens, Sedimenttransport und das Zusammenspiel dazwischen.
Morphologie	Form des Meeresbodens.
MW	Megawatt = 1.000 Kilowatt (kW). kW ist eine Einheit der elektrischen Leistung.

Begriff	Erläuterung
MWh	Megawattstunde = 1.000 Kilowattstunden (kWh). kWh ist eine Einheit der Energie.
Natura 2000-Gebiete	Ökologisches Netzwerk von besonderen Schutzgebieten, die in der Habitat-Richtlinie oder der Vogelschutz-Richtlinie ausgewiesen sind. Diese europäischen Richtlinien verpflichten die Mitgliedstaaten, bestimmte Tierarten und ihren natürlichen Lebensraum (Habitat) zu schützen, um die Artenvielfalt zu erhalten.
Natuur Netwerk Nederland (NNN)	Das vom niederländischen Staat angestrebte und in Strategiepapieren festgelegte nationale Netz von Naturschutzgebieten und den Verbindungszonen dazwischen.
Nearshore	Das Gebiet in Küstennähe mit geringerer Wassertiefe als Offshore-Gebiete. Im Zusammenhang mit dem PAWOZ wird damit das Wattgebiet genannt.
Nicht detonierte Kampfmittel	Nicht detonierte Kampfmittel, die im und auf dem Meeresboden liegen und die von Kriegshandlungen in beiden Weltkriegen und von militärischen Aktivitäten auf See übriggeblieben sind. Bei der Verlegung von Kabelsystemen auf See können nicht detonierte Kampfmittel eine Gefahr für die Beteiligten darstellen.
Antwortnote	Ein Dokument, das die Fragen und Kommentare beantwortet, die während der öffentlichen Konsultationsphase eingegangen sind.
„Notitie Reikwijdte en Detailniveau“ (NRD) [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad]	Der NRD legt fest, welche Alternativen (Umfang) und in welcher Tiefe (Detaillierungsgrad) geprüft und in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) beschrieben werden.
Richtlinie zu niederfrequenten Geräuschen der „Nederlandse Stichting Geluidshinder“ [Niederländische Stiftung gegen Lärmbelästigung, NSG]	Die NSG-Richtlinie zu niederfrequenten Geräuschen soll den Sachbearbeitern von Beschwerden, insbesondere den Akustikgutachtern, eine Orientierungshilfe für die Objektivierung einer Beschwerde über niederfrequente Geräusche geben. Die Richtlinie gibt daher ein Kriterium (Referenzkurve) vor, anhand dessen das Ergebnis von Lärmmessungen in Wohnungen bewertet werden kann. Die NSG ist die Nederlandse Stichting Geluidshinder [Niederländische Stiftung gegen Lärmbelästigung, NSG].
Offshore	Bezeichnung für auf See und ein Gebiet seewärts der 6-Meilen-Zone. Oft auch auf Wassertiefen von mehr als 10 bis 20 m bezogen.
Umgebungsplan	Der Umgebungsplan enthält allgemeine Regeln der Gemeinde für das physische Lebensumfeld. Jede Gemeinde muss gemäß dem Umgebungsgesetz einen Umgebungsplan haben. Der Umgebungsplan ersetzt den aktuellen Flächennutzungsplan und die Verwaltungsvorschriften des Raumordnungsgesetzes.
Umgebungsgesetz [Omgevingswet]	Gesetz in den Niederlanden, das am 1. Januar 2024 in Kraft tritt und alle Gesetze zusammenfasst, die sich mit der physischen Umgebung, einschließlich der Ökologie, befassen.
Onshore	Bezeichnung für an Land.
Unvollkommenheit in der Trasse (UV)	Unvollkommenheiten in den Trassen wurden in den Optimierungsphasen behoben. Für bei der Beseitigung von Red Flags wurde dazu der Begriff Optimierung verwendet. Für jede Unvollkommenheit wurde eine Optimierung erarbeitet und in der Trasse umgesetzt.
Offenes Planverfahren	Der Prozess, in dem die Provinz Groningen und die Gemeinde Het Hogeland ihre Pläne für den Oostpolder in Zusammenarbeit mit der umliegenden Region ausarbeiten.
Optimierung (OPT)	Die Anpassung der geplanten Aktivität, um die negativen Auswirkungen zu mildern. Optimierungen beziehen sich auch auf die Lösungen, die erarbeitet wurden, um die Red Flags bezüglich der Trassen zu beheben.
Übrige zukünftige Entwicklungen	Neben den autonomen Entwicklungen gibt es übrige zukünftige Entwicklungen im selben (Plan- oder Studien-) Gebiet, die sich in einer Vorphase befinden (zukünftige Idee) und über die erst nach der PAWOZ-Entscheidung entschieden wird.

Begriff	Erläuterung
Parallele Projekte/Programme	Andere Projekte/Programme, die parallel zum PAWOZ stattfinden, wie z. B. VAWOZ 2040.
Partizipation	Die Einbeziehung von Interessengruppen (z. B. Anwohner, Organisationen der Zivilgesellschaft, Grundbesitzer, Landwirte, regionale und lokale Behörden und Unternehmer) in die Ausarbeitung eines Programms oder Plans.
Verträglichkeitsprüfung	Eine Verträglichkeitsprüfung ist eine Bewertung der Auswirkungen einer Aktivität auf die Naturziele eines Natura 2000-Gebiets. Wenn erhebliche Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete nicht von vornherein ausgeschlossen werden können oder unsicher sind, muss eine Verträglichkeitsprüfung durchgeführt werden. Die Verträglichkeitsprüfung bewertet die möglichen Auswirkungen des Baus, der Verwaltung, der Nutzung und der Entfernung der Aktivität in Verbindung mit anderen Plänen und Projekten im Hinblick auf die Erhaltungsziele der betroffenen Natura 2000-Gebiete.
Plangebiet	Das Gebiet, in dem die geplante Aktivität realisiert werden kann.
Plan-UVS	Die UVS für einen Plan oder ein Programm. PAWOZ hat eine Plan-UVS.
Plattform	Ort, an dem die Energie aus Offshore-Windparks gesammelt und/oder für die Übertragung an Land umgewandelt wird.
Post-Trenching	Verlegetechnik für Pipelines bei der die Pipeline erst eingegraben wird, nachdem sie bereits angeschlossen ist. Bei diesem Verfahren wird mit Wasser unter hohem Druck aus speziellen Düsen der Boden unter der Pipeline gelockert.
Programm	Ein Programm ist ein Instrument im Rahmen des Umwelt- und Planungsgesetzes. Es fasst die neue Richtlinie in groben Zügen zusammen und setzt den Rahmen (definiert die Grenzen) für neue Pläne oder Projekte. PAWOZ führt zu einem Programm. Dabei handelt es sich um einen Bericht, in dem beschrieben wird, welche Trassen realisiert werden können und welche nicht, sowie um eine Priorisierung. Dies wird auch als Programmentwurf bezeichnet.
Projektbeschluss	Der Projektbeschluss ist ein Instrument für Wasserverbände, Provinzen und den Staat, um komplexe Projekte im öffentlichen Interesse zu ermöglichen. Der Projektbeschluss ändert den Umgebungsplan um Vorschriften, die für die Durchführung, den Betrieb oder die Aufrechterhaltung des Projekts erforderlich sind. Die geänderten Regeln des Umgebungsplans sind Teil des Projektbeschlusses. Der Projektbeschluss ersetzt den Einpassungsplan, den Trassenbeschluss, den Projektplan aus dem Waterwet [niederl. Wassergesetz] und die Koordinationsregelung aus dem Raumordnungsgesetz, dem Tracéwet [niederl. Trassengesetz], dem Wassergesetz und dem Ontgrondingenwet [niederl. Abgrabungsgesetz].
Projekt-UVS	Die UVS für einen Projektbeschluss der die Fortführung des PAWOZ sein kann. Eine Projekt-UVS hat einen größeren Detaillierungsgrad als eine Plan-UVS.
Referenzsituation	Diese Situation geht von der aktuellen Situation und der autonomen Entwicklung aus. Diese Situation dient als Referenzrahmen für die Beschreibung der Auswirkungen der Trassen in der UVS.
„Rijkscoördinatieregeling“ [niederl. Staatliche Koordinierungsregelung, RCR]	Das in Artikel 3.6.3 des Raumordnungsgesetzes genannte Verfahren. Wenn eine Initiative unter die RCR fällt, muss ein (nationaler) Einpassungsplan verabschiedet werden, dessen Ausarbeitung und Veröffentlichung vom Staat koordiniert werden.
Risk Based Burial Depth (RBBD)	Bestimmung einer Eingrabbtiefe, bei der die Wahrscheinlichkeit eines Versagens des Kabelsystems durch äußere Einflüsse so gering ist, dass das Risiko akzeptabel ist.
Robuste Planung	Die maximale Konfiguration einer Trasse. Wobei der maximal mögliche physische und/oder ökologische Raum innerhalb einer Trasse ausgeschöpft wird. Eine robuste Planung ist eine technisch realisierbare und genehmigungsfähige Alternative, die eine Worst-Case-Situation einschließt.
Red Flag	Eine Red Flag gibt an, dass in der ersten Runde der Auswirkungsanalysen eine bestimmte Auswirkung auf einer Trasse erkannt wurde, die mit Optimierungen und/oder Planungsansätzen behoben werden sollte.

Begriff	Erläuterung
Trasse	Ein möglicher Verlauf von Stromkabelsystemen und/oder Wasserstoffpipelines von der Plattform in einem Windenergiegebiet zu einem Anschlussort an das nationale Hochspannungs- und/oder Wasserstoffnetz.
Trassenentwicklung	Die Trassenentwicklung innerhalb von PAWOZ ist ein iterativer Prozess, bei dem vom Groben zum Feinen gearbeitet wird. Das bedeutet, dass während des Projekts die Trassen optimiert werden, um zu einer robusten Planung zu gelangen. Es werden zum Beispiel der Entwurfsprozess, die Grundsätze für den Trassenentwurf, der Trassenentwurf pro Trasse und die Trichterung der Trassen bis zur Folgenabschätzung beschrieben.
Segmenttunnel	Verlegetechnik für ein Rohr, bei dem während des Bohrverfahrens im Bohrkopf die Tunnelwand durch den Einsatz von Segmenten aufgebaut wird, die gemeinsam eine Sektion des Tunnelumfangs bilden (Tunnelring). Diese Technik kann für größere Durchmesser und über viele Kilometer Länge angewandt werden.
S-Lay-Verfahren	Verlegetechnik für Pipelines, bei der die einzelnen Segmente in einem speziellen Verfahren an Bord des Rohrlegers miteinander verschweißt werden. Anschließend wird die Pipeline auf dem Meeresboden abgelegt.
Studiengebiet	Das Gebiet, in dem durch die geplante Aktivität (oder Alternativen) Umweltauswirkungen auftreten können und das in der UVS berücksichtigt werden muss. Die Ausdehnung des Studiengebiets kann je nach Umweltaspekt variieren.
Systemintegration	Die koordinierte Integration (Verknüpfung) von verschiedenen Energieträgern und Nutzersektoren in ein nachhaltiges, zuverlässiges, erschwingliches und sicheres Energiesystem, mit breiter öffentlicher Unterstützung.
TenneT	TenneT ist der Betreiber des Stromnetzes in den Niederlanden ab einer Spannungsebene von 110 kV. TenneT verwaltet auch das Net op zee.
Öffentliche Auslegung	Der Zeitraum, in dem der NRD, die Plan-UVS, die IEA und das Programm gelesen werden können. Dies ist auch der Zeitraum, in dem jeder seine Meinung äußern und Fragen zum NRD, zur Plan-UVS, zur IEA und zum Programm stellen kann.
Thema	Die Teilberichte der UVS befassen sich mit Umweltaspekten, wie Landschaft, Boden und Nutzungsarten. Die Teilberichte der IEA behandeln Themen. Zum Beispiel die Themen Technik, Landwirtschaft oder Kosten. Jeder Teilbericht der IEA behandelt ein Thema. Ein Thema besteht aus (Teil-)Aspekten und Kriterien.
Prüfungsgutachten	Ein Dokument das die Ergebnisse der Prüfung der Plan-UVS durch die UVP-Kommission enthält. Die UVP-Kommission kann auch um ein zwischenzeitliches Prüfungsgutachten ersucht werden.
Trichterung	Der begründete Ausschluss von bestimmten Trassen oder bestimmten Konfigurationen innerhalb von Trassen. Jede Trasse wurde zunehmend detaillierter untersucht. So ergibt sich, welche Trassen erfolgversprechend sind und welche nicht. Dies ist Teil des iterativen Prozesses.
Planungsansatz	Für die ermittelten Red Flags wurden Optimierungen und/oder Planungsansätze definiert Ein Planungsansatz ist ein Punkt, der bei der Umsetzung des Programms berücksichtigt werden muss.
Geplante Aktivität	Eine Beschreibung der Aktivität, die der Initiator durchführen möchte. Sie beschreibt, was gebaut werden soll und wie es gebaut werden soll.
Vorsorgemaßnahmen Magnetfelder	Die Vorsorgemaßnahmen Magnetfelder zielen darauf ab, die Bürger (Erwachsene und Kinder) so weit wie möglich vor einer langfristigen Exposition gegenüber Magnetfeldern zu schützen, die von der elektrischen Infrastruktur ausgehen. Zu diesem Zweck ergreift der Netzbetreiber Maßnahmen beim Bau neuer Teile des Stromnetzes und bei der Änderung bestehender Teile.
Wattenmeergebiet	Das Gebiet in Küstennähe mit geringerer Wassertiefe als Offshore-Gebiete. In der Regel gilt die 6-Meilen-Grenze als Übergang zwischen dem Wattgebiet und der Nordsee.
Wattenhoch (nl: Wantij)	Ein Gebiet zwischen Watteninseln und der Küste, in dem es Ebbe und Flut, aber keine Strömungen gibt.

Begriff	Erläuterung
Wasserstoff	Wasserstoff ist ein Energieträger. Nachhaltig erzeugter Strom wird in Wasserstoff in Gasform umgewandelt. Dieses kann gelagert und durch Pipelines übertragen werden, ähnlich wie Erdgas. Wasserstoff hat das Potenzial, eine wichtige Rolle bei der Energiewende zu spielen und kann zum Beispiel für die Schwerindustrie, als Kraftstoff für große Fahrzeuge oder zur Energiespeicherung verwendet werden.
Wasserstoffanlandestation	Diese Station verfügt über die notwendigen Funktionen für die Einspeisung von Wasserstoff in das Wasserstoffnetz Niederlande. Um welche Funktionen es geht steht noch nicht fest. Beispiele hierfür sind die Messung und eventuell die Kontrolle des Drucks, die Messung der Wasserstoffgasqualität und die Einrichtungen, die für die interne Inspektion der Pipeline erforderlich sind.
Wasserstoffpipeline	Pipelines, in denen Wasserstoffgas übertragen werden kann. Dies können wiederverwendete Pipelines oder neu verlegte sein.
„Waterstofnetwerk Nederland“ [Wasserstoffnetz Niederlande]	Das von der Gasunie-Tochter HyNetwork Services (HNS) entwickelte und verwaltete Netz von Wasserstoffpipelines in den Niederlanden. Dieses Netz befindet sich noch in der Entwicklung und wird aus neu verlegten Pipelines und aus (wiederverwendeten) bestehenden Pipelines bestehen. Die Wasserstoff-Pipelines von PAWOZ schließen an den nördlichen Teil dieses zu entwickelnden Netzwerks (Waterstofnetwerk Groningen) an.
Arbeitsstreifen	Der Arbeitsstreifen ist der Bereich, der während der Bauphase zum Aufstellen von Maschinen und Fahrzeugen und zum Lagern des ausgehobenen Sandes genutzt wird.
Arbeitsgelände	Ein temporärer Arbeitsplatz in der Nähe der geplanten Aktivität, an dem Baufirmen Arbeiten durchführen. Hier werden z. B. Materialien gelagert und Konstruktionen errichtet.
Seemeile / Nautische Meile	Eine Seemeile (Nautische Meile, abgekürzt NM oder nmi) ist ein Längenmaß, das genau 1.852 m entspricht.
Stellungnahme / Sichtweise	Jeder kann einen formellen Kommentar zu der UVP, der IEA und dem Programm abgeben. Dies ist während des Zeitraums der öffentlichen Auslegung möglich.

Tabelle I.2 Liste mit Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AC	Alternating Current (Wechselstrom). Wechselstrom ist ein elektrischer Strom, bei dem sich die Richtung des Stromflusses periodisch ändert. Praktisch das gesamte Stromnetz in den Niederlanden nutzt diese Art von Strom. Dieser Typ wird auch bei der Erschließung von TNW verwendet.
AO	Ambtelijk Overleg [Offizielle Konsultation].
BOP	Bestuurlijk Overleg Programma [Beratungsgremium für das Programm].
BOW	Bestuurlijk Overleg Waddengebied [Beratungsgremium Wattenmeergebiet].
Ciemer	Kommission für die Umweltverträglichkeitsprüfung.
CO ₂	Kohlenstoffdioxid.
dB	Dezibel, Einheit für den Geräuschpegel.
DC	Direct Current (Gleichstrom) ist ein elektrischer Strom, bei dem die Flussrichtung im Gegensatz zu Wechselstrom konstant ist. Die 525 kV-Kabel werden mit Gleichstrom betrieben.
DP	'Dynamic Positioning', ein dynamisches Positionierungssystem auf einem Schiff.
DDW	Windenergiegebiet Doordewind.
EDV	Ems-Dollart-Vertrag.
EMF	Elektromagnetische Felder.
EEZ	Exclusive Economic Zone [Ausschließliche Wirtschaftszone].

Abkürzung	Bedeutung
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt.
GIS	Geographisches Informationssystem.
GW	Gigawatt.
HDD	Horizontal Directional Drilling bzw. eine gesteuerte Bohrung.
HNS	HyNetwork Services (Gasunie-Tochter).
HSAO	Huidige Situatie, Autonome Ontwikkelingen [Aktuelle Situation, Autonome Entwicklungen].
IEA	Integrale Effectenanalyse (Gesamtfolgenabschätzung).
KRW	Kaderrichtlijn Water [Wasserrahmenrichtlinie].
kV	Kilovolt.
kWh	Kilowattstunde.
LCA	Landschaft, Kulturgeschichte und Archäologie [niederl. Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie].
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) (Verfahren).
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) (Produkt).
Ministerie van BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties [niederl. Ministerium für Inneres und Königreichsbeziehungen].
Ministerie van KGG	Ministerie voor Klimaat en Groene Groei [nl. Ministerium für Klima und grünes Wachstum].
MW	Megawatt.
MWh	Megawattstunde.
N2000	Natura 2000-Gebiet.
NGE	Niet Gesprongen Explosieven [Nicht detonierte Kampfmittel].
NGT	Noord Gas Transport. Eine bestehende Offshore-Gaspipeline.
NNN	Natuurnetwerk Nederland [Naturschutznetz Niederlande].
NM	Nautische Meile.
NOZ TNW	Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden [Netz auf See nördlich der Watteninseln].
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau [Bericht über Umfang und Detaillierungsgrad].
NZA	Noordzeeakkoord [Nordseeabkommen].
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee [Programm Anschluss Offshore-Windenergie].
OBW	Omgevingsberaad Waddengebied [Umgebungsrat Wattenmeergebiet].
OO	Omgevingsoverleg [Umweltberatungsgremium].
PB	Verträglichkeitsprüfung.
PvA	Plan van Aanpak [Aktionsplan].
RBBD	Risk Based Burial Depth [Risikobasierte Eingrabetiefe].
RCR	Rijkscoördinatiereregeling [RCR, im nl. Raumplanungsgesetz festgelegtes Verfahren].
RHDHV	Royal HaskoningDHV.
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland [ministerielle Behörde zur Förderung von nachhaltigem, landwirtschaftlichem, innovativem und internationalem Unternehmertum].
RWS	Rijkswaterstaat [niederl. Behörde, die für Bau und Unterhalt von Straßen und Wasserwegen zuständig ist].
SO	Schetsonwerp [Entwurfsskizze].
TEC	Tunnel Engineering Consultants.
TNW	Windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden.

Abkürzung	Bedeutung
TWh	Terrawattstunde.
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
VAWOZ 2030	Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030 [Sondierungsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie].
pVAWOZ 2040	Programm Verkenning Aanlanding Wind Op Zee [Sondierungsstudie zur Anlandung von Offshore-Windenergie].
VO	Vorentwurf.
VSS	Verkehrstrennsystem.
WNN	Waterstofnetwerk Nederland [Wasserstoffnetz Niederlande].
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt.
W+B	Witteveen+Bos.

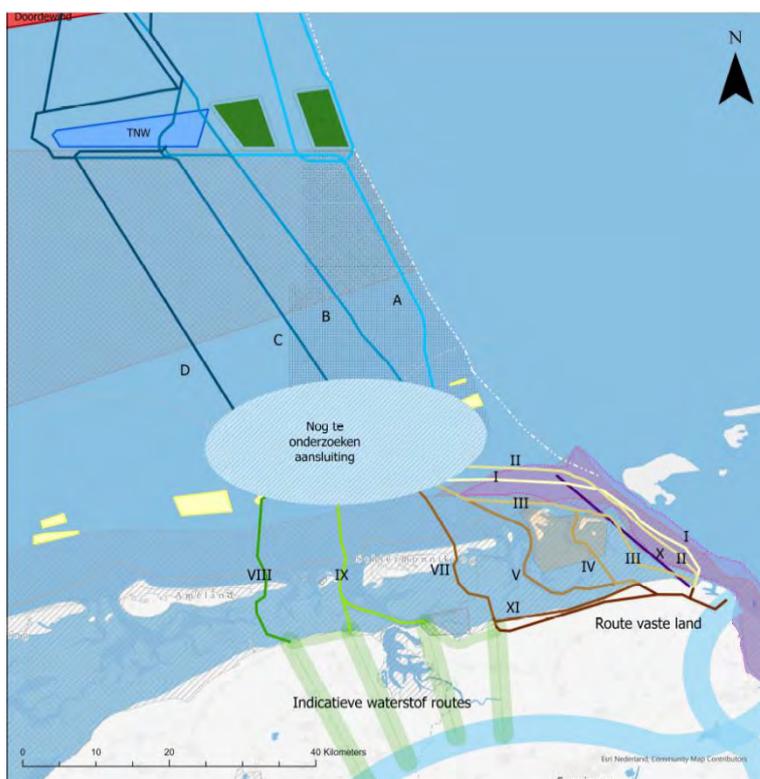


ANHANG: TENNET TRASSENENTWURF BASELINE 1

PAWOZ-Eemshaven fase 1 Routeontwerp

Technische uitwerking NRD kabelroutes o.b.v. maakbaarheid/haalbaarheid, optimalisatie van route en verwachte capaciteit per route

Status: definitief



Referenties

Dit document moet gelezen worden in combinatie met het hieronder genoemde document.

Nr	Title	Document nummer	Datum / versie	Status
[1]	Technische ontwerpparameters voor Baseline 1 Route Ontwerp - kabels en leidingen		27-02-2023 / C02	Goedgekeurd

Voorwoord

Door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) is in april 2022 het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (PAWOZ-Eemshaven) opgestart. Dit programma onderzoekt de mogelijkheden voor toekomstige kabel- en leidingroutes vanaf windparken gelegen op de Noordzee tot en met de aansluiting in de Eemshaven. Hiermee wordt opgewekte windenergie op zee aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet in de Eemshaven. Specifiek gaat het om het windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 0,7GW) en Doordewind (DDW, 2x 2,0GW). In totaal gaat dit om 4,7 Gigawatt (GW). Het is het streven om deze windparken uiterlijk eind 2031 met elektriciteitskabels aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet. Daarnaast worden de mogelijkheden voor aansluitingen van elektriciteit en/of waterstof voor andere toekomstige windparken (na 2031) opgenomen. Ook bekijkt EZK de mogelijkheden voor een waterstofdemonstratieproject in het windenergiegebied TNW in het PAWOZ-Eemshaven (voor 2031).

Wat wordt er precies onderzocht?

Om aan te sluiten in de Eemshaven moeten de toekomstige kabel- en leidingroutes door de Noordzee, het Waddengebied en door het vasteland. Deze gebieden kennen veel verschillende gebruikers, functies en belangen. Op zee wordt gevaren en gevestigd, het Waddengebied is Natura 2000-gebied en UNESCO werelderfgoed, er leven allerlei dieren en planten en op het vasteland liggen veel vruchtbare landbouwgronden. Daarom moet een goede afweging worden gemaakt in de mogelijke routes van kabels en/of leidingen van de windparken op de Noordzee naar de Eemshaven. In het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven worden deze mogelijke routes integraal onderzocht.

Omdat de routes mogelijk gevolgen hebben voor mens en milieu worden er een milieueffectrapport (MER) en een integrale effectenanalyse (IEA) opgesteld. Daarmee wordt duidelijk gemaakt welke effecten er per route kunnen optreden. Voordat deze onderzoeken worden uitgevoerd, is er een onderzoeksplan gemaakt waarin wordt toegelicht wat er precies onderzocht wordt, en hoe dat onderzocht wordt. Dat heet de 'notitie reikwijdte en detailniveau (NRD)'. Op basis van alle uitkomsten wordt door de Minister voor Klimaat en Energie in overleg met het BOW (Bestuurlijk Overleg Waddengebied) een keuze gemaakt welke routes in de toekomst gebruikt mogen worden en welke als eerste gebruikt zal worden.

Routeontwerp (fase 1) en effectenstudie (fase 2)

Om de onderzoeken naar de effecten goed uit te kunnen voeren is de planMER-fase begonnen met het zogenaamde 'routeontwerp' (fase 1). Hierin wordt gekeken op welke wijze de in de NRD beschreven routes gerealiseerd kunnen worden. Centraal staat daarbij de vraag welke aanlegtechnieken het meest geschikt lijken per onderdeel van de route. Dit is nodig omdat de effectbeoordeling van een route (groten)deels afhankelijk is van de keuze voor een aanlegtechniek. Om die reden moet vooraf helder zijn welke aanlegtechnieken in potentie beschikbaar zijn voor een toekomstige realisatie van een route.

Na het routeontwerp volgt de tweede fase: de daadwerkelijke 'effectenstudie' door de bureaus RHDHV/Witteveen+Bos. Het kan zijn dat sommige routes na de fase van het routeontwerp niet haalbaar blijken. Hierdoor kan het zijn dat het in planMER fase 2 een kleinere selectie van routes meegenomen wordt. Ook kan uit voortschrijdend inzicht tussen de baselines blijken dat er nog routes verderop in het proces afvallen.

De keuze hiervoor wordt door het Ministerie van EZK gemaakt. Hierbij worden adviezen van TenneT en de MER-bureaus meegenomen

Werkzaamheden TenneT t.a.v. routeontwerp

EZK heeft TenneT (en Gasunie) gevraagd om te starten met Fase 1 routeontwerp voordat het planMER wordt geschreven. TenneT en Gasunie hebben dit vanaf medio november 2022 opgepakt op basis van de concept-NRD.

De NRD-routes (Noordzee, Waddenzee en over het vasteland) zijn verder uitgewerkt en voor ieder van de NRD-routes is er gekeken naar de *technische maakbaarheid en haalbaarheid*. Ook is er per NRD-route onderzocht welke optimalisaties mogelijk zijn m.b.t. ligging van een route & aanlandingspunten en de verwachte maximale capaciteit (aantal kabelverbindingen) per route. Dit om onlogische of onrealistische situaties te voorkomen.

De uitwerking van het technisch onderzoek wordt middels dit document gerapporteerd aan het Ministerie van EZK. Dit rapport is een momentopname (mei 2023). Met name – maar niet alleen – de aanlegmethodes en oppervlaktes ten aanzien van 2GW-verbindingen zijn nog in ontwikkeling, en kunnen nog wijzigen.

De terugkoppeling van de uitkomsten wordt gevolgd door een bijeenkomst met alle stakeholders. Het Ministerie van EZK zal vervolgens een besluit nemen m.b.t. welke routes na fase 1 alsnog niet haalbaar blijken te zijn en met welke routes dus fase 2 (effectstudies) ingegaan wordt.

De afwegingen hertoe zullen opgenomen worden in een Notitie Routeontwerp die in opdracht van EZK door de adviesbureaus RHDHV/Witteveen+Bos opgesteld zal worden. Dit document betreft het standpunt van TenneT is daarom belangrijke input en zal als bijlage bij de Notitie Routeontwerp opgenomen worden.



Afbeelding 1. Eemshaven, eindpunt van de routes

Voorwoord	2
1. Toelichting en leeswijzer	5
2. Uitgangspunten voor het routeontwerp	9
3. Factsheet route I Meeuwenstaart	33
4. Factsheet route II Oude Westereemsroute	39
5. Factsheet route III Horsborngat route	43
6. Factsheet IV Geul route Rottums	48
7. Factsheet route V Boschgat route	53
8. Factsheet route VII Schiermonnikoog wantij route	58
9. Factsheet route XI Dijkalternatief	62
10. Factsheet Landroute	67
11. Factsheet route A Offshore – Parallel aan Gemini kabels	72
12. Factsheet route B Offshore – Parallel aan verlaten telecomkabel	75
13. Factsheet route C Offshore – Direct naar TNW	78
14. Factsheet route D Offshore – Parallel aan bestaande gasleiding	81
15. Conclusie	84
16. Appendices	86

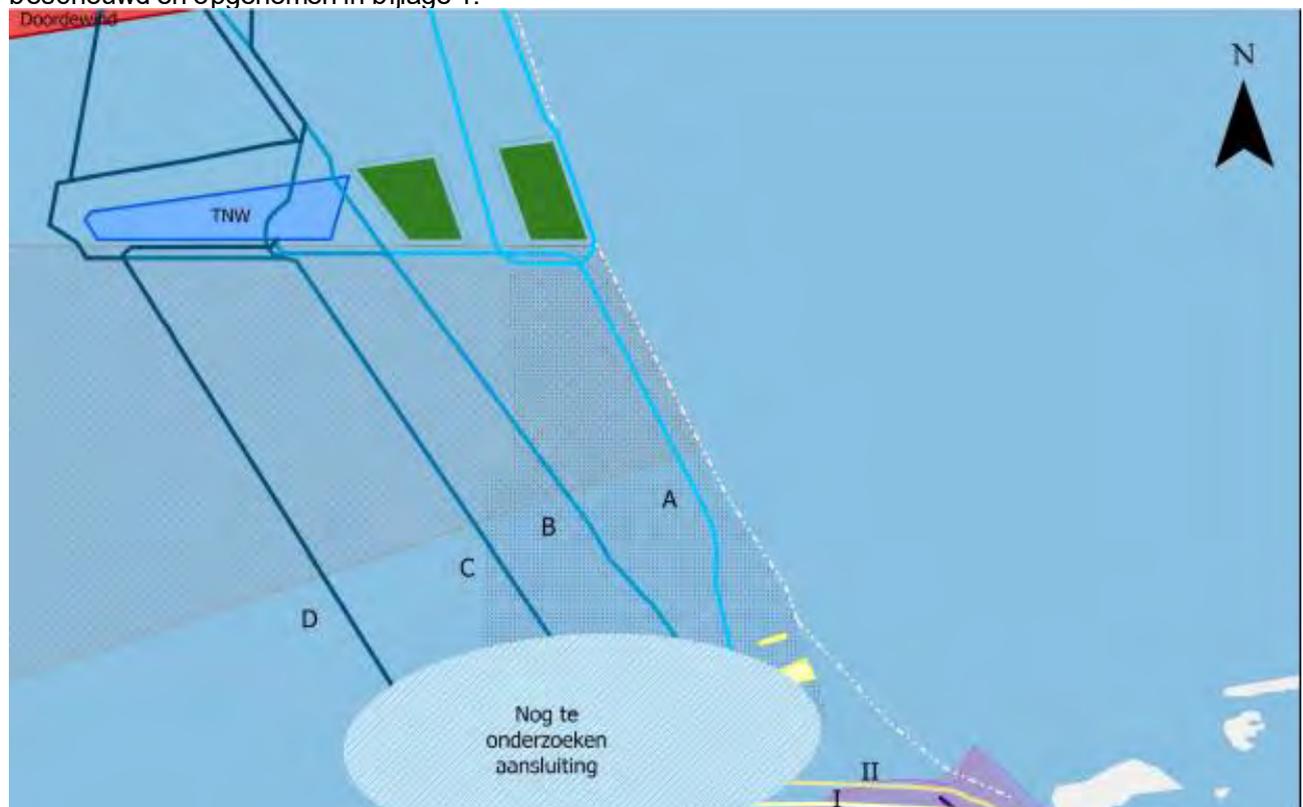
1. Toelichting en leeswijzer

1.1 Scope

TenneT heeft haar werkzaamheden t.a.v. fase 1 Routeontwerp op de NRD-routes uitgevoerd. Deze zijn routes zijn te onderscheiden in *offshore* (Noordzee), *nearshore* (Waddengebied) en *onshore* (op land). Dit rapport betreft een technische uitwerking van maakbaarheid/haalbaarheid van de routes, eventuele suggesties voor optimalisatie van de routes en de verwachte capaciteit (aantal kabelverbindingen) per route. Dit rapport bevat bijvoorbeeld geen ecologische toetsing of analyse naar vergunbaarheid. Eventuele ecologische of vergunning-technische aandachtspunten die volgen uit de aanlegtechniek zijn wel aangegeven in de factsheets. Dit is echter geen limitatieve lijst.

1.1.1 Offshore (Noordzee, ten noorden van het Waddengebied)

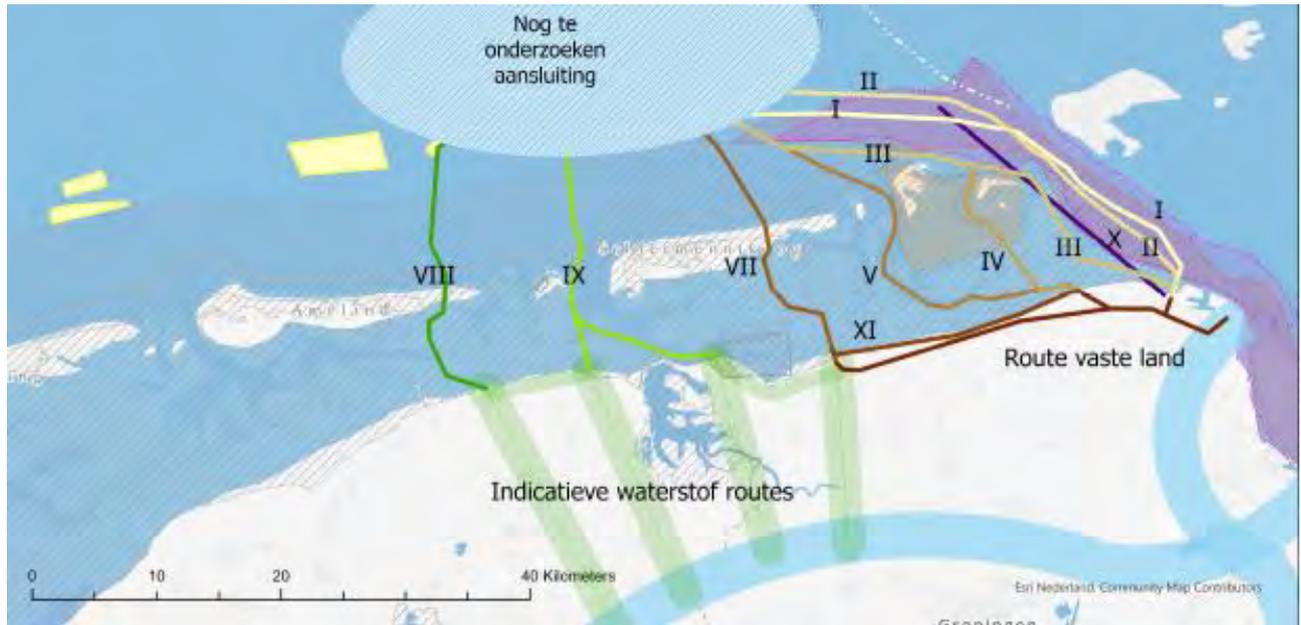
Offshore zijn op dit moment geen onoverkomelijke knelpunten te verwachten qua ruimte of aanlegtechniek. Op de Noordzee is naar de huidige inzichten van TenneT geen sprake van gebrek aan ruimte voor de 4,7 GW aan kabelverbindingen, uitgaande van de NRD-routes A, B, C en D. Deze routes zijn desondanks wel beschouwd en opgenomen in bijlage 1.



Afbeelding 2. Offshore NRD-routes

1.1.2 Nearshore (Waddengebied)

De NRD-routes door de nearshore zijn hieronder weergegeven. Enkele van deze routes kennen knelpunten om (een deel van) de 4,7 GW te accommoderen. Daarnaast zijn de routes onderscheidend in aanlegtechnieken, aanlegduur en mate van (verwacht) onderhoud. Deze routes worden in het voorliggende rapport in groter detail beschouwd.



Afbeelding 3. Nearshore NRD-routes

Buiten scope van dit rapport

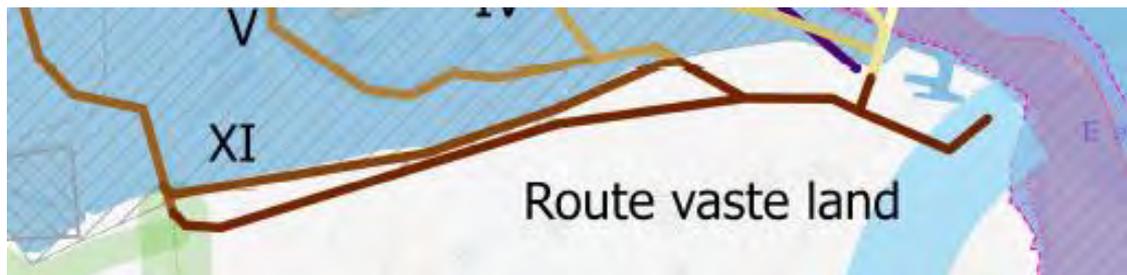
Voor route X (Tunnel) is in dit rapport geen technische beschrijving opgenomen. Hiervoor wordt door EZK in 2023 een apart traject gevolgd dat resulteert in een Voorontwerp Tunnel. Daarbij wordt ook inzichtelijk gemaakt wat de aanlegmethode en -effecten zijn van zo'n tunnel. Op dit moment is dat niet inzichtelijk voor TenneT.

Dit geldt ook voor routes VIII en IX. Deze twee routes zijn wel in de NRD opgenomen maar worden alleen door Gasunie onderzocht als waterstofleidingroutes. Daarom zijn deze niet door TenneT in dit rapport opgenomen.

Tot slot wordt in dit rapport niet ingegaan op de offshore platforms. De locatie en installatiemethode daarvan staat los van de routes en is daarmee niet onderscheidend. De benodigde informatie voor fase 2 (effectstudies) zal wel offshore platforms bevatten. Op land wordt op hoofdlijnen ingegaan op de benodigde (hoogspanning)stations. De locaties zijn echter ook hier niet onderscheidend voor de routes in de NRD.

1.1.3 Onshore (op land)

TenneT heeft als uitgangspunt de NRD-landroute, die vergelijkbaar is met het voorkeursalternatief van Ten noorden van de Waddeneilanden, aangehouden. Tijdens dat project zijn er meerdere landroutevarianten onderzocht. Het landgedeelte van de route zoals destijds door de Minister van EZK gekozen (voorkeursalternatief) is in dit rapport het uitgangspunt.



Afbeelding 4. Onshore NRD-route

Deze landroute is al in groot detail uitgewerkt waardoor deze route momenteel in dit rapport niet nader geoptimaliseerd is. Wel is een korte beschrijving van de aanlegtechnieken gegeven en de verwachte capaciteit.

Tijdens het omgevingsproces van de NRD is ook een route (X1b) parallel aan de dijk (binnendijks of buitendijks) ingebracht door het Waterschap Noorderzijlvest¹. In de NRD is geconcludeerd dat deze route onderzocht wordt. Deze route is door TenneT samen met Waterschap Noorderzijlvest in december 2022 nader uitgewerkt. De informatie is opgenomen in hoofdstuk 9 (factsheet route XI Dijkalternatief).

1.2 Producten

De technische onderzoeken van TenneT in Fase 1 Routeontwerp op verzoek van het Ministerie van EZK zijn als volgt samengebracht:

Rapport (dit document; standpunt TenneT²) met conclusies/voorstel/advies. Hierin staat:

- Per route een **factsheet** met:
 - a) Technische maakbaarheid/haalbaarheid (zie tabel hieronder)
 - b) Voorstel voor optimalisatie route (indien van toepassing)
 - c) Verwachte capaciteit per route (zie tekstvak op volgende pagina)
- Per route een **kaart** met hierop in tekstvakjes de belangrijke bevindingen/argumenten (**in de 100% versie van dit rapport**)
- Appendices

De (a) technische maakbaarheid/haalbaarheid wordt beoordeeld aan de hand van onderstaande tabel³:

Aspect	Criteria
Installatie	Installatiemethode
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)
	Aanvoer materieel en materiaal
	Begraafdiepte
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden
Baggeren	Baggermethode
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden
	Verspreidingslocatie
	Verspreidingsmethode
	Afmetingen van trench
Veiligheid	Kruisingen
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen)
Onderhoud en reparatie	Methode
	Duur en moment van werkzaamheden

Tabel 1. Beoordelingstabel technische maakbaarheid/haalbaarheid per route

Afhankelijk van de route kunnen nog aanvullende opmerkingen toegevoegd zijn aan de factsheet, bijvoorbeeld ten aanzien van veiligheid tijdens aanleg of onderhoud.

¹ Zie NRD PAWOZ-Eemshaven, p 18. (route X1b Dijkvariant b). Bron: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-02/Notitie-Reikwijdte-en-Detailniveau-PAWOZ_0.pdf

² In dit document worden alleen de kabelroutes van de NRD van PAWOZ-Eemshaven beschouwd. Hiernaast zijn er ook enkele waterstofleidingroutes in de NRD opgenomen. Deze zijn door Gasunie beschouwd in een aparte rapportage.

³ De tabel inclusief aspecten en criteria is tijdens de NRD-fase opgesteld door de NRD-adviesbureaus en bevat aspecten en criteria die voor een planMER noodzakelijk zijn om te beschrijven.

Verwachte capaciteit per route

Het begrip 'verwachte capaciteit per route' verdient nadere toelichting. Het doel van PAWOZ-Eemshaven is om per route aan te geven of en hoeveel verbindingen daar (nu en in de toekomst) in passen. Ten aanzien van kabelverbindingen (elektriciteit) wordt dit door TenneT in beeld gebracht.

Hierbij is er een onderscheid te maken in twee mogelijke aansluitsystemen om windparken (afhankelijk van de grootte van het windpark) te ontsluiten:

- **0,7GW (700MW)**. Een windpark van deze omvang, zoals Ten noorden van de Waddeneilanden, zal aangesloten worden door middel van 2 wisselstroom zeekabels van elk 350MW per stuk (samen 700MW). Dit wordt gezien als **2 kabelsystemen**.
- **2 GW (2000MW)**. Een windpark van deze omvang, waarvan het gebied Doordewind er twee kent, zal aangesloten worden door middel van een 2GW-kabelbundel (meerdere fysieke kabels die samengebonden worden). Dit wordt gezien als **1 kabelsysteem**.
Voor de ontsluiting van het gehele windgebied Doordewind zal 2x zo'n 2GW verbinding nodig zijn. Dit zijn in totaal **2 kabelsystemen**.

In de verschillende factsheets wordt gesproken over 'verwachte capaciteit per route'. Indien daar bijvoorbeeld staat 4 kabelsystemen, kan dat dus 0,7 GW (2 kabelsystemen) en 4 GW (2x 2 kabelsystemen) betekenen, oftewel 4,7 GW in totaal.

1.3 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk gaat hoofdstuk 2 uitgebreid in op de uitgangspunten en randvoorwaarden die gehanteerd zijn voor het uitvoeren van deze fase routeontwerp. Er wordt onder andere ingegaan op aanlegprincipes, in te zetten materieel en logistieke aspecten. Dit wordt achtereenvolgens uiteengezet voor offshore, & nearshore en onshore.

Vervolgens wordt in factsheets (hoofdstukken 3 t/m 14) -zoals in paragraaf 1.2 toegelicht- per route een beschrijving gegeven van de technische maakbaarheid/haalbaarheid, eventuele voorstellen voor optimalisatie van de route en de verwachte capaciteit (aantal kabelsystemen) per route.

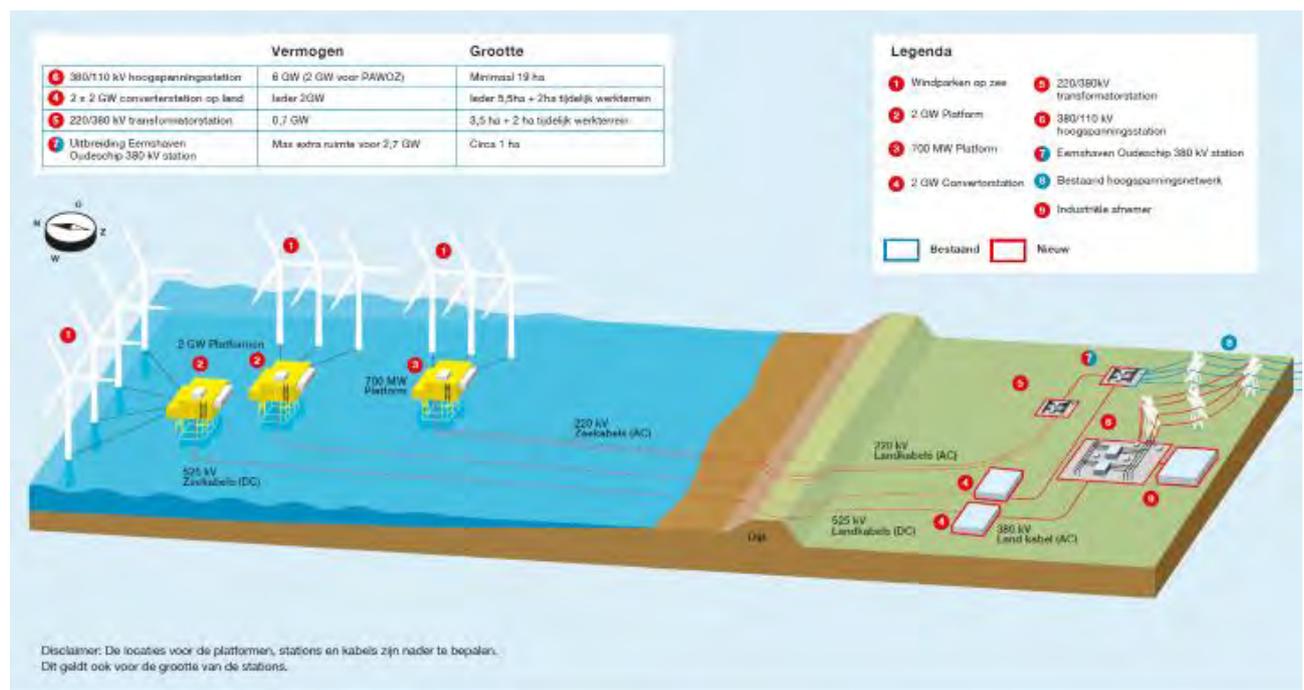
Hoofdstuk 15 bevat de conclusies en adviezen.

Tot slot volgen enkele appendices.

2. Uitgangspunten voor het routeontwerp

Voor het uitvoeren van het routeontwerp zoals beschreven in dit document is het van belang om de gehanteerde uitgangspunten eenduidig te omschrijven. Dit hoofdstuk beschrijft op basis van welke uitgangspunten, technische randvoorwaarden, in te zetten materieel en daaraan gelieerde benodigde ruimte, tijd en/of gevolgen het routeontwerp is bepaald. Hierbij wordt aangesloten bij het gezamenlijk (MER-bureau, TenneT, Gasunie) opgestelde document Technische ontwerpparameters⁴.

In onderstaande afbeelding is een doorsnede te zien van de componenten die horen bij de aansluiting van windparken op zee. De scope van de aansluiting van 4,7GW aan windparken op zee omvat de aanleg/bouw van nummers 2 en 3 met 4 en 5, om vervolgens via 6 en 7 op het landelijke hoogspanningsnet (8) aangesloten te worden.



Afbeelding 5. Schematische weergave van aansluiting van 4,7 GW aan windparken op zee

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens uitgangspunten van offshore, nearshore naar onshore toegelicht

2.1 Uitgangspunten offshore en nearshore

Ten aanzien het routeontwerp voor offshore en nearshore hoogspanning kabelsystemen worden de volgende uitgangspunten aangehouden.

- **Begraven van kabelsystemen⁵:** "Bury and Forget". Dit wil zeggen dat de kabelsystemen op een dusdanige locatie en diepte moeten worden geïnstalleerd dat er geen gepland onderhoud aan de kabels en/of omgeving van de kabels nodig is om de dekkingsgraad van de grond boven de kabels op peil te houden. Hiermee worden ingrepen in de omgeving beperkt tot alleen de aanlegfase, reparatie bij defect tijdens gebruiksfase, en verwijderingsfase.

⁴ zie referentie op het voorblad van dit rapport

⁵ Zie **Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven** op pagina 83 van dit document voor meer details over de kabelsystemen

Waarom hanteert TenneT het uitgangspunt 'Bury and would like to forget'⁶?

TenneT kiest bewust en op rationele gronden voor een kabelinstallatie uitgangspunt dat gebaseerd is op de "first time right" en 'maintaining cable integrity' principes. TenneT kiest ook bewust voor zo laag mogelijke maatschappelijke levenscycluskosten (geld, milieu, overlast) van het Net op zee, dus voor aanleg en voor het beheer als geheel. Het "Bury and would like to forget" beleid is hier een logisch en inmiddels ook met praktijk ervaringen onderbouwd uitvloeisel van. Hierbij wordt de kabelverbinding eenmalig gelegd en begraven, om vervolgens voldoende zekerheid te hebben dat de verbinding voldoende beschermd is en blijft tegen externe factoren gedurende de gehele levensduur van de verbinding, ook daar waar mobiliteit van het zeebed de gronddekking op de kabel tijdens de levensduur zal verminderen. Het risico op kabel falen door externe oorzaken wordt geminimaliseerd en de leveringszekerheid gemaximaliseerd zonder de kabel bij de aanleg onnodig diep te begraven.

TenneT houdt met het "Bury and would like to forget" principe ook rekening met de expliciete behoefte van de omgeving en autoriteiten om slechts eenmalig in de omgeving in te grijpen en regelmatige terugkeer en ingrepen in de omgeving te voorkomen. Het "Bury and would like to forget" beleid is daarmee ook een logisch voortvloeisel van het beleid om niet alleen de kosten, milieu-impact en overlast van de aanleg te beschouwen, maar ook de kosten, milieu-impact en overlast van het beheer en onderhoud.

Daarbij wordt gebruik gemaakt van state of the art inzichten in zeebodem mobiliteit en kabelbegravingstechnieken, zowel voor de Waddenzee als voor de kustzone en de open zee en van de praktijk ervaringen die TenneT op heeft gedaan bij NorNed, BritNed, Borssele en de andere Net op zee projecten.

- **Verbindingsmoffen per kabelsysteem:** het aantal koppelverbindingen (ook wel "moffen" of "joints" genoemd, zie ook tekstvak hieronder) dient zo klein mogelijk te zijn. Iedere mof die in een kabelsysteem gemaakt moet worden vergroot de kans op een storing in de kabel. Deze storingen treden namelijk vaak op (in de buurt) bij moffen. TenneT heeft een wettelijke taak ten aanzien van leveringszekerheid, waarbij storingen zoveel mogelijk voorkomen dienen te worden. Ingrepen in de omgeving en verstoren kunnen worden geminimaliseerd wanneer er zo min mogelijk moffen in een kabelsysteem worden toegepast.
- **Materieel en installatiemethodes:** gebruik maken van bestaand materieel, waar van toepassing met aanpassingen die eerder zijn toegepast, en bewezen installatietechnieken en materieel. Dit stelt in staat om de invloed en effecten van de installatie goed te bepalen.
- **Aantal te installeren kabelsystemen:** Het routeontwerp zoals beschreven in dit document is, overeenkomstig het verzoek van het PlanMER bureau, op basis van het aanleggen van 1 enkel kabelsysteem. Onder kabelsysteem wordt één 2GW systeem (3 kabels + glasvezel bij elkaar) of één 350MW kabel verstaan (er zijn uiteindelijk 2 AC 350MW-kabels nodig om 1 kabelverbinding te realiseren - zijnde 2 kabels op enige afstand). De beschreven ingrepen, installatiemethodes en het materieel zijn enkel geldig voor het realiseren van 1 (enkel) kabelsysteem.
- **Corridor breedtes en onderlinge afstanden:** In Appendix A en Appendix C van dit document wordt de benodigde corridor breedte voor 4,7GW + H2 leiding en mogelijke toekomstige verbindingen als uitgangspunt beschreven.
- **Niet toegankelijke gebieden⁷:** Daar waar een route door een gebied loopt waar beperkingen gelden ten aanzien van toegang en / of nabijheid, is voor dit routeontwerpdokument het uitgangspunt dat dit gebied niet betreden / beroerd mag worden. Dit is gebaseerd op uitspraken van LNV (voetnoot 6)

⁶ Voor een nadere toelichting over het uitgangspunt 'Bury and would like to forget' zie ook Appendix D van dit document.

⁷ Referentie aan bericht Ministerie LNV (Sharon van Dijk) aan Ministerie van EZK (Imre Perenboom) dd. 23.02.2023 12:40u. "Er geldt op een TBB juridisch maar 1 uitzondering: Een verbod of beperking als bedoeld in het eerste lid geldt niet voor de eigenaar van een in het gebied gelegen onroerende zaak en voor degene

- **Referentiegebied:** De contouren van het referentiegebied zijn vastgesteld en zullen niet meebewegen met de morfologische dynamiek van het gebied. Dit is immers een referentiegebied, bedoeld om een vergelijking te kunnen maken tussen verschillende jaren.

Mof, verbindingsmof, joint: wat en hoe?

Een verbinding tussen 2 kabeldelen wordt een mof, verbindingsmof of *joint* (Engels) genoemd.

Kabelverbindingen worden aangelegd met zo lang mogelijke kabeldelen. Op die manier zijn er zo min mogelijk koppelingen tussen kabeldelen nodig. Kabelverbindingen met veel koppelingen hebben namelijk een grotere kans op falen, waardoor er meer storingen in de levering van stroom zal plaatsvinden en er vaker reparaties nodig zijn. Dit kost tijd, heeft (natuur)effecten en maatschappelijke kosten.

De kabeldelen worden in carrousel of op haspels getransporteerd. Op land gebeurt dit bijvoorbeeld met vrachtwagens (zwaar transport) en op water via een schip of ponton met carrousel. De maximale lengte die vervoerd kan worden hangt af van het type kabelsysteem, de transportwijze en de omstandigheden in het gebied, zoals de waterdiepte.

In een groot deel van het Waddengebied geldt dat vanwege de waterdiepte (in combinatie met het gewicht van de kabeldelen) er slechts kleine stukken kabel (ca 4-6km lengte) tegelijk vervoerd kunnen worden. Ter vergelijking: op de Noordzee kan dit in veel gevallen tot zo'n 40 km lengte. Hierdoor zijn er veel meer moffen nodig in het Waddengebied. Deze routes hebben daardoor een groter risico op falen en de installatieduur is daarbij langer en complexer.

Naast de bovenstaande uitgangspunten, worden het bij het routeontwerp zoals omschreven in dit document ook de uitgangspunten zoals omschreven in ref [1] toegepast.

2.1.1 Technische randvoorwaarden offshore en nearshore

De technische randvoorwaarden die van toepassing zijn op het routeontwerp (offshore en nearshore) omschreven in dit document worden in deze paragraaf behandeld. Om structuur te geven aan deze technische randvoorwaarden worden deze behandeld per onderwerp.

Deze onderwerpen zijn:

- Grond- en baggerwerkzaamheden
- Ligging kabelsystemen, begraafdiepte en aanleg
- Veiligheidsafstand tussen materieel en omgeving

Grond- en baggerwerkzaamheden:

In deze paragraaf volgt de beschrijving van de uitgangspunten die gehanteerd worden ten aanzien van het bepalen van de vorm en diepte van grond- en baggerwerkzaamheden. De informatie die hier wordt gegeven kan gebruikt worden voor het vaststellen van de baggerprofielen en benodigde grondberoering.

Daarbij moet men realiseren dat de beschreven routes momenteel uit gaan van de huidige bathymetrie (de meest gunstige installatielocatie) en voor 1 kabelsysteem. Dit betekent dat in een toekomstige situatie het baggervolume zal toenemen, helemaal wanneer er meerdere systemen naast elkaar dienen te worden geïnstalleerd.

- **Taludafmetingen:** voor gebaggerde onderdelen worden de taludafmetingen aangehouden zoals beschreven in ref [1]
Deze taludafmetingen gelden voor baggerwerkzaamheden die nodig zijn voor varend materieel (schepen, bakken etc) alsmede voor zgn. trenches waarin de kabelsystemen worden geïnstalleerd en ruimte nodig is om een trenching tool (bv. begraafvoertuig) te laten werken.

die een zakelijk of persoonlijk gebruiksrecht heeft met betrekking tot die zaak, voor zover door het verbod of de beperking de toegang tot de onroerende zaak ernstig zou worden belemmerd. Uitgangspunt is vooral: plan dan je werkzaamheden buiten de gesloten periode om. Dat alternatief ligt er en moet dus benut worden. Uitzonderingen dus niet mogelijk."

- **Moffen (joints):** Grondwerkzaamheden op droogvallende platen in het wadengebied zijn noodzakelijk voor o.a. een HDD boring onder de primaire waterkering (dijk) en daar waar kabelverbindingen tussen kabeldelen gemaakt moeten worden (zie ook het tekstvak op pagina 12). De afmetingen van een mofput (joint pit) waarin de mof wordt begraven zijn afhankelijk van de waterdiepte, de afstand tot het stabiele zeebed (NMRL – Non Mobile Reference Level, het niet-mobiele zeebed), het type kabel en de aanzandingsgraad in het gebied. Het volume van de put is daarmee locatiespecifiek.
- **In-/uittredepunten HDD op wad en op zee:** Om de in- en uittredepunten van boringen te realiseren en de kabels op de juiste diepte te begraven wordt er vanuit gegaan dat de afmetingen van de vergraving hetzelfde zijn als die van mofputten op die locaties.
- **Aanzanding gebaggerde delen:** Bij delen waar baggerwerkzaamheden nodig zijn om toegang en werkgebied te creëren is een risico dat door getijde en weersomstandigheden, gebaggerde delen aanzanden (dichtslibben). De aangehouden waarden voor dit fenomeen is beschreven in ref [1].
- **Verspreidingslocatie:** dient in de buurt van het herkomstgebied van de baggerspecie te liggen, zodat het materiaal in het lokale systeem blijft. Dit is een vereiste vanuit het bevoegd gezag.

Ligging kabelsystemen, begraafdiepte en aanleg

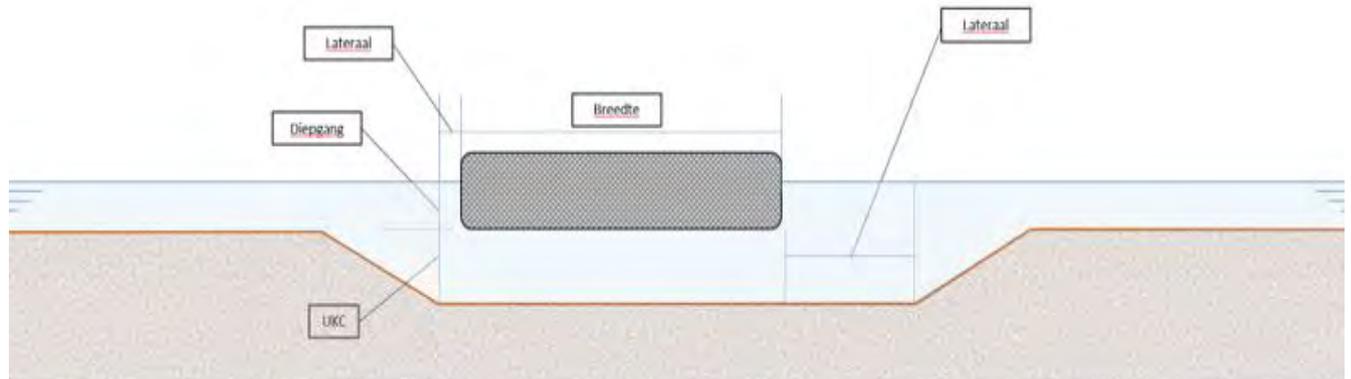
Deze paragraaf beschrijft de ligging van de verschillende kabelsystemen en benodigde begraafdiepte.

- **Liggingbeleid kabelsystemen:** In Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven is het liggingbeleid en onderlinge afstanden van diverse kabelsystemen weergegeven.
- **Begraafdiepte:** De benodigde begraafdiepte is 2m onder het niet-mobiele zeebed (=NMRL – Non Mobile Reference Level) voor de delen in de nearshore sectie. Voor het offshore deel wordt uitgegaan dat ten alle tijde 1 meter dekking op de kabels aanwezig is. De dekking op de kabels is de hoeveelheid grond die boven een kabel aanwezig is. Dit uitgangspunt voorziet in een situatie dat de kabel door (lokale) zeebedmorfologie niet bloot spoelt en het risico op schade (falen van kabelsysteem) toeneemt. Dit uitgangspunt is direct gelieerd aan het “bury and forget” principe zoals omschreven in hoofdstuk 2.1. Dit uitgangspunt en het toepassen hiervan neemt niet weg dat, in geval van storing en/of beschadiging, er ingrepen moeten worden gedaan in de omgeving om het kabelsysteem te herstellen.
- **Aanleg:** Voor het ontwerp van de route wordt een bochtstraal voor de kabel van 1500m aangehouden. Deze bochtstraal staat toe om de kabel met een ploeg te begraven. Waar kleinere bochtstralen noodzakelijk zijn, zal een trencher of ander installatiematerieel worden toegepast.

Veiligheidsafstanden tussen materieel en omgeving

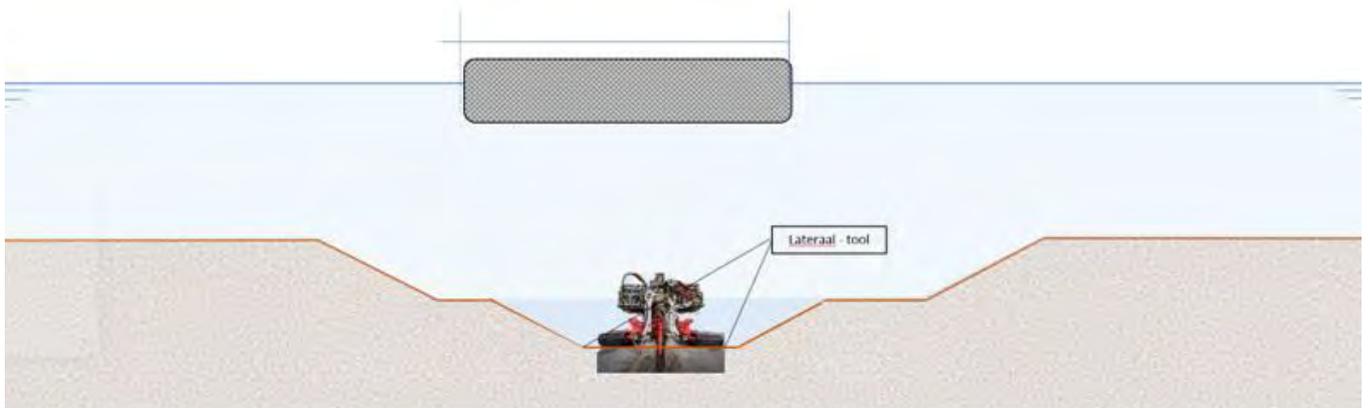
In deze paragraaf wordt aangegeven welke veiligheidsafstanden gebruikt worden in het routeontwerp tussen materieel en de omgeving. Deze veiligheidsafstanden zijn noodzakelijk om het materieel, dat nodig is om de kabelsystemen te realiseren, ter plaatse te krijgen en daar te gebruiken.

- UKC (Under Keel Clearance) is de minimale waterdiepte die ten alle tijden (ook bij laagwater) beschikbaar is onder drijvend materieel. Deze waarde staat los van de diepgang dat varend materieel nodig heeft. De aangehouden UKC is conform ref [1]. Hierin wordt trim en helling (list) van vaartuigen opgevangen, alsmede enige zakking die op kan treden bij het voorbijvaren (zog daling) en stroming.
- Laterale afstand is de benodigde afstand tussen de zijde van drijvend materieel en de grensrand van het effectieve baggerprofiel. De aangehouden laterale afstand is conform ref [1].



Afbeelding 6. Veiligheidsafstanden drijvend materieel

De laterale afstand van begraaf tools op het zeebed (ploegen, trenchers, vertical injector sledes) is aangegeven in de onderstaande figuur. Deze afstand (totaal) wordt op $\frac{1}{2}$ keer de breedte van de tool gesteld.



Afbeelding 7. Veiligheidsafstanden begraaf tools

2.1.2 Te gebruiken materieel offshore

Als grondslag voor het ontwerp van de routes is er een inventarisatie/beschouwing gedaan welk materieel hiervoor ingezet kan worden, gebaseerd op expert judgement. Dit overzicht is niet limitatief.

In deze beschouwing wordt uitgegaan van een (combinatie van) bestaand materieel en/of technieken welke eerder succesvol zijn toegepast. Het materieel wat in de offshore delen van de route wordt ingezet wordt in deze paragraaf verder uiteen gezet.

2.1.2.1 Kabelinstallatie en aanvoer voor offshore:

De aanvoer en installatie van kabels in het offshore gedeelte van de route wordt voorzien door kabelinstallatieschepen. Aan boord van deze schepen wordt een bepaalde hoeveelheid kabel (tussen de 30-40km) geladen. Afhankelijk van de gekozen installatiemethode wordt de kabel eerst op het zeebed neergelegd en vervolgens begraven (dit wordt post-lay burial genoemd) of de kabel wordt gelegd en direct begraven (dit wordt simultaneous lay & burial genoemd). Voor de installatie van de offshore componenten

van de aansluitingen wordt gebruik gemaakt van het materieel zoals weergegeven in **Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven** van dit document.

Hieronder worden een aantal referentie vaartuigen getoond welke ingezet kunnen worden voor kabelaanvoer en -installatie.

2.1.2.2 Kabelaanvoer en -installatie:

Referentievaartuigen zoals aangehouden bij het route ontwerp zijn bijvoorbeeld: CLV NKT Victoria, CLV Leonardo Da Vinci, CLV Calypso, OSCV Normand Pacific.

Deze vaartuigen hebben de capaciteit om kabel te vervoeren en/of te installeren. De referentieschepen CLV NKT Victoria, CLV Leonardo Da Vinci en CLV Calypso kunnen kabel aan boord nemen in zogenaamde carrousel. Vanuit deze carrousel wordt de kabel op de zeebodem neergelaten. Afhankelijk van de gekozen installatiemethode kan het schip direct of naderhand met een ploeg of trencher de kabel in de zeebodem begraven. Het referentieschip OSCV Normand Pacific heeft geen capaciteit om kabel aan boord te laden en kan daarom alleen reeds gelegde kabel begraven.

CLV Leonardo Da Vinci

- Lengte: 171,00m
- Breedte: 34,00m
- Diepgang: 8,50m
- Bollard pull: 200t
- Payload: 13.000 ton



Afbeelding 8. Referentieschip CLV Leonardo Da Vinci

OSCV Normand Pacific

- Lengte: 122,40m
- Breedte: 23,00m
- Diepgang: 7,30m
- Snelheid: 12kn
- Kraan: 200 ton



Afbeelding 9. Referentieschip OSCV Normand Pacific

2.1.2.3 Kabelinstallatie gereedschappen offshore

Om de kabel op de juiste wijze en ligging in de zeebodem te installeren worden gespecialiseerde gereedschappen ingezet. Deze gereedschappen worden door een schip gesleept of is zelfrijdend. In het

geval van een zelfrijdend gereedschap zal er alsnog een constructie schip meevaren. Dit schip voorziet het gereedschap van het benodigde toevoer van vermogen, water en hydrauliek.

Er zijn een aantal onderscheidende gereedschappen beschikbaar in de markt. Dit zijn:

- Ploegen
- Trenchers (met vertical injectors of chain cutter)
- Controlled flow excavators

Deze gereedschappen worden langs de lengte van de kabel ingezet om de kabel te begraven. De keuze welk type gereedschap wordt ingezet is afhankelijk van de grondgesteldheid, obstakels en benodigde installatiesnelheid.

Referentie gereedschappen ploegen:

HD3-300

- Lengte: 18,50
- Breedte: 9,30m
- Hoogte 12,00m
- Begraafdiepte: 0 – 4,8m



Afbeelding 10. Ploeg HD3-300

Referentie gereedschappen trenchers:

DBT-2400 "Deep Dig-it", CBT-2400

- Lengte: 16,80m
- Breedte: 10,50m
- Hoogte 8,50m
- Waterdiepte: 10-100m
- Begraafdiepte: 0 – 5,8m



Afbeelding 11. Trencher DBT-2400 "Deep Dig-it", CBT-2400

Referentie gereedschappen Controlled Flow Excavator:

James Fisher T4000. Een controlled flow excavator „blaast” door middel waterstromen de grond rond de kabel los waardoor deze in de zee bodem zakt.

- Lengte: 3,60m
- Breedte: 1,70m
- Hoogte 3,90m
- Waterdiepte: 5-300m



Afbeelding 12. Controlled Flow Excavator

2.1.3 Te gebruiken materieel nearshore (Waddenzee)

Als grondslag voor het ontwerp van de routes is er een inventarisatie/beschouwing gedaan welk materieel hiervoor ingezet kan worden, gebaseerd op expert judgement. Dit overzicht is niet limitatief.

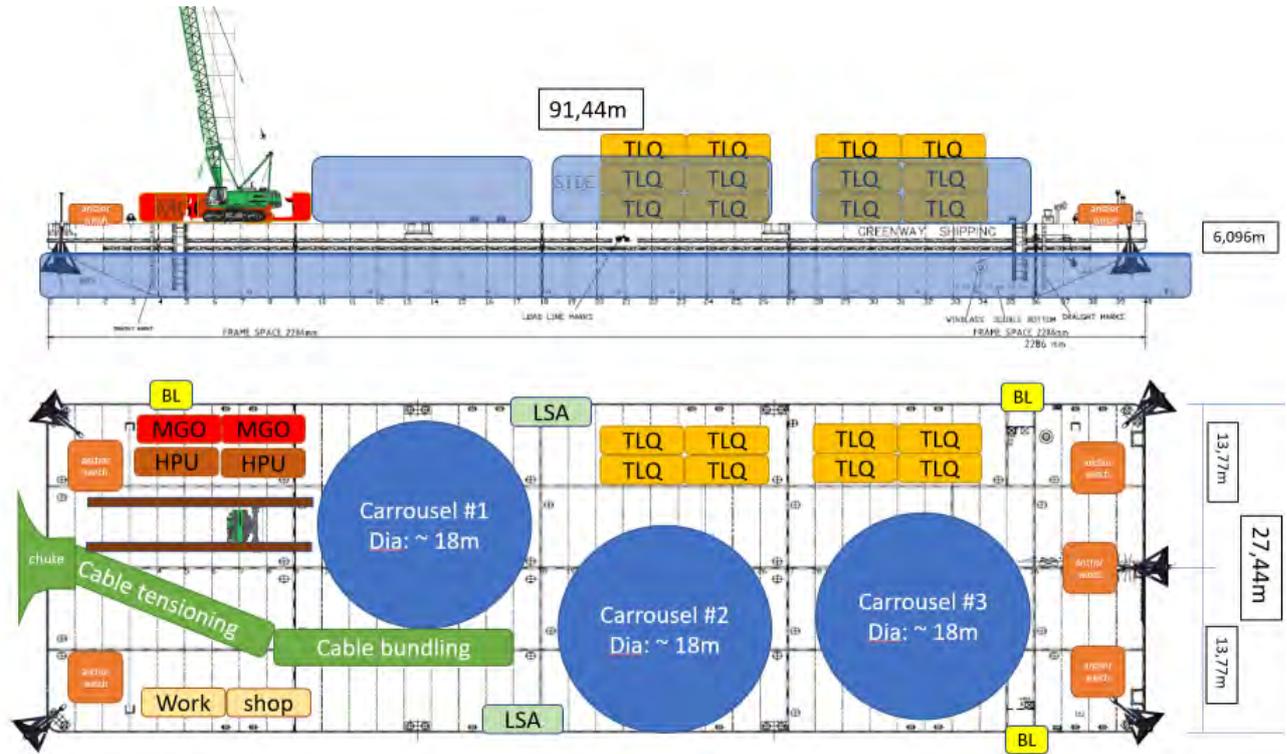
In deze beschouwing wordt uitgegaan van een (combinatie van) bestaand materieel en/of technieken welke eerder succesvol zijn toegepast. Het materieel wat in de nearshore delen van de route wordt ingezet wordt in deze paragraaf verder uiteen gezet.

2.1.3.1 Kabelinstallatie en -aanvoer voor nearshore/Waddenzee:

Het installeren van 2GW kabelsystemen op/in het Waddenzee gebied is niet eerder gedaan. De installatie van DC kabelsystemen in de Waddenzee is in Duitsland al meermalig uitgevoerd, echter betrof het daar één DC systeem bestaande uit 2 aders + 1 glasvezel kabel. Iedere ader wordt in een eigen “carousel” gespoeld en vanuit daar samengebracht tot één bundel en geïnstalleerd. Om dit concept (1 carousel per ader) voor een 2 GW kabel systeem toe te passen, zullen er aan boord van het installatievaartuig 3 carrousels moeten worden geplaatst. Rekening houdend met de kenmerkende afmeting van dit materieel is de volgende samenstelling gemaakt.

- Basis vaartuig: “Standaard Noordzee bak” 91,44 x 27,44 x 6,096 m (300 x 90 x 20ft)
- Positionering: minimaal een 4 punts anker systeem + 1 trekanker
- Anker type: Deltaflipper
- Carousel diameter en capaciteit: 14 – 18 m / 1000 ton

In onderstaande figuur is een schematische lay-out van deze materiaal samenstelling gemaakt.



Afbeelding 13. Schematische layout installatievaartuig met 3 carrousel

Als basis voor de afmetingen van de bak en grootte van het materieel aan boord is informatie gebruikt van reeds bestaande vaartuigen die in het waddengebied zijn gebruikt. Voorbeeld schip is de Barbarossa I en MV Ulisse (eigenaar Prysmian group). Om de installatiebak te kunnen positioneren, manoeuvreren, verplaatsen en bemannen zijn diverse ondersteunende vaartuigen nodig.

Referentie kabellegschip CLB Ulisse

- Lengte: 122,2m
- Breedte: 33,5m
- Diepgang:
- Carousel: 7,000 ton
- Vertical injector: 2 tons heila kraan



Afbeelding 14. MV Ulisse

Referentie kabellegschip CLB Barbarossa I

- Lengte: 67,1m
- Breedte: 32,0m
- Diepgang: 2,0m
- 2 Static tanks
- Vertical injector



Afbeelding 15. CLB Barbarossa I

2.1.3.2 Ondersteunende vaartuigen

Een overzicht van de ondersteunende vaartuigen wordt hieronder beschreven.

Compacte sleepboten;

Referentie vaartuigen hierbij zijn, MV Baloe, MV Isa of MV Herman sr. (type Shoalbuster)

- Lengte: 23,35m
- Breedte: 8,64m
- Diepgang: 2,10m
- Snelheid; 10,5kn
- Bollard pull: 22 ton



Afbeelding 16. Compacte sleepboot (MV Baloe)

Multi-cat (voor ankers);

Referentievaartuigen hierbij zijn, MV Diablo, MV Thorsten, MV Willchallenge

- Lengte: 21,60m
- Breedte: 9,04m
- Diepgang: 2,00m
- Snelheid; 10,0kn
- Bollard pull: 10 ton



Afbeelding 17. Multi-cat (MV Willchallenge)

Hotelschepen;

Hotelschip op wad (nodig voor HDD en installatie op droogvallende platen + joint verbindingen)

Referentie vaartuigen worden aangeboden door bijvoorbeeld Van Loon Maritiem:

- Lengte: 116,00m
- Breedte: 11,40m
- Diepgang: 3,00m
- Snelheid; nvt
- Capaciteit; tot 300 personen



Afbeelding 18. Hotelschip (Van Loon Maritime)

2.1.3.3 Materieel voor Gestuurde Boringen (HDD)

Hieronder worden een aantal referentievaartuigen getoond welke ingezet kunnen worden voor het maken van een HDD.

Jack-up barge

Een jack-up barge is een drijvend platform met beweegbare poten aan de romp, gebruikt voor het maken van de HDD. Referentievaartuigen, zoals de Wavewalker, worden aangeboden door bijvoorbeeld Fugro en van Oord.

Afmetingen: 32m x 32m x 4,5m (Wavewalker)



Afbeelding 18. Jack-up barge Wavewalker

Afbeelding 19. Jack-up barge Fagant

Crew transfer vessel (shallow water)

Referentievaartuigen zoals de Acta Marine Wind Farm Service Vessel.

Afmetingen: 20m x 8m

Maximale deklast: 1,5 ton/m²

Maximaal deadweight: 16 ton



Afbeelding 20. Crew transfer vessel shallow water

2.1.3.4 Materieel voor installatie op wantij en andere ondiepe delen

Wadtrencher

Referentie de Nessie II

Afmetingen: 9 m breed, maar rupsbanden zijn

3m breed (x2)

Rijstrook: 9m breed

Totaal verstoorde breedte = $2 \times 2 \times 3 = 12\text{m}$

Verstoringsbreedte zwaard = 1m



Afbeelding 21. Kabel installatie door de Nessie II

Plaatsen ankers zal ook verstoring opleveren; ankers liggen op de oevers +/- 300-400m van schip af – Indien er gebruik gemaakt wordt van spudpalen, zullen ankers eveneens noodzakelijk zijn voor de initiële en operationele positionering.

In de onderstaande afbeelding wordt een vergelijkbaar scenario weergegeven voor het maken van een HDD onder de NGT-leiding met een moflocatie, baggerwerkzaamheden en kabelinstallatie met een wadtrencher. De schepen en materiaal zijn vergelijkbaar aan de voorgaande opsomming van materiaal. In de afbeelding is de Stemat Spirit voor dieper water kabelinstallatie te zien, de Wavewalker voor het maken van de HDD met de Joost Nelis aan het uittredepunt van de HDD en op de voorgrond een ponton voor het intrekken van de kabel en later het maken van de mof. Rechts is de Nessie II te zien, die de kabel begraaft op de droogvallende Wadplaten. Foto is van Gemini campagne tbv kp 15 met in de achtergrond Borkum.



Afbeelding 22. Uitvoering van een HDD onder de NGT-leiding (met moflocatie, baggerwerkzaamheden en kabelinstallatie met wadtrencher)

2.1.4 Codes en standaarden

Bij gedetailleerd route ontwerp en bijbehorende uitvoeringsactiviteiten worden de volgende codes en standaarden gehanteerd.

Nr	Titel	Document nummer	Datum / versie	Status
[10]	DNV standard for Marine Operations and Marine warranty	DNV-ST-N001	September 2021	actueel

2.1.5 Uitsluitingen

Het routeontwerp zoals in dit document wordt beschreven is gedaan met in achtname van de uitsluitingen zoals omschreven in ref [1].

2.2 Uitgangspunten onshore

De ondergrondse windparkaansluiting *op land* bestaat uit de volgende onderdelen:

Voor een 700MW aansluiting (windgebied Ten noorden van de Waddeneilanden)

- Twee ondergrondse 220kV-wisselspanning kabelsystemen naar een nieuw transformatorstation;
- Een nieuw transformatorstation in de omgeving Eemshaven waar de 220kV wordt omgezet naar 380kV;
- Twee ondergrondse 380kV-wisselspanning kabelsystemen tussen het nieuwe transformatorstation en het bestaande hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip (380kV);

Voor de 2x 2GW aansluiting (windgebied Doordewind)

- Twee ondergrondse 525kV-gelijkspanningkabels naar twee nieuwe converterstations;
- Twee nieuwe converterstation in de omgeving Eemshaven waar de 525kV-gelijkspanning wordt omgezet naar 380kV-wisselspanning;

- Twee ondergrondse 380kV-wisselspanning kabelsystemen van het eerste converterstation naar het bestaande 380kV-hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip;
- Twee ondergrondse 380kV-wisselspanning kabelsystemen van het tweede converterstation naar een nieuw te bouwen 380/110kV-hoogspanningstation (dit nieuwe 380/110kV station hoort niet tot de scope van PAWOZ-Eemshaven).

2.2.1 Kabelaanleg onshore

Installatiemethode

De installatiemethode zoals beschreven in dit hoofdstuk is op basis van de aanleg van 2 kabelsystemen. Onder twee kabelsystemen wordt het volgende verstaan: twee 350 MW systemen (samen een 700MW oftewel 0,7GW verbinding) of twee 2 GW systemen.

Het uitgangspunt is dat er 2 kabelsystemen tegelijkertijd geïnstalleerd kunnen worden via *open ontgraving*. Dit principe (los van het feit dat er nog geen 2GW aanlegervaring is) is 'proven practice' voor TenneT. Hiervoor is ook een aannemer geconsulteerd.

Dit betekent ook dat er voor aanleg van 1 kabelsysteem tegelijk gekozen kan worden.

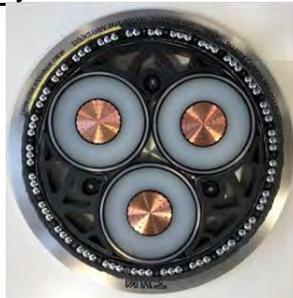
Indien er meer dan 2 kabelsystemen tegelijkertijd geïnstalleerd zouden moeten worden is de verwachting dat de volgende handelingen tot negatievere resultaten leiden:

- Vanwege de breedte van het te ontgraven vlak zijn 2 werkwegen (beide kanten van de sleuf) nodig. Dit vergt extra ruimte werkstrook.
- Ontgraven grond (in drie lagen) moet aan beide zijden opgeslagen worden. Dit heeft tot gevolg dat landroute niet meer aan de rand van een agrarisch perceel kan liggen, wat wel sterk de voorkeur heeft van de agrariërs. Er zal een 'loze' strook overblijven tussen sloot en kabels.
- Het drooghouden van een brede strook vergt een (fors) grotere bemaling dan een kleine strook. Hierdoor zijn effecten op bodem/water naar verwachting groter bij een brede strook dan smallere strook.
- De extra ontgraven grond (in drie lagen) vergt meer ruimte om op het perceel op te slaan (hierdoor blijft er minder ruimte over voor teelt van gewassen).
- De extra ontgraven grond kan voor hogere gronddruk (vanwege gewicht) zorgen, waardoor er ongewenste verdichting kan plaatsvinden (en aan beide zijden van de sleuf ipv één zijde).

Bij gestuurde boringen (HDD's) wordt hetzelfde uitgangspunt van 2 kabelsystemen tegelijkertijd gehanteerd.

Samenstelling van een kabelsysteem

220kV- en de 380kV-verbinding bestaan ieder uit twee circuits met drie elektriciteitskabels en een glasvezelkabel.



Afbeelding 23. Een 220 kV-verbinding (zeekabel). Er zijn 2 van deze kabels nodig voor een 700MW -verbinding

<p>2 GW systeem bestaat uit 3 kabels en een glasvezelverbinding.</p> <p>(Twee 2 GW systemen bestaan daarom uit tweemaal: 3 kabels en een glasvezelverbinding.)</p>	 <p>Afbeelding 24. Een 2 GW kabelsysteem</p>
--	---

De beschreven ingrepen, installatiemethoden en materieel zijn enkel geldig voor het realiseren van 2 kabelsystemen.

Overgang zeekabels naar landkabels

Als het landtracé langer is dan 1 km (en dat is bij PAWOZ-Eemshaven altijd het geval), wordt er in de regel gekozen om ook het landtracé vanaf de aanlanding naar het transformatorstation of de converter met landkabels uit te voeren.

De kruising met de primaire waterkering (dijk) wordt via HDD's uitgevoerd. Specifiek voor kruisingen met een primaire waterkering worden 4 separate HDD's voor de verschillende kabels van een 2GW verbinding gemaakt (dus 4+4=8 HDD's voor 4 GW). Voor de 700MW AC verbinding wordt uitgegaan van 2 HDD's onder de kering.

Na de overgang van zee naar land is er dan de noodzaak van een overgangsmof. De mofput, binnendijs (om ecologische effecten op de kwelders te minimaliseren), wordt onder de oppervlakte ingegraven en is na afloop niet te zien. De ondergrondse 220kV wisselstroom landkabels lopen vanaf de overgangsmof tot aan het nieuwe transformatorstation. De ondergrondse 525kV gelijkstroom kabelsysteem lopen ieder vanaf de overgangsmof richting een van de twee nieuwe converterstations.

De benodigde ruimte voor de overgangsmof bedraagt als volgt:

<p>AC-systemen (700MW)</p>	<p><i>Afmetingen overgangsmofput (eindsituatie)</i></p>	<p>Per overgang van zeekabel naar landkabel: 4 x 15 m = ca 60m²</p> <p>Twee zeekabels dus 2 x 60 m² = ca 120 m²</p>  <p>Afbeelding 25. Overgangsmofput</p>
	<p><i>Diepte mofput</i></p>	<p>Circa 2 meter</p>
	<p><i>Werkterrein</i></p>	<p>Minimaal 40 x 15m</p>
<p>DC-systemen</p>	<p><i>Afmetingen overgangsmofput</i></p>	<p>15 x 10 meter = ca 150m² per 2 GW verbinding.</p>

(2GW) ⁸	(eindsituatie)	In totaal: 2 x 150m ² = 300 m ²
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	Minimaal 40 x 15

Kabellengtes op land

De maximale kabellengte die getransporteerd kan worden op een haspel is ongeveer 1.000 tot 1.200 meter. Om de 1.000 tot 1.200 meter moeten kabels daarom aan elkaar verbonden worden op de zogenaamde moflocaties. Het is mogelijk dat kortere afstand tussen de moflocaties gehanteerd worden indien er een combinatie van zowel open ontgraving als HDD's (zie verderop) toegepast wordt. Hierdoor zijn meer moffen nodig. Lengtes worden vooral bepaald door het landschap (denk aan aanwezigheid van watergangen en infrastructuur) en de ondergrond (aanwezige kabels en leidingen).

AC-systemen (700MW)	Afmetingen mofput (eindsituatie)	Per overgang: 4 x 15 m = 60m ² 2 x 60 m ² = 120 m ²
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	40 x 15 meter
DC-systemen (2GW)	Afmetingen mofput (eindsituatie)	15 x 10 meter = 150m ² per 2 GW verbinding. In totaal: 2 x 150m ² = 300 m ²
	Diepte mofput	Circa 2 meter
	Werkterrein	40 x 15 meter

Naast de mofputten is om de 3 tot 5 km een aardput nodig. Een aardput is een vierkante bak van circa 1,0 x 1,0 meter met een stalen putdeksel. Dit is een (in principe) ingegraven put met toegang vanaf het maaiveld waar de mantels van de kabels verbonden worden om transportverliezen te beperken.

Op land worden de kabels ondergronds aangelegd door open ontgraving of een horizontaal gestuurde boring (HDD).

Open ontgraving

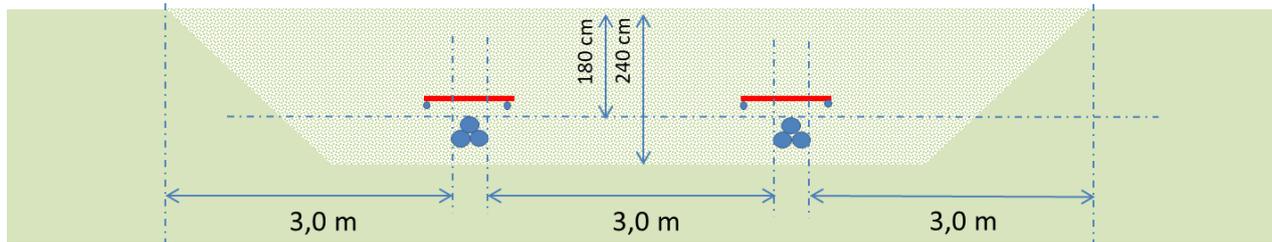
Open ontgraving is de voorkeursmethode voor de aanleg van kabelsystemen op land. Dit geldt voor zowel wisselstroom als gelijkstroom. Bij open ontgraving worden de kabels in een uitgegraven sleuf gelegd. Bij het ontgraven worden (in landbouwgebied) nauwkeurig de verschillende grondlagen gescheiden van elkaar neergezet in een depot op het perceel. Zie ook afbeelding 27.

Als het nodig is (afhankelijk van de warmtegeleidbaarheid van de bodem), wordt op de bodem van de open ontgraving een laag 'backfillzand' gelegd. Dit is leemhoudend zand, met goede vochthoudende eigenschappen en hoge thermische geleidbaarheid. De kabels worden hierop gelegd en vervolgens ook weer afgedekt met een laag backfillzand. Om de kabels droog te kunnen aanleggen, vindt afhankelijk van de grondwaterstand, bemaling plaats. Hiervoor wordt de grondwaterstand tot circa 0,3 meter beneden de sleufdiepte verlaagd. In landbouwgebied betekent dit een tijdelijke grondwaterstandverlaging tot 2,40m-mv. Bemaling wordt over de gehele lengte van de sleuf toegepast.

Open ontgraving AC-systemen

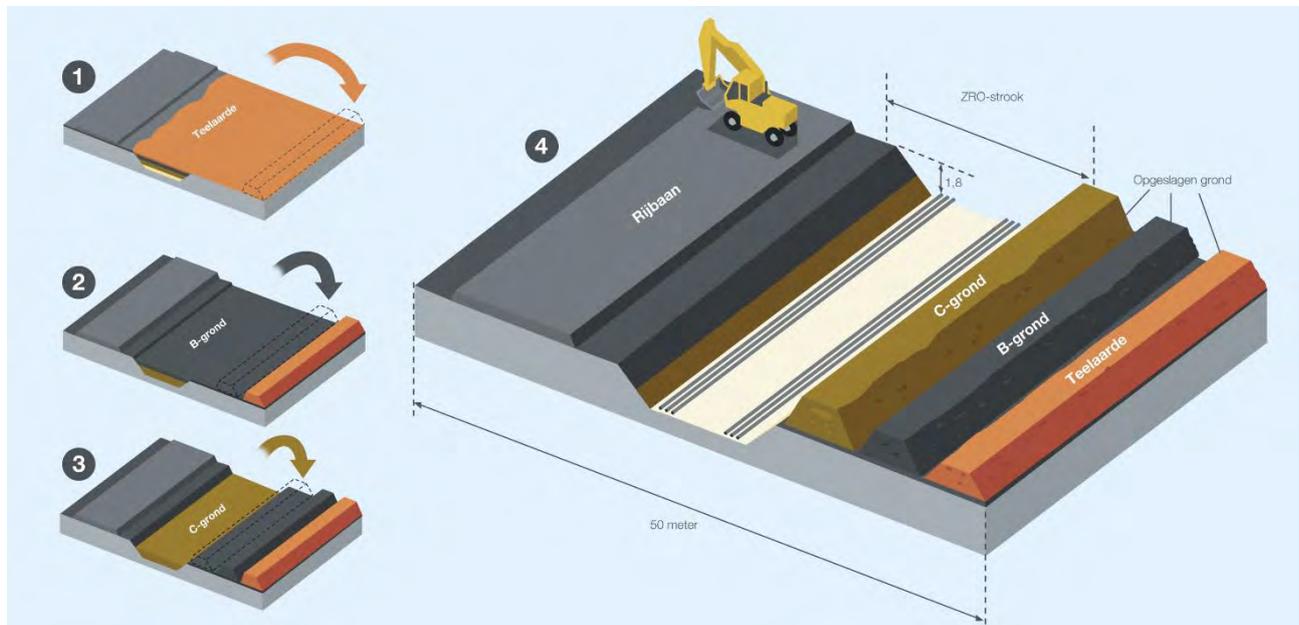
Bij ligging van de AC-kabels in driehoekconfiguratie (gebundeld) dient een onderlinge afstand van 3 meter tussen de kabelsystemen te worden aangehouden. Aan de buitenzijde van de systemen wordt een veiligheidszone van 3 meter aangehouden. De totale breedte van de sleuf bedraagt bij 2 AC-kabelsystemen in een gezamenlijke open ontgraving aan de bovenzijde, op maaiveld circa 10 meter. Zie ook afbeelding 26.

⁸ Er is op dit moment nog geen ervaring met aanleg van 2GW-DC systemen. De getoonde getallen kunnen nog veranderen.



Afbeelding 26. Twee AC-kabelsystemen gebundeld middels open ontgraving

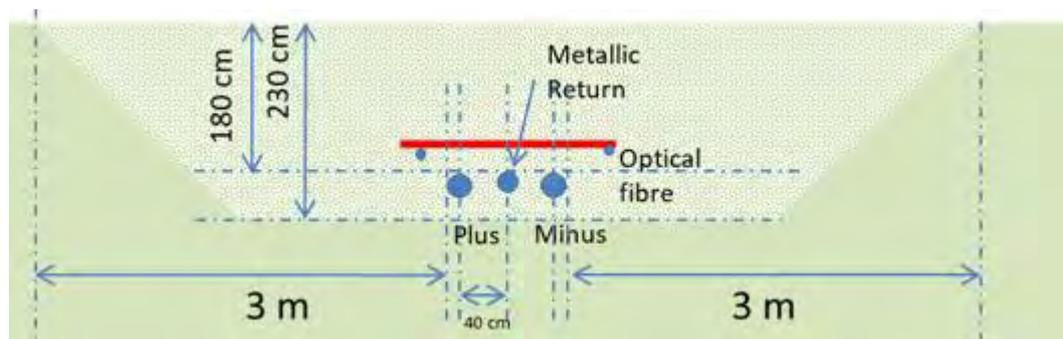
De totale tijdelijke werkstrook bij een open ontgraving van 2 AC verbindingen in driehoekconfiguratie kent een breedte van circa 50m (exacte grootte is o.a. afhankelijk van ruimte die nodig voor gronddepot en grondgesteldheid). Op afbeelding 27 is een voorbeeld van de werkstrook bij open ontgraving voor de AC-systemen weergegeven. In deze werkstrook bevinden zich tevens een werkweg en ruimte om de vrijgekomen grond uit de sleuf tijdelijk op te slaan.



Afbeelding 27. Voorbeeld van werkstrook bij open ontgraving voor 2 AC-kabelsystemen

Open ontgraving DC-systemen

Bij gebundelde ligging van een DC-kabelsysteem is de strook van het kabeltracé bij open ontgraving circa 7 meter breed. Aan de buitenzijde van de systemen wordt een veiligheidszone van 3 meter aangehouden, deze is onderdeel van de genoemde 7 meter. De diepte van de sleuf is 2,10 meter (of in geval van grondverbetering 2,30 meter). De bovenkant van de kabel bevindt zich op 1,80 meter onder maaiveld. Zie ook afbeelding 28.



Afbeelding 28. Een 2 GW-kabelsysteem gebundeld middels open ontgraving

De kabelsleuf plus werkweg plus opslag grond geeft een werkstrookbreedte van circa 50m voor twee DC-kabelsystemen.

Hieronder volgen de gemiddelde dieptegegevens bij aanleg van de AC en DC kabelsystemen door open ontgraving. Specifieke situaties kunnen afwijken.

AC-systemen	Diepten	Landbouwgebied ⁹
	Kabeldiepte	+/- 1,80m-mv
	Ontgravingsdiepte	+/- 2,10 m-mv
	Bemalingsdiepte	+/- 2,40 m-mv
DC-systemen	Kabeldiepte	+/- 1,80m-mv
	Ontgravingsdiepte	+/- 2,10 m-mv
	Bemalingsdiepte	+/- 2,40 m-mv

Bemalingsdiepte is afhankelijk van o.a. grondwaterstand en kan dus nog wijzigen.

Na kabelinstallatie wordt de grond opnieuw opgebouwd, door de ontgraven lagen in omgekeerde volgorde met de juiste verdichting terug aan te brengen. Hierna kan het maaiveld hersteld worden.

De aanleg van 1.000 meter hoogspanningskabels voor 2 kabelsystemen door open ontgraving duurt (all-in, inclusief maaiveldherstel) circa tien weken.

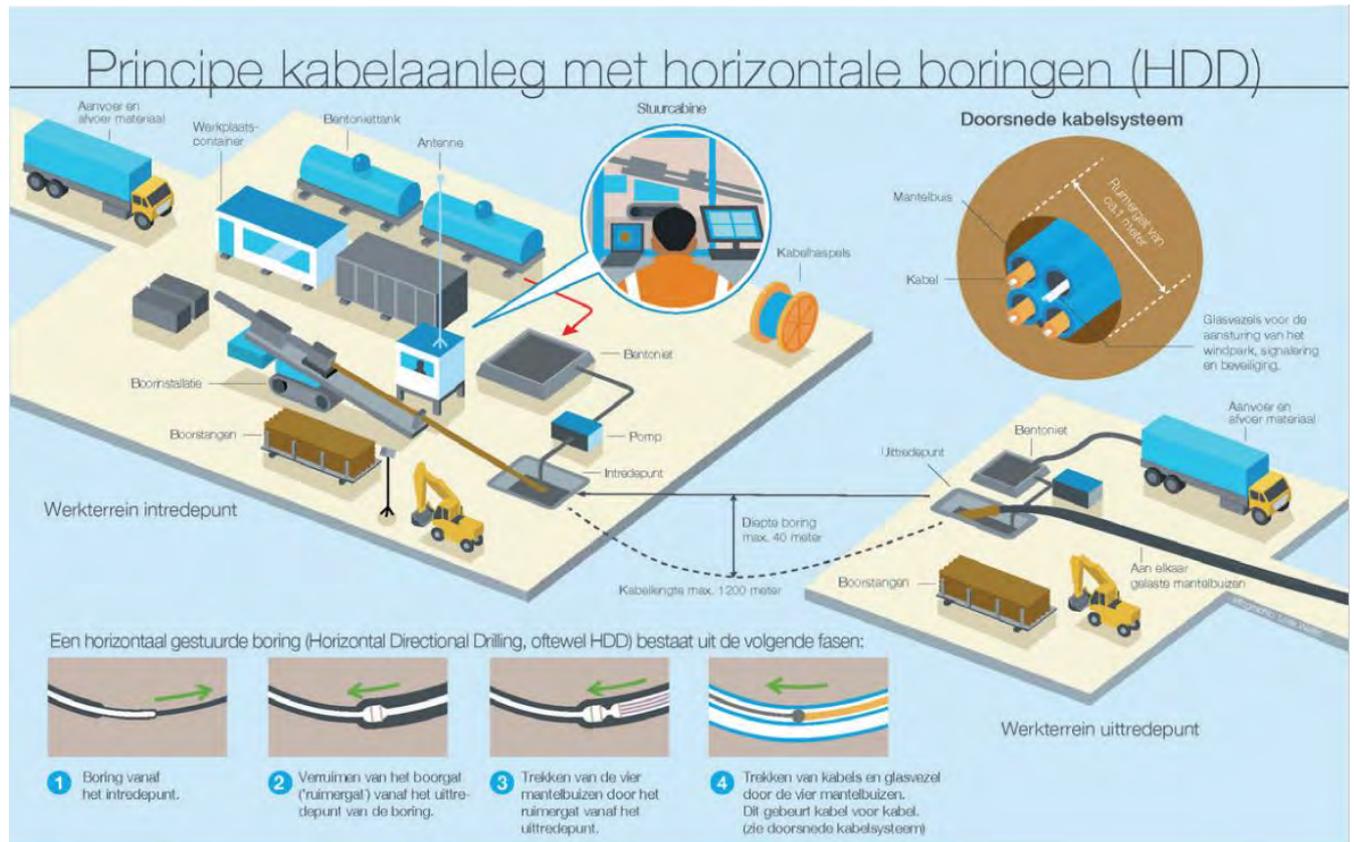
Horizontaal gestuurde boring

Op delen van het tracé waar open ontgraving niet toegepast kan worden (bijv. bij kruising grote wegen/watgangen/spoorlijnen en grote kabels en leidingen) of waar grote schade verwacht wordt, worden horizontaal gestuurde boringen (HDD = Horizontal Directional Drilling) toegepast. Dit wil zeggen dat de hoogspanningskabels, door middel van een boormachine/ op grotere diepte in de grond worden gebracht.

Het uitvoeren van een HDD gebeurt met zogeheten 'in- en uitredepunten'. Dit zijn de plekken waar de boringen de grond ingeboord worden en er weer naar boven komen. Daar zijn ook de tijdelijke werkterreinen en een is klein stukje 'open ontgraving' nodig. Afhankelijk van de lengte van de boring heeft het werkterrein een oppervlakte van circa 2.500-3.500 m² bij het intredepunt en 1.500-2.500 m² bij het uitredepunt. Afhankelijk van de lokale situatie kunnen de afmetingen groter worden.

Een horizontale boring wordt in vier stappen uitgevoerd, weergegeven in afbeelding 29.

⁹ In bebouwd gebied bedraagt de kabeldiepte minimaal +/-1,20 m-mv.



Afbeelding 29. Principe kabelaanleg met horizontaal gestuurde boringen (HDD)

Eerst wordt vanaf het intredepunt naar het uitredepunt ongeveer een kilometer verderop geboord. Met een 'ruimer' wordt vervolgens vanaf het uitredepunt van de boring het boorgat verbreed. Hierbij wordt het boorgat met boorvloeistof gevuld, die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel blijft. Tijdens stap drie wordt een mantelbuis aan de boorkop van de boormachine verbonden en door het boorgat getrokken. De mantelbuizen liggen in dit gebied naar verwachting op een diepte van 10 tot 30 meter. Deze diepte is afhankelijk van onder meer de diepteligging van te kruisen kabels en leidingen, de ondergrond en de benodigde lengte van de boring. Na het intrekken van de mantelbuizen, worden tijdens stap 4 de kabels vanaf een haspel door de mantelbuizen getrokken. Waar de kabels boven de grond bij elkaar komen, worden deze uiteindelijk in de mofputten aan elkaar gelast.

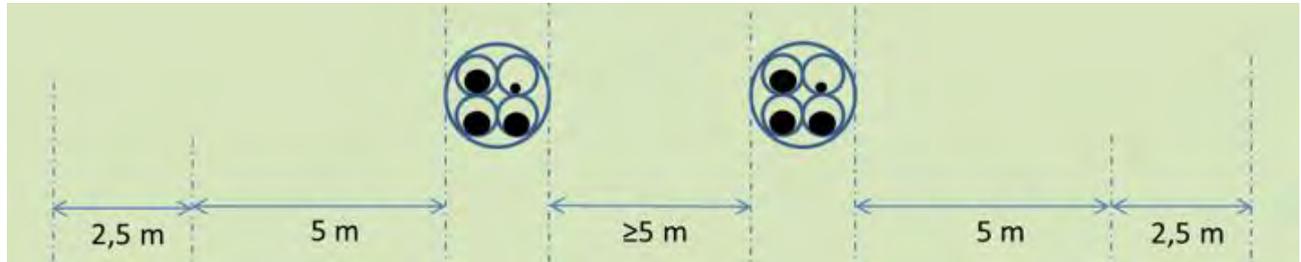
De mantelbuizen worden volledig uitgelegd in de omgeving van het werkterrein. De mantelbuizen worden in delen van 15-20 meter uitgelegd, waarna ze aan elkaar worden gelast en als strengen door het boorgat getrokken. Voor, bijvoorbeeld, een boring van 800 meter betekent dit dat een uitlegstrook van enkele meters breed en een lengte van ruim 800 meter over het land voor de mantelbuizen nodig is.

De maximale lengte van een boring wordt mede bepaald door de bodemopbouw. Soms is het technisch beter om bepaalde grondlagen te vermijden, hierdoor moeten boringen korter worden. Op basis van bekende gegevens is de maximale lengte van een enkele HDD-boring in Noord-Groningen 750-800 meter. Als uit bodem- en veldonderzoeken andere resultaten blijken, kan deze lengte nog wijzigen.

Horizontaal gestuurde boring voor AC-systemen

Het boortraject bestaat per 220 of 380kV wisselstroomverbinding (=2 kabelsystemen) uit twee parallel gelegen boringen, met een tussenafstand van minimaal 5 meter (afhankelijk van de lengte van de boring). Elke boring bestaat uit een bundel van vier kunststof mantelbuizen met daarin drie hoogspanningskabels en

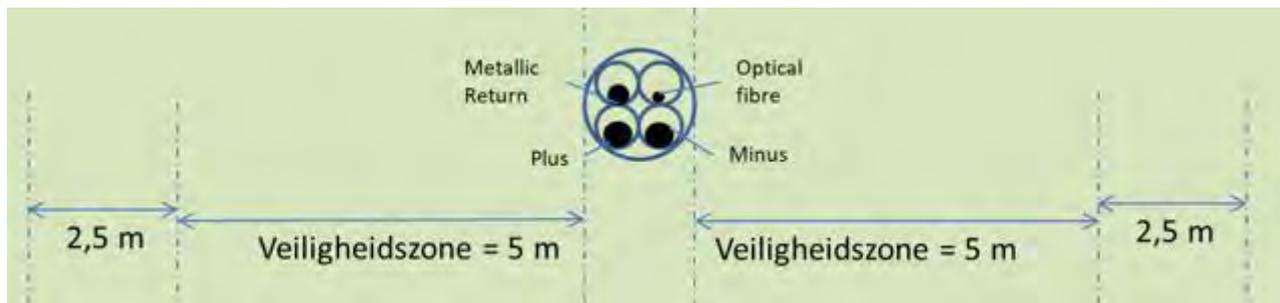
een glasvezelkabel (en in sommige gevallen een aardkabel). De veiligheidszone is 5 meter aan weerszijden van de buitenzijde van de kabel. De strook van de twee AC-kabelsystemen is circa 17 meter. De extra 2,5 meter aan elke kant is een nauwkeurighedsband en alleen van toepassing tijdens de HDD engineering fase (de exacte boorlijn kan tijdens de realisatie in horizontale richting afwijken tot een paar promille van de HDD lengte). Zie ook afbeelding 30.



Afbeelding 30. Twee 380kV-kabelsystemen gebundeld middels HDD

Horizontaal gestuurde boring voor DC-systemen

Het boortraject bestaat per 2 GW gelijkstroomverbinding uit een boring, met vier kunststof mantelbuizen waarin een plus-pool, een min-pool, de metallic return en een glasvezelbuis liggen. De veiligheidszone is circa 5 meter aan weerszijden van de buitenzijde van de kabel. De strook van een DC-verbinding is circa 11 meter. De extra 2,5 meter aan elke kant is een nauwkeurighedsband en alleen van toepassing tijdens de HDD engineering fase (de exacte boorlijn kan tijdens de realisatie in horizontale richting afwijken tot een paar promille van de HDD lengte).



Afbeelding 31a. Een 2 GW-kabelsysteem gebundeld middels HDD – op land

De uitvoering van HDD-boringen neemt (all-in) acht tot tien weken in beslag. De werkterreinen, uitlegstroken en bouwwegen zijn bij een HDD van tijdelijke aard.

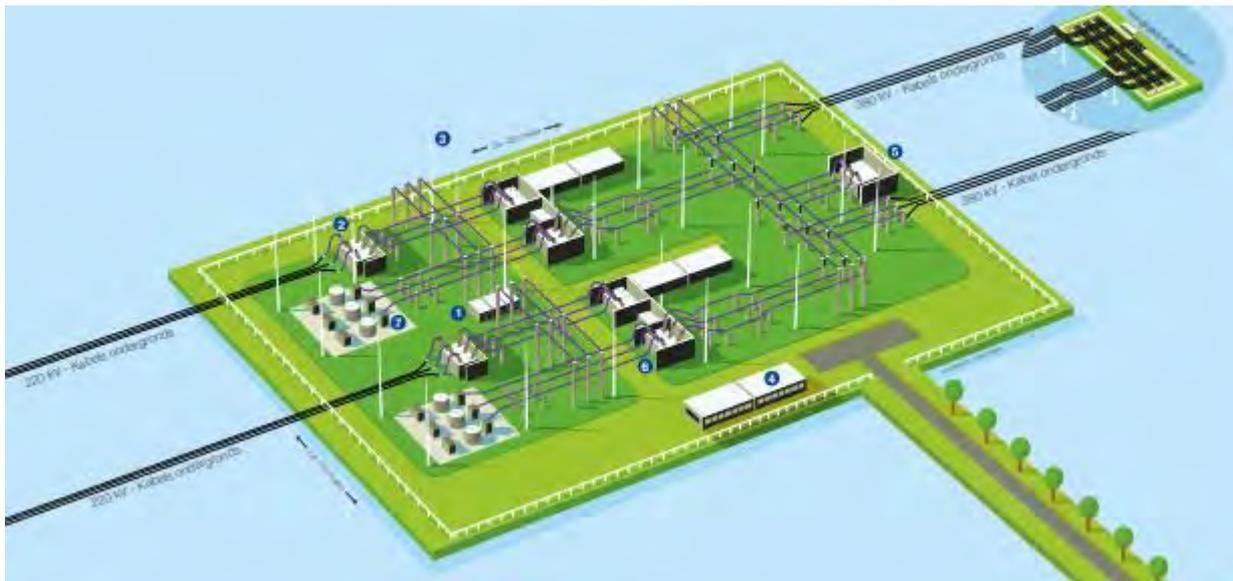
Specifiek voor kruisingen met een primaire waterkering worden separate boringen voor de verschillende kabels van een 2GW verbinding gemaakt.



Afbeelding 31b. Een 2 GW-kabelsysteem HDD-kruising primaire waterkering

2.2.2 Transformatorstation

Om het windpark Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW) aan te sluiten op het Nederlandse hoogspanningsnet is een nieuw transformatorstation nodig waar de stroom van 220 kV getransformeerd wordt naar 380 kV. Dit is nodig omdat deze bestaande hoogspanningsstations zijn aangesloten op het 380 kV hoogspanningsnet. Het transformatorstation bestaat onder andere uit 380 kV-openlucht schakelinstallaties inclusief veldhuisjes, 380 kV-inschakelweerstanden, 380/220/33 kV-vermogenstransformatoren, 220 kV-schakelinstallaties, 220 kV-harmonische en 'transient overvoltage' (TOV) filterbanken, 220/33 kV-shunt spoelen, 33 kV-schakelinstallaties inclusief gebouw, 33 kV-condensatorbanken inclusief gebouw, 33 kV-aardings-/ distributietransformatoren, een centraal dienstengebouw en in- en uitgaande hoogspanningskabels (220/380 kV).



Afbeelding 32. Indicatieve weergave van transformatorstation (0,7 GW)



Afbeelding 33. Indicatieve weergave van onderdelen transformatorstation



Afbeelding 34. Foto's van werkzaamheden aanleg transformatorstation

De benodigde oppervlakte voor het transformatorstation is circa 3,5 hectare (vergelijkbaar met zo'n 7 voetbalvelden). Hier komt een tijdelijk werkterrein van zo'n 1 hectare bij. Ter vergelijking het bestaande 380kV-hoogspanningsstation Eemshaven Oudeschip is circa 4 hectare groot. De hoogte van de installaties van een transformatorstation varieert van 10 tot 15 meter met een aantal bliksemafleiders van ongeveer 25 meter hoog. Het transformatorstation is een open installatie, op een enkel gebouw na.

Aanlegduur

Werkzaamheden	Duur aanleg
Bouwrijp, ophoging, voorbelasten	12 maanden (ophoging en voorbelasten is niet altijd nodig, locatie afhankelijk)
Civiel werkzaamheden	12 maanden
HVDC installatie en commissioning	12 maanden

In totaal bedraagt de aanleg van een transformatorstation circa 3 jaar.

2.2.3 Converterstation

Het converterstation zet de 525kV-gelijkstroom om naar 380kV-wisselstroom. Dat is nodig omdat het landelijk hoogspanningsnet een 380kV-wisselstroom net is. Voor het converterstation is ongeveer 5,5 ha oppervlak nodig en 2 ha extra als tijdelijk werkterrein tijdens de aanlegfase. Het converterstation bestaat onder andere uit converters (omvormers), reactoren, koelers, transformatoren en 380kV-schakelvelden. De converters en reactoren staan inpandig, de transformatoren, koelinstallaties en de schakelvelden buiten. De maximale hoogte van de gebouwen bedraagt 25 meter. Het converterstation is onbemand.



Afbeelding 35. Indicatieve weergave van een converterstation (2 GW)

Aanlegduur

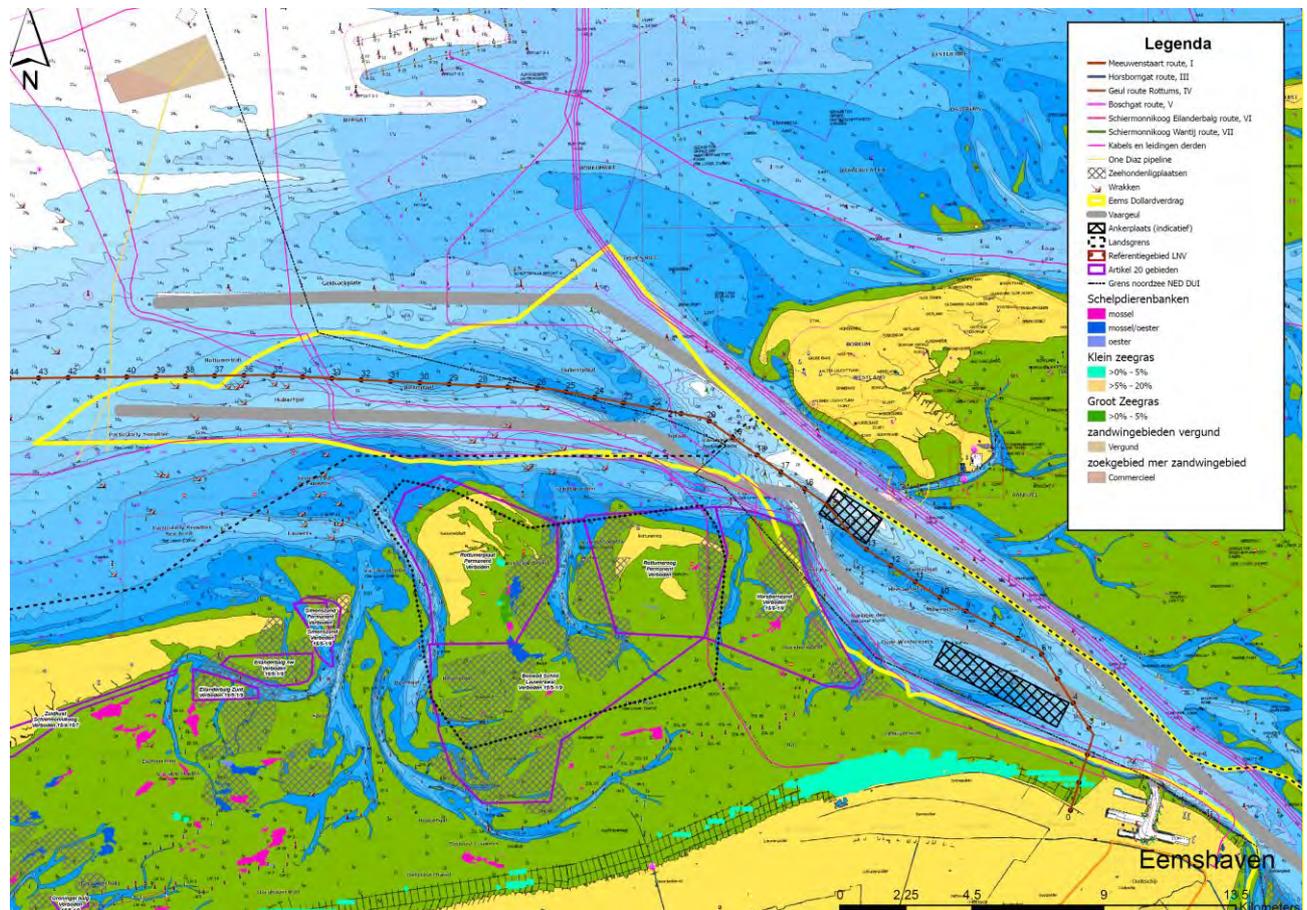
Werkzaamheden	Duur aanleg
Bouwrijp, ophoging, voorbelasten	12 maanden (ophoging en voorbelasten is niet altijd nodig, locatie afhankelijk)
Civiel werkzaamheden	18 maanden
HVDC installatie en commissioning	18 maanden

In totaal bedraagt de aanlegduur van een converterstation tussen de 3 en 4 jaar.

3. Factsheet route I Meeuwenstaart

3.1 Inleiding

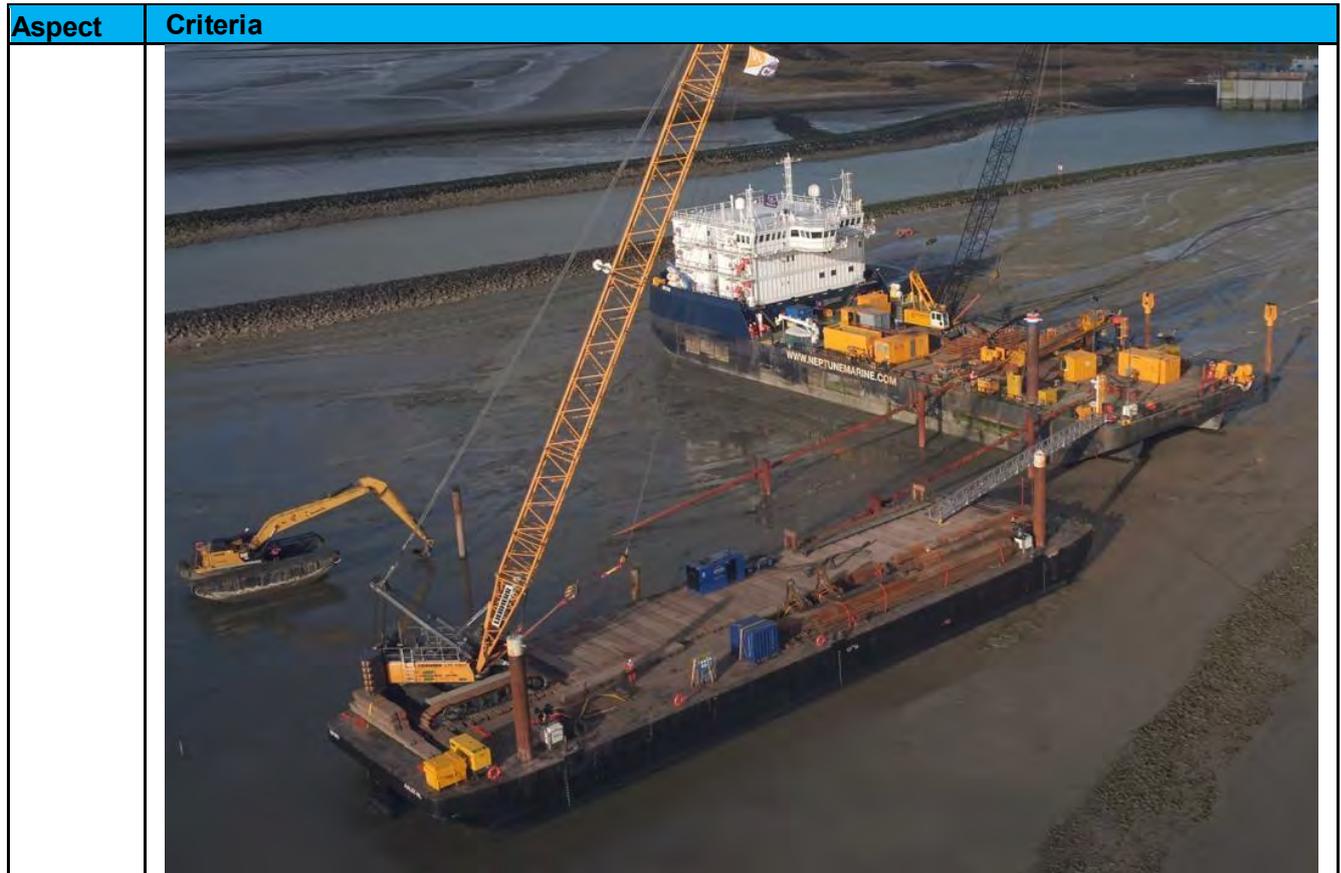
De route Meeuwenstaart is de meest oostelijke route. In de basis betreft het een route die gebruik maakt van ondiepe delen om zo de scheepvaart zo min mogelijk te hinderen (dus zoveel mogelijk buiten de vaarroutes blijft). De route loopt (vanuit Noordzee geredeneerd) vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. Na de verlaten telecomkabels loopt de route boven Rottumeroog en Rottumerplaat langs in oostelijke richting naar het Duitse eiland Borkum. Ten noorden van Rottumeroog kruist de route de Gemini- en NorNed-kabels (de laatste is een kabel voor het transport van elektriciteit tussen Noorwegen en Nederland). De route loopt noordelijk van de Geminikabels verder en buigt ter hoogte van de Huijbertplaat af naar de Eemsmonding. Ook de COBRA-kabel (een elektriciteitskabel tussen Denemarken en Nederland) ten noordoosten van Rottumeroog worden gekruist. Hierna loopt de route over de Meeuwenstaartbanken in de Eemsmonding. Het Eems-Dollard verdragsgebied en de natuurlijke vaargeul van de Oude Westereems worden doorkruist. Het is mogelijk dat ook ankergebieden in de Eems doorkruist worden. Tenslotte landt de route aan bij de zeedijk nabij de Westlob. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



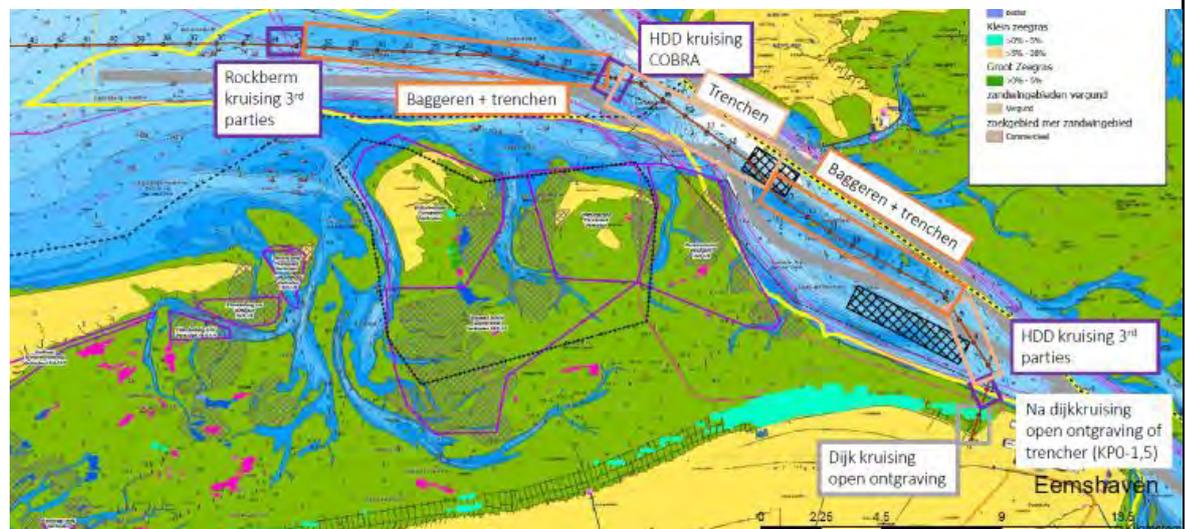
Afbeelding 36. Overzichtskartaal I Meeuwenstaartroute

3.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode:</p> <p><u>Diepe delen</u> Op de delen waar voldoende waterdiepte is kunnen de kabelsystemen worden geïnstalleerd op de gebruikelijke wijze zoals ook kabels in de offshore sectie worden geïnstalleerd. Men gebruikt hiervoor een kabelschip met een carousel waarin tientallen kilometers kabel kan worden getransporteerd. De kabel wordt op het zeebed gelegd waarna deze met een tweede schip met een kabeltrencher (kabelbegravingmachine) wordt begraven tot in de morfologisch stabiele laag. Het type begravingmachine is afhankelijk van de lokale condities en aannemer, maar kan bestaan uit een voertuig dat zich onderwater voortbeweegt op rupsbanden of een slede die voortgetrokken wordt door het schip.</p> <p>Er is eveneens een combinatie mogelijk van leggen en begraven door 1 schip. Het begraven gebeurt dan op dezelfde wijze, echter wordt het kabelsysteem dan direct vanaf het schip door de machine geleid en begraven. In dat geval is het ook mogelijk om gebruik te maken van een "vertical injector", een zwaard dat aan het schip bevestigd is en een sleuf trekt in het zeebed en direct de kabel onder in de sleuf voert. (Er zijn enige varianten, zo gebruikt men waterinjectie of laat men het zwaard vibreren of een combinatie van beiden waardoor het zwaard makkelijker door de grond getrokken kan worden.)</p> <p><u>Ondiepe delen (zie ook oranje vakken (trenchen + baggeren) in afbeelding 38)</u> Voor de ondiepe delen in het Eems estuarium dient er een toegangskanaal (minimaal 60 meter breed en minimaal 12 meter diep) gebaggerd te worden voor de kabelinstallatieschepen. Vooral de diepgang ten gevolge van het gewicht van de aan te voeren kilometers kabel maakt het dat er veel gebaggerd dient te worden. Wanneer er post-lay burial wordt toegepast is toch het leggen van de kabel maatgevend voor de te baggeren diepte. Vanwege de geringe waterdiepte is het noodzakelijk eerst gebruik te maken van cutterzuigers (snijkopzuiger) voor het creëren van waterdiepte voor hopperzuigers die een grotere baggercapaciteit hebben. M.b.t. het schip wordt uitgegaan van een groot kabelschip zoals de CLV Leonardo Da Vinci of de CLV NKT Victoria. Een ankerspread veroorzaakt te veel hinder voor de scheepvaart gedurende enkele dagen tot weken, er wordt daarom uitgegaan van een schip met dynamic positioning.</p> <p>Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de bestaande infrastructuur (NorNed, COBRA en Gemini) gekruist worden. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het navigatiegebied zoals weergegeven op afbeelding 37 (een soort gelijke activiteit vindt plaats in de paarse cirkel op afbeelding 38). De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden en middels een open ontgraving of met gebruik van een Wadtrencher begraven worden (zie grijs vak in afbeelding 38). De kabels kunnen in een open ontgraving in de dijk gelegd worden. De dijk op deze locatie is geen primaire zeekering.</p>



Afbeelding 37. Boren vanaf de wadplaat richting het navigatiegebied.



Afbeelding 38. Nearshore route Meeuwenstaart (deel 1)

Aspect	Criteria						
	<p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden (en navigatiegebied)): Geen bekende beperkingen op basis van ecologische gronden. Er is nog geen toestemming vanuit GDWS om kabelsystemen te installeren in de vaargebieden van het EDV gebied.</p> <p>Aanvoer materieel en materiaal: Kabel kan worden aangevoerd via de Eems.</p> <p>Begraafdiepte Er dient te worden voldaan aan de eisen vanuit de Waterwetvergunning en daarom wordt bury-and-forget toegepast. Begraafdiepte is daarom afhankelijk van het niet mobiele zeebed.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Op delen met weinig waterdiepte worden de werkzaamheden beperkt door het getij, dit zorgt voor een reductie van werkbare uren m.n. voor het baggeren.</p>						
Baggeren	<p>Baggermethode: Het gebied is morfologisch zeer dynamisch (zie oranje vakken in afbeelding 38) en sommige delen zijn erg ondiep.</p> <p>Er is zeer grote kans op blootspoeling waardoor kabels in de (diepe) stabiele laag moeten worden begraven. Hierdoor ontstaan grote baggerhoeveelheden.</p> <p>Alleen al voor de aanvoer van materiaal en materieel is een baggervolume nodig van 7,8 miljoen m³. Een toegangskanaal dient namelijk te worden gebaggerd in de ondiepe delen om de kabelsystemen te plaatsen te krijgen. Om de kabelsystemen in het stabiele zeebed te kunnen installeren in deze morfologisch zeer dynamische omgeving (op sommige plekken meer dan 10 meter verschil in waterdiepte per jaar), moet er ook gebaggerd worden.</p> <p>Dit zullen grote baggerhoeveelheden zijn, op basis van de eerste grove berekeningen door te kijken naar het huidige zeebed, het historisch laagste zeebed en het baggerprofiel dat gemaakt moet worden in dit gebied waar hoge stroomsnelheden zijn. Door deze hoge stroomsnelheden zullen de gemaakte profielen eveneens snel aanzanden en is er daarnaast het risico op een storm die tijdens de aanlegperiode het werk teniet doet zodat men weer opnieuw kan beginnen.</p> <p>De ingeschatte initiële baggervolumes zullen 20 miljoen m³ zijn (meer dan bij COBRA en/of Gemini) <i>voor een enkele verbinding</i>, waardoor er – gebaseerd op eerder projecten - wel sprake van kan zijn van significante negatieve ecologische effecten. Dit moet echter door een MER-bureau uitgezocht worden.</p> <p>De baggervolumes zijn dusdanig dat het onwaarschijnlijk is een geul te kunnen baggeren (dit bedraagt meerdere jaren werk) die lang genoeg op diepte blijft om een kabelsysteem te kunnen installeren. Dit betekent dat de geul meerdere jaren open moet blijven door onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Daarnaast creëert men met deze geul een nieuwe getijdegeul die het gehele morfologische systeem en de vaargeul kan beïnvloeden. Dit moet echter door een MER-bureau uitgezocht worden.</p> <p>Hieronder volgt een inschatting van de baggerhoeveelheden op verschillende delen van de route:</p> <table border="1" data-bbox="523 1733 1155 1937"> <tbody> <tr> <td data-bbox="523 1733 839 1803">KP 3.2 - 4.2</td> <td data-bbox="839 1733 1155 1803">1,2 miljoen m³</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 1803 839 1872">KP 5.5 – 10</td> <td data-bbox="839 1803 1155 1872">4,1 miljoen m³</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 1872 839 1937">KP 10 – 20</td> <td data-bbox="839 1872 1155 1937">4,6 miljoen m³</td> </tr> </tbody> </table>	KP 3.2 - 4.2	1,2 miljoen m ³	KP 5.5 – 10	4,1 miljoen m ³	KP 10 – 20	4,6 miljoen m ³
KP 3.2 - 4.2	1,2 miljoen m ³						
KP 5.5 – 10	4,1 miljoen m ³						
KP 10 – 20	4,6 miljoen m ³						

Aspect	Criteria						
	<table border="1" data-bbox="523 367 1155 573"> <tr> <td data-bbox="523 367 839 434">KP21 – 26</td> <td data-bbox="839 367 1155 434">4,6 miljoen m³</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 434 839 501">KP26 – 30</td> <td data-bbox="839 434 1155 501">2,8 miljoen m³</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 501 839 573">KP30 – 38</td> <td data-bbox="839 501 1155 573">2,8 miljoen m³</td> </tr> </table> <p data-bbox="331 618 1511 707">Alternatieve aanlegmethoden (zoals bijv. rijdend materieel) zijn hier niet van toepassing omdat daarmee niet de gewenste diepte wordt behaald voor het uitgangspunt 'Bury and Forget'. Voor de argumenten ten grondslag hieraan, zie hoofdstuk 2.1.</p> <p data-bbox="331 707 1511 831">Duur en moment (getij) van werkzaamheden Op de delen waar weinig waterdiepte is wordt de uitvoering beperkt door het getij. Aanleg van één kabelsysteem met in achtname van de baggervolumes zal niet in één jaar uitgevoerd kunnen worden.</p> <p data-bbox="331 831 1511 898">Verspreidingslocatie Naast gebaggerde geul. Extra transport wordt niet voorzien.</p> <p data-bbox="331 898 1511 965">Verspreidingsmethode Op en nabij de gebaggerde geul verspreiden middels bodemdeuren.</p> <p data-bbox="331 965 1511 1178">Afmetingen van de gebaggerde geul In verband met hoge stroomsnelheden en golven is voor de geul een talud van 1:7 en op delen met een hoge morfologische activiteit 1:10 aannemelijk. Voor afmetingen zie hoofdstuk 2.1.1. M.b.t. geuldimensies, waarbij het uitgangspunt de breedte van het schip is en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren, is een eerste inschatting 60 meter op de bodem van de gebaggerde geul.</p>	KP21 – 26	4,6 miljoen m ³	KP26 – 30	2,8 miljoen m ³	KP30 – 38	2,8 miljoen m ³
KP21 – 26	4,6 miljoen m ³						
KP26 – 30	2,8 miljoen m ³						
KP30 – 38	2,8 miljoen m ³						
Veiligheid	<p data-bbox="331 1178 1511 1301">Kruisingen: Complexe kruisingen met bestaande kabels, ankergebieden en overige scheepvaartgebieden. Er moet een aantal complexe kruisingen worden uitgevoerd met bestaande kabels (bijv. COBRA-, NorNed- en Geminikabels).</p> <p data-bbox="331 1335 1511 1402">De Geminikabels en NorNed op zee kunnen middels een conventionele kruising worden uitgevoerd.</p> <p data-bbox="331 1435 1511 1794">Bij kruising met COBRA-kabel op diep water is een boring (HDD), zie paars vak in afbeelding 38, noodzakelijk om te voldoen aan de Waterwetvergunning. COBRA-kabel ligt al op -19m LAT, hier moet ruim onderdoor worden geboord en zijn er een tweetal Jack Up barges nodig voor deze 'van zee naar zee-boring'. Complicerende factor is dat dit naast de vaargeul plaats moet vinden. De ruimte voor kruising werkzaamheden (bijv. Jack-up barge (hefponon)) in combinatie met baggeren is beperkt in dit morfologisch dynamisch gebied. Bestaande infrastructuur (kabels) moet onderdoor gekruist worden. Dit moet met een complexe HDD boring. Nabij het intredepunt van de HDD moet er een Omega joint (lus van minimaal 25 meter) gemaakt worden om de ingetrokken kabel te verbinden met de rest van de aan te leggen kabel. Hierdoor is de aanleg van meerdere kabelsystemen niet mogelijk (onvoldoende fysieke ruimte in het horizontale vlak). Voor de 2 GW bundel zijn meer Omega lussen nodig. Hier zijn namelijk per 2 GW twee HDD's nodig, met elk een Omega lus.</p> <p data-bbox="331 1827 1511 1971">Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de bestaande infrastructuur (NorNed, COBRA en Gemini) gekruist worden. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het navigatiegebied. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden en middels een open ontgraving of met gebruik van een Wadtrencher begraven worden. De kabels kunnen in een open ontgraving in de dijk gelegd worden. De dijk op deze locatie is geen</p>						

Aspect	Criteria
	<p>primaire zeekering (zie grijs vak op afbeelding 38).</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen): Een aantal gebieden zijn morfologisch dynamisch waardoor risico op blootspoelen speelt. Blootspoelende kabelsystemen zijn niet alleen een risico voor de kabeleigenaar, maar ook voor de visserij en scheepvaart. Daarnaast is de scheepvaartveiligheid tijdens installatie een belangrijk onderwerp en dient men te zorgen dat de werkzaamheden zo kort mogelijk duren en het beïnvloede oppervlak zo klein mogelijk is, om het risico voor personeel en materieel zo veel mogelijk te beperken.</p> <p>Voor aanleg / onderhoud van kabels is toestemming van GDWS noodzakelijk. Zij zijn verantwoordelijk voor de scheepvaartveiligheid. Of deze toestemming komt, wanneer (planningsrisico) en onder welke voorwaarden (denk aan toegestane hunder voor scheepvaart) is nog onduidelijk.</p>
Onderhoud en reparatie	<p>Methode: Massflow. Hierbij wordt de bodem vloeibaar gemaakt door het inspuiten van water onder hoge druk. De kabel(s) zakken door hun gewicht naar een diepere ligging. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van suppletie (zand storten op bloot gespoelde kabels).</p> <p>Duur en moment van werkzaamheden: Door een installatiemethode te kiezen die zorgt dat de systemen in het stabiele zeebed liggen, kan men voorkomen dat men moet herbegraven. Wanneer een systeem faalt van binnenuit, dient de locatie direct toegankelijk te zijn om de verbinding te repareren en de levering van duurzame energie te verzorgen. Reparatietijd is afhankelijk waterdiepte, begraafdiepte, getij en weersomstandigheden.</p>

3.3 Optimalisatie route

Kruising met COBRA kabel moet nader beschouwd worden. Hier kan nog wat geoptimaliseerd worden. Het aanlegprincipe en de complexiteit blijft echter gelijk (boring).

3.4 Verwachte capaciteit per route

Er is technisch gezien slechts een verwachte maximale ruimte voor 2x 2GW bundel of voor de 700 MW kabels. Aanleggen van alle circuits voor 4,7 GW is niet mogelijk.

3.5 Conclusie

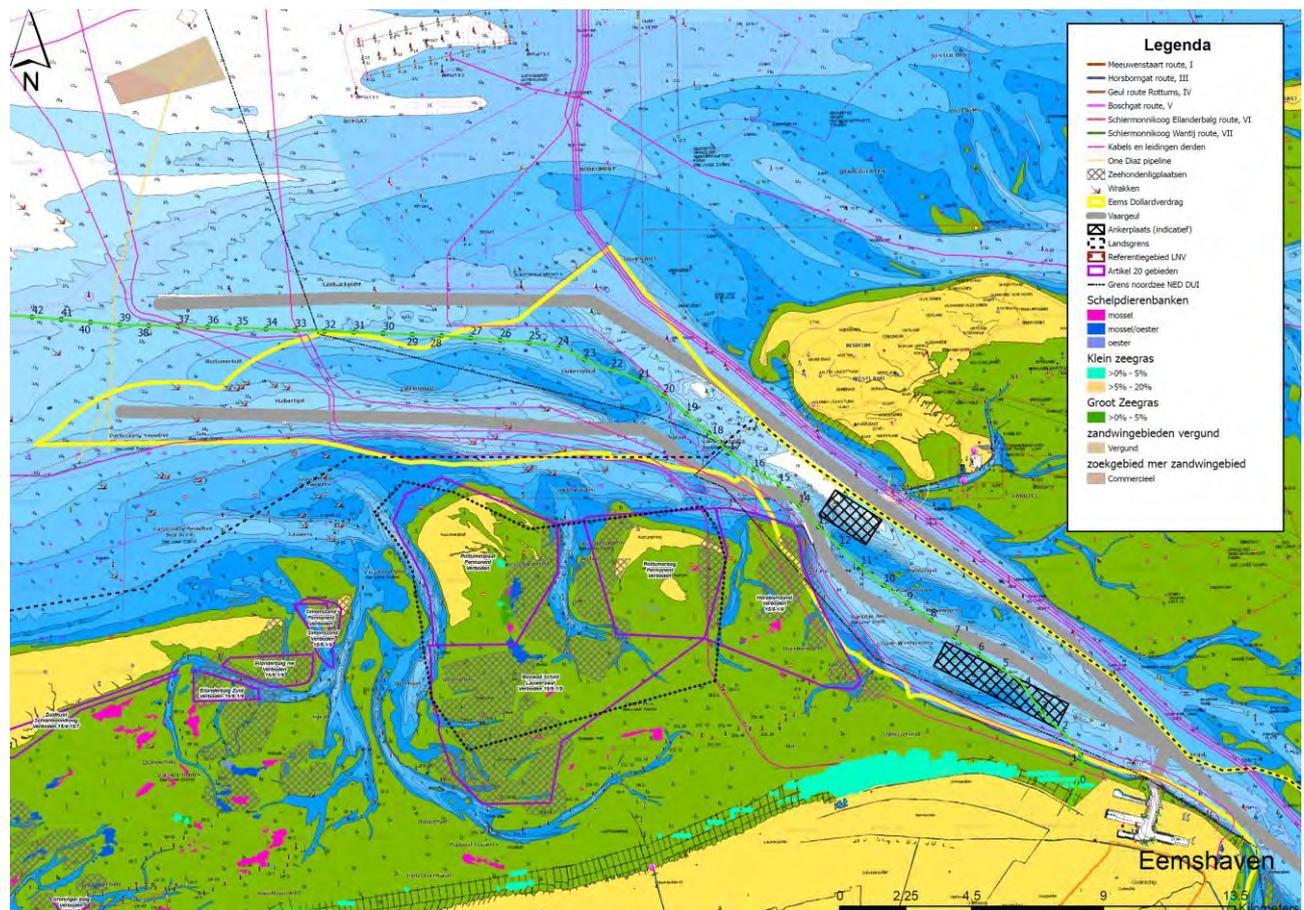
TenneT acht de risico's voorafgaand aan de aanleg, bijv. het tijdig verkrijgen van toestemming voor het kruisen van bestaande infrastructuur en aanleg in het gebied door Duitsland (GDWS), te groot. Hetzelfde geldt voor de aanlegfase, langdurig intensief baggeren en de te verwachte effecten (omvang nader te bepalen door MER-bureau) op de morfologie en ecologie, te groot. Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

4. Factsheet route II Oude Westereemsroute

4.1 Inleiding

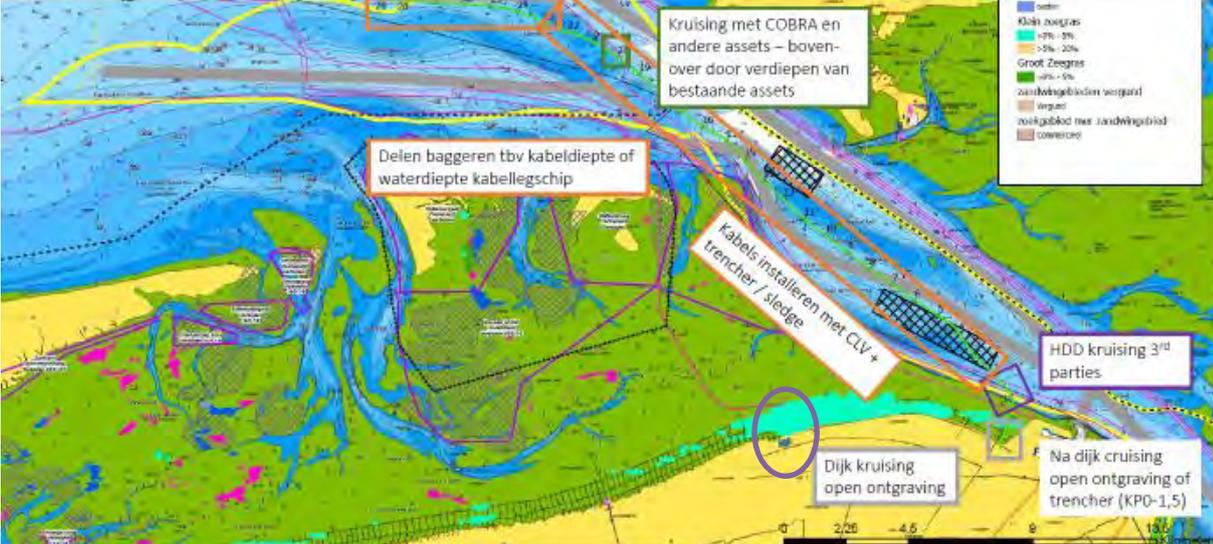
Aanleiding voor de Oude Westereemsroute is het volgen van stabiele diepe delen in het Eemsestuarium. De route *Oude Westereems* kruist (vanuit Noordzee geredeneerd) vanaf de 6 zeemijlgrens de Gemini- en NorNed-kabels ten noorden van Schiermonnikoog om vervolgens iets ten zuiden van de route I Meeuwenstart in zuidelijke richting te vervolgen en in zuidoostelijke richting het Duitse eiland Borkum.

De COBRA-kabel en de zuidelijke scheepvaartroute worden ten noordoosten van Rottumeroog gekruist. Ter hoogte van de Huijbertplaat buigt de route af naar de Eemsmonding. Hierna loopt de route door de Oude Westereems richting de Eemshaven. Hierbij wordt het Eems-Dollard verdragsgebied doorkruist. Tenslotte landt de route aan bij de zeedijk nabij de Westlob.. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 39. Overzichtkaart | Oude Westereemsroute

4.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode:</p> <p><u>Diepe delen:</u> Er is voldoende waterdiepte om de kabelsystemen te installeren op de gebruikelijke wijze zoals ook kabels in de offshore sectie worden geïnstalleerd. Dit betekent toepassing van een kabelinstallatieschip (transport kabel) evt in combinatie met een begraafmachine voor het in de stabiele bodemlaag aanbrengen van de kabels. En relatief lange kabellengtes (weinig verbindingsmoffen).</p> <p><u>Ondiepe delen:</u> Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de bestaande infrastructuur (NorNed, COBRA en Gemini (Buitengaats en ZeeEnergie)) gekruist worden. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het navigatiegebied (zie ook afbeelding 40). De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden en middels een open ontgraving of met gebruik van een Wadtrencher begraven worden. De kabels kunnen in een open ontgraving in de dijk gelegd worden. De dijk op deze locatie (zie grijs vak in afbeelding 40) is geen primaire zeekering.</p>  <p>Afbeelding 40. Nearshore route Oude Westereems (deel I)</p>
	<p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Geen bekende beperkingen op basis van ecologische gronden. Er is nog geen toestemming vanuit GDWS om kabelsystemen te installeren in de vaargebieden van het EDV gebied.</p>
	<p>Aanvoer materieel en materiaal: Over de Eems op een zeegaand kabelinstallatieschip.</p>
	<p>Begraafdiepte De route is zo gekozen dat de kabelsystemen in de historisch diepste delen van het gebied liggen waardoor de begraafinspanning om de kabels in de stabiele ondergrond te leggen minimaal is. Over grote delen minder dan 5 meter en op een aantal delen dieper, maar uitvoerbaar met een begraafmachine van voorgaande projecten als Borssele, HKZ en HKN.</p>
<p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden De installatie is vrijwel getijonafhankelijk</p>	

Aspect	Criteria
Baggeren	<p>Baggermethode Er zijn minimale baggerwerkzaamheden (ca. 4 miljoen m³ per kabelsysteem) nodig omdat er ten tijde van installatie er wellicht een aantal locaties zijn die meer verzand zijn dan ten tijde van het routeontwerp aangenomen waardoor er een laag weggehaald dient te worden alvorens te kunnen begraven met een kabel begraafmachine zoals gebruikt is op projecten als Borssele, Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. Hiervoor is pas een concrete inschatting te maken op basis van surveys vlak voor uitvoering. Echter er is niet overal voldoende waterdiepte voor een dergelijk zeegaand installatieschip. Er moet op een aantal locaties een geul gebaggerd worden. Door deze baggerwerkzaamheden vervalt de baggerhoeveelheid voor de kabelinstallatie. De totale hoeveelheid baggervolume is ca. 4 miljoen m³.</p>
	<p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Relatief korte duur doordat er voldoende waterdiepte is voor relatief groot materieel. Dit kan binnen een seizoen worden verwijderd.</p>
	<p>Verspreidingslocatie Op en nabij de gebaggerde locatie. Geen transport naar verder gelegen baggerstortplaats.</p>
	<p>Verspreidingsmethode Op en nabij door middel van bodemdeuren.</p>
	<p>Afmetingen van geul Talud 1:7 (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1) M.b.t. geul dimensies, waarbij het uitgangspunt de breedte van het schip is en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren, is een eerste inschatting 60 meter op de bodem van de gebaggerde geul.</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen Kruisingen van COBRA, NorNed en Gemini in morfologisch stabielere gebieden. Uitgangspunt is deze infrastructuur te verdiepen waardoor de toekomstige kabels boven over kunnen kruisen en de kruisingsbouwwerken tot een minimum beperkt kunnen worden. Wanneer dit niet wordt toegestaan zullen er standaard kruisingsbouwwerken met een stenen berm worden gemaakt. Nabij het aanlandingspunt dienen de bovengenoemde kabels gekruist te worden middels een HDD van de Wadplaat naar het navigatiegebied. De kabels kunnen doorgetrokken worden tot op de dijk waarna ze in een open ontgravingen kunnen worden geïnstalleerd of middels een Wadtrencher.</p>
	<p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Door de kabelsystemen in de stabiele ondergrond te leggen is het risico op blootspoeling beperkt. De aanlegduur is relatief kort doordat er met relatief groot materieel gewerkt kan worden en de risico's op weersverlet zijn daardoor gering. Hinder van scheepvaart en bijhorende scheepvaartveiligheid is daarmee ook minder groot.</p>
Onderhoud en reparatie	<p>Methode: Massflow. Hierbij wordt de bodem vloeibaar gemaakt door het inspuiten van grote volumes water. De kabel(s) zakken door hun gewicht naar een diepere ligging. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van zand suppletie op de delen waar de dekking onvoldoende is.</p>
	<p>Duur en moment van werkzaamheden: Geen restricties vanuit ecologie aannemelijk (nader te bepalen door MER-bureau). Afhankelijk van locatie en migratie van het zeebed is de duur afhankelijk van de te verwijderen hoeveelheid bodemmateriaal. Er is nog niet bekend of er vanuit GDWS aanvullende voorwaarden komen voor werken in het EDV gebied.</p>

4.3 Optimalisatie route

Route II Oude Westereemsroute is samen met Waterproof [PAWOZ-OFS-060202-ENG-REP-WTP-0001-00 - Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven] uitgebreid beoordeeld. De optimalisaties zijn op de meegeleverde kaart aangebracht.

4.4 Verwachte capaciteit per route

Maximaal 5 kabelsystemen gebaseerd op de huidige route en morfologische studie. (2x voor 700MW + 3x 2GW of 5x2GW).

4.5 Conclusie

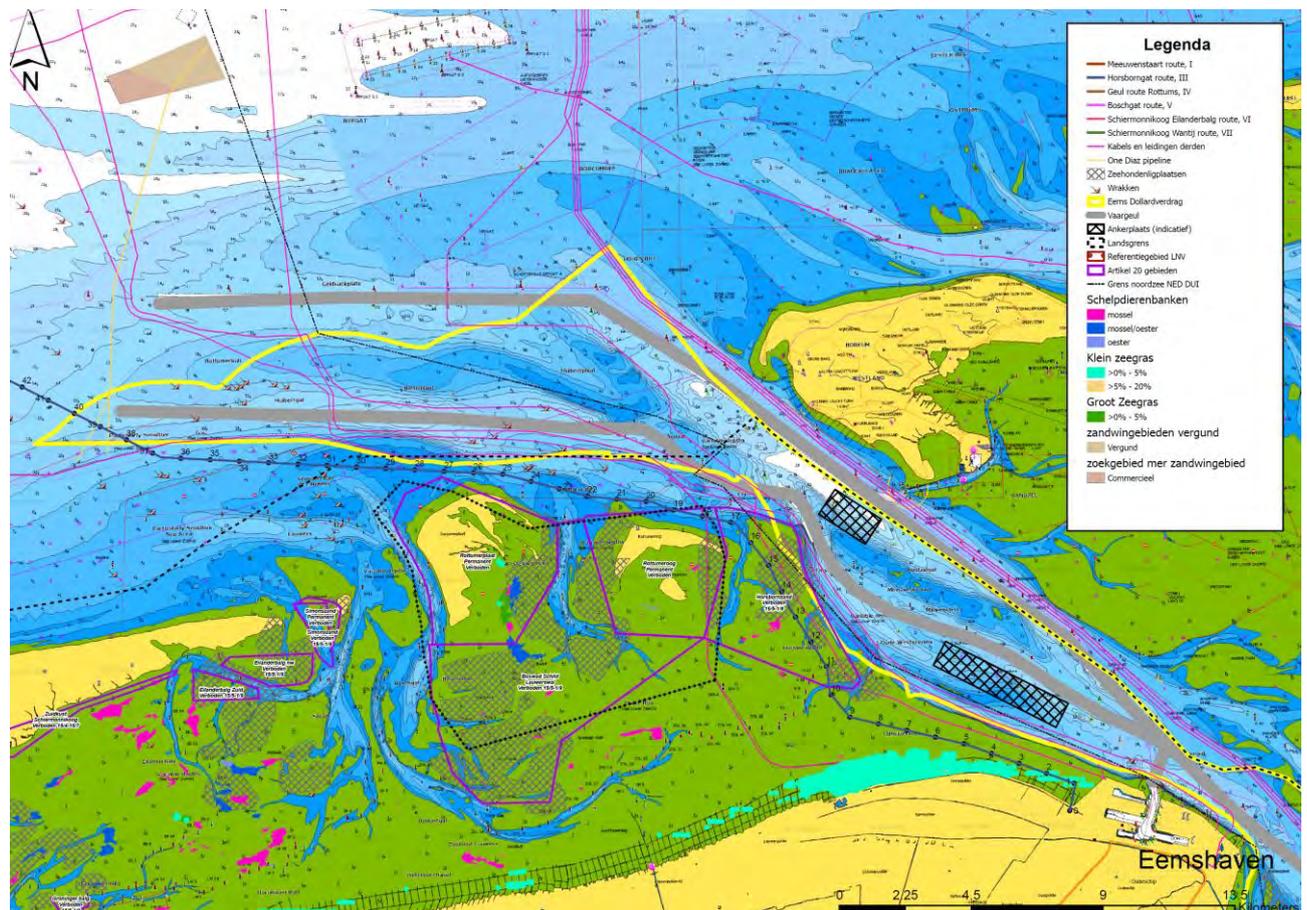
Advies is om deze route verder te onderzoeken.

5. Factsheet route III Horsborngat route

5.1 Inleiding

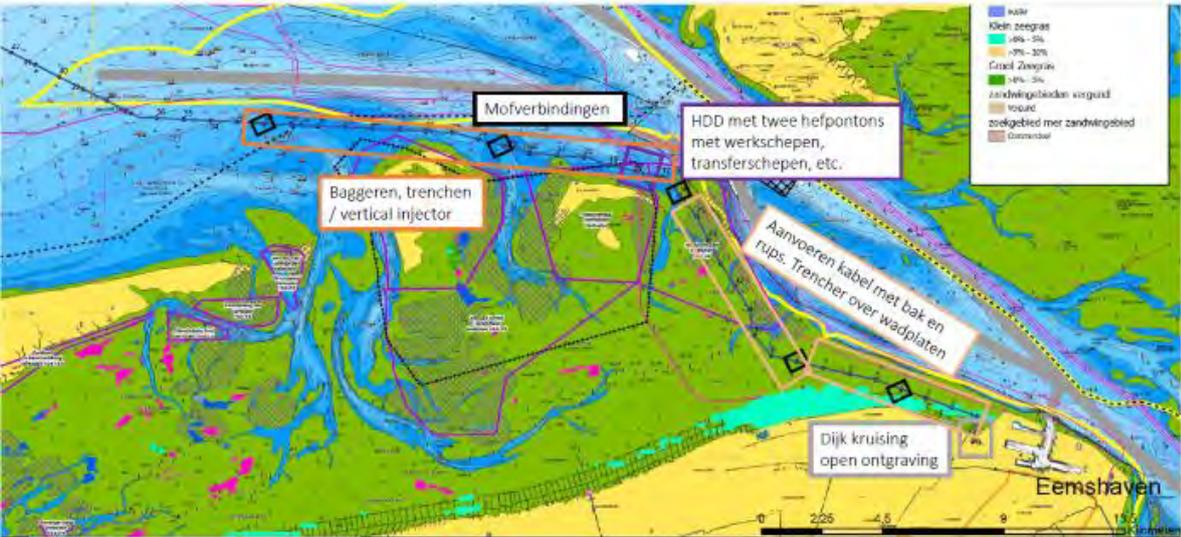
De route *Horsborngat* loopt vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. En kruist het EDV-gebied voor een klein deel. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in oostelijke richting naar het Duitse eiland Borkum. De route loopt ten zuiden van het Horsborngat en langs de noordelijke grens van het referentiegebied boven Rottumeroog en Rottumerplaat. De route kruist opnieuw de NGT gasleiding waarna een hoek van het referentiegebied over een afstand van ongeveer 1 tot 2 kilometer doorkruist wordt. Hierna buigt de route af richting de Eemshaven waarna de route parallel aan de westelijke kant van de Gemini kabels loopt.

De route loopt nabij het Eems-Dollard verdragsgebied op het Horsbornzand. Tenslotte landt de route aan bij de zeedijk nabij de Westlob. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 41. Overzichtskartaal | Horsborngat route

5.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p data-bbox="355 434 1557 613">Installatiemethode Ondergrond is stabiel en het meest compact t.o.v. routes IV en V. Met uitzondering vanaf de ingang van het Sparregat. Vanaf dit punt is het gebied morfologisch heel dynamisch. De werkzaamheden zijn zeer afhankelijk van het meteorologische omstandigheden, stroming en golven. Gezien de zeer geringe waterdiepte en de grote morfologische dynamiek kan er alleen gebruik gemaakt worden van klein materieel dat gevoelig is voor weersverlet.</p>  <p data-bbox="355 1193 1557 1227">Afbeelding 42. Nearshore route Horsborngat (deel 1)</p> <p data-bbox="355 1249 1557 1373">Een zeer complexe kruising met de NGT leiding (zie paars vak in afbeelding 42). Het uittredepunt van de boring moet naar een stabiel punt in het zeebed, aan beide kanten van de boring moet een put worden aangelegd op diepte. De vraag is of deze in een zeer morfologisch dynamisch gebied mogelijk is (zie ook hieronder 'kruisingen'). Kans is zeer klein.</p> <p data-bbox="355 1406 1557 1462">Gebied is niet homogeen, waardoor minimaal twee verschillende installatietechnieken noodzakelijk zijn (Wadtrencher en ponton met Vertical Injector).</p> <p data-bbox="355 1496 1557 1619">Een mofverbinding is nodig tussen de verschillende gebieden/installatietechnieken. Op het overgangsgebied van ondiep naar diep moet de mof in een open ontgraving naar een diepte worden gebracht die stabiel is. Daar zitten grote onderhoudsrisico's aan vast. De locatie van de mofverbindingen zijn als zwarte vakken aangegeven in bovenstaande afbeelding (42).</p> <p data-bbox="355 1653 1557 1798">De overgang tussen deze gebieden waar de kabellengtes met elkaar verbonden dienen te worden zijn zeer complex. Zeker omdat er op verschillende locaties gewerkt dient te worden binnen de tijden waarin een gebied is opengesteld (zie hieronder 'beperkingen'). Bovendien dient er ook rekening te worden gehouden met factoren zoals het weer, die de beschikbare werkdagen nog verder beperken.</p> <p data-bbox="355 1832 1557 1865">Het is zeer de vraag of er voldoende tijd is om één verbinding langs deze route aan te leggen.</p> <p data-bbox="355 1899 1557 1975">Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.</p>

Aspect	Criteria
	<p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Tussen 15 mei en 1 september: tijdelijk gesloten gebied. Dit heeft negatieve impact op de doorlooptijd van de werkzaamheden. In het aansluitende seizoen (vanaf oktober tot maart) is de kans op slecht weer aanzienlijk groter. Dit leidt tot veiligheidsrisico's, langere aanlegtijd (werk afbreken ivm weer) en hogere kosten.</p> <p>Gebied ten noorden van LNV referentiegebied van 1-nov tot 1-april: geen bodemberoerende activiteiten (baggeren of kabel begraven). De HDD ligt in een gebied met twee opeenvolgende gebiedsbeperkingen, 15 mei - 1 september en 1 november – 1 april. Het uitvoeren van de HDD (incl. opstellen op locatie) duurt circa 3 maanden. Het tijdslot dat overblijft i.r.t. alle periodes van de gesloten gebieden is dus te klein en daarmee te risicovol. De HDD wordt uitgevoerd op de rand van een gesloten gebied en valt het binnen het referentiegebied. De maximale lengte van een HDD maakt het dat er op de grens van het gesloten gebied gewerkt dient te worden. Logistiek dient plaats te vinden op delen waar voldoende waterdiepte is. Het is zeer wel mogelijk dat er alleen via het gesloten gebied toegang te krijgen is tot de boorlocatie. Deze complicerende factoren zorgen voor onuitvoerbare kabelinstallatie.</p> <p>Daarnaast gaat de route voor een klein deel door een permanent gesloten gebied. Werkzaamheden kunnen hier dus niet worden uitgevoerd (zie ook toelichting onder hoofdstuk 2.1). Een routeoptimalisatie is hier ook niet mogelijk, gezien de morfologische en ecologische beperkingen en infrastructuur van derden. Buiten het feit dat de route er doorheen gepland is, moet men ook rekening houden met de arbeidsintensieve boorwerkzaamheden (overlast) net op de rand of in deze (tijdelijk) gesloten gebieden.</p> <p>Grenzend aan een langgerekt zeehondenrust- en zooggebied. Ook buiten het gesloten gebied dient hier rekening mee te worden gehouden. Zeehonden kunnen voorkomen in het werkgebied en werkzaamheden moeten in dat geval stil worden gelegd. Dit heeft forse impact op de doorlooptijden van de werkzaamheden.</p> <p>Voor het kruisen met de zeedijk dient het stormseizoen in acht genomen te worden.</p>
	<p>Aanvoer materieel en materiaal: Kabel kan worden aangevoerd via de Eems en voor een deel rijdend over de Wadplaten waar onvoldoende waterdiepte is om de kabel op locatie te krijgen met een ponton.</p>
	<p>Begraafdiepte Het droogvallende deel tussen vasteland en eiland is stabiel en daardoor is de begraafdiepte relatief gering. Boven de eilanden is het morfologisch zeer dynamisch en dient de begraafdiepte groot te zijn om te zorgen dat de kabelsystemen in een stabiele ondergrond liggen.</p>
	<p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden: Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Leidt tot risico's m.b.t. werkbare dagen en doorlooptijden. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. verzanden van de gebaggerde profielen (veel kans op extra baggeren).</p>
Baggeren	<p>Baggermethode</p> <p>Baggerwerkzaamheden boven de eilanden (de Rottums) voor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mofverbindingen 2) verdieping van het zeebed boven de eilanden voor installatie vaartuigen <p>Dit laatste is nodig om de kabelsystemen voldoende diep te kunnen begraven tot in de stabiele ondergrond met een kabelleg en installatieponton. Gezien de zeebed instabiliteit en de grote</p>

Aspect	Criteria
	<p>stroomsnelheden zijn de taluds 1:10 (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1) en vanwege de geringe waterdiepte moet er veel bodemmateriaal worden verwijderd. Dit leidt tot lange doorlooptijd en mogelijk rework vanwege dichtstromen van de trench. Het initieel baggervolume is 4 miljoen m3.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. het aanzanden van de gebaggerde profielen (grote kans op opnieuw baggeren = rework). Daarnaast zorgt de tijdelijke gebiedsbeperking ervoor dat er lange periodes niet gewerkt kan worden, hierdoor kan de verzanding nog groter worden.</p> <p>Doordat er slechts klein materieel (bijv geen groot baggerschip) gebruikt kan worden, duren de baggerwerkzaamheden lang (circa 6 maanden, afhankelijk van weersomstandigheden en getij). Bovendien is het materieel ook kwetsbaar voor slecht weer en golven, waardoor de afhankelijkheid van de weersomstandigheden groot is voor de duur van de installatie. Dit leidt tot reële planningsrisico's. Doordat de werkzaamheden buiten de winterperiode plaatsvinden (geen bodemberoering van 1 november t/m 1 april) ontstaat er meer vertroebeling en verstoring in het water.</p> <p>Verspreidingslocatie Nabij de gebaggerde geul, omdat het materiaal in het lokale systeem dient te blijven.</p> <p>Verspreidingsmethode Middels bodemdeuren van kleine hopperzuiger of sproeiponton wanneer een snijkopzuiger gebruikt moet worden.</p> <p>Afmetingen van geul Voldoende breed om een kabelinstallatieponton/schip de kabel te kunnen laten installeren Talud 1:10 zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1).</p> <p>M.b.t. trench dimensies, waarbij het uitgangspunt de breedte van het schip is en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren, is een inschatting 60 meter op de bodem van de gebaggerde trench.</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen Zeer lange parallelligging en kruising met de NGT-leiding. Hier moet onderdoor geboord worden in een zeer morfologisch dynamisch gebied. Om onder de NGT leiding door te boren is een booropstelling nodig en ontvangstinstallatie (+ doortrekken van een pijp). Hier zal ook een joint komen. In een Natura2000 gebied op de grens met het referentiegebied en in een morfologisch dynamisch gebied waar door de baggeractiviteiten mogelijk beïnvloeding zal zijn op de stabiliteit en ligging van de bestaande infrastructuur zal NGT niet gauw een kruising toestaan. Optimalisaties zijn ook zeer beperkt tot niet mogelijk door de ligging van de overige bestaande infrastructuur (o.a. NorNed). De kruisingen met deze infrastructuur hebben geen voordelen t.o.v. de kruising met de NGT leiding.</p>
	<p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Risico op blootspoelen van eigen assets, maar vooral van infrastructuur van derden door de grote omvang van de werkzaamheden. Zoals eerder door RWS aangegeven heeft dit absoluut geen voorkeur en moet dit morfologisch dynamisch gebied zoveel mogelijk vermeden worden.</p>

Aspect	Criteria
Onderhoud en reparatie	Methode Morfologisch dynamisch gebied waardoor grote kans op blootspoelen. Technisch niet onmogelijk maar impact op onderhoud en reparatie is zeer onwenselijk en kan leiden tot extra ecologische effecten (dit is aan de MER-bureaus te beoordelen). In de overgangsgedieden van diep naar ondiep water dient er rekening gehouden te worden met erosie ten gevolge van het verstoren van het zeebed. Er is een groot risico dat de zeebodem van stabiel naar onstabiel gaat ter hoogte van een mofverbinding. Indien reparatie nodig is in een gebied waar seizoensbeperkingen gelden (bijv geen bodemberoerende activiteiten in de wintermaanden ten noorden van Referentiegebied of toegang ivm zoogseizoen zeehonden) en hiervoor geen toestemming gekregen wordt, is dit een zeer onwenselijk risico tav leveringszekerheid.
	Duur en moment van werkzaamheden Mofpen in een (tijdelijk) gesloten gebied, betekent dat deze een deel van het jaar niet bereikbaar zijn. Heeft risico's en impact op beschikbaarheid van de verbinding en is daarom zeer onwenselijk. Daarnaast zal dit hoge maatschappelijke kosten kennen (compensatie van windparkeigenaar + opwek van andere elektriciteit)

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied				Ten noorden van de Ra: Tijdelijk gesloten gebied 15 mei tot 1 sept (zeehonden)						Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
			Broedseizoen (land)								
Stormseizoen (zee en nabij dijk)									Stormseizoen (zee en nabij dijk)		

5.3 Optimalisatie route

Lokaal kleine optimalisatie mogelijk, maar geen significante wijzigingen.

5.4 Verwachte capaciteit per route

Verwachting is geen een kabelsysteem.

5.5 Conclusie

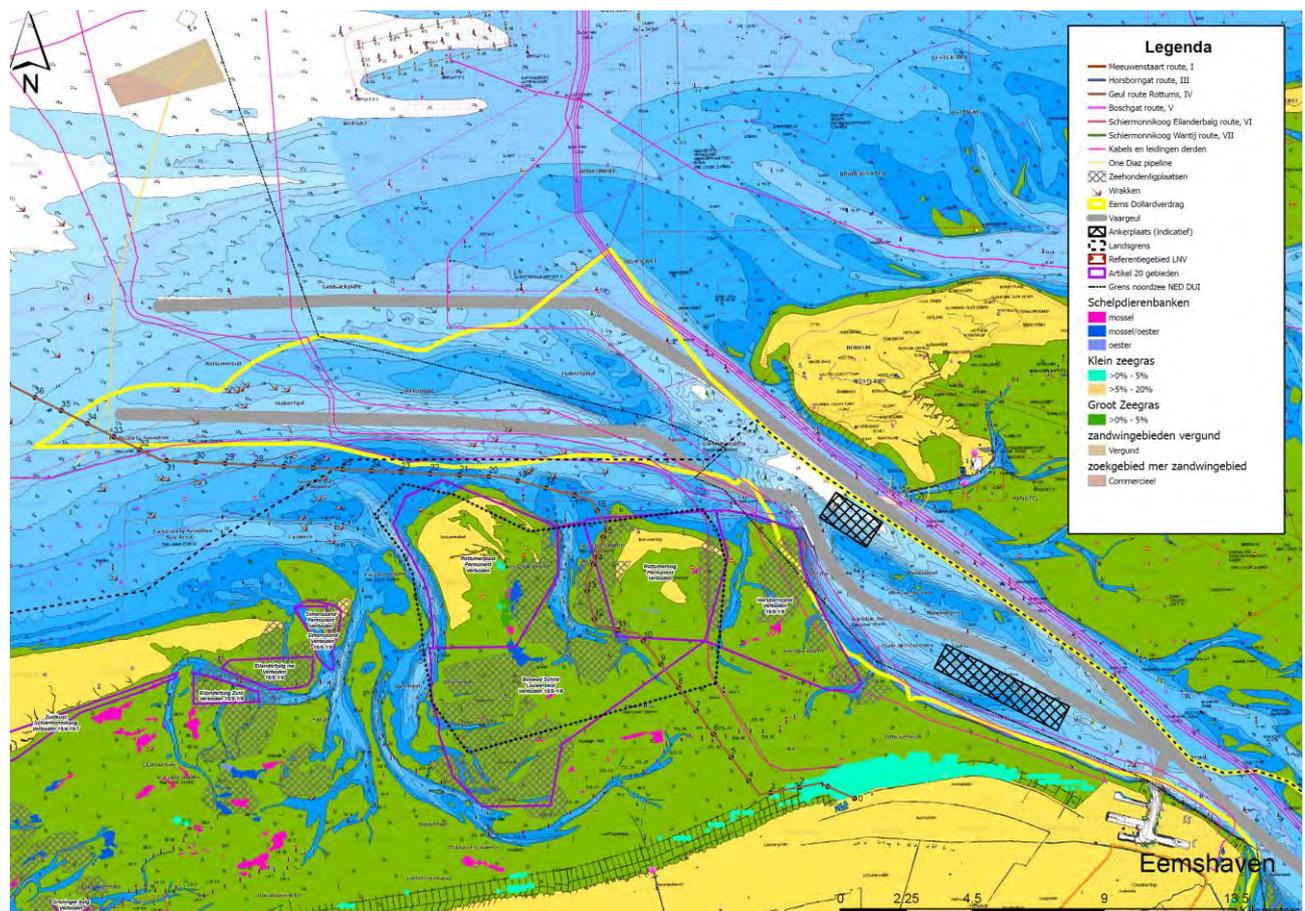
De benodigde HDD-boring op de rand van de verschillende gesloten gebieden in de Waddenzee en Noordzee Kust Zone met zijn zeer morfologisch dynamisch en ecologisch karakter is uiterst complex en risicovol. Het is niet uitgesloten dat de boor- en intrekwerkzaamheden zullen falen waarna er in een volgend jaar een hernieuwde poging gedaan dient te worden. Bovendien is er onvoldoende tijd beschikbaar om de opeenvolgende activiteiten (bagger- en installatiewerkzaamheden) uit te voeren in de (tijdelijk) gesloten gebieden.

Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

6. Factsheet IV Geul route Rottums

6.1 Inleiding

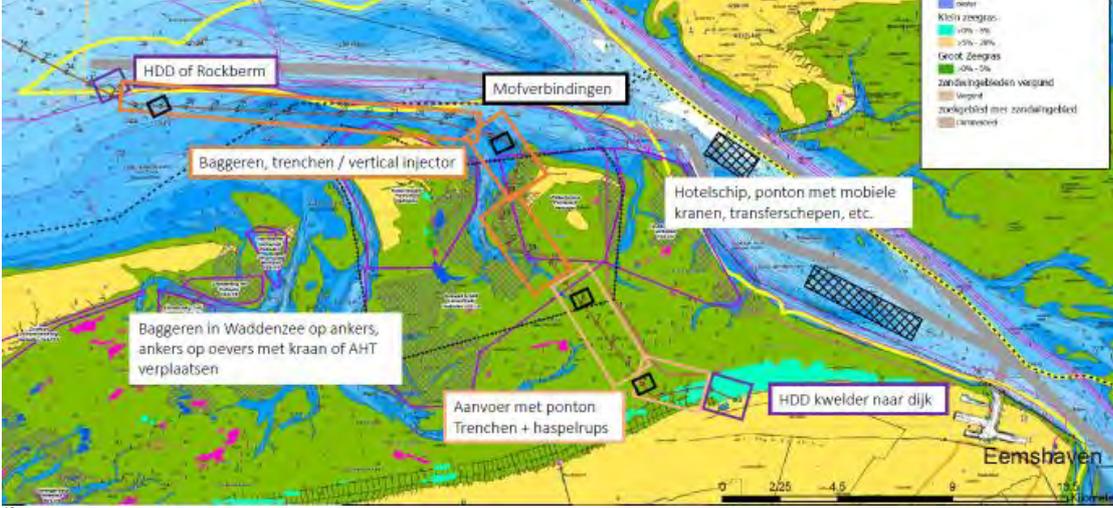
De route IV Geul tussen Rottums loopt vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in oostelijke richting naar het Duitse eiland Borkum. Dit deel van de route overlapt met de route *Horsborggat*. Ter hoogte van het referentiegebied boven Rottumerplaat buigt de route af naar de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat. Via dit geulensysteem, dat in het referentiegebied ligt, wordt het wantij ten zuiden van Rottumeroog bereikt. Het wantij is het gebied tussen het eiland en de kust waar wel sprake is van eb en vloed maar geen stroming. De route loopt vervolgens over het wantij richting het NGT-station in de buurt van Uithuizen. Zodra de route aan land komt loopt deze door de polder naar de Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 43. Overzichtskaart | Geul route Rottums

6.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode Gebied is niet homogeen (er is sprake van diep en ondiep water) waardoor verschillende installatietechnieken nodig zijn. Dit leidt tot wisselingen van materieel en het maken van mofverbindingen in overgangsgebieden in open ontgraving tot grote diepte. Er zijn meerdere opvolgende activiteiten nodig om de kabelsystemen te kunnen installeren. Denk aan toegangsgeul maken, aanvoeren kabel, leggen, begraven, maken van verbindingsmoffen en begraven daarvan. T.o.v. route V is route IV korter en behoeft deze minder moffen. Ook kan er meer over het wantij worden aangelegd. Een deel van de moffen kunnen op het wantij worden gemaakt en zijn dus makkelijker (maar niet sneller ivm de gebiedsbeperkingen) aan te leggen dan in een meanderende geul.</p> <p>Zeehondenligplaatsen liggen aan de randen van de geul. Om de installatiepontons veilig te kunnen positioneren zal er gebruik gemaakt dienen te worden van een ankerpatroon. Meerdere ankers zullen meermaals op de oevers van de geul moeten worden neergelegd door AHT's (anchor handling tugs) of mobiele kranen die op de droogvallende platen kunnen rijden. Een andere werkwijze tbv positioneren behoeft meer waterdiepte (groter baggervolume) of meer installatie materieel met grotere geluid en zichtcontouren die voorafgaand aan en na de kabelinstallatie campagne bezig zullen zijn.</p> <p>Er dient een floatel (drijvend hotel) te worden geplaatst voor het personeel. Bij voorspelde weersverslechtering dient er al vroegtijdig te worden geëvacueerd omdat de toegang tot de Waddenzee via de Noordzee dient plaats te vinden. Dit heeft grote gevolgen voor de installatieduur en planning (en kosten).</p> <p>Risico's in de aanlegfase m.b.t. werken in een zeer morfologisch dynamisch gebied en veranderende weersomstandigheden: bij evacuatie moet het personeel het gebied goed en snel kunnen verlaten. Het gebied heeft echter slechts één 'in- en uitgang' voor schepen. Bij weersverslechtering dient er niet alleen rekening gehouden te worden met de omstandigheden op het wad, maar ook ten noorden van de Waddeneilanden i.v.m. de logistieke route van materieel en personeel.</p> <p>Doordat de kabelsystemen niet in één keer kunnen worden aangelegd en er meerdere opvolgende activiteiten zijn is men lang in dit gebied aanwezig (zie ook 'duur van de werkzaamheden').</p> <p>Vanwege het tijdelijk gesloten gebied en het niet mogen installeren van kabels in de periode van 1 november t/m 1 april boven de eilanden maakt het praktisch niet mogelijk om een verbinding aan te leggen. Daarbij zijn de weersomstandigheden en de golven nog niet meegenomen.</p> <p>Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.</p> <p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) Geen toegang in de tijdelijk gesloten gebieden ten zuiden en tussen de eilanden tussen 15 mei en 1 september. Tussen 1 november en 1 april ten noorden van de eilanden geen bodemberoerende activiteiten (zoals baggeren en installeren van kabels) toegestaan.</p> <p>Ankers zullen op de oevers in de gesloten gebieden geplaatst dienen te worden (tussen KP9-</p>

Aspect	Criteria
	<p>17). Deze worden met regelmaat weer opgepakt om elders neergelegd te worden (om het ponton te verplaatsen).</p> <p>Voor het kruisen van de zeedijk dient rekening te worden gehouden met het stormseizoen.</p>  <p>10</p> <p>Afbeelding 44. Nearshore route Rottums</p> <p>Directe externe werking (ankers) maar ook geluid/licht/aanwezigheid van materieel leidt tot effecten op zeehonden en vogels in het gebied. De mate van impact dient door een MER-bureau onderzocht te worden.</p> <p>Aanvoer materieel en materiaal: De aanwezige diepte en breedte van de geul zijn beperkt, er dient te worden gebaggerd/gegraven om een passende route te maken voor kabelinstallatie van een kabelsysteem. Wanneer de baggeractiviteit wordt geminimaliseerd (waardoor de toegang tot het gebied qua diepgang beperkter is), kan er minder kabel in een keer worden meegenomen (ivm diepgang ponton) en heeft dit effect op het aantal mofverbindingen en de totale installatieduur. Daarnaast is er een groot risico dat de nu ingeschatte baggervolumes in de toekomst groter zullen zijn vanwege morfologische dynamiek.</p> <p>Er dient eveneens veel en langdurig gependeld te worden met specialistisch personeel dat niet dagelijks aanwezig is op de installatielocatie en daarmee een extra verstoring veroorzaakt.</p> <p>Begraafdiepte: De begraafdiepte van het kabelsysteem tot in de stabiele laag varieert langs de route. Op sommige locaties is het noodzakelijk om eerst nog een deel te baggeren zodat de begraafmachine tot in de stabiele bodem kan komen.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden: Beperkingen van permanent en/of tijdelijk gesloten gebieden en ook de verschillende momenten waarop ze gesloten zijn. Dit i.v.m. de ankers die in deze gebieden moeten liggen en externe werking van de kabelinstallatie in die gebieden. De afstand tot de oever van de geul (rustplaats zeehonden) is namelijk minder dan 1200 meter. Deze leiden tot een grote beperking in de uitvoeringsplanning omdat de</p>

¹⁰ AHT staat voor Anchor Handling Tug.

Aspect	Criteria
	<p>werkzaamheden in de gebieden niet op elkaar aansluiten en daarmee is de installatie van een kabelsysteem al niet haalbaar.</p>
<p>Baggeren</p>	<p>Baggermethode Graaf- en baggerwerkzaamheden m.n. boven maar ook tussen de eilanden in (zie oranje vakken op afbeelding 44) voor: 1) mofverbindingen 2) verdiepen en verbreden van de geul ten noorden van de eilanden om het ponton op locatie te krijgen en de kabelbegravingmachine de kabel tot in de stabiele ondergrond te installeren.</p> <p>Dit zijn bodemberoerende activiteiten die in beginsel niet zijn toegestaan in het Visserij in Beschermde Gebieden (VIBEG) voor de NZKZ.</p>
	<p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. het aanzanding van de baggerwerkzaamheden (veel kans op extra baggervolumes). Ca. 2,3 miljoen m³ per kabelsysteem (tussen KP17-20 ca 0,5 miljoen m³ en tussen KP20-25,5 ca 1,8 miljoen m³) indien de werkzaamheden doorlopend en in een keer uitgevoerd worden, Dit zijn bodemberoerende activiteiten die in beginsel niet zijn toegestaan in het Referentiegebied.</p>
	<p>Doordat er slechts klein materieel gebruikt kan worden, duren de baggerwerkzaamheden lang (verwachting is circa 3 maanden baggeren, er van uitgaande dat er 24 uur per dag gewerkt wordt). Bovendien is het kleine materieel kwetsbaar voor weer en golven, waardoor de uitvoering sterk afhankelijk is van de weersomstandigheden.</p>
	<p>Dit betekent dat de werkzaamheden niet volledig uitgevoerd kunnen worden voor een kabelsysteem binnen de toegestane periode. Daarmee is de kans groot dat de baggerwerkzaamheden niet afgerond worden (kans op dichtspoelen/aanzanden).</p>
	<p>Doordat de werkzaamheden buiten de winterperiode plaatsvinden ontstaat er meer vertroebeling en verstoring in het water.</p>
	<p>Verspreidingslocatie Op en nabij de gebaggerde geul (zie ook hoofdstuk 2.1.1)</p>
<p>Verspreidingsmethode Op en nabij de geul door middel van een drijvende leiding en een sproeiopont. Materiaal uit Waddenzee in de Waddenzee naast de geul verspreiden en in de Noord Zee Kust Zone in de NZKZ verspreiden naast de geul.</p>	
<p>Afmetingen van gebaggerde geul Het dwarsprofiel van de geul dient voldoende ruimte te bieden aan een kabel installatie ponton en een talud van 1:10 in verband met de morfologische dynamiek. Hierdoor is de geul (aan de onderkant) al gauw ruim 60 meter breed (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1). Uitgangspunt is de breedte van het schip en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren.</p>	
<p>Veiligheid</p>	<p>Kruisingen Lange parallelligging (op een aantal delen binnen de 500 meter) en kruising met de NGT-leiding het is onzeker of hier toestemming voor verkregen wordt (zie paars vak in afbeelding 44). Hier moet onderdoor geboord worden in een zeer morfologisch dynamisch gebied. Om onder de NGT-leiding door te boren is een booropstelling nodig en ontvangstinstallatie (+ doortrekken van een pijp). Hier zal ook een joint komen.</p>

Aspect	Criteria
	<p>De vraag is of NGT überhaupt toestaat de leiding te kruisen in dit N2000 en morfologisch dynamisch gebied. Routeoptimalisaties zijn hier niet mogelijk (alternatieven komen al snel uit op route 3 of route 5).</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Risico op blootspoelen van eigen assets, maar vooral van infrastructuur van derden door de grote omvang van de werkzaamheden. Zoals eerder door RWS aangegeven heeft dit absoluut geen voorkeur en moet dit morfologisch dynamisch gebied zoveel mogelijk vermeden worden.</p>
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Morfologisch dynamisch gebied waardoor grote kans op blootspoelen. Technisch niet onmogelijk maar impact op onderhoud en reparatie is zeer onwenselijk (en kan leiden tot extra ecologische effecten, dit is aan de MER-bureaus te beoordelen).</p> <p>Indien de geul wijzigt na installatie van de kabel waardoor de kabel in het artikel 2.5 gebied terecht komt, is het niet mogelijk om de kabel te repareren tijdens de gesloten periode. Dit is ongewenst ten aanzien van leveringszekerheid (wettelijke taak TenneT).</p>
	<p>Duur en moment van werkzaamheden Moffen in tijdelijk gesloten gebied, betekent dat moffen een deel van het jaar niet bereikbaar zijn. Dit is ten aanzien van beschikbaarheid en leveringszekerheid niet acceptabel. Het is daarnaast maatschappelijk (zowel kosten als langdurige geen duurzame energie opwek) onwenselijk.</p>

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied				15 mei – 1 sept: tijdelijk gesloten gebied tussen de Rottums in het Referentiegebied						Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
			Referentie gebied								
			Broedseizoen (land/kwelders)								
									Stormseizoen (zee en nabij dijk)		

Er blijven nauwelijks 3 maanden over waarin onder minder voorwaarden (nog steeds rekening houdend met Natura 2000 status) gewerkt kan worden.

6.3 Optimalisatie route

Ligging in de geul kan/moet geoptimaliseerd worden, vooral wanneer de geul op een andere locatie ligt. Verder weinig suggesties.

6.4 Verwachte capaciteit per route

Verwachting is geen een kabelsysteem.

6.5 Conclusie

Gezien het gebied (geul en platen) zijn er meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatiewerkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.

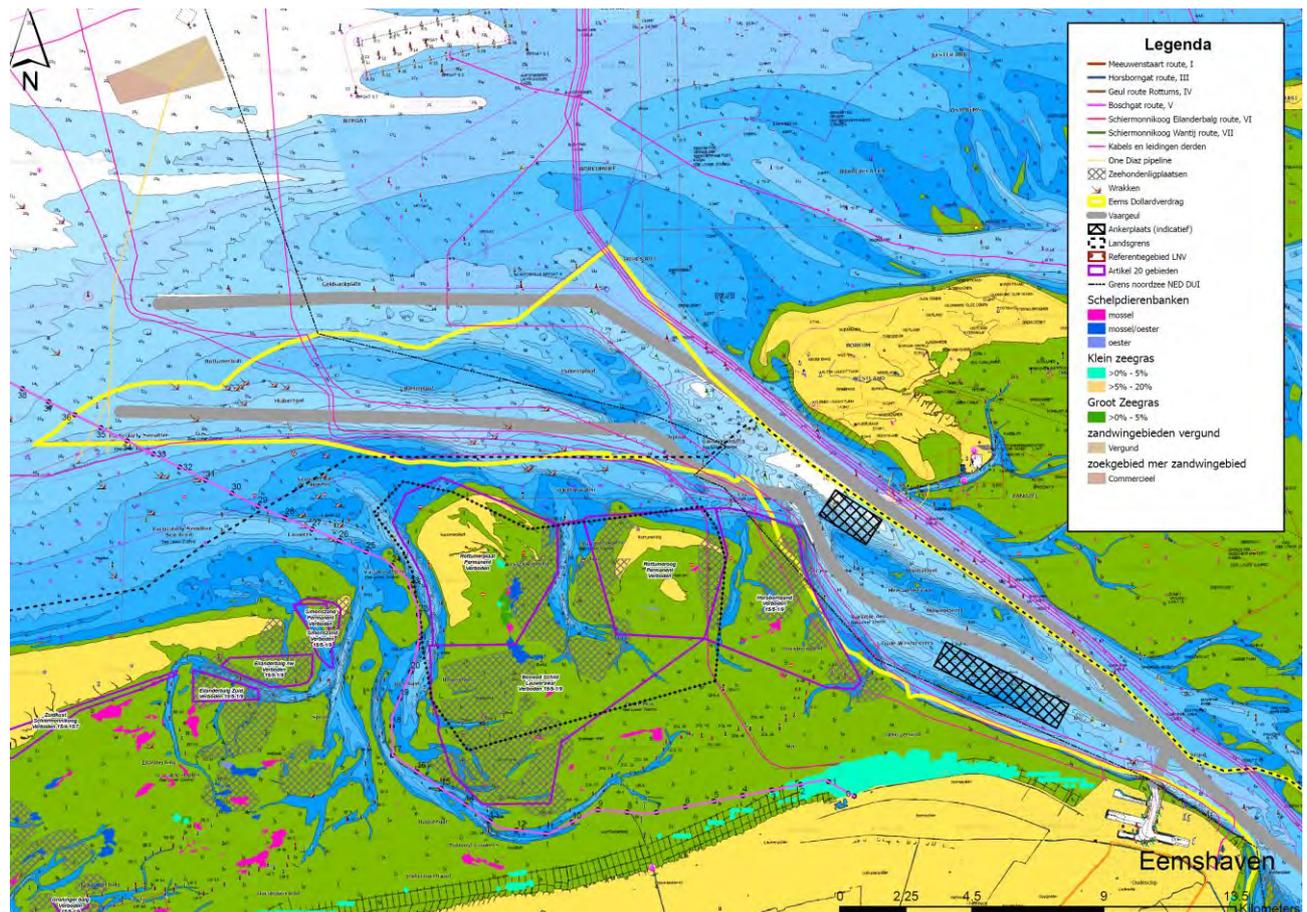
Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

7. Factsheet route V Boschgat route

7.1 Inleiding

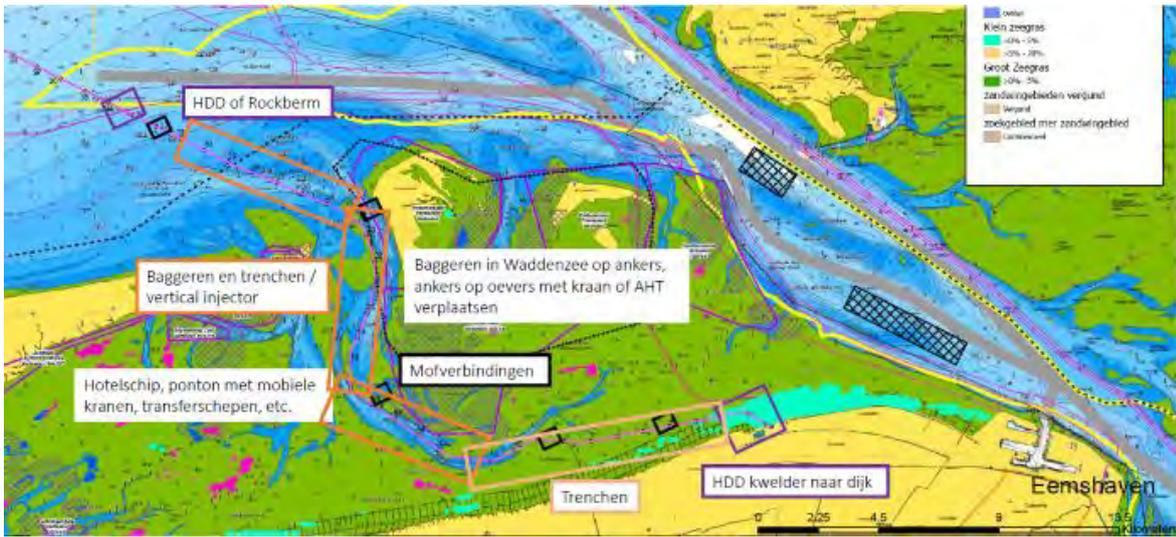
De route *Boschgat* loopt vanuit de Noordzee geredeneerd vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidoostelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in zuidoostelijke richting Rottumerplaat. Via de Boschgat geul loopt de route aan de westelijke kant langs het referentiegebied waarna het aansluit op het wantij bij Zuidoost Lauwers.

De route volgt het wantij richting het NGT-station in de buurt van Uithuizen. Zodra de route aan land komt, loopt deze door de polder naar de Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 45. Overzichtskartaal | Boschgat route

7.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode</p> <p>Gebied is niet homogeen (er is sprake van diep en ondiep water), waardoor verschillende installatietechnieken nodig zijn. Dit leidt tot wisselingen van materieel en het maken van mofverbindingen in overgangsgebieden in open ontgraving tot grote diepte (zitten onderhoudsrisico's aan). Er zijn meerdere kabelstukken nodig en dus ook meerdere mofverbindingen.</p> <p>Dit vraagt om twee campagnes voor de installatie (baggeren en kabel installeren) en een derde om de mofverbindingen te maken en begraven.</p> <p>Er zijn meerdere opvolgende activiteiten nodig om de kabelsystemen te kunnen installeren. Denk aan toegangseucl maken, aanvoeren kabel, leggen, begraven, maken van verbindingsmoffen en begraven daarvan.</p> <p>Het totaal bedraagt 21 kilometer in de Waddenzee, waardoor er gezien de waterdiepte en installatietechniek er 4 à 5 kabelstukken nodig zijn. Omdat deze in een geul liggen moeten deze op diepte worden gebracht. Dit in een morfologisch dynamisch gebied. De doorlooptijden voor de 3 à 4 joints (per kabelsysteem) op het wad bedragen circa 14 dagen per mof per bundel (zie zwarte vakken in afbeelding 46).</p>  <p>Afbeelding 46. Boschgat route (nearshore)</p> <p>Doordat de kabelsystemen niet in één keer kunnen worden aangelegd en er meerdere opvolgende activiteiten zijn is men lang in dit gebied aanwezig (zie ook 'duur van de werkzaamheden'). Daarnaast zijn de werkzaamheden afhankelijk van de weersomstandigheden.</p> <p>Zeehondenligplaatsen liggen aan de randen van de geul. Om de installatiepontons veilig te kunnen positioneren, zullen de ankers ervan in deze gebieden geplaatst moeten worden om de kabels te kunnen installeren. Bij het verplaatsen van het ponton worden de ankers opgetild en verderop neergelegd. Dit veroorzaakt verstoring.</p> <p>Er dient een floatel (drijvend hotel) te worden geplaatst voor het personeel. Bij voorspelde</p>

Aspect	Criteria
	<p>weersverslechtering dient er al vroegtijdig te worden geëvacueerd. Dit heeft grote gevolgen voor de installatieduur en planning (en kosten).</p> <p>Risico's in de aanlegfase m.b.t. werken in een zeer morfologisch dynamisch gebied en veranderende weersomstandigheden: bij evacuaties moet het personeel het gebied goed en snel kunnen verlaten. Het gebied heeft echter slechts één 'in- en uitgang' voor schepen (ter hoogte van KP25). Bij weersverslechtering dient er niet alleen rekening gehouden te worden met de omstandigheden op het wad, maar ook ten noorden van de Waddeneilanden i.v.m. de logistieke route van materieel en personeel.</p> <p>Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.</p> <p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) De permanent gesloten gebieden worden niet doorkruist, wel dienen ankers op de oevers van de geul te worden geplaatst in dit gebied en datzelfde geldt voor het tijdelijk gesloten gebied (zie ook afbeelding 46). Heeft effect op de zeehonden. De ankers zijn nodig om het installatiemateriaal voort te bewegen / op z'n plaats te houden. De ankers passen niet in de geul zelf en moeten dus op de oevers, dit zijn juist de locaties waar zeehonden liggen. Indien zeehonden te dicht bij komen (1200m) moet het werk stilgelegd worden. Dit is een vrijwel onmogelijke werksituatie.</p> <p>De route kruist het referentiegebied.</p> <p>Voor het kruisen van de zeedijk dient rekening te worden gehouden met het stormseizoen.</p> <p>Aanvoer materieel en materiaal: Kabeltransport: lange kabel in meerdere keren aanvoeren richting het wad. Leidt tot een herhaalde toevoer over het wad en daarmee gebiedsbelasting. Er dient eveneens veel en langdurig gependeld te worden met specialistisch personeel dat niet dagelijks aanwezig is op de installatielocatie en daarmee een extra verstoring veroorzaakt.</p> <p>Begraafdiepte De begraafdiepte is afhankelijk van morfologie en verschilt dus op verschillende delen van de route.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Beperkingen van permanent en/of tijdelijk gesloten gebieden en ook de verschillende momenten waarop ze gesloten zijn. Dit i.v.m. de ankers die in deze gebieden moeten liggen en externe werking van de kabelinstallatie in die gebieden. De afstand tot de oever van de geul (rustplaats zeehonden) is namelijk minder dan 1200 meter. Deze leiden tot een grote beperking in de uitvoeringsplanning omdat de werkzaamheden in de gebieden niet op elkaar aansluiten en daarmee is de installatie van een kabelsysteem al niet haalbaar.</p> <p>Risico op planning: hoe langer de kabelroute, hoe kleiner de zekerheid dat er langs deze route meerdere kabels in een seizoen kunnen worden aangelegd. Met name de lange lengte en daarmee het aantal mofverbindingen en bijhorende begraafactiviteiten maken het zeer complex om de kabelverbindingen in één seizoen te kunnen installeren.</p>
<p>Baggeren</p>	<p>Baggermethode Baggerwerkzaamheden voor: 1) mofverbindingen 2) verdieping van het zeebed</p> <p>Dit laatste is nodig om de kabelsystemen voldoende diep te kunnen begraven tot in de stabiele</p>

Aspect	Criteria
	<p>ondergrond met een kabelleg- en installatieponton. Gezien de instabiliteit en grote stroomsnelheden zijn de taluds 1:10 (zie voor afmetingen hoofdstuk 2.1.1) en vanwege de geringe waterdiepte moet er veel bodemmateriaal worden verwijderd.</p> <p>Voor het aanvoeren van de kabel met een ponton en later de installatie van de kabelsystemen in de geul zullen er baggerwerkzaamheden uitgevoerd moeten worden vanwege de beperkte ruimte (breedte en diepte).</p> <p>De route is geoptimaliseerd naar de huidige bathymetrie en hierdoor ontstaat een groot risico dat het baggervolume bij aanleg in de toekomst vele malen groter is. Er dient een realistische baggerhoeveelheid te worden ingeschat.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Bagger- en installatiewerkzaamheden moeten plaatsvinden in een zeer korte periode. Als de werkzaamheden niet in één keer worden uitgevoerd, leidt dit tot risico's m.b.t. het aanzanding van het gebaggerde profiel en dient het opnieuw te worden uitgevoerd. Ca. 270.000 m³ baggervolume indien in 1 keer doorgewerkt kan worden (m.n. rond KP26, maar ook in de oranje vakken in afbeelding 46). Doordat er slechts klein materieel gebruikt kan worden, duren de baggerwerkzaamheden relatief lang (circa een maand wanneer er onderbroken kan worden gewerkt). Bovendien is het materieel kwetsbaar voor weer en golven, waardoor de installatie sterk afhankelijk is van de weersomstandigheden.</p> <p>Verspreidingslocatie Op en nabij de gebaggerde geul in het N2000 gebied waar dit uit verwijderd is.</p> <p>Verspreidingsmethode Op en nabij de gebaggerde geul middels een sproeiponton.</p> <p>Afmetingen van trench De geul dient voldoende breed te zijn om via een ponton de kabelsystemen te kunnen installeren. Afhankelijk van de locatie zal het talud variëren ivm de morfologische dynamiek. De breedte (aan de onderkant) van de geul is minimaal 60 meter voor 1 kabelsysteem. Uitgangspunt is de breedte van het schip en 15 meter aan beide zijde om te kunnen manoeuvreren.</p>
<p>Veiligheid</p>	<p>Kruisingen Lange paralleligging (op een aantal delen binnen de 500 meter) en kruising met de NGT-leiding het is onzeker of hier toestemming voor verkregen wordt (zie rode cirkel in afbeelding 47). Hier moet onderdoor geboord worden in een zeer morfologisch dynamisch gebied. Om onder de NGT-leiding door te boren is een booropstelling nodig en ontvangstinstallatie (+ doortrekken van een pijp). Hier zal ook een joint komen.</p> <p>De vraag is of NGT überhaupt toestaat de leiding te kruisen in dit N2000 en morfologisch dynamisch gebied. Routeoptimalisaties zijn hier niet mogelijk (alternatieven komen al snel uit op route 4 of route 5).</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Uitzetten van ankers leidt tot stremmingen (inzet van kleine schepen heeft dus alsnog een grote footprint) en veiligheidsrisico's (bijv. interactie met andere schepen zoals gamalenvissers in dat gebied).</p> <p>Op de gronden van de Lauwers liggen veel scheepswrakken die al dan niet in de zeekaart zijn aangegeven. Mogelijk dat dieper liggende wrakken pas bij de baggerwerkzaamheden gevonden</p>

Aspect	Criteria
	worden. Werkzaamheden moeten in dat geval stil worden gelegd op basis van archeologische gronden.
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Morfologisch dynamisch gebied waardoor grote kans op blootspoelen. Aantal moffen en een lang tracé hebben grotere kans op benodigd onderhoud en reparatie. Technisch niet onmogelijk maar impact op onderhoud en reparatie is zeer onwenselijk (en kan leiden tot extra ecologische effecten, dit is aan de MER-bureaus te beoordelen).</p> <p>Indien de geul wijzigt na installatie van de kabel waardoor de kabel in het artikel 2.5 gebied terecht komt, is het niet mogelijk om de kabel te repareren tijdens de gesloten periode. Dit is ongewenst ten aanzien van leveringszekerheid (wettelijke taak TenneT).</p>
	<p>Duur en moment van werkzaamheden Bij reparaties zullen wederom effecten optreden ten gevolge van geluid, licht, zicht en aanwezigheid op de nabij gelegen gesloten gebieden.</p>

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied				Nabij tijdelijk (15 mei – 1 sept) gesloten gebied (zeehonden), kan beperkingen opleveren						1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
			Broedseizoen (land/kwelders)								
										Stormseizoen (zee en nabij dijk)	

7.3 Optimalisatie route

Optimalisatie (eerder oversteken naar land) heeft nauwelijks meerwaarde doordat het stuk wat daar aan vooraf, over de nearshore, loopt en de effecten die daar al optreden.

7.4 Verwachte capaciteit per route

Wellicht 1 kabelsysteem in de geul met effecten op de gebieden naast de geul.

7.5 Conclusie

Gezien het gebied (geul en platen) zijn er meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatiewerkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.

Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

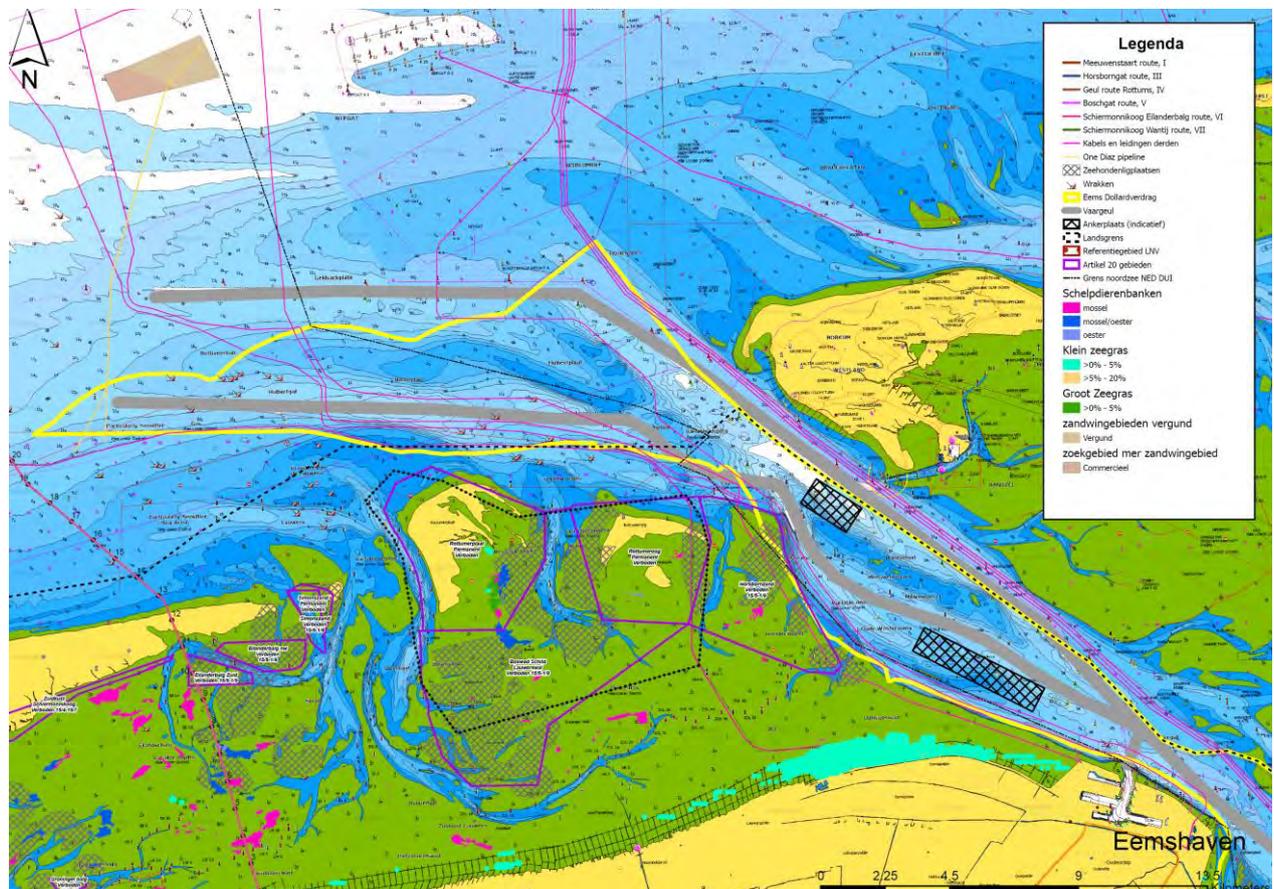
8. Factsheet route VII Schiermonnikoog wantij route

8.1 Inleiding

De route *Schiermonnikoog Wantij* loopt vanuit Noordzee geredeneerd vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt deze in zuidelijke richting naar Schiermonnikoog. De route loopt via een boring onder Schiermonnikoog waarbij het duinenstelsel gekruist wordt. Zodra de route onder het eiland door is sluit hij aan op het wantij ten zuiden van Schiermonnikoog. De route volgt vervolgens het wantij richting Pieterburen waar de route aan land komt. De route gaat over het vasteland via de polder naar de Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.

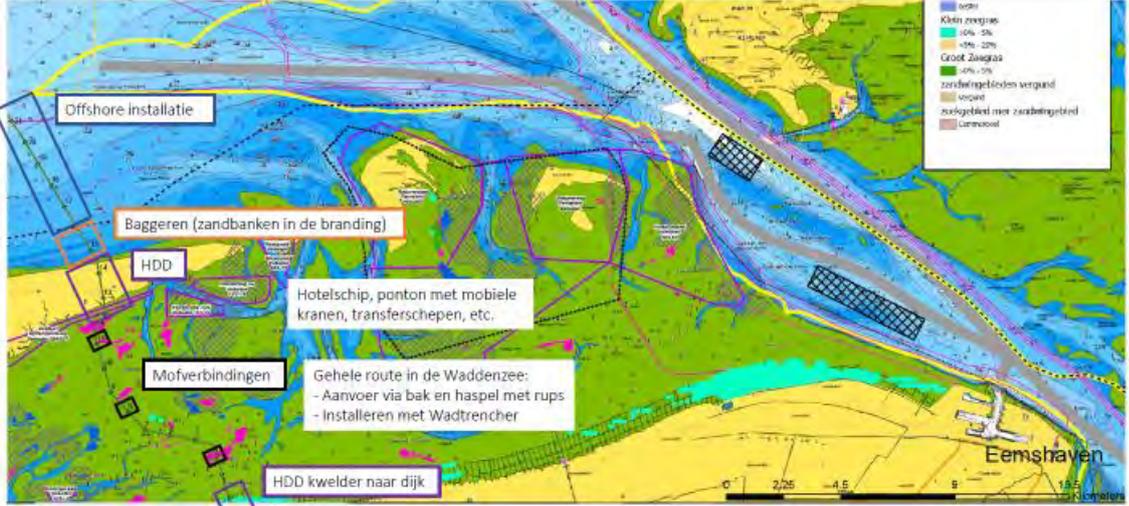
Routeontwikkeling ten tijde van project Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW)

Gedurende het project TNW is voor de doorkruising van Schiermonnikoog gekeken naar de variant Eilanderbalg (oostelijk) en de optimalisatie in de vorm van de Wantijroute. Aanvullend is destijds gekeken naar kabelinstallatie op het eiland (ingraven met rijdend materieel) en kabelinstallatie onder het eiland door (HDD oftewel horizontaal gestuurde boringen). In de NRD van PAWOZ-Eemshaven is uitgegaan van de geoptimaliseerde route: Schiermonnikoog Wantijroute, met boringen onder het eiland door. Bij deze geoptimaliseerde route is rekening gehouden met bekende locaties van ecologische aandachtsgebieden.



Afbeelding 47. Overzichtskartaal | Schiermonnikoog Wantij route

8.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode Het Wantij geeft een homogene omgeving waarin kabelsystemen kunnen worden geïnstalleerd door een en dezelfde methode: een Wadtrencher (rijdend rupsvoertuig). De kabelsystemen worden eerst op het wad gelegd en kunnen vervolgens met een Wadtrencher (d.m.v. zwaard met kettingfrees) worden geïnstalleerd. De kabeleinden worden met verbindingsmoffen verbonden en in een open ontgraving in de stabiele ondergrond gebracht. Het maken van de moffen duurt een 2 weken per stuk en zal in droge omstandigheden moeten plaats vinden (tijdelijke tent op het wad).</p> <p>Op het deel nabij de aanlanding moet eerst de kwelder gekruist worden, voordat de primaire zeekering kan worden gekruist. Dit kan middels een HDD van de droogvallende Wadplaat naar het deel achter de dijk, zie paars vak in onderstaande afbeelding. De kabels kunnen door de HDD naar land getrokken worden.</p>  <p>Afbeelding 48. Nearshore route Schiermonnikoog Wantij route</p>
	<p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden) Het tijdelijk gesloten gebied grenzend aan de zuidkant van Schiermonnikoog dat doorkruist dient te worden, gebeurt door middel van een horizontaal gestuurde boring en daarmee is de beperking min of meer gemitigeerd. Kwetsbare habitats als de kwelder en de embryonale duinen op Schiermonnikoog worden eveneens met een horizontaal gestuurde boring omzeilt (zie paars vak op bovenstaande afbeelding 48). Per kabelsysteem is een boring nodig, waarin een bundel van mantelbuizen getrokken wordt. De boringen vergen enkele maanden werk (all-in).</p> <p>Voor het kruisen van de zeedijk dient rekening te worden gehouden met het stormseizoen.</p>
	<p>Aanvoer materieel en materiaal De maximale kabellengten worden bepaald door de waterdiepte waarin het ponton de kabel kan aanvoeren. Ordegrootte is naar verwachting 4-6km per keer. De kabel wordt vervolgens met een haspel op rupsbanden naar de uiteindelijke locatie getransporteerd.</p>

Aspect	Criteria
	<p>De wadtrencher wordt via een ponton aangevoerd en ter plekke opgebouwd. Daarnaast is er meer materieel nodig zoals kleine bootjes en graafmachines.</p>
	<p>Begraafdiepte De begraafdiepte is gering (enkele meters) gezien het stabiele Wantij.</p>
	<p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Het aanvoeren van de kabellengten op ondiep water is sterk afhankelijk van het tij en daglicht, ditzelfde geldt voor het installeren van de kabelsystemen met een Wadtrencher. Hierdoor zijn er per dag maar aantal werkbare uren beschikbaar.</p>
Baggeren	<p>Baggermethode In de Waddenzee zijn geen baggerwerkzaamheden voorzien. In de Noordzeekustzone dienen een tweetal kleine zandbanken in de branding te worden verwijderd (zie oranje vak in afbeelding 48) Hier kunnen de volumes uit TNW worden aangehouden.</p>
	<p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden -</p>
	<p>Verspreidingslocatie De locatie voor het verspreiden dient precies te gebeuren om de verspreiding zo te laten uitvoeren dat het niet de werkzaamheden hindert of effecten geeft op de Waddenzee.</p>
	<p>Verspreidingsmethode Door middel van een verspreidingspontoon.</p>
	<p>Afmetingen van trench Alleen aan Noordzeekustzone: per kabelsysteem ca. 30 meter De afmeting van de trench is circa 30 meter breed. Het talud zal naar verwachting steiler kunnen vanwege de stabielere condities in het gebied.</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen NGT-leiding ligt hier in een minder morfologisch dynamisch gebied (dan bij andere oostelijker routes). Uitgangspunt is onderdoor met behulp van een HDD waarbij 2 jack up barges nodig zijn. De joint is dan tevens de joint die kan worden gebruikt om de offshore sectie met de nearshore sectie te verbinden.</p>
	<p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) De kabel wordt geïnstalleerd in het meest stabiele deel van het zoekgebied en ligt ver buiten het navigatiegebied.</p>
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Kans op blootspoelen is erg klein bij stabiele ligging op het wantij. Rondom geultjes is wat meer dynamiek. Indien er blootspoeling dreigt kan de kabel opnieuw op diepte gebracht worden door 2 methodes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Massflow. Hierbij wordt de bodem vloeibaar gemaakt door het inspuiten van water onder hoge druk. De kabel(s) zakken door hun gewicht naar een diepere ligging. - Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van suppletie (zand storten op blootgespoelde kabels).
	<p>Duur en moment van werkzaamheden De kabels liggen niet diep in het zeebed begraven en kunnen bij een intern kabel falen relatief makkelijk worden opgegraven en gerepareerd. Hierdoor is de duur voor repareren relatief kortstondig.</p>

Seizoensbeperkingen

Jan	Feb	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	
1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied			Tijdelijk (15 apr – 15 juli) gesloten gebied (kwelder Schier)								1 nov -1 apr Geen bodemberoerende activiteiten ten noorden van Referentiegebied	
			Broedseizoen (land/kwelders)									
									Stormseizoen (zee en nabij dijk)			

8.3 Optimalisatie route

Route is ten tijde van project Ten noorden van de Waddeneilanden reeds technisch geoptimaliseerd. Geen verdere optimalisatie voorzien.

8.4 Verwachte capaciteit per route

Technisch ruimte voor maximaal 4 kabelsystemen (2x voor 700MW + 2x 2GW of 4x2GW). Hierbij zullen mogelijk niet alle ecologische aandachtsgebieden vermeden kunnen worden (gebieden veranderen door de jaren heen).

8.5 Conclusie

TenneT adviseert deze route mee te nemen in onderzoeken.

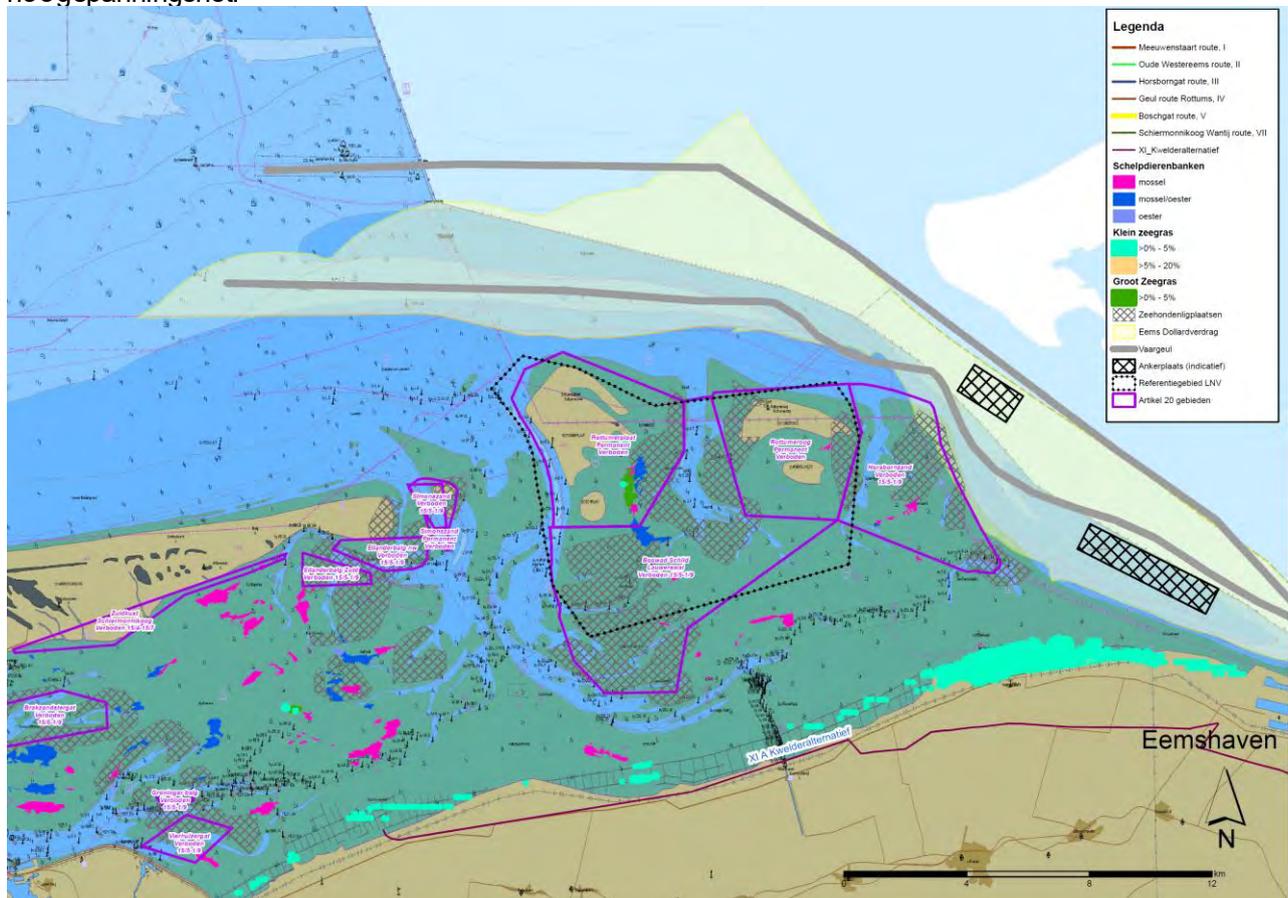
9. Factsheet route XI Dijkalternatief

9.1 Inleiding

Route XI kent een buitendijkse en binnendijkse variant. Beide varianten zijn op 13 december 2022 met het Waterschap Noorderzijlvest besproken (deze route is door hen tijdens de NRD fase ingebracht). Tijdens dat gesprek bleek als snel dat er vanuit het Waterschap Noorderzijlvest onjuiste verwachtingen waren over de noodzakelijke ruimte/tijd die kabelinstallatie vergt. Gezamenlijk is geconcludeerd dat beide varianten (binnen- en buitendijks) niet haalbaar en maakbaar zijn.

De route XI b is een alternatief op route VII. Net als deze route loopt deze route vanuit de Noordzee gezien vanaf de 6 zeemijlgrens in zuidelijke richting. Nadat de route de NGT gasleiding gekruist heeft, loopt hij in zuidelijke richting naar Schiermonnikoog. De route loopt via Schiermonnikoog waarbij het duinstelsel gekruist wordt. Zodra de route over het eiland is sluit hij aan op het wantij ten zuiden van Schiermonnikoog. De route volgt vervolgens het wantij richting Pieterburen waar de route aan land komt.

Deze route loopt verder parallel aan de zeedijk (tussen Westpolder en Eemshaven), door de beschermingszone van de dijk (zowel binnen- als buitendijks), richting Eemshaven. De landroute loopt om de Eemshaven heen om – via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.



Afbeelding 49. Overzichtkaart | Dijkalternatief

9.2 Buitendijks: Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van de 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	Installatiemethode: In dit gebied is sprake van getijdenwerking. Door ondiep water is het niet mogelijk om met pontons te werken zonder grote (permanente) verstoring op de kwelders. In de dijk zelf is onvoldoende fysieke ruimte om – onder toegestane omstandigheden – te graven en installeren.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Graven nabij de teen van de dijk alleen mogelijk tijdens hele korte periode in het jaar. Mei t/m juni valt samen met broedseizoen en tussen oktober en mei is het stormseizoen. Dit betekent dat aanleg alleen tussen juli en oktober plaats kan vinden. Totale duur aanleg wordt daarom verspreid over meerdere jaren (tot 2 jaar).
	Aanvoer materieel en materiaal: <ul style="list-style-type: none"> • Niet mogelijk over het water i.v.m. ondiepe water. Daarnaast is de ondergrond van de kwelders te drassig voor zwaar transport. • De weg op de zeedijk moet altijd toegankelijk zijn voor het Waterschap en mag niet gebruikt worden voor de aanvoer. • De weg op de zeedijk ligt in een helling. Een deel van de dijk zou daarom afgegraven moeten worden om de weg opnieuw aan te leggen. Dit is niet mogelijk/toegestaan. • Daarnaast is het ook de vraag hoe de dijk over te steken (van binnendijks naar buitendijks) met het materieel/materiaal. • Het transport over land vraagt om veel zware transporten (i.v.m. de grote en zware haspels voor de zeekabel). De wegen die binnendijks liggen zijn hier niet op ingericht, verzwaring van de weg/wegen is in dat geval nodig. • Transport over land leidt tot verstoring van omwonenden. Bovenstaande leidt ook tot verschillende verkeersrisico's.
	Begraafdiepte In principe 1.80m diepte (uitgangspunt).
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Naar verwachting 1-2 jaar bezig, werken buiten stormseizoen nauwelijks mogelijk (of enorme extra tijd nodig).
Baggeren	Baggermethode Niet van toepassing
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Niet van toepassing
	Verspreidingslocatie Niet van toepassing
	Verspreidingsmethode Niet van toepassing
	Afmetingen van trench Niet van toepassing
Veiligheid	Kruisingen Loopt door de beschermingszone van de zeedijk en door kwelders.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Risico voor waterveiligheid (en veiligheid voor personeel) bij onverwachte stormen/hoog water tijdens installatie.
Onderhoud en reparatie	Methode: Kabels en moflocaties moeten snel bereikbaar zijn. Deze zijn echter slecht bereikbaar nabij Natura 2000 gebied en tijdens het stormseizoen wanneer er niet gegraven mag worden nabij de dijk. Bovendien veel moflocaties (15 à 20 per

Aspect	Criteria
	kabelsysteem) i.v.m. beperkte lengte van de kabels.
	Duur en moment van werkzaamheden: Mogelijke toekomstige verzwaringen van de dijk hebben effect op de capaciteit van de kabels. Bovendien heeft het weggraven van het zand impact op de waterkering en is dit ook niet toegestaan tijdens het stormseizoen en broedseizoen. Dit zijn risico's voor de leveringszekerheid die zeer ongewenst en mogelijk onacceptabel zijn.

9.3 Buitendijks: Optimalisatie route

Aanpassing/variant: aftakken ter hoogte van Middendijk en laten aansluiten op landroute i.p.v. schuin onder de dijk doorsteken en door het natuurgebied. Aansluiten op Horsborngatroute. Als gevolg 3km minder door de kwelders heen.

9.4 Buitendijks: Verwachte capaciteit per route

Geen (0) kabelsystemen.

9.5 Conclusie

In samenspraak met het Waterschap Noorderzijlvest is vastgesteld dat er onvoldoende fysieke ruimte in de dijk is om de kabels te begraven en installeren. Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

9.6 Binnendijks: Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van de 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	Installatiemethode: <ul style="list-style-type: none"> • Strook van 18 meter nodig langs de weg. Deze komt uit op binnendijks landbouwgebied. Daarnaast ook nog ruimte nodig voor een werkstrook. Heeft dus effecten op landbouwgronden. • Daarnaast wordt de kabelstrook en werkstrook belemmert door verschillende waardevolle/beschermde gebieden en objecten die binnendijks liggen, zoals: <ul style="list-style-type: none"> - Brakke parel/ parelsnoer - Compensatiegebied 1.3 - Verspreide woonbebouwing en boerderijen Dit heeft als gevolg dat de ruimte voor het tracé en werkstrook zeer beperkt/onvoldoende is (niet binnen dijklichaam past en dus op akkerbouwgrond komt). Hiermee kan niet voorkomen worden dat akkerbouwgebied belast wordt, hetgeen deze route niet onderscheidend maakt t.o.v. de nabijliggende landroute.
	Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): <ul style="list-style-type: none"> • Werken in de beschermingszone van de zeedijk alleen onder speciale voorwaarden toegestaan. Is niet haalbaar en daarom vinden werkzaamheden verspreid over meerdere jaren plaats. • Hoe verder van de zeedijk af, hoe verder het landbouwgebied in.
	Aanvoer materieel en materiaal: <ul style="list-style-type: none"> • Niet mogelijk over het water i.v.m. ondiepe water. Daarnaast is de ondergrond van de kwelders te drassig voor zwaar transport. • De weg op de zeedijk moet altijd toegankelijk zijn voor het Waterschap en deze mag niet gebruikt worden voor de aanvoer van materiaal/materieel over de weg. • De weg op de zeedijk ligt in een helling. Een deel van de dijk zou daarom afgegraven moeten worden om de weg opnieuw aan te leggen. Ook dit is niet mogelijk/toegestaan. • Transport over land vraagt om veel zware transporten (i.r.t. grote/zware haspels door zeekabel). De wegen die binnendijks liggen zijn hier niet op ingericht, verzwaring van de weg/wegen is in dat geval nodig. • Transport over land leidt tot verstoring van omwonenden. Bovenstaande leidt ook tot verschillende verkeersrisico's.
	Begraafdiepte In principe 1.80m
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Ntb
Baggeren	Baggermethode Niet van toepassing
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden Niet van toepassing
	Verspreidingslocatie Niet van toepassing
	Verspreidingsmethode Niet van toepassing

Aspect	Criteria
	Afmetingen van trench Niet van toepassing
Veiligheid	Kruisingen Geen grote kruisingen voorzien.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Niet van toepassing
Onderhoud en reparatie	Methode: Kabels en moflocaties moeten snel bereikbaar zijn. Dit is echter beperkt omdat in de beschermingszone van de zeedijk speciale voorwaarden gelden voor activiteiten. Dit brengt de leveringszekerheid in het geding. Indien nodig kan deze in de toekomst worden uitgebreid, echter betekent dit wel een grotere strook nodig in landbouwgrond.
	Duur en moment van werkzaamheden:

9.7 Binnendijks: Optimalisatie route

N.v.t Route is niet uitvoerbaar. Verder landinwaarts opschuiven heeft geen meerwaarde. De route is dan niet onderscheidend t.o.v. de reeds geoptimaliseerde landroute.

9.8 Binnendijks: Verwachte capaciteit per route

Geen kabelsystemen

9.9 Conclusie

In samenspraak met het Waterschap Noorderzijlvest is vastgesteld dat er onvoldoende fysieke ruimte is voor het tracé en benodigde werkstrook. Het advies van TenneT is daarom om deze route af te laten vallen.

10. Factsheet Landroute

10.1 Inleiding

Uitgangspunt bij de NRD-route Landroute is het TNW-voorkeurstracé op land. Deze landroute zal aansluiten op (wadden)zeeroute VII Schiermonnikoog wantijroute.

Beschrijving route

Nabij Pieterburen komt de route met HDD-boringen (2 HDD's voor 700MW, en 4 HDD's per 2GW is het uitgangspunt) onder de dijk door aan land.

De boring zal vanaf landzijde ingezet worden (op een werkterrein, zie hoofdstuk 2 voor de uitgangspunten). Voor de 700MW-verbinding geldt dat er 2x 350MW zeekabels naar land gaat (dus 2 boringen). Op land worden elk van deze 2 zeekabels gekoppeld aan drie losse kabels (of aders). In totaal vervolgt de 700MW-verbinding op land dus met $(2 \times 3 =)$ 6 kabels.

De 2GW-verbindingen zullen naar verwachting elk met 4 boringen onder dijk door gaan. Hierbij worden de kabels van de 2GW-verbinding (3 kabels + glasvezel) dus verspreid over 4 boringen.). In totaal zijn er dan voor 2x2GW dus $4+4 = 8$ boringen nodig.

Voor de gehele 4,7GW is de aanname dat er minimaal $2+4+4 =$ minimaal 10 boringen onder de dijk nodig zijn.

De route gaat over het vasteland (door akkerbouwgebieden) via de polder in de richting van de Eemshaven en omgeving. Hierbij worden open ontgraving en HDD's afgewisseld. HDD's worden met name toegepast bij kruising van (grote) watergangen, (ondergrondse) infrastructuur of zeer kwetsbare (natuur) gebieden.

Vanaf de dijk wordt zoveel mogelijk (conform wensen vanuit LTO Noord) de rand van agrarische percelen opgezocht. Route blijft de eerste circa 10km parallel aan de noordkant van de oude dijk (regionale kering), zodat op afstand van woningen/boerderijen gebleven wordt. Vervolgens wordt de primaire kering opgezocht en wordt deze binnendijs gevolgd richting het oosten, richting Noordpolderzijl. Ook hiermee wordt zoveel mogelijk op afstand van woningen/boerderijen gebleven.

Ten oosten van Noordpolderzijl wordt de regionale kering (oude dijk) gekruist en continueert de route aan de noordzijde van deze oude dijk. De noordzijde is gekozen om op afstand van woningen/boerderijen te blijven (o.a. Valom). Hiermee wordt doorsnijding van de (agrarische) huiskavels ook voorkomen.

In dit gebied ten noorden/noordoosten van Valom is het windpark Eemshaven-west gepland. Door zoveel mogelijk bij de dijk te blijven kan dit grotendeels vermeden worden. Hiermee is er vooralsnog geen onacceptabel risico ten aanzien van de leveringszekerheid van de verbindingen. Dit geldt voor 2 kabelsystemen. Of dit ook voor 4 kabelsystemen geldt moet nader onderzocht worden.

Nabij de Goliath komt de landroute bij de Eemshaven aan. Hier zal aan de westzijde (Middenweg) mogelijk een transformator- of converterstation gebouwd worden. Hier zal dan een verbinding op aansluiten. Vanaf dit station zal een ondergrondse 380kV verbinding naar een 380kV-hoogspanningstation gaan. Deze en de andere kabelverbindingen van de 4,7GW lopen om de Eemshaven, via de zuidrand van de Oostpolder heen om via deels aanwezige en deels nieuw te bouwen stations - aan te sluiten op het hoogspanningsnet.

10.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	Installatiemethode: De route zal afwisselen door open ontgraving en HDD (gestuurde boringen) uitgevoerd worden. Onderstaande afbeelding (51) geeft een overzicht van de locaties waar op dit moment de twee

Aspect	Criteria
	<p>methodes worden voorzien.</p>  <p>Afbeelding 50. Landroute (In geel gestuurde boringen (HDD), in blauw open ontgraving)</p> <p>Open ontgraving: Zie hoofdstuk 2.2.1 voor een beschrijving. Gestuurde boringen (HDD's): Zie hoofdstuk 2.2.1 voor een beschrijving.</p> <p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden): Niet van toepassing.</p> <p>Aanvoer materieel en materiaal: Transport over land vraagt om veel zware transporten, zowel voor kabelhaspels als boorinstallaties (boorrigs). De wegen die binnendijs liggen zijn hier niet op ingericht (breedte, gewicht, verkeersveiligheid), daarom wordt voorzien in een 'eigen' transportweg binnen de werkstrook bij open ontgraving, zodat er zo min mogelijk van smalle openbare wegen gebruik gemaakt hoeft te worden. Vanuit een aantal plekken zal wel via openbare transport plaats moeten vinden (vanuit opslagterreinen bijvoorbeeld).</p> <p>Begraafdiepte Bij open opgraving ligt de bovenkant van de kabels standaard 1.80m onder maaiveld, de ontgraving van de sleuf gaat tot 2.10m onder maaiveld. De bemaling in principe tot 2.40m. Afhankelijk van nog uit te voeren bodemonderzoeken kunnen deze dieptes nog wijzigen.</p> <p>Bij HDD (gestuurde boringen) zijn dieptes van 10-30m mogelijk, afhankelijk van grondlagen en de lengte van de boring. De noodzakelijke dieptes worden afhankelijk van het te kruisen object en het gebied nader bepaald.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Afhankelijk van uitvoeringsmethode. Voor het gehele tracé zal enkele jaren (all-in inclusief herstel van de bodem) nodig zijn. Kabelaanleg via open ontgraving kent van start t/m oplevering maaiveld een doorlooptijd van zo'n 10 weken per kilometer voor een kabelsysteem. Voor HDD's kan uitgegaan worden van een vergelijkbare doorlooptijd.</p>
Baggeren	<p>Baggermethode Niet van toepassing</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Niet van toepassing</p> <p>Verspreidingslocatie Niet van toepassing</p> <p>Verspreidingsmethode Niet van toepassing</p> <p>Afmetingen van trench Niet van toepassing</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen</p>

Aspect	Criteria
	Geen grote kruisingen voorzien, alleen met regionale infrastructuur. Deze kan vrij conventioneel met HDD's gekruist worden. Verkeersveiligheid is een belangrijk aandachtspunt, gezien de beperkte weginfrastructuur in het gebied.
	Schade risico (ankers, netten, blootspoelen) Niet van toepassing
Onderhoud en reparatie	Methode: Ligging is stabiel (herbegraven niet van toepassing). Geen regulier onderhoud nodig. Bij kapotte kabeldelen/verbindingsmoffen zal de betreffende sectie open gegraven worden en lokaal gerepareerd worden. Indien een kabelfout optreedt bij een kabel in een boring, zal betreffende kabel uit de mantelbuis getrokken worden en vervangen worden door een nieuwe. De verbindingsmoffen aan beide zijden van de boring zullen ook opnieuw gemaakt moeten worden. De aardput zullen af en toe geïnspecteerd moeten worden. Dit kan vanaf maaiveld.
	Duur en moment van werkzaamheden: Storingen aan verbindingsmoffen zijn relatief makkelijk te lokaliseren en lokaal te repareren. Beperkte impact op leveringszekerheid.

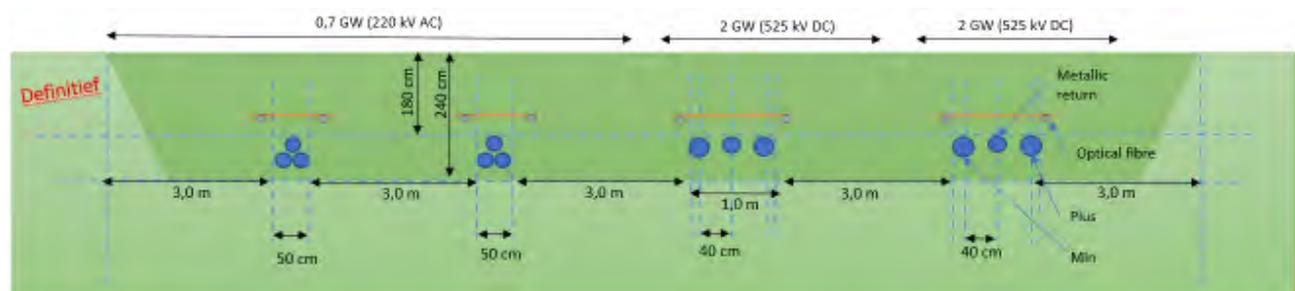
10.3 Optimalisatie route

De landroute (uitgaande van het door Minister EZK gekozen Voorkeursalternatief TNW op land) is ten tijde van TNW reeds uitgewerkt. Op dit moment worden geen optimalisaties voorzien.

10.4 Verwachte capaciteit per route

De landroute is uitgewerkt voor 2 kabelsystemen. Gezien het type gebied (grotendeels agrarisch) zijn er op land op het grootste deel van de route geen onoverkomelijke fysieke beperkingen t.a.v. het aantal kabelsystemen (eindsituatie). De kabelverbindingen voor 4,7 GW lijken fysiek/ruimtelijk inpasbaar. In 2021 is hier door Witteveen+Bos in opdracht van TenneT een studie naar gedaan.¹¹ Er zijn in die studie 9 'raakvlakken' geconstateerd, die allen oplosbaar zijn. Er is dus geen no-go geïdentificeerd voor inpassing van 4,7GW.

Voor de aanlegsituatie gelden echter wel fysieke beperkingen om de vier kabelverbindingen in een keer aan te leggen. Deze hebben te maken met de benodigde fysieke ruimte voor o.a. de open ontgraving, werkstroken en intrede- en uitredepunten van de HDD's.



Afbeelding 51. Doorsnede van 4,7GW aan kabelverbindingen op land (open ontgraving).

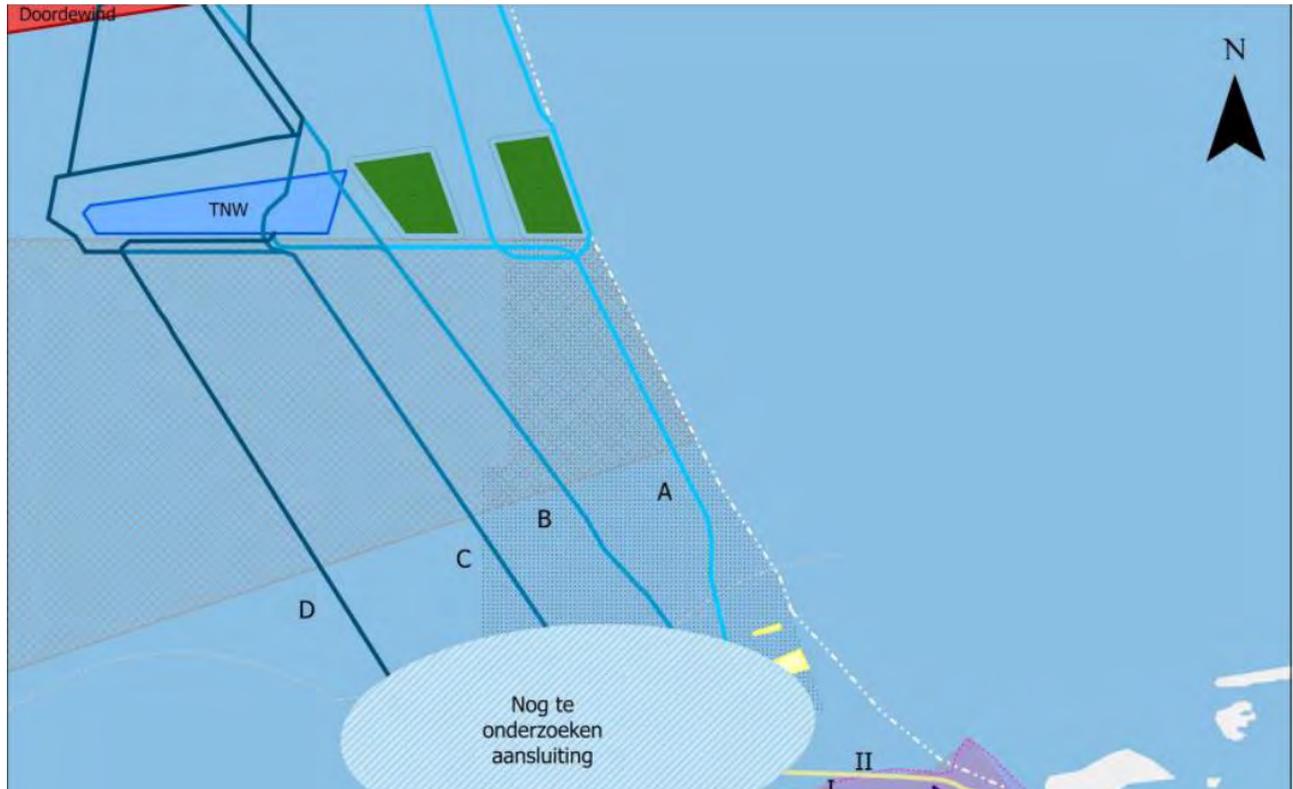
¹¹ Witteveen+Bos, *Beschouwing raakvlakken paralleligging DC-/AC-kabels.*, 4 oktober 2021 (ref 122317/21-014.839)

In de omgeving Eemshaven is de ruimte schaarser. Of hier knelpunten optreden hangt sterk af van de locatie(s) van de nieuwe hoogspanning/converter/transformatorstations en de ontwikkeling van de Oostpolder. Deze is/zijn nog niet bekend. De route rondom en in Eemshaven zal in de volgende fasen verder uitgewerkt worden, o.a. ten aanzien van HDD's, benodigde werkterreinen.

10.5 Conclusie

TenneT adviseert deze route mee te nemen in de onderzoeken.

Offshore routes



Afbeelding 52. Offshore NRD-routes

11. Factsheet route A Offshore – Parallel aan Gemini kabels

11.1 Inleiding

Route A is de meest oostelijke route in de offshore sectie. De route volgt de grens Nederland-Duitsland. Zuidelijk van windpark Gemini (Zee-energie en Buitengaats) volgt deze route de bestaande exportkabels van windpark Gemini die naar Eemshaven lopen. Ten zuiden van windpark Gemini en TNW sluiten de exportkabels van het 700MW platform TNW aan op deze route. Vervolgens kruist de route het gebied van de Borkumse Stenen welke oostelijk ligt van het militair oefengebied (EHD42). Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op nearshore routes route I, II, III, IV, V, VII, X en XI.



Afbeelding 53. Route A Offshore (details in Appendix C)

11.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurt in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manoeuvrability).

Aspect	Criteria
	<p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toegankelijkheid: <ul style="list-style-type: none"> ○ Status van toegang Borkumse Stenen en exact gebied is niet eenduidig bekend. Dit moet verder onderzocht worden. Wanneer hier (tijdelijke) gebiedsrestricties op rusten (bv. in zomerseizoen) wordt de installatie van de kabels complexer en duurder. • Technisch: <ul style="list-style-type: none"> ○ De Borkumse Stenen kenmerken zich door de aanwezigheid van grind en stenen (boulders). Deze elementen op en in de ondergrond kunnen een belemmering vormen voor de installatie van de kabel (begraven dmv trenchers / ploegen). <p>Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.</p> <p>Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.</p>
Baggeren	<p>Baggermethode Mogelijk gebruik van sleephopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.</p> <p>Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.</p> <p>Verspreidingsmethode Bij sleephopper - via bodemkleppen.</p> <p>Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast. Keuze is afhankelijk van de situatie en eigenaar.</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebeoordeling. ○ Zand- en schelpwinning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand- en schelpwinninggebieden aangewezen. De voorziene kabelcorridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabelroutes en een beperking aan de ruimte voor de route.

Aspect	Criteria
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabels.
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Kabelinspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel.</p> <p>Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren.</p> <p>Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabelwerkzaamheden langs de route.</p>
	<p>Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.</p>

11.3 Optimalisatie route

Combinatie zoeken van de twee varianten van route A (zie afbeelding 54), gezien de krappe ruimte tussen oostzijde windpark Gemini en Duitse grens.

11.4 Verwachte capaciteit per route

Maximaal 4 kabelsystemen (2x 2 GW + 2x350MW (samen 700MW)) voor totale route. Beperkende factor hierin is de doorgang en passage van windpark Gemini. Met Gemini dienen nog afspraken gemaakt te worden.

Ten zuiden van Gemini en TNW is meer ruimte beschikbaar door beschikbare corridor van 3km breedte.

12. Factsheet route B Offshore – Parallel aan verlaten telecomkabel

12.1 Inleiding

Route B volgt vanaf windgebied Doordewind de (verlaten) Tycom telecomkabel. De route passeert windpark Gemini aan de westzijde en kruist de noordoostelijke punt van windgebied Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW). Ten zuiden van de passage van Gemini en TNW sluiten de exportkabels van het 700MW platform TNW aan op deze route. De route doorkruist “zoekgebied 4” (mogelijk windenergiegebied) maar blijft vrij van kruisingen met het meeste kritieke deel (hoge munitieconcentratie) van militair oefengebied (EHD42). Ten zuiden hiervan betreedt de route het gebied van de Borkumse Stenen. Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op route I, II, III, IV, V, VII, X en XI.



Afbeelding 54. Route B Offshore (details in Appendix C)

12.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurt in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manoeuvrability).
Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)	

Aspect	Criteria
	<ul style="list-style-type: none"> • Toegankelijkheid: <ul style="list-style-type: none"> ○ Status van toegang Borkumse Stenen en exact gebied is niet eenduidig bekend. Dit moet verder onderzocht worden. Wanneer hier (tijdelijke) gebiedsrestricties op rusten (bv. in zomerseizoen) wordt de installatie van de kabels complexer en duurder. ○ De route kruist het militair oefengebied EHD42. Wanneer er activiteiten in dit gebied plaatsvinden kunnen hier geen installatie of onderhoudsactiviteiten plaatsvinden. Afstemming hiervoor moet plaatsvinden gezien de duur van de installatiewerkzaamheden.. • Technisch: <ul style="list-style-type: none"> ○ De Borkumse Stenen kenmerken zich door de aanwezigheid van grind en stenen (boulders). Deze elementen op en in de ondergrond kunnen een belemmering vormen voor de installatie van de kabel (begraven dmv trenchers / ploegen). <p>Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.</p> <p>Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.</p>
Baggeren	<p>Baggermethode Mogelijk gebruik van sleephopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.</p> <p>Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.</p> <p>Verspreidingsmethode Bij sleephopper - via bodemkleppen.</p> <p>Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast.</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspolen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling. ○ Zand- en Schelp-winning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand en schelp winning gebieden aangewezen. De voorziene kabel corridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een

Aspect	Criteria
	<p>nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabel routes en een beperking aan de ruimte voor de route.</p> <ul style="list-style-type: none"> o Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabels.
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Kabel inspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel.</p> <p>Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren. Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabel werkzaamheden langs de route.</p>
	<p>Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.</p>

12.3 Optimalisatie route

Geen voorziene optimalisaties.

12.4 Verwachte capaciteit per route

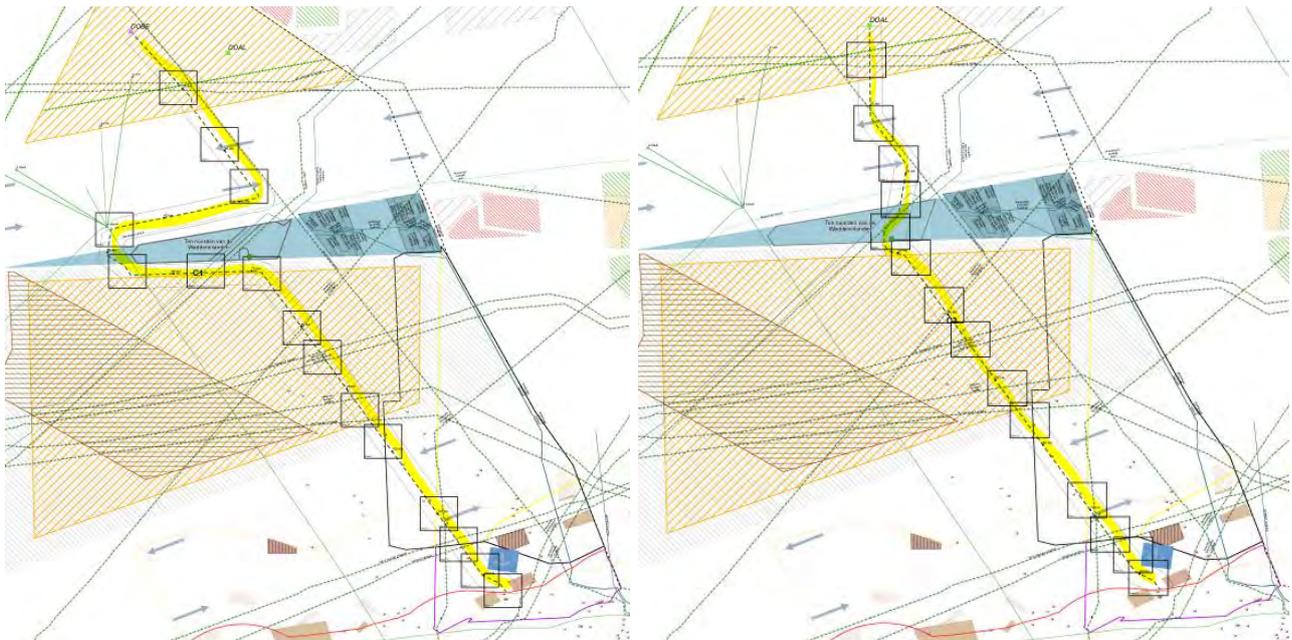
Verwachte capaciteit voor deze route is 8 kabelsystemen.

13. Factsheet route C Offshore – Direct naar TNW

13.1 Inleiding

Vanaf windgebied Doordewind volgt route C de (verlaten) Tycom Telecom kabel. Voor deze route worden twee varianten overwogen om voorbij windgebied Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) te komen. De eerste variant loopt aan de westzijde om TNW heen (passeert gas platform G-17dA) en volgt daarna de zuidrand van windgebied TNW tot aan het TNW platform. De tweede variant kruist TNW door het volg van de kabel “Atlantic Crossing 1” richting het TNW 700MW platform. Vanaf het TNW platform volgen beide varianten de reeds onderzochte kabelroute van het TNW-project. Deze route kruist “zoekgebied 4” en blijft vrij van kruisingen met het meeste kritieke deel (hoge munitieconcentratie) van militair oefengebied (EHD42) en de “Borkumse Stenen”.

Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op route I, II, III, IV, V, VII, X en XI.



Afbeelding 55. Route C Offshore (details in Appendix C)

13.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installatie van kabel gebeurt varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurt in basis door scheepsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij

Aspect	Criteria
	<p>ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manoeuvrability).</p> <p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toegankelijkheid: <ul style="list-style-type: none"> ○ Status van toegang Borkumse Stenen en exact gebied is niet eenduidig bekend. Dit moet verder onderzocht worden. Wanneer hier (tijdelijke) gebiedsrestricties op rusten (bv. in zomerseizoen) wordt de installatie van de kabels complexer en duurder. ○ De route kruist het militair oefengebied EHD42. Wanneer er activiteiten in dit gebied plaatsvinden kunnen hier geen installatie of onderhoudsactiviteiten plaatsvinden. Afstemming hiervoor moet plaatsvinden gezien de duur van de installatiewerkzaamheden. • Technisch: <ul style="list-style-type: none"> ○ De Borkumse Stenen kenmerken zich door de aanwezigheid van grind en stenen (boulders). Deze elementen op en in de ondergrond kunnen een belemmering vormen voor de installatie van de kabel (begraven dmv trenchers / ploegen). <p>Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.</p> <p>Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.</p>
Baggeren	<p>Baggermethode Mogelijk gebruik van sleepopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.</p> <p>Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.</p> <p>Verspreidingsmethode Bij sleepopper - via bodemkleppen.</p> <p>Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.</p>
Veiligheid	<p>Kruisingen Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast.</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling.

Aspect	Criteria
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Zand- en Schelp-winning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand en schelp winning gebieden aangewezen. De voorziene kabel corridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabel routes en een beperking aan de ruimte voor de route. ○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabels.
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Kabelinspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel.</p> <p>Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren. Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabel werkzaamheden langs de route.</p> <p>Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.</p>

13.3 Optimalisatie route

Geen voorziene optimalisaties.

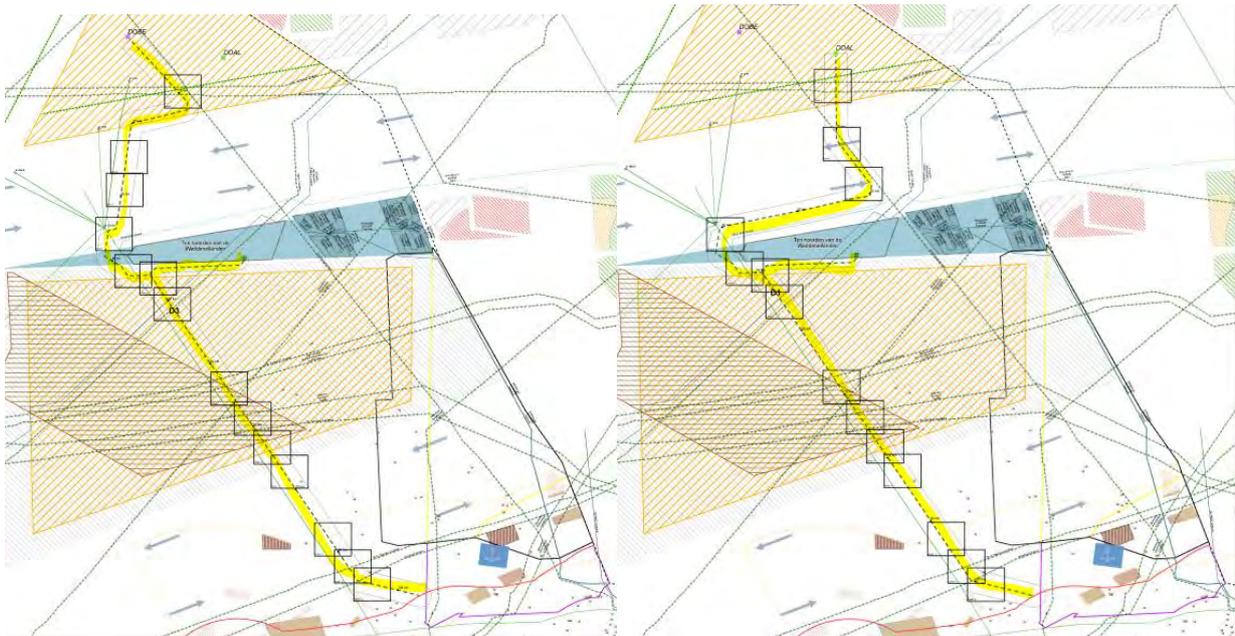
13.4 Verwachte capaciteit per route

Verwachte capaciteit voor deze route is 8 kabelsystemen.

14. Factsheet route D Offshore – Parallel aan bestaande gasleiding

14.1 Inleiding

Route D voorziet in 2 routevarianten in het gebied tussen windgebied Doordewind en TNW. De eerste variant volgt de (verlaten) Tycom telecomkabel bij het kruisen van de scheepvaartroute “TSS East Friesland”. Na het kruisen van de TSS volgt de route de noordrand van windgebied TNW tot aan gasplatform G17d-A. De tweede variant kruist de scheepvaartroute “TSS East Friesland” westelijker door het volgen van de gaspijpleiding tussen gasplatform G17d-A en G-14a. Na de kruising van de TSS sluiten de eerste en tweede route variant op elkaar aan. Hierna volgt de route de gaspijpleiding welke van gasplatform G17d-A naar de NGT leiding loopt. Ten zuiden van windgebied TNW sluit de export kabel van het 700MW platform TNW aan op deze route. De route kruist het “zoekgebied 4” en het militair oefengebied EHD42. Deze route blijft vrij van kruisingen met de “Borkumse Stenen”. Zuidelijk van de scheepvaartroute TSS Terschelling – German Bight kan deze route aansluiten op route I, II, III, IV, V, VII, X en XI.



Afbeelding 56. Route D Offshore (details in Appendix C)

14.2 Maakbaarheid/haalbaarheid aan de hand van 4 aspecten

Aspect	Criteria
Installatie	<p>Installatiemethode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installatie van kabel gebeurd varend. Installatie tools zoals bv. vertical Installatie van kabel gebeurd varend. Installatietools zoals bv. vertical injector, offshore trencher, baggeren worden toegepast. • Bodemonderzoek (survey) ten behoeve van o.a. bathymetry, UXO (niet gesprongen explosieven), archeologie, geotechnische en geofysische onderzoeken wordt varend uitgevoerd. • Positie houden van schepen tijdens activiteiten gebeurd in basis door sloopsschroeven (dynamic positioning). Daar waar stroming en/of diepgang beperkend is voor deze methode zullen ankers uitgelegd moeten worden. Hierbij

Aspect	Criteria
	<p>ontstaat een situatie van beperkte manoeuvreerbaarheid (restricted manoeuvrability).</p> <p>Beperkingen (permanent/tijdelijk gesloten gebieden)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toegankelijkheid: <ul style="list-style-type: none"> ○ De route kruist het militair oefengebied EHD42. Wanneer er activiteiten in dit gebied plaatsvinden kunnen hier geen installatie of onderhoudsactiviteiten plaatsvinden. Afstemming hiervoor moet plaatsvinden gezien de duur van de installatiewerkzaamheden. <p>Aanvoer materieel en materiaal Route is toegankelijk voor reguliere installatieschepen inclusief de aanvoer aan materiaal.</p> <p>Begraafdiepte De kabels worden 1m onder NMRL (non mobile reference level) begraven. De NRML wordt niet beïnvloed door morfologie van het zeebed. Dekking grond boven NRML moet nog worden onderzocht.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Installatie gebeurt varend. In de offshore routes wordt weinig invloed van getij (hoogte) verwacht. De duur van de werkzaamheden moet nog worden onderzocht.</p>
<p>Baggeren</p>	<p>Baggermethode Mogelijk gebruik van sleepopperzuiger ter voorbereiding van de kabelroute in geval van bv. zandduinen op de route.</p> <p>Duur en moment (getij) van werkzaamheden Dit dient nog verder onderzocht te worden.</p> <p>Verspreidingslocatie Gebaggerd materiaal wordt nabij winningslocatie verspreid.</p> <p>Verspreidingsmethode Bij sleepopper - via bodemkleppen.</p> <p>Afmetingen van trench Nog nader te bepalen in afhankelijkheid van bodemgesteldheid.</p>
<p>Veiligheid</p>	<p>Kruisingen Bij kruisingen van andere kabels en leidingen wordt steenbestorting of onderboring (HDD) toegepast.</p> <p>Schade risico (ankers, netten, blootspoelen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ankeren: In de nabijheid van scheepvaartroutes zijn er risico's ten aanzien van (nood) ankeren van passerende schepen. In/rondom scheepvaartroutes worden de kabels daarom dieper aangelegd. ○ Visserij: Langs de route kunnen visserijactiviteiten plaatsvinden. Door gebruik van (sleep)netten ontstaat een risico op schade aan de kabels. Aandachtspunt bij dieptebepaling. ○ Zand- en Schelp-winning: Ten zuiden van TSS Terschelling – German Bight zijn een aantal zand en schelp winning gebieden aangewezen. De voorziene kabel corridor passeert deze gebieden op korte afstand. Hierdoor ontstaat een nabijheidsrisico van de winningsactiviteiten bij de kabel routes en een beperking aan de ruimte voor de route. ○ Werkvaart naar windparken: het is niet bekend hoeveel scheepvaart door het gebied gaat om werk in de Nederlandse en Duitse windparken uit te voeren. Dit moet inzichtelijk gemaakt worden t.a.v. de veiligheid van de kabelsystemen.

Aspect	Criteria
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Niet gesprongen explosieven (UXO's): de route kruist een militair oefengebied waarbij er een verhoogde kans is op het aantreffen van niet gesprongen explosieven (UXO's).
Onderhoud en reparatie	<p>Methode Kabelinspecties en onderhoud langs de route wordt uitgevoerd met diverse type schepen. Bij inspecties een zgn. Diving Support Vessel (DSV) en een Cable Laying Vessel (CLV) in het geval van een reparatie aan de kabel.</p> <p>Bij onderhoud en reparatie van het platform wordt diverse type schepen ingezet voor het vervoer van personeel, materiaal en als werkschip. Dit zijn o.a. Crew Transfer Vessels (CTV), Service Operation Vessels (SOV) en Platform Supply Vessel (PSV). Daarnaast is het ook mogelijk om personeel, en kleine lichte goederen, door middel van een helikopter naar het platform te vervoeren.</p> <p>Bij werkzaamheden aan de kabels in nabijheid van het platform wordt dezelfde methode aangehouden als bij kabel werkzaamheden langs de route.</p>
	<p>Duur en moment van werkzaamheden Dit moet nog nader onderzocht worden.</p>

14.3 Optimalisatie route

Geen voorziene optimalisaties.

14.4 Verwachte capaciteit per route

Verwachte capaciteit voor deze route is 8 kabelsystemen.

15. Conclusie

Hieronder volgt een samenvatting van de onderzochte routes.¹²

Nr	Routenaam	Technische maakbaar-/haalbaarheid	Optimalisatie routes	Maximale capaciteit – vanuit technisch perspectief	Opmerkingen
I	Meeuwenstaart-route		Kleine optimalisatie mogelijk kruising COBRA-kabel	2 kabelsystemen (of 2x 2GW of de 2 kabels voor 700MW)	Te grote risico's t.a.v.: - Complexe kruisingen (o.a. verkrijgen van toestemming) - Langdurig intensief baggeren Daarnaast toestemming van Duitsland (GDWS) nodig.
II	Oude Westereems-route		Obv Waterproof-studie enkele optimalisaties.	5 kabelsystemen (2x voor 700MW + 3x 2GW of 5x2GW)	Mits toestemming vanuit Duitsland / GDWS
III	Horsborngatroute		Lokaal kleine optimalisatie mogelijk, maar zeer beperkt	0 kabelsystemen	Uiterst complexe en risicovolle HDD-boring; onvoldoende tijd beschikbaar om opeenvolgende activiteiten (bagger- en installatiewerkzaamheden) uit te voeren in de tijdelijk gesloten gebieden.
IV	Geul route Rottums		Ligging in geul kan iets geoptimaliseerd worden, maar beperkt	0 kabelsystemen	Meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatiewerkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.
V	Boschgatroute		Nvt	Wellicht 1 kabelsysteem (1x 2GW) - indien er wel toegang tot gesloten gebieden is.	Meerdere opeenvolgende activiteiten nodig (baggeren, kabel installeren, moffen maken/begraven). Er is onvoldoende tijd beschikbaar voor bagger- en installatie-

¹² Zoals eerder uitgelegd is route X niet in dit rapport uitgewerkt omdat hiervoor een apart door het Ministerie van EZK georganiseerd traject gevolgd wordt.

					werkzaamheden in tijdelijk gesloten gebieden. Daarbij is het onmogelijk om te installeren zonder het gesloten gebieden te betreden.
VII	Schiermonnikoog Wantijroute		Nvt	4 kabelsystemen (2x voor 700MW + 2x 2GW of 4x2GW)	
XI	Dijkalternatief - Buitendijks - Binnendijks		Nvt	0 kabelsysteem 0 kabelsysteem	Geen fysieke ruimte in / op kering.
-	Landroute		Nvt	4 kabelsystemen (2x voor 700MW + 2x 2GW of 4x2GW)	
A	Parallel aan Gemini kabels		Alleen mogelijk bij combinatie van de 2 varianten van route A (middendoor en oostkant Gemini).	4 kabelsystemen (2x 2GW en 1x2 kabels voor 700MW)	
B	Parallel aan verlaten telecomkabel		Nvt	Max. 8 kabelsystemen	
C	Direct naar TNW		Nvt	Max. 8 kabelsystemen	
D	Parallel aan bestaande gasleiding		Nvt	Max. 8 kabelsystemen	Verhoogde kans op externe bedreiging door gebruik militair oefengebied (dropzone)

16. Appendices

16.1 Appendix A: Abstract uit Uitgangspunten Document PAWOZ-Eemshaven

Grondslag voor dit abstract is het volgende document:

Titel	:	Programma Basis – Uitgangspunten (PAWOZ) - Eemshaven
Nummer	:	PAWOZ-PMT-0103-GEN-PGB-TTB-0001-00
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	16 februari 2022

Uit bovenstaand document is Hoofdstuk 5 als appendix toegevoegd aan dit document.

Titel	:	Appendix A - Chapter 5 Programme base - Technical design basis
Nummer	:	PAWOZ-SSP-090204-GEN-REP-TTB-0001-01
Revisie	:	ZZ (final)
Datum	:	15-02-2023

16.2 Appendix B: Routeprofielen, baggerprofielen en -volumes

Het volgende document bevat de inhoud van deze appendix:

Titel:	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix B: Route profiles, dredging profiles and volumes
Nummer	: PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-02
Revisie	: ZZ (final)
Datum	: 10-maart 2023

16.3 Appendix C: Offshore routes - overzichtskarten en details

Het volgende document bevat de inhoud van deze appendix:

Titel:	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix C: Offshore routes – overzichtskarten en details
Nummer	: PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-03
Revisie	: ZZ (final)
Datum	: 10-maart 2023

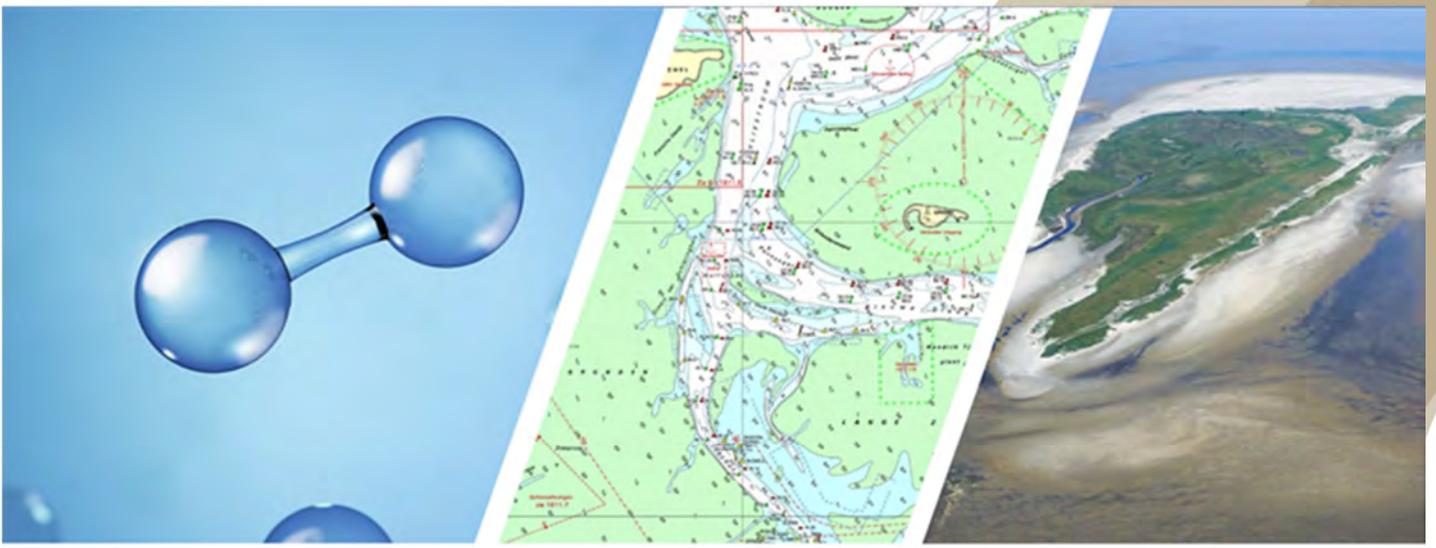
16.4 Appendix D: Toelichting voor toepassing van het “Bury and would like to forget” uitgangspunt

Het volgende document bevat de inhoud van deze appendix:

Titel:	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix D: Toelichting voor toepassing van het “Bury and would like to forget” uitgangspunt
Nummer:	PAWOZ-SSP-090204-GEN-REP-TTB-0001-04
Revisie	: ZZ (final)
Datum	: 1 mei 2023



ANHANG: GASUNIE-TRASSENFÜHRUNG BASELINE 1



PAWOZ H2 Eemshaven

Detail Informatie Route Alternatieven

NV Nederlandse Gasunie

10 mei 2023

406010-00270 Ev10A-REP-01698 3

Intecsea
Warley Group

intecsea.com

Disclaimer

This report has been prepared on behalf of and for the exclusive use of NV Nederlandse Gasunie, and is subject to and issued in accordance with the agreement between NV Nederlandse Gasunie and Intecsea. Intecsea accepts no liability or responsibility whatsoever for it in respect of any use of or reliance upon this report by any third party. Copying this report without the permission of NV Nederlandse Gasunie and Intecsea is not permitted.

Company details

Intecsea

Wilhelmina van Pruisenweg 2
The Hague 2595 AN
PO Box 97776, 2509 GD The Hague
The Netherlands

PROJECT 406010-00270 - Ev10A-REP-01698: PAWOZ H2 Eemshaven - Detail Informatie Route Alternatieven

Rev	Description	Author	Review	Intecsea approval	Revision date
0	For Review	EKOOLS	FvdLIN	FvdLIN	13.01.23
1	For Approval	FvdLIN	EKOOLS	FvdLIN	17.01.23
2	For Approval	EKOOLS	FvdLIN	FvdLIN	14.03.23
3	For Approval	FvdLIN	EKOOLS	FvdLIN	10.05.23

Inhoud

Afkortingen	5
1 Inleiding.....	6
2 Gedefinieerde routes	7
3 Feitenrelaas per route.....	8
I Meeuwenstaart route	12
II Oude Westereems route en alternatief (geoptimaliseerd)	17
III Horsborngat route	24
IV Geul-route Rottums	28
V Boschgat route.....	32
VII Schiermonnikoog wantij route	35
VIII Ameland wantij route	41
IX Zoutkamperlaag route	46
4 Referenties.....	50

Tabellen

Tabel 3-1: Installatie Route I.....	14
Tabel 3-2: Installatie Route II.....	19
Tabel 3-3: Installatie Route II geoptimaliseerd	21
Tabel 3-4: Installatie Route III.....	26
Tabel 3-5: Installatie Route IV	30
Tabel 3-6: Installatie Route V	33
Tabel 3-7: Installatie Route VII.....	39
Tabel 3-8: Installatie Route VIII.....	44
Tabel 3-9: Installatie Route IX.....	48

Figuren

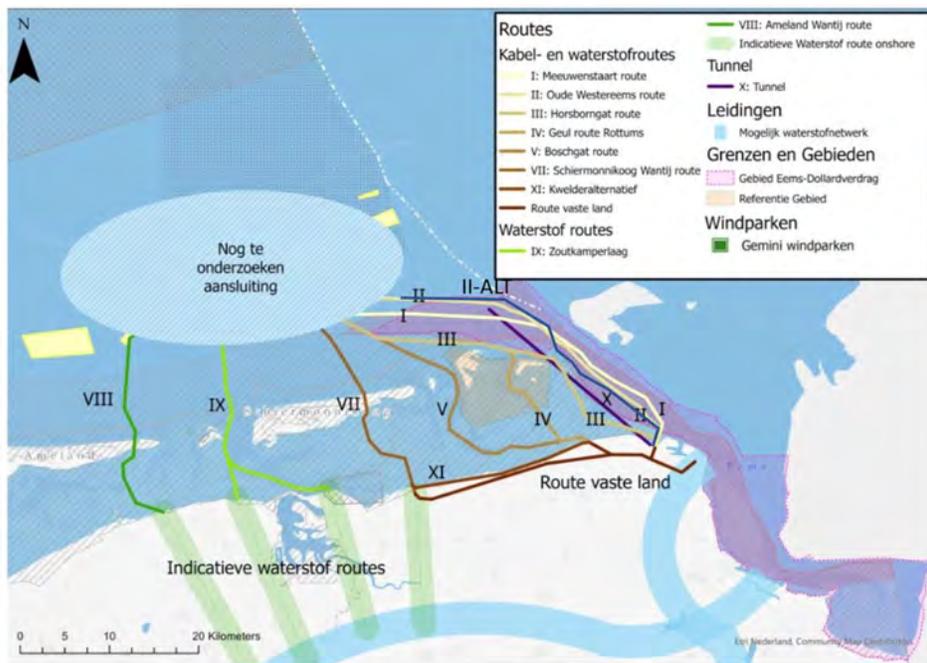
Figuur 1-1 Overzicht routes.....	6
Figuur 3-1 Gasunie Eemzinker installatie (1975) (source: https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/aquila)	9
Figuur 3-2 NGT installatie SAR II (1974) (source: https://www.kustvaartforum.com/viewtopic.php?t=3584&start=1150)	9
Figuur 3-3 Voorbeeld diepteprofielen (Route IX)	10
Figuur 3-4 Overzicht Route I	12
Figuur 3-5 HDD kruising kabels (2x elec, 1 tele, 2x elec)	13
Figuur 3-6 Kruising kabels rond KP 33 (3x elec, 1 tele)	15
Figuur 3-7 Overzicht Route II	17
Figuur 3-8 Overzicht Geoptimaliseerde Route II	18
Figuur 3-9 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec)	19
Figuur 3-10 Kruising kabels KP 34 – 39 (3x elec, 1 tele)	20
Figuur 3-11 Route sectie ten noorden van Huibertsplaat	21
Figuur 3-13 Overzicht Route III	24
Figuur 3-14 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec)	25
Figuur 3-15 Overzicht Route IV	28
Figuur 3-16 HDD kruising en nabijheid NGT pijpleiding	29
Figuur 3-17 Overzicht Route V	32
Figuur 3-18 Overzicht Route VII	35
Figuur 3-19 HDD kruising Route VII	36
Figuur 3-20 Mittelplate project	37
Figuur 3-21 Schiermonnikoog Wantij voorbeeld boor locaties	37
Figuur 3-22 Schiermonnikoog Wantij tunnel alternatief	38
Figuur 3-23 Overzicht Route VIII	41
Figuur 3-24 HDD kruising Route VIII	42
Figuur 3-25 Ameland Wantij voorbeeld boor locaties	43
Figuur 3-26 Ameland Wantij tunnel alternatief	44
Figuur 3-27 Overzicht Route IX	46
Figuur 3-28 HDD kruising Route IX	47

Afkortingen

CSD	Cutter Suction Dredger/ Cutterzuiger
EZK	Economische Zaken & Klimaat
GW	GigaWatt
H ₂	Hydrogen (Waterstof)
IEA	Integrale Effecten Analyse
ILT	Integrale Leidingen Tunnel
MER	Milieu Effect Rapportage
MW	MegaWatt
NGT	NoordGasTransport
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
RHDHV	RoyalHaskoning DHV (Dwars, Heederik en Verhey)
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger

1 Inleiding

Het ministerie (EZK) heeft Gasunie gevraagd om als kennispartner deel te nemen aan het project PAWOZ-Eemshaven om de technische mogelijkheden en kosten voor het aanleggen van een waterstofleiding door de Waddenzee te onderzoeken. Dit onderzoek draagt bij aan het opstellen van het NRD en PlanMER. Om invulling te geven aan deze rol, zoekt Gasunie ondersteuning om met name de relevante en significante technische aspecten met betrekking tot een H₂-buisleiding en de aanleg daarvan te identificeren. De intentie van het tijdsplan van dit onderzoek is om samen met het adviesbureau van EZK op te trekken voor een gezamenlijke verkenning. Daarom zal deze verkenning parallel gaan lopen met de onderzoeksvraag van EZK waarbij resultaten van dit onderzoek input zullen zijn voor workshops in werkgroepen.



Figuur 1-1 Overzicht routes

Deze opdracht zal in basis bestaan uit ondersteuning in de verkenningsfase van het zoeken naar een mogelijk geschikte route voor een waterstofleiding door de Waddenzee. Hiervoor worden verschillende routes onderzocht. Voor elk van deze routes is een feitenrelaas opgesteld waarin de belangrijkste technische feiten van de route zijn verzameld. Ze kunnen bijdragen aan de verdere evaluatie van de verschillende routes wat overigens geen onderdeel is van dit document.

2 Gedefinieerde routes

De volgende routes (zie ook Figuur 1-1) worden momenteel in het PAWOZ programma onderzocht voor aanleg van een waterstofleiding :

- Route I Meeuwenstaart route – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route II Oude Westereems route – feitenrelaas opgenomen in dit document tevens wordt er een alternatieve (voor een waterstofpijpleiding geoptimaliseerde) route II besproken
- Route III Horsborngat route – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route IV Geul-route Rottums – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route V Boschgat route – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route VI Maakt niet langer deel uit van de te onderzoeken routes
- Route VII Schiermonnikoog wantij route – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route VIII Ameland wantij route – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route IX Zoutkamperlaag route – feitenrelaas opgenomen in dit document
- Route X Tunnel – feitenrelaas on hold
- Route XI Kwelderalternatief – feitenrelaas on hold

Van de 11 routes worden er nog 10 onderzocht. Van deze 10 wordt de tunnel optie (Route X) gescheiden van de andere opties onderzocht, het kwelderalternatief (Route XI) is “on hold” voor het ontwikkelen van een feitenrelaas. De routes X en XI zijn dus niet verder beschouwd in deze studie en er zijn daarom acht resterende routes waarvoor een feitenrelaas is opgenomen in dit document.

3 Feitenrelaas per route

In dit hoofdstuk wordt per route een feitenrelaas gegeven. Voor elke route wordt een zelfde lay-out aangehouden:

A: Een algemene beschrijving van de route

B: Installatieaspecten van de route

C: Een schatting van de bagger-volumes

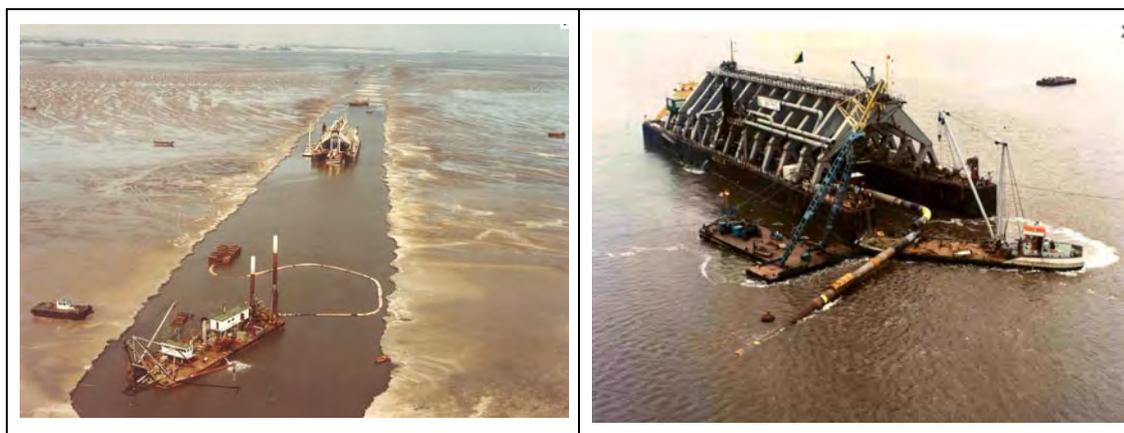
D: Een beschrijving van de route specifieke uitdagingen en veiligheidsaspecten

Hierbij wordt opgemerkt dat routes in dit document vaak beschreven worden van land naar een offshore locatie en dat afstanden (KP's) ook oplopen van land naar zee. Uiteindelijk zullen de routes in de definitieve ontwerpfase gedefinieerd worden in de stromingsrichting van het product (waterstof), dus van zee naar land, waarbij het startpunt (en dus uiteindelijk het nulpunt voor afstanden langs de pijpleidingroute) op een passende locatie op zee wordt gekozen. Dit heeft voor de evaluatie van route alternatieven geen gevolgen. Na selectie zal de route opnieuw in detail gedefinieerd moeten worden, startend van een geschikt punt op zee (platform of eiland).

Voor elke route wordt in eerste instantie aangenomen dat deze met de gebruikelijke installatiemethodes wordt geïnstalleerd. Voor offshore pijpleidingen is dit voor langere afstanden (meer dan enkele kilometers) in principe vanaf een legschip dat een minimale waterdiepte nodig heeft (aangenomen als 7 m). Dit is een uitgebreid bewezen methode die tot een hoogwaardig eindproduct kan leiden. Waar de waterdiepte onvoldoende is, zal voor deze methode een toegangseul gebaggerd moeten worden. Voor elke route wordt bepaald hoeveel dit bij benadering is. Aangezien dit baggerwerk beperkt dient te worden in verband met de milieubelasting, en omdat bij sommige routes het om zeer aanzienlijke hoeveelheden kan gaan, wordt vervolgens waar dit mogelijk is één of meerdere alternatieve methodes voorgesteld. Het gaat hierbij echter steeds om ongebruikelijke methodes die niet of zelden (in deze vorm) zijn toegepast. Een dergelijke methode zal altijd risico met zich meebrengen en zal met aannemers verder ontwikkeld moeten worden.

De installatietechnieken voor pijpleidingen, standaard en alternatieven, zijn beschreven in Ref. [2]. Waar in het feitenrelaas over deze alternatieve methodes wordt gesproken zal voor verdere details dus naar Ref. [2] worden verwezen. In ondiepe wateren en mudflats waar voor toegang van een legschip veel gebaggerd zou moeten worden is in het verleden gebruik gemaakt van materieel van verschillende aannemers dat gemodificeerd is voor de specifieke toepassing. Voorbeelden zijn de Gasunie Eemszinker installatie en de installatie van de Noordgastransport leiding (NGT).

Voor de 42-inch Eemszinker zijn op land pijpstrengen van 48 meter geprefabriceerd. Deze werden gekoppeld op de "Aquila", een aangepaste catemaran die ontworpen was als ontziltings-installatie voor zand. De Aquila werkte in tandem met de cutterzuiger "Gouderak" en assisterende schepen voor het (ver)plaatsen van de acht ankers van de Aquila. De Aquila had tijdens de uitvoering een diepgang van 6.6 meter. Een algemeen beeld van deze installatiemethode is te zien in Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Gasunie Eemzinker installatie (1975) (source: <https://www.dredgepoint.org/dredging-database/equipment/aquila>)

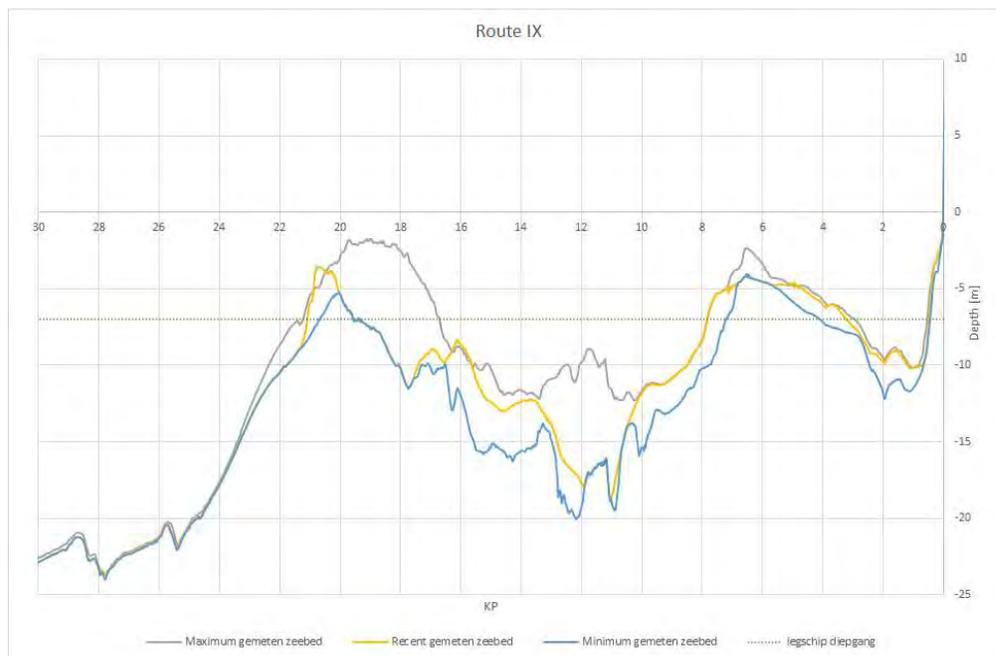
Voor de 36-inch NGT zijn 3 tracé's door de Waddenzee onderzocht. Naast het gekozen tracé, een alternatieve route ten oosten, globaal gelijk aan Route III Horsborngat, en een westelijke route, variant Schild genoemd, en vergelijkbaar met Route IV Geul-route Rottums. Deze beide alternatieven werden minder geschikt bevonden, de oostelijke variant vanwege onder meer de vele beweeglijke geulen en de westelijke variant vanwege "beteugeling en afsluiting van het Schild" (zie Ref. [3]). Voor de constructie van de leiding zijn verschillende schepen ingezet. Offshore een legschip van McDermott en in de ondiepere gebieden en het Wadden-traject de "Mulus I" (gezonken tijdens installatie) en het pijpenleg-ponton "SAR II", zie Figuur 3-2.



Figuur 3-2 NGT installatie SAR II (1974) (source: <https://www.kustvaartforum.com/viewtopic.php?t=3584&start=1150>)

Om te bepalen waar baggerwerk nodig is voor legschip toegang wordt een minimale vrije waterdiepte van 7 m aangehouden voor het schip. Als een toegangsgedul gemaakt moet worden dan wordt daarvoor een breedte van 40 m voor de bodem van de gul aangehouden. Waar baggerwerk alleen nodig is voor het op diepte installeren van de leiding (genoeg diepte voor schepen maar gewenste begraafdiepte is meer dan wat met post-installatie trenchers kan worden bereikt, aangenomen als tot 0.8 m dekking maximaal) wordt een gul bodembreedte van 3 m aangehouden. Voor de helling van een gebaggerde gul wordt een waarde van 1:6 aangehouden. Dit is waarschijnlijk relatief steil voor de grondsamenstelling waardoor mogelijk onderhoud aan de gul nodig is tijdens de installatie, dit wordt gezien als te prefereren boven stabielere, flauwere hellingen waardoor een groter gebied geroerd wordt (bevestigen in een later stadium als gedetailleerde grondgegevens bekend zijn, zie ook Ref. [6]). De bodem van de gebaggerde gul wordt aangenomen op 1.8 m onder het minimaal verwachte diepteprofiel voor de route, zodat de verwachting is dat de pijpleiding gedurende de levensduur minimaal 0.8 m dekking zal hebben. Alle uitgerekenede volumes zijn netto volumes, zonder onderhoud voor en/of tijdens installatie tegen aanzanding, dit is een goede basis voor vergelijking bij gebrek aan gedetailleerde uitvoeringsinformatie. Bij het gebruik van alternatieven in constructietechnieken en -equipment zijn reducties mogelijk op deze baggerhoeveelheden afhankelijk van het met aannemers ontwikkelde alternatief.

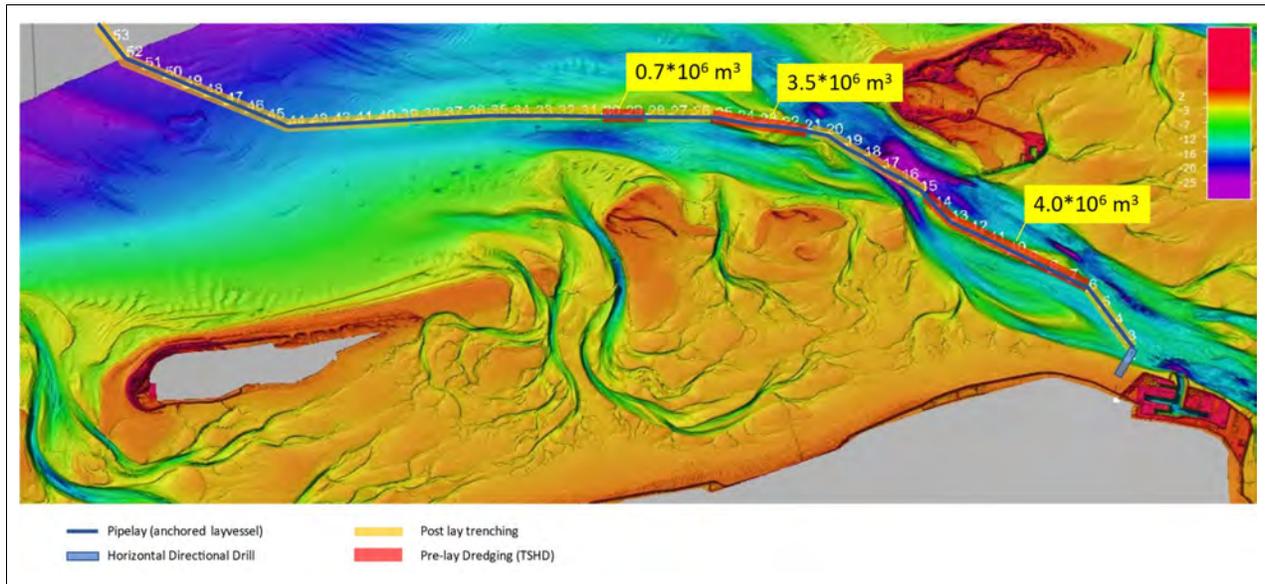
Voor de minimaal en maximaal te verwachten waterdiepte, alsmede de huidige diepte langs de route, voor de berekening van baggervolumes wordt gebruik gemaakt van Ref. [1]. Deze data is samengesteld op basis van dieptedata over de periode 1989 tot heden. Hierbij moet worden opgemerkt dat de metingen soms met grote tussenliggende periodes zijn gemaakt en dat op een bepaalde locatie misschien slechts enkele tot een handvol metingen zijn gedaan in de aangegeven periode. Een voorbeeld van hoe deze diepteprofielen eruitzien, en hoe ze gebruikt worden om te bepalen waar baggerwerk nodig is voor toegang van het schip is te zien in Figuur 3-3.



Figuur 3-3 Voorbeeld diepteprofielen (Route IX)

Alle routes kruisen een aantal verlaten kabels (Ned-Den 1, 2, 3, en 4), dit is in principe geen probleem en er wordt van uitgegaan dat waar nodig delen van deze kabels kunnen worden verwijderd na overleg met de beheerder. Dit is voor alle routes gelijk en wordt niet verder genoemd in de beschrijving per route. Kruisingen met operationele kabels en leidingen worden bij elke route besproken, sommige kruisingen zijn in ondiep water of met zeer diep begraven kabels. Dit kan complexe kruisingen tot gevolg hebben. Extra baggerwerk dat hiervoor nodig zou kunnen zijn is niet in de aangegeven volumes meegenomen omdat per geval bepaald moet worden wat de beste methode van kruisen is.

I Meeuwenstaart route



Figuur 3-4 Overzicht Route I

A. Algemeen

De Meeuwenstaart route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is daardoor niet voor de volle lengte geoptimaliseerd voor een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart. Als in verband met morfologische dynamiek een grotere begraafdiepte is gewenst zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn, zeker als toegang voor een legschip gecreëerd moet worden (bodembreedte geul van 40 m aangenomen). Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

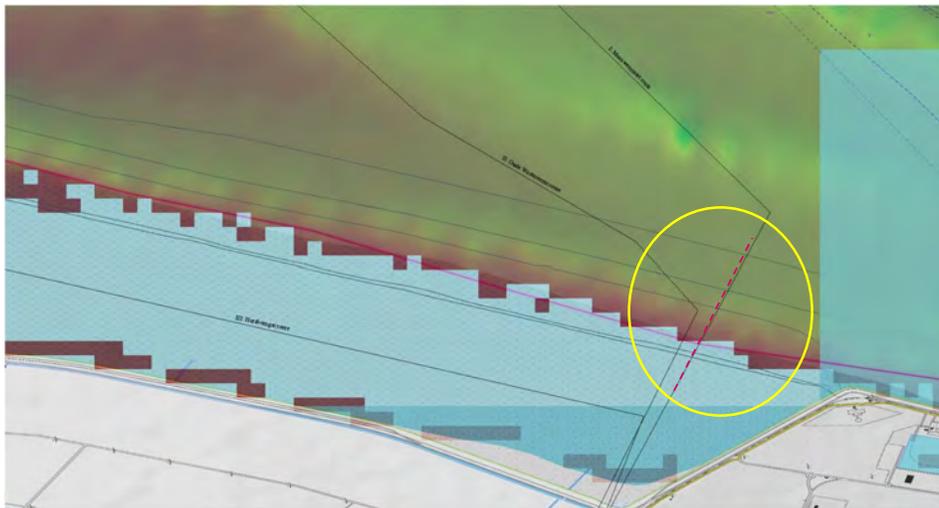
Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route I voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route I vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

Als alternatief voor deze Route I (en vergelijkbare Routes II en III) is een alternatieve route: Route XII, gedefinieerd die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en is geoptimaliseerd voor pijpleidingen (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt juist de diepe

delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie nabij Eemshaven zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een aandachtspunt voor deze boring vormt de aanwezigheid van kabels (Gemini, Buitengaats, Tycom, Norned, Cobra) nabij de zeewering die gelijktijdig gekruist dienen te worden. De aanwezigheid van deze kabels kunnen grote invloed hebben op de uitvoerings-complexiteit van de HDD, zie Figuur 3-5. Mede door de noodzaak alle kabels te kruisen met de HDD zal deze ongeveer 2.5 km lang (horizontale afstand) worden, deze combinatie van lengte en pijpdiameter is aan de grens van het huidige toepassingsgebied van deze techniek.



Figuur 3-5 HDD kruising kabels (2x elec, 1 tele, 2x elec)

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering in principe met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Aangezien dit de meest gebruikelijke methode is voor pijpleiding installatie zal het gebruik van deze methode een positieve bijdrage leveren aan de kwaliteit van het geïnstalleerde product. Alleen waar in de ruime omtrek geen diepere geulen beschikbaar zijn en de waterdiepte zeer gering is in vergelijking met de diepgang van een legschip liggen alternatieve installatiemethodes voor de hand (zie Ref. [2]). Een bijna haakse aansluiting van de pijpleiding op het einde van de HDD (zie Figuur 3-5), zonder expansievoorziening, is ongebruikelijk. Het resulteert op zijn minst in een complexe installatie (dubbele kofferdam) en zal mogelijk niet eenvoudig te ontwerpen zijn met inachtneming van de code-eisen.

Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is baggerwerk voorzien in de delen met geringe waterdiepte voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen (zoals nabij Huibertplaat).

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-1.

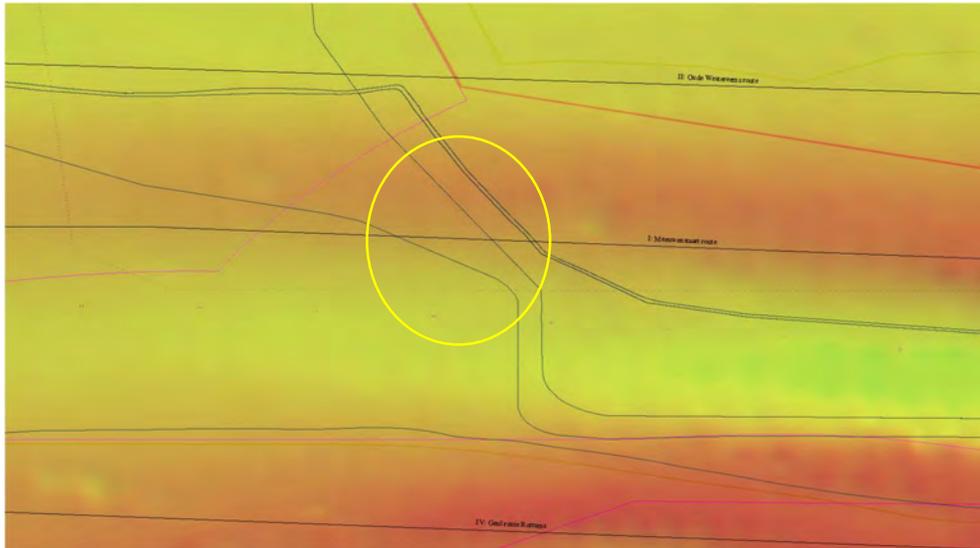
Tabel 3-1: Installatie Route I

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 2.5	HDD	Kruising zeewering
KP 2.5 – KP 6.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 6.0 – KP 14.0	CSD / TSHD / S-lay	Route zoekt ondiepte van Meeuwenstaart en vermijdt diepere Oude Westereems en Ranselgat
KP 14.0 – KP 21.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 21.0 – KP 25.5	CSD / TSHD / S-lay	Route gaat over ondiepe Huibertplaat en vermijdt diepere Horsborngat
KP 25.5 – KP 28.5	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 28.5 – KP 30.5	CSD / TSHD / S-lay	Ondiepte Ballonplaat/ Rottumerbult
KP 30.5 – KP 63.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kabelkruisingen.

- Rond KP 21: Cobra kabel.
- Rond KP 33: Buitengaats, Gemini, Normed, Tycom, 4 kruisingen over een lengte van ongeveer 800 m, waterdiepte 8 tot 9 m, zie Figuur 3-6.



Figuur 3-6 Kruising kabels rond KP 33 (3x elec, 1 tele)

De kabels zijn hier waarschijnlijk tot aanzienlijke diepte begraven (exacte diepte op kruisinglocatie nog onbekend). Met name de kruising met de Cobra kabel ligt in een waterdiepte waar een toegangseul gebaggerd moet worden voor de installatie van de pijpleiding. De Cobra kabel ligt op sommige locaties extra diep in verband met mogelijke toekomstige verdieping van de scheepvaartroute. De benodigde baggerwerken moeten als niet praktisch/ veilig uitvoerbaar beschouwd worden bij een in operatie zijnde Cobra kabel (niveau bodem trench en kabel zouden verticaal meters uit elkaar moeten liggen).

De lange kruising (4 kabels) bij KP 33 zou mogelijk zijn als een geringe begraafdiepte voor de pijpleiding acceptabel is in dit gebied in combinatie met een zeer grote begraafdiepte van de bestaande kabels (logischerwijs een onwaarschijnlijke combinatie). Hierbij moet worden opgemerkt dat kabelexploitanten het vaak niet acceptabel vinden dat een pijpleiding bovenlangs kruist zonder fysieke scheiding die direct contact onmogelijk maakt (bv betonnen matras). Het zou kunnen leiden tot de noodzaak om de kabels uit operatie te nemen, door te knippen, en na leiding installatie boven de leiding weer te koppelen, danwel een andere complexe methode, zoals een HDD (nat naar nat).

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 6 – KP 14:	4.0*10 ⁶ m ³
KP 21 – KP 25.5:	3.5*10 ⁶ m ³
KP 28.5 – KP 30.5:	0.7*10 ⁶ m ³

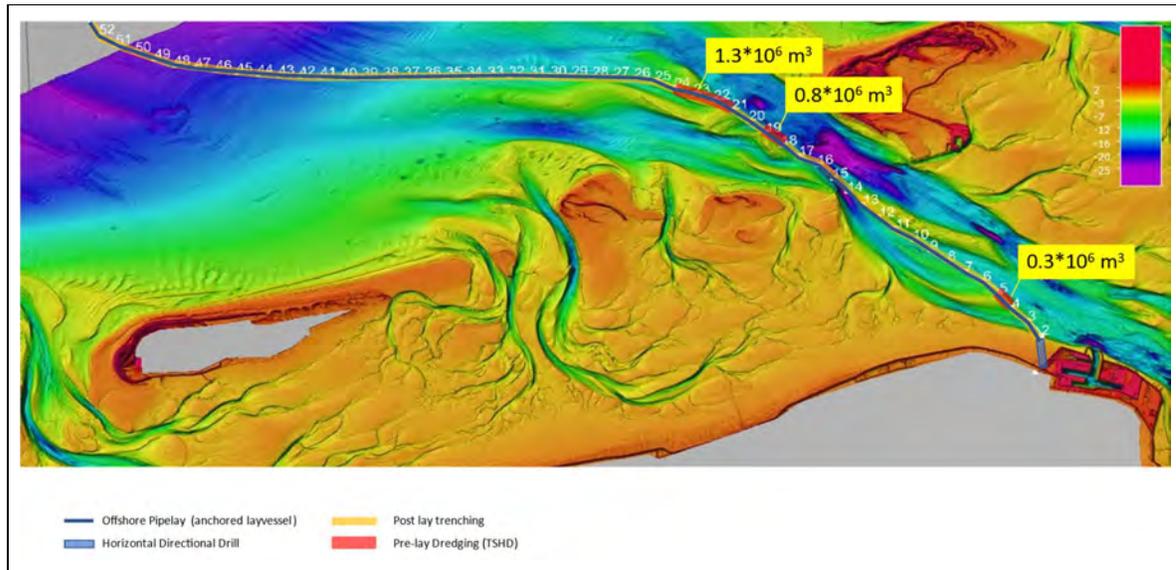
Totaal: 8.2*10⁶ m³

Daarnaast is 46.0 km post-trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Diverse complexe kabelkruisingen, nabij kruising zeekering en verder offshore
- Lengte en diameter combinatie HDD is aan de grens van de huidige toepassing van deze techniek
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding
- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen, additioneel baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding
- Werken nabij scheepvaartroute
- Vergunningstraject in Eems Dollard Verdragsgebied

II Oude Westereems route en alternatief (geoptimaliseerd)



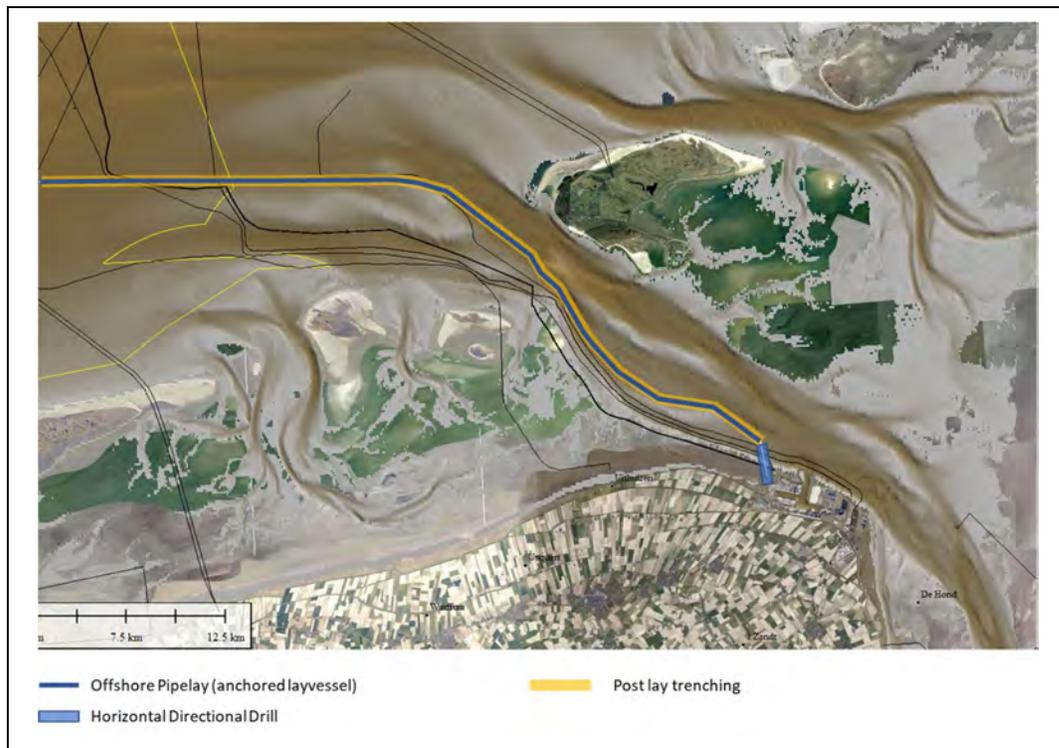
Figuur 3-7 Overzicht Route II

A. Algemeen

De Oude Westereems route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is een variatie op de Meeuwenstaart route (Route I) die bij de Meeuwenstaart / Oude Westereems iets minder de ondiepte opzoekt zonder echt de diepste geulen te gebruiken. Daardoor is deze route niet voor de volle lengte geoptimaliseerd voor een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart. Als in verband met morfologische dynamiek een grote begraafdiepte is gewenst, zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn. Met name indien toegang voor een legschip gecreëerd moet worden (bodembreedte geul van 40 m aangenomen). Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route II voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route II vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.



Figuur 3-8 Overzicht Geoptimaliseerde Route II

Als alternatief voor deze Route II (en vergelijkbare Route I en III) is een alternatieve / geoptimaliseerde Route II gedefinieerd die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en is geoptimaliseerd voor pijpleidingen (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt dus juist de diepe delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

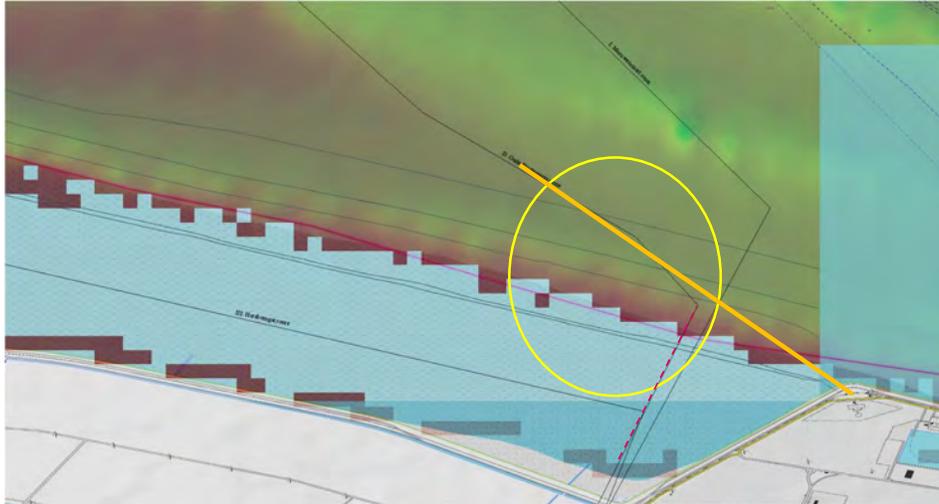
De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) en volgt hiervoor de geulen in plaats van de ondiepe delen. Langs de route is de waterdiepte overal voldoende voor installatie met een legschip. De aanlanding behoeft nog optimalisatie om de installatie van een pijpleiding mogelijk te maken.

Met name tijdens installatie zal de ruimte in de geulen dus moeten worden gedeeld met scheepvaart, de route zal dichters langs/ door het grensgebied met Duitsland gaan, maar blijft verder van speciale aangewezen natuurgebieden dan de andere routes naar Eemshaven.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie nabij Eemshaven zal de kruising met de zeevering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een aandachtspunt voor deze boring vormt de aanwezigheid van kabels (Gemini, Buitengaats) nabij de zeevering die gelijktijdig gekruist dienen te worden en de kabels die gekruist worden direct aansluitend aan de HDD (Tycom, Norned, Cobra). De aanwezigheid van deze kabels kunnen

grote invloed hebben op de uitvoering en complexiteit van de HDD, zie Figuur 3-9. Door de andere configuratie van Route II ten opzichte van Route I is de lengte van de HDD meer binnen de grenzen van de huidige mogelijkheden. De oranje lijn is een alternatieve HDD die voor het kruisen van de leidingen (Tycom, Norned, Cobra) en de aansluiting op de offshore route realistischer is, de lengte blijft aanzienlijk (2.5 km) voor de huidige staat van ontwikkeling van deze techniek.



Figuur 3-9 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec)

De leiding kan vanaf de kruising van de zeevering in principe met een legschip verder richting offshore gelegd worden (argumentatie als voor Route I).

Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is baggerwerk voorzien in de delen met geringe diepgang voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Installatie Route II

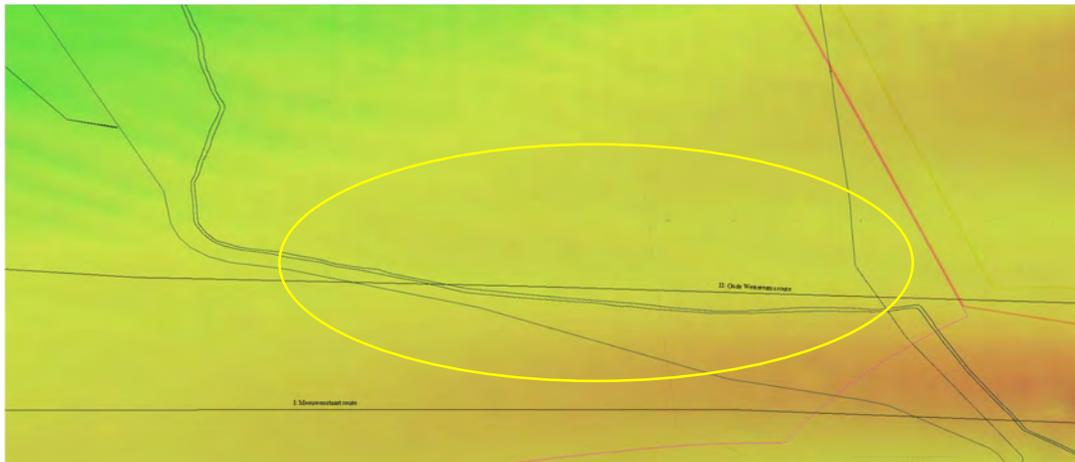
Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.7	HDD	Kruising zeevering
KP 1.7 – KP 4.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 4.0 – KP 5.0	CSD /TSHD / S-lay	Route zoekt ondiepte aan de zuidkant van Oude Westereems
KP 5.0 – KP 18.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 18.0 – KP 19.0	CSD / TSHD / S-lay	Route gaat over ondiepe Horsbornplaat
KP 19.0 – KP 21.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 21.0 – KP 24.0	CSD / TSHD / S-lay	Ondiepte Huibertplaat
KP 24.0 – KP 62.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kabelkruisingen.

- Rond KP 21: Cobra kabel, waterdiepte 6 m of minder.
- Rond KP 34 Norned en KP 38-39: Buitengaats, Gemini, Tycom, 4 kruisingen, waarvan 3 over een lengte van ongeveer 1000 m en onder een zeer ongewenste hoek (enkele kilometers bijna parallel), waterdiepte 13 tot 14 m, zie Figuur 3-10.



Figuur 3-10 Kruising kabels KP 34 – 39 (3x elec, 1 tele)

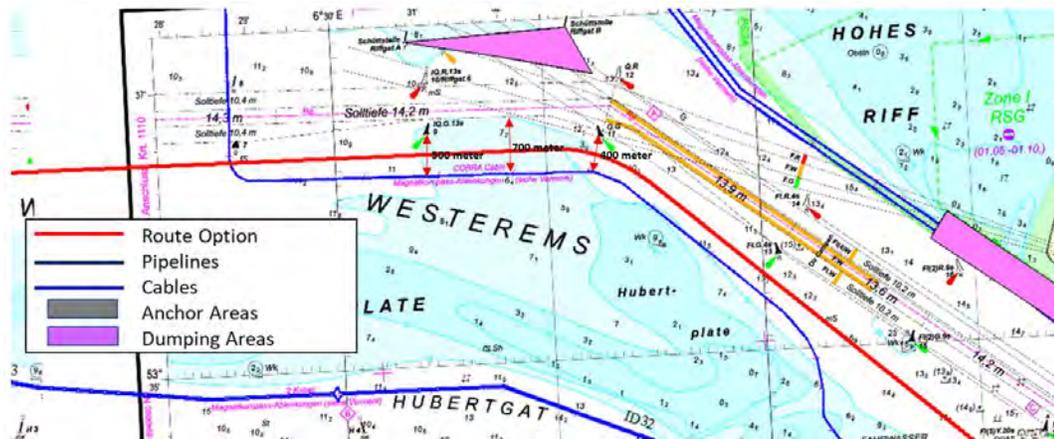
De kabels zijn hier waarschijnlijk tot aanzienlijke diepte begraven (exacte diepte op kruising locatie nog onbekend). Met name de kruising met de Cobra kabel ligt in een waterdiepte waar een toegangsgoed gebaggerd moet worden voor de pijpleiding installatie. Deze baggerwerken moeten als niet praktisch/ veilig uitvoerbaar beschouwd worden bij een in operatie zijnde Cobra kabel (niveau bodem trench en kabel zouden verticaal meters uit elkaar moeten liggen).

De lange kruising (4 kabels) tussen KP 34 en 39 zou mogelijk zijn als een geringe begraafdiepte voor de pijpleiding acceptabel is in dit gebied in combinatie met een zeer grote begraafdiepte van de bestaande kabels (logischerwijs een onwaarschijnlijke combinatie). Hierbij moet worden opgemerkt dat kabelexploitanten het vaak niet acceptabel vinden dat een pijpleiding bovenlangs kruist zonder fysieke scheiding die direct contact onmogelijk maakt (bv betonnen matras). Het zou kunnen leiden tot de noodzaak om de kabels uit operatie te nemen, door te knippen, en na pijp installatie boven de pijp weer te koppelen of een andere complexe methode, zoals een HDD (nat naar nat).

Voor de alternative/ geoptimaliseerde route II blijft de aanlanding een deel van de route dat verder geoptimaliseerd moet worden op basis van gedetailleerde informatie van de bestaande infrastructuur.

De leiding kan vanaf de kruising van de zeevering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is een relatief beperkte hoeveelheid baggerwerk noodzakelijk.

Een kritische sectie van de alternatieve route is het deel ten noorden van Huibertplaat. De aanwezigheid van de Cobra kabel en nabijheid van de scheepvaartroute dienen zorgvuldig beschouwd te worden. De "vrije" coridor is op sommige locaties rond de 400 meter, zie Figuur 3-11.



Figuur 3-11 Route sectie ten noorden van Huibertplaat

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de pijpleiding op de gewenste diepte te brengen. Als de pijpleiding om bijvoorbeeld veiligheidsredenen dieper geïnstalleerd moet worden, bijvoorbeeld nabij de scheepvaartroute, dan met post-installatie trenchers kan worden gerealiseerd (ongeveer 0.8 m dekking) is enig baggerwerk mogelijk noodzakelijk.

De installatie van de geoptimaliseerde route II kan dus als volgt worden samengevat, zie .

Tabel 3-3: Installatie Route II geoptimaliseerd

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 2.0	HDD	Kruising zeewering
KP 2.0 – KP 63.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kabel kruisingen.

- Rond KP 30.5: Cobra kabel, waterdiepte 13 m. Een deel van de route ligt parallel aan de Cobra kabel.
- Rond KP 36.0: Norned, waterdiepte 13 m.
- Rond KP 40.0: Buitengaats, Gemini, Tycom, hier valt de route samen met Route II en dezelfde complexe kruising van 3 leidingen onder zeer ongunstige hoek moet worden geoptimaliseerd als deze route wordt gekozen voor verdere ontwikkeling.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor de oorspronkelijke route II voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 4 – KP 5:	0.3*10 ⁶ m ³
KP 18 – KP 19:	0.8*10 ⁶ m ³
KP 21 – KP 24:	1.3*10 ⁶ m ³

Totaal: 2.4*10⁶ m³, significant lager dan Route I omdat de diepere delen in de Oude Westereems worden gevolgd.

Daarnaast is 55.3 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

Voor de alternatieve/ geoptimaliseerde route II is in principe geen baggerwerk nodig in de huidige configuratie. Door het dynamische zeebed kan het noodzakelijk zijn de route iets aan te passen op een aantal locaties op moment van installeren of dat toch enig baggerwerk nodig is. Verder is mogelijk bij het offshore uitredepunt van de HDD enig graaf/bagger werk nodig en indien de gewenste begraafdiepte meer is dan met post-installatie materieel haalbaar is.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Diverse complexe kabelkruisingen, nabij kruising zeewering en verder offshore
- Lengte en diameter combinatie HDD is aan de grens van de huidige toepassing van deze techniek
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

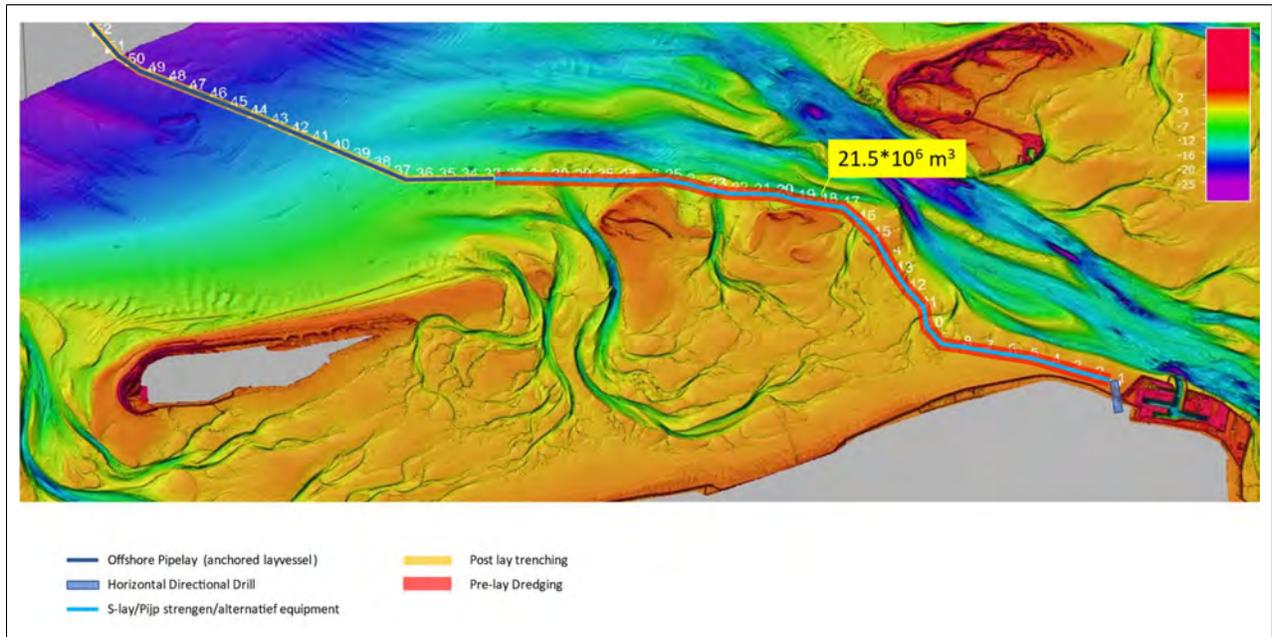
- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen, additioneel baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding
- Werken nabij scheepvaartroute
- Vergunningstraject in Eems Dollard Verdragsgebied

Voor de alternative / geoptimaliseerde route II kan nog worden opgemerkt:

- Parallele ligging en kruising Cobra kabel nabij scheepvaart route
- Route geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof, hierdoor minimaal (geen) baggerwerk voor legschip toegang en begraven leiding maar tijdens installatie werken in of nabij scheepvaartroute.
- Vergunningstraject in Eems Dollard Verdragsgebied

Werken nabij besloten en gevoelige gebieden maar route blijft op grotere afstand dan Route III

III Horsborngat route



Figuur 3-12 Overzicht Route III

A. Algemeen

De Horsborngat route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is een variatie op de Meeuwenstaart route (Route I) en de Oude Westereems route (Route II), van de drie zoekt deze Route III het meest extreem de ondiepe delen op. Daardoor is deze route niet voor de volle lengte geoptimaliseerd voor een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

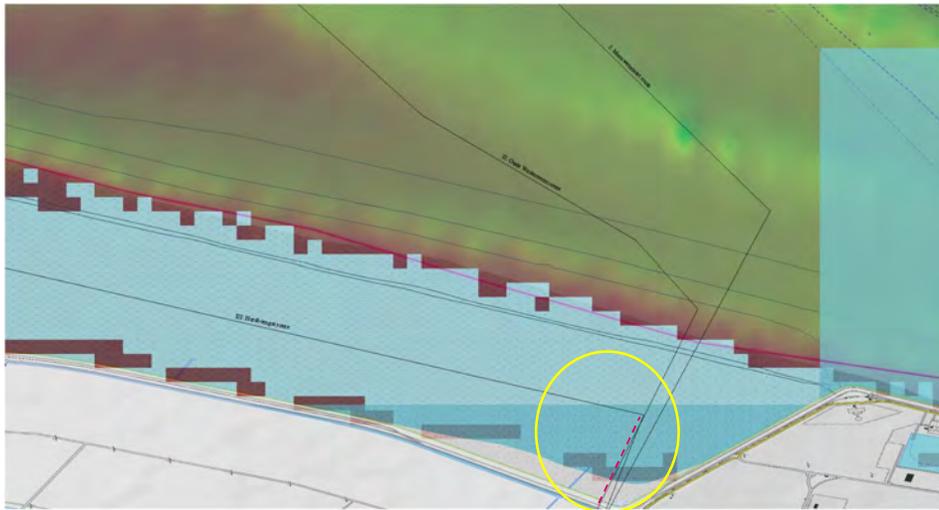
De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart. Als in verband met morfologische dynamiek een grote begraaftdiepte is gewenst zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn, zeker als toegang voor een legschip gecreëerd moet worden (bodembreedte geul van 40 m aangenomen). Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route III voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route III vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

Als alternatief voor deze Route III (en vergelijkbare Route I en II) is een Route XII gedefinieerd die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en is geoptimaliseerd voor pijpleidingen (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt dus juist de diepe delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie nabij Eemshaven zal de kruising met de zeevering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). In dit geval een kortere boring dan bij Route I en II die echter toch rekening zal moeten houden met de aanwezigheid van kabels (Gemini, Buitengaats) nabij het offshore eind van de HDD, dit is te zien in Figuur 3-13. Door de andere configuratie van Route III ten opzichte van Route I en II is de lengte van de HDD meer binnen de grenzen van de huidige mogelijkheden.



Figuur 3-13 HDD kruising kabels (2x elec) en pijpleiding kruising kabels (1 tele, 2x elec)

De leiding kan vanaf de kruising van de zeevering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk in de delen met geringe diepgang voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen.

De lengte van het toegangskanaal voor het legschip is dusdanig lang (32 km) dat het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes (zie Ref. [2]) mogelijk interessant is. Dit brengt echter ook installatie (kosten en tijdschema) risico met zich mee alsmede kwaliteit risico van het geïnstalleerde product. Het gebruik van methodes als beschreven in de introductie (zie introductie Hoofdstuk 3) kan een goed alternatief zijn. Een alternatief moet worden ontwikkeld met potentiële aannemers input.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-4.

Tabel 3-4: Installatie Route III

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 32.5	CSD / TSHD / S-lay of alternatief	Route zoekt ondiepte langs de kust en eilanden, overweeg alternatief
KP 32.5 – KP 61.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore zijn er langs de route nog een aantal uitdagende kruisingen.

- Rond KP 18: 36-inch NGT in 4 m waterdiepte.
- Rond KP 37: 36-ich NGT in 10 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruisingconstructie (2x) noodzakelijk zijn.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 32.5: $21.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Totaal: $21.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, significant meer dan Route I omdat de eerste 32.5 km door ondiep water vlak onder de kust loopt: Uithuizerwad, Horsbornzand, en de Schildgronden voor de kust van Rottumeroog en Rottumerplaat langs.

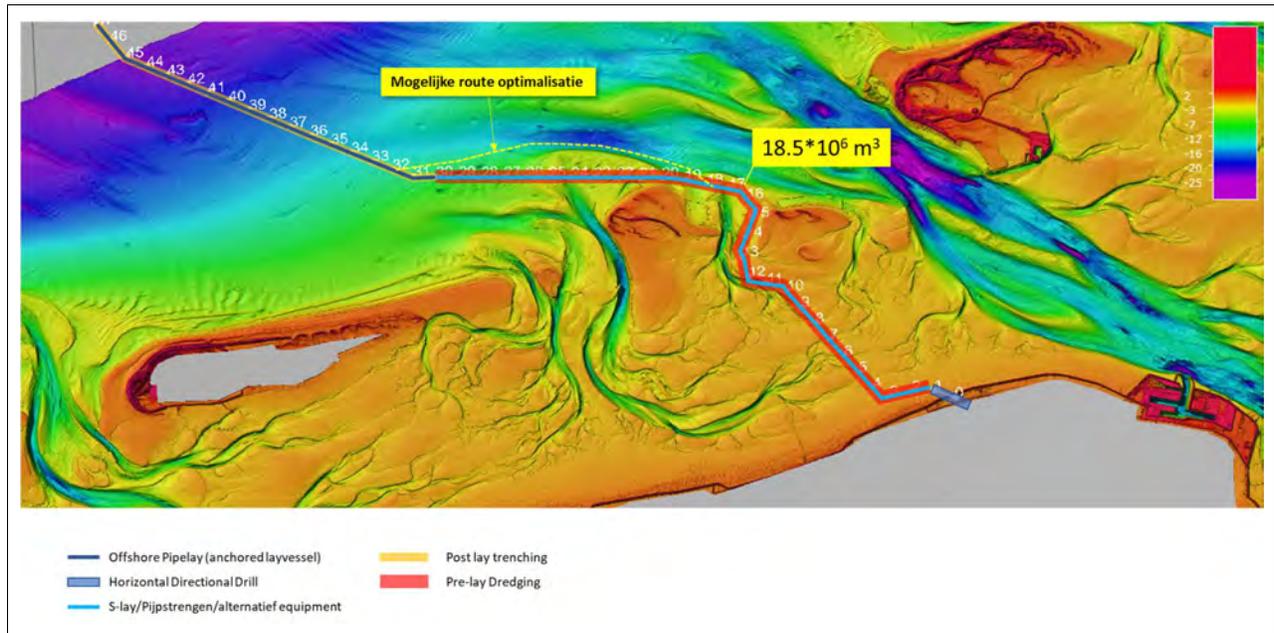
Deze hoeveelheid kan worden gereduceerd door over te stappen op onconventionele aanlegmethodes die geen gebruik maken van bestaande pijplegschepen, zie introductie Hoofdstuk 3.

Daarnaast is 28.5 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof op traditionele wijze, voor legschip toegang is uitzonderlijk veel baggerwerk noodzakelijk. Dit maakt een alternatieve, ongebruikelijke installatie methode het overwegen waard, zie ook inleiding hoofdstuk 3. Sommige bochten in de route zullen moeilijk te realiseren zijn voor een stalen leiding
- Deze route kruist / komt het dichtsbij speciale natuurgebieden (Natura 2000, Art 20, habitatgebieden en zeehondenligplaatsen) van routes I, II en III (en XII)
- Dubbele kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (1x 4 m en 1x 10 m waterdiepte)
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

IV Geul-route Rottums



Figuur 3-14 Overzicht Route IV

A. Algemeen

De Geul-route Rottums is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is ontwikkeld met dezelfde filosofie als routes I, II en III, hij zoekt de ondiepe delen op en maakt bochten met buigstralen die alleen met flexibele kabels uitvoerbaar zijn zonder overbelasting van het pijpmateriaal.

Zoals Route XII een optimalisatie van Routes I, II en III is, lijkt voor Route IV ook een optimalisatie voor installatie van pijpleidingen mogelijk. Dit gaat dan met name om het stuk van KP 18 tot KP 30, waar bij een meer noordelijke route door de diepe delen van het Huibertgat een geschiktere route voor traditionele installatie van pijpleidingen ontstaat. Deze ruimte is echter grotendeels ingenomen door NGT, Tycom en Norned en een dergelijke routewijziging zal dus tot meer kruisingen en installatie dicht bij andere infrastructuur aanleiding zijn.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route IV voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route IV vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Uithuizen, nabij de NGT aanlanding, zal de kruising met de zeevering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een korte boring die rekening zal moeten houden met de aanwezigheid van de NGT pijpleiding. Bij de huidige route is er van de startlocatie op land een ongeveer 1.0 km rechte lijn (HDD) die scherp naar het westen knikt om op ongeveer 500 m van de NGT leiding te blijven, zie Figuur 3-15.



Figuur 3-15 HDD kruising en nabijheid NGT pijpleiding

De leiding kan vanaf de kruising van de zeevering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk in de delen met geringe waterdiepte voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen, ten aanzien van dit aspect is de route vergelijkbaar met Route III.

De lengte van het toegangskanaal voor het legschip is dusdanig lang (na ongeveer 30 km is de waterdiepte 7 m) dat het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes (zie Ref. [2]) mogelijk interessant is. Dit brengt echter ook installatie (kosten en tijdschema) risico met zich mee alsmede kwaliteit risico van het geïnstalleerde product. Het gebruik van methodes als beschreven in de introductie (zie introductie Hoofdstuk 3) kan een goed alternatief zijn. Een alternatief moet worden ontwikkeld met potentiële aannemers input.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-5.

Tabel 3-5: Installatie Route IV

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 30.0	CSD / TSHD / S-lay of alternatief	Route zoekt ondiepte langs de kust en eilanden, overweeg alternatief
KP 30.0 – KP 56.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route nog een uitdagende kruising.

- Rond KP 31.5: 36-ich NGT in 10 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruising constructienoodzakelijk zijn.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 30.0: $18.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Totaal: $18.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, significant meer dan Route I en II, vergelijkbaar met Route III omdat de eerste 30.0 km door ondiep water vlak onder de kust loopt: Uithuizerwad, Schild, de Schildgronden voor de kust van Rottumerplaat langs. Een wijziging van de route vanaf KP 18 naar dieper water geeft een reductie tot ongeveer $13.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Deze hoeveelheid kan verder worden gereduceerd door over te stappen op onconventionele aanlegmethodes die geen gebruik maken van bestaande pijplegschepen, zie introductie Hoofdstuk 3.

Daarnaast is 26.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

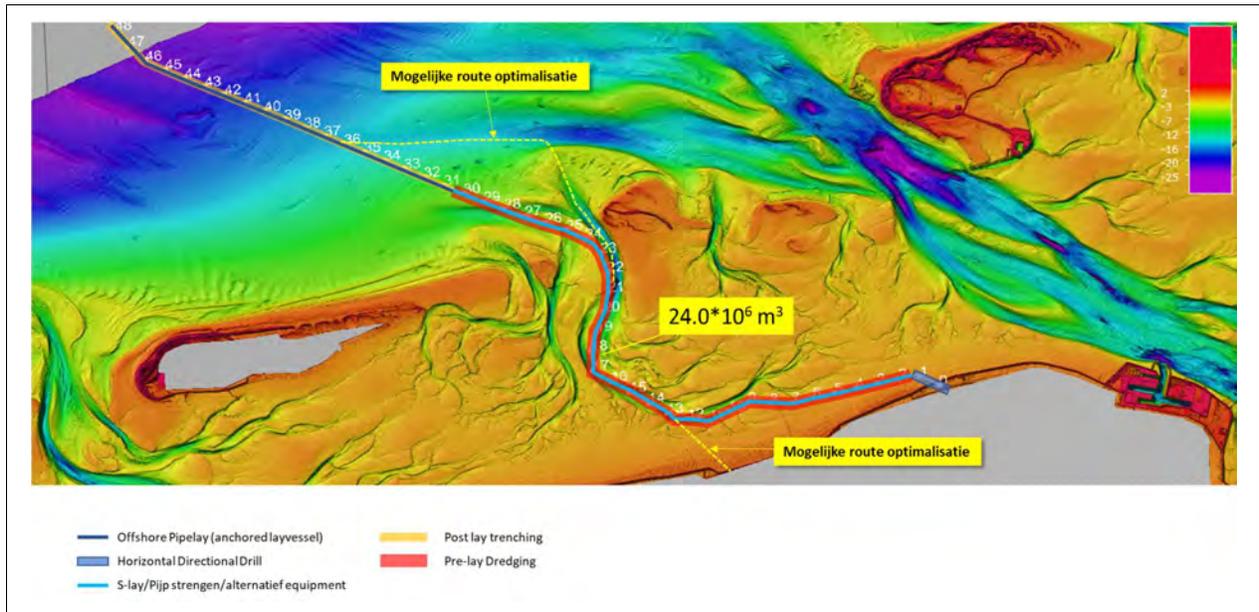
D. Uitdagingen en Veiligheid

- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof op traditionele wijze, voor legschip toegang is uitzonderlijk veel baggerwerk noodzakelijk. Dit maakt een alternatieve, ongebruikelijke installatie methode het overwegen waard, zie ook inleiding

hoofdstuk 3. Sommige bochten in de route zullen moeilijk te realiseren zijn met een stalen leiding

- Deze route kruist / komt dichtbij speciale natuurgebieden (Natura 2000, Art 20, habitatgebieden en zeehondenligplaatsen)
- Kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (10 m waterdiepte)
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

V Boschgat route



Figuur 3-16 Overzicht Route V

A. Algemeen

De Boschgat Route is ontwikkeld voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en -materieel voor kabels. De route is vergelijkbaar met Route IV, ontwikkeld met dezelfde filosofie, hij zoekt de ondiepe delen op en maakt bochten met buigstralen die alleen met flexibele kabels uitvoerbaar zijn zonder overbelasting van het pijpmateriaal.

Een groot deel van de routes IV en V zijn identiek, het verschil is de route vanaf de kust van het vasteland naar een punt ten noorden van de Waddeneilanden: de ene route gaat langs het Schild tussen Rottumeroog en Rottumerplaat (IV), de andere (V) gaat langs het Boschgat tussen Rottumerplaat en Schiermonnikoog.

Net als bij Route IV lijkt ook voor Route V een optimalisatie voor installatie van pijpleidingen mogelijk. De eerste is het laatste deel van de route nabij de kust. Vanaf de zeezijde gaat de route door het Boschgat. Wanneer de route de kust bijna heeft bereikt gaat deze nog onnodig lang verder naar het oosten, over het Uithuizerwad, door ondiep gebied om pas bij Uithuizen aan land te gaan. Een aanlanding nabij Kloosterburen of Pieterburen lijkt een logischer oplossing.

Als tweede optimalisatie kan, nu richting zee kijkend, de route door het Boschgat geoptimaliseerd worden door meer de diepe delen op te zoeken. Net als bij Route IV kan ten

noorden van de eilanden sneller de diepte van het Huibertgat worden opgezocht. In dit geval is er minder conflict met de bestaande leidingen omdat Route V verder westelijk ligt en de bestaande leidingen (NGT, Tycom, Norned) reeds naar het noorden zijn afgebogen.

Tijdens de uitgevoerde detail re-route van Route V voor de aanleg van kabels in februari/maart 2023 is vanwege de hoge baggervolumes overeengekomen om Route V vooralsnog niet te optimaliseren voor de aanleg van een waterstofleiding.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Uithuizen, nabij de NGT aanlanding, zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Een korte boring die rekening zal moeten houden met de aanwezigheid van de NGT pijpleiding, zie verder Route IV.

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk in de delen met geringe waterdiepte voor de toegang van het legschip en aanvullend baggerwerk om de leiding op voldoende diepte te brengen, ten aanzien van dit aspect is de route vergelijkbaar met Route III en IV.

De lengte van het toegangskanaal voor het legschip is dusdanig lang (na ongeveer 30.5 km is de waterdiepte 7 m) dat het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes (zie Ref. [2]) mogelijk interessant is. Dit brengt echter ook installatie (kosten en tijdschema) risico met zich mee alsmede kwaliteit risico van het geïnstalleerde product. Het gebruik van methodes als beschreven in de introductie (zie introductie Hoofdstuk 3) kan een goed alternatief zijn. Een alternatief moet worden ontwikkeld met potentiële aannemers input.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden waar de waterdiepte voldoende is voor het legschip en beperkte begraafdiepte noodzakelijk is.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-6.

Tabel 3-6: Installatie Route V

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 30.5	CSD/ TSHD / S-lay of alternatief	Route zoekt ondiepte langs de kust en eilanden, overweeg alternatief
KP 30.5 – KP 58.0	S-lay / post trench	Diepte gaat eerst naar 10 en dan snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route nog een uitdagende kruising.

- Rond KP 33.5: 36-ich NGT in 10 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruisingconstructie noodzakelijk zijn.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 30.5: $24.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Totaal: $24.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, significant meer dan Route I en II, en zelfs meer dan III en IV omdat de eerste 30.5 km door ondiep water vlak onder de kust loopt: Uithuizerwad, Pieterburenwad en Boschplaat.

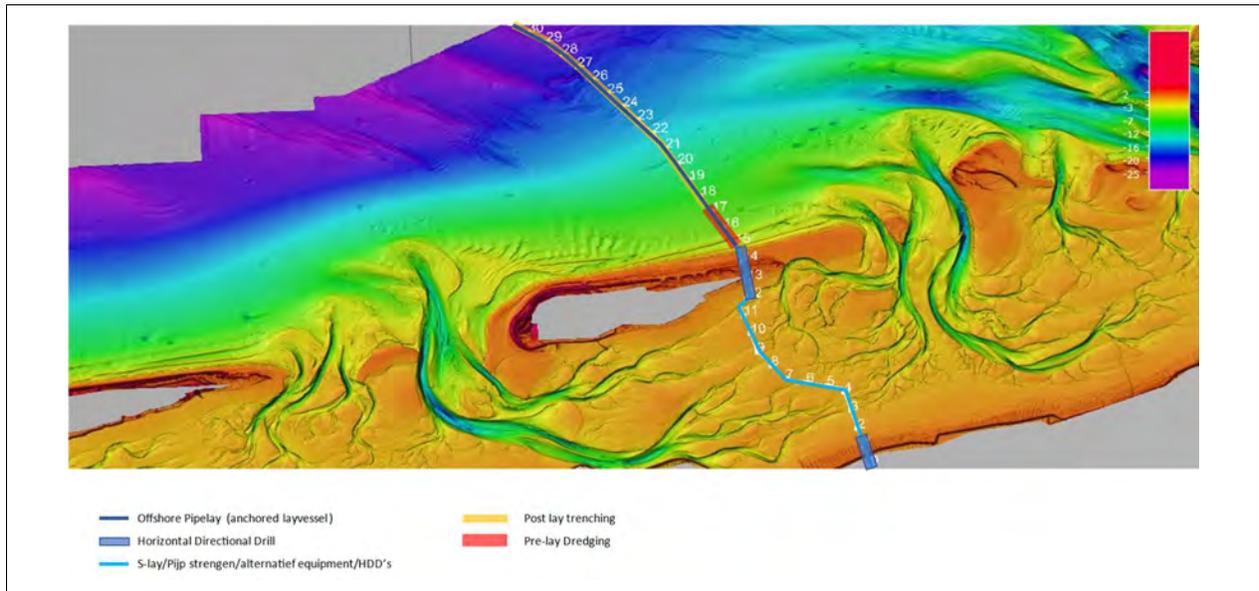
Deze hoeveelheid kan verder worden gereduceerd door over te stappen op onconventionele aanlegmethodes die geen gebruik maken van bestaande pijplegschepen (zie introductie Hoofdstuk 3) en/of de route te wijzigen en een directere route naar het vasteland te kiezen.

Daarnaast is 27.5 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Route niet geoptimaliseerd voor aanleg pijpleiding voor waterstof op traditionele wijze, voor legschip toegang is uitzonderlijk veel baggerwerk noodzakelijk. Dit maakt een alternatieve, ongebruikelijke installatie methode het overwegen waard, zie ook inleiding hoofdstuk 3. Route minimaliseert ook niet de lengte over het wad en kan eerder aanlanden met een langer stuk over land naar de uiteindelijke eindlocatie. Sommige bochten in de route zullen moeilijk te realiseren zijn met een stalen leiding
- Deze route kruist / komt dichtbij speciale natuurgebieden (Natura 2000, Art 20, habitatgebieden en zeehondenligplaatsen)
- Kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (10 m waterdiepte)
- Haakse aansluiting van HDD op offshore pijpleiding

VII Schiermonnikoog wantij route



Figuur 3-17 Overzicht Route VII

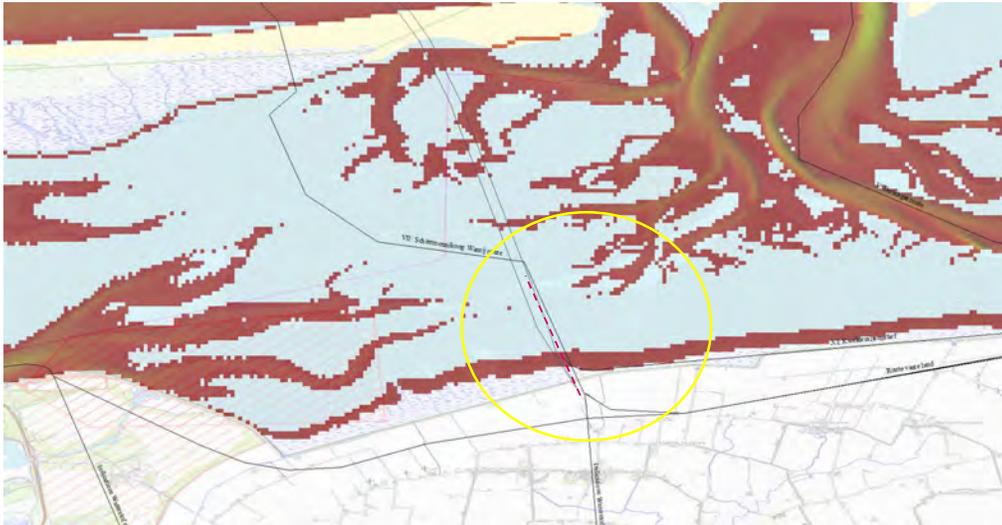
A. Algemeen

De Schiermonnikoog wantij route is meer geschikt voor pijpleidinginstallatie. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) ten noorden van de Waddeneilanden. Na de kruising van de waterkering is er een voldoende recht stuk zonder haakse bochten.

Het deel door ondiep water is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van de tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor legschip) hier meer praktisch uitvoerbaar is, bijvoorbeeld door middel van een aantal HDD's zoals beschreven in Ref. [2] en Ref. [4], of een geboorde tunnel.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Kloosterburen zal de kruising met de zeekering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Van de startlocatie op land is een voldoende lange rechte lijn voor de aanlanding/HDD (4km) tot de eerste bocht, zie Figuur 3-18.



Figuur 3-18 HDD kruising Route VII

Aanleg met een (aangepast) legschip

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met (aangepast) legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk voor het deel over het wantij tussen vasteland en Schiermonnikoog waar de waterdiepte varieert tussen 0 en 1.5 m. De lengte van vasteland tot het strand van Schiermonnikoog is ongeveer 12 km (ongeveer 11 km van einde HDD), dit is minder lang door ondiep water dan routes III, IV en V. De hoeveelheid grondverzet wordt hieronder bij "C" besproken. Toegang van het legschip vanaf de Noordzee naar het trace is hierbij nog niet meegenomen.

De aanlanding aan de noordzijde van het eiland kan een HDD van het strand zijn of een gebaggerde (of anderszins) open ontgraving met in de brandingszone een kofferdam om de leiding op de gewenste diepte te installeren (ingetrokken van schip op zee naar land). Het eiland kan vervolgens ook sleufloos gekruist met een HDD, uitkomend aan de zuidzijde van het eiland op het wantij in de Waddenzee. Mogelijk is het gewenst om van twee kanten van het eiland te boren ("meet-in-the-middle"). De leidingstreng zal dan via het wantij aangevoerd en ingetrokken kunnen worden.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de sectie ten noorden van het eiland op de gewenste diepte te brengen.

De lengte over het wantij en de geringe waterdiepte, met locaties die mogelijk een deel van de tijd zelfs droogvallen en hierdoor moeilijk bereikbaar zijn voor het legschip, maken het ontwikkelen van innovatieve installatiemethodes mogelijk interessant. Voorbeelden hiervan worden hieronder besproken.

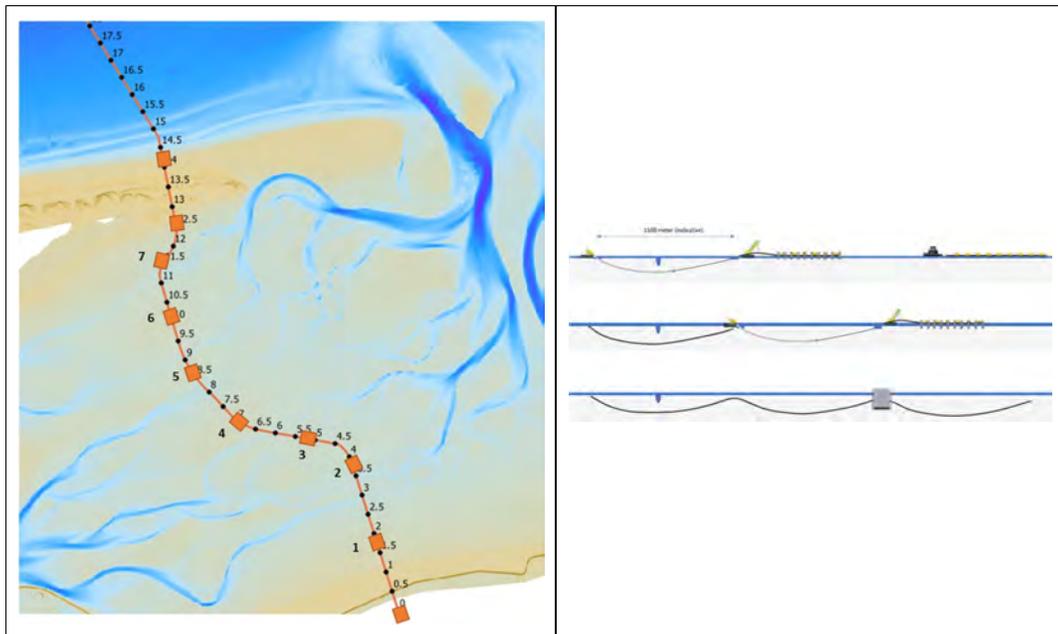
Aanleg met een serie HDD's

Een van de te overwegen aanlegmethodes kan bestaan uit een reeks sequentiële HDD's, zoals o.a. toegepast bij het Mittelplate project in Duitsland Ref. [4]. Het Mittelplate project is weergegeven in Figuur 3-19. Het betrof een 6-inch olieleiding (veel kleiner dan de PAWOZ H₂ leiding) die in februari-april 2005 in de Duitse Waddenzee is aangelegd door middel van 6 HDD secties met variërende lengtes, van maximaal 1,400 meter. Ook hier waren zware eisen met betrekking tot milieu en ecologie van toepassing.



Figuur 3-19 Mittelplate project

Voor de Schiermonnikoog Wantij route zal het bij benadering gaan om 8 tot 10 HDD's voor de volledige 12 km over het wantijgebied en de kruising van het eiland. Zie als voorbeeld Figuur 3-20.



Figuur 3-20 Schiermonnikoog Wantij voorbeeld boor locaties

De details van een dergelijke operatie dienen verder besproken en ontwikkeld te worden in samenspraak met aannemers. Voor een eerste screening lijken de volgende kerngetallen een redelijke aanname:

- Uitgaan van minimaal 10 HDD locaties
- Waarvan 7 HDD locaties op het wantij
- Geschatte grootte HDD locatie op het wantij (2 bakken + booruimte) 80 m * 50 m = 400 m²
- Geschatte additionele ruimte "30 m" zone 140 m * 110 m = 15,400 m² elk
- Totaal 107,800 m² direct gebruik zeebed oppervlak
- Geschatte totale duur operatie :
 - Mobilizatie : 4 weken (inclusief inrichten terrein pijpstrengen)
 - Iedere sectie 3 weken
 - Demobilizatie 2 weken
 - Totaal 33 weken ofwel 9 maanden

Geboorde tunnel

Als derde mogelijkheid kan een geboorde tunnel worden overwogen. Vanaf de binnenzijde van de zeewering loopt deze onder het wantij over een afstand van 11.8 km naar het oostelijk deel van het noorderstrand op Schiermonnikoog, zoals aangegeven in Figuur 3-21.



Figuur 3-21 Schiermonnikoog Wantij tunnel alternatief

Tunneldiameter, orde van grootte: 3.5 meter waarbij de pijpstrengen van land ingebracht worden.

Samengevat

De installatie kan als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-7.

Tabel 3-7: Installatie Route VII

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD/tunnel	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 12.0	CSD / TSHD / S-lay, HDD of tunnel	Route zeer ondiep (<1.5 m) alternatief bv. # 6 - 10 HDD's of anders meest waarschijnlijk
KP 12.0 – KP 14.5	HDD als alternatief voor land installatie of onderdeel van tunnel	Onder/ over kwelder en strand Schiermonnikoog
KP 14.5 – KP 17.0	HDD of kofferdam met open ontgraving	Van noord strand naar ongeveer 7 m waterdiepte
KP 17.0 – KP 42.0	S-lay / post trench	Diepte gaat snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., CSD en TSHD: baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route nog een uitdagende kruising.

- Rond KP 21.0: 36-inch NGT in 12 m waterdiepte.

Het moet worden aangenomen dat de NGT leiding de minimaal benodigde dekking heeft, zonder dat er veel ruimte is van top pijpleiding tot zeebed om een tweede leiding te begraven met voldoende dekking. Het zal waarschijnlijk niet acceptabel zijn om in deze geringe waterdiepte een kruising boven het zeebed te realiseren. Er zal dus een ongebruikelijke, waarschijnlijk complexe kruising constructie noodzakelijk zijn.

C. Baggeren en grondverzet

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding (basis optie zoals hierboven beschreven) wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 12.0: $9.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

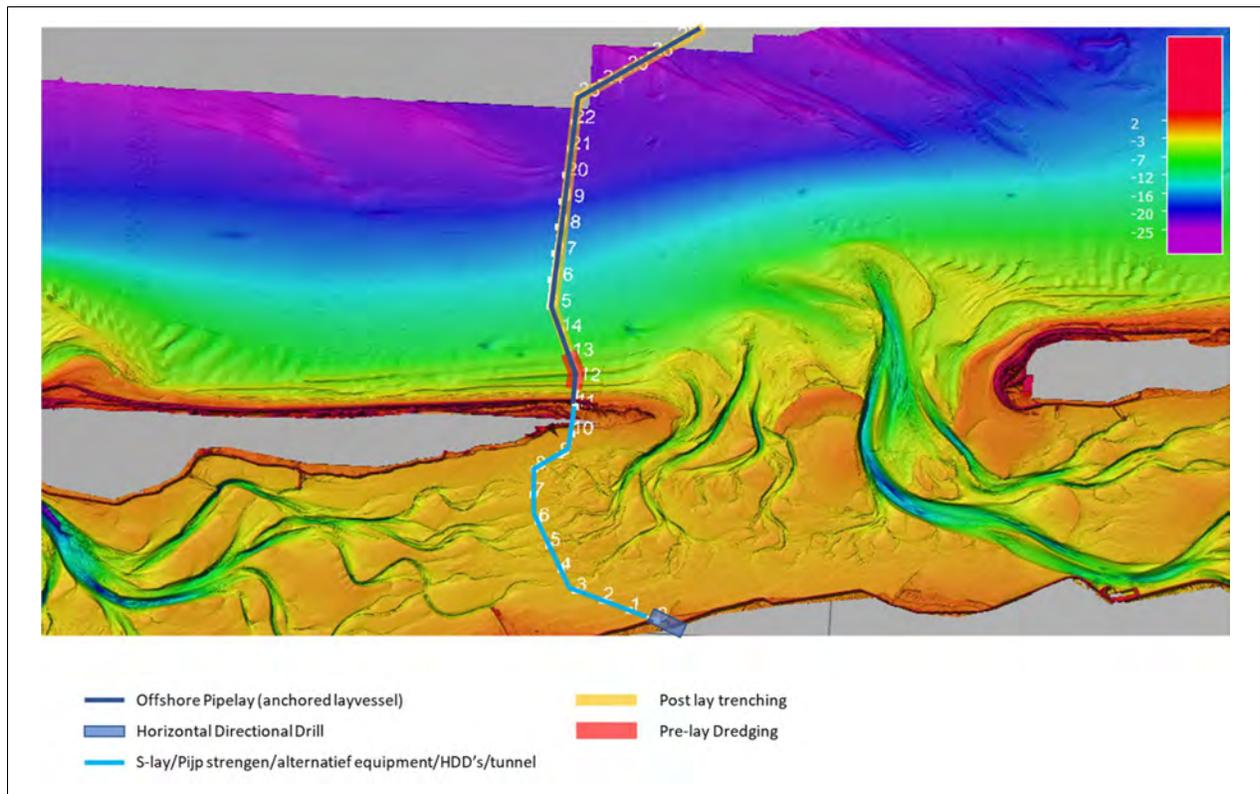
Voor de optie met HDD's zullen tie-in locaties op diepte droog gemaakt dienen te worden om het laswerk te verrichten. Hierbij zal waarschijnlijk van een damwandconstructie gebruik gemaakt worden. Hoeveelheid ontgraving is hierbij afhankelijk van de vereiste dekking op de tie-in locatie en de algehele configuratie, orde grootte 1200 m^3 per tie-in locatie. Totaal voor 7 locaties geeft dit $8,000 - 10,000 \text{ m}^3$.

Daarnaast is 25.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Het ontwikkelen van een alternatieve methode voor de aanleg over/ onder het wantij gebied.
- De intrede en uittrede locaties voor HDD's moeten zo gekozen worden dat de uitvoeringsrisico's zo klein mogelijk zijn (lengte HDD, waterdiepte intrede/ uittrede) en tegelijk invloed op speciale natuurgebieden minimaliseren.
- Kruising van 36-inch NGT pijpleiding in ondiep water (12 m waterdiepte)

VIII Ameland wantij route



Figuur 3-22 Overzicht Route VIII

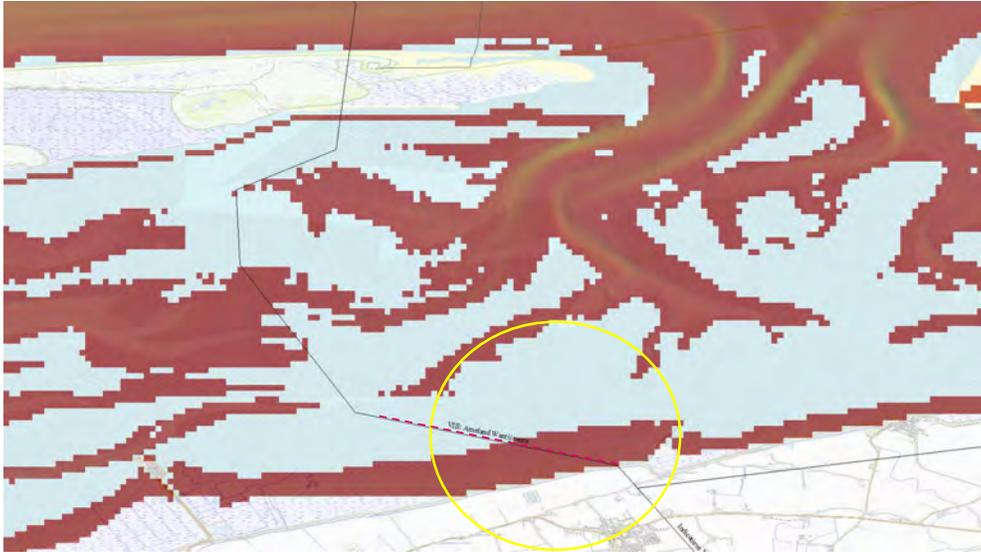
A. Algemeen

De Ameland wantij route is meer geschikt voor pijpleidinginstallatie en is zeer vergelijkbaar met de Schiermonnikoog wantij route. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) ten noorden van de Waddeneilanden en is in dit opzicht zelfs nog iets korter dan de Schiermonnikoog wantij route. Na de kruising van de waterkering is er een voldoende recht stuk zonder haakse bochten en ook elders langs de route worden scherpe bochten vermeden.

Het deel door ondiep water is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor legschip) hier meer praktisch uitvoerbaar is, bijvoorbeeld door middel van een aantal HDD's zoals beschreven bij Route VII of een geboorde tunnel.

B. Installatie

Vanaf de startlocatie ten noorden van Ternaard zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD). Van de startlocatie op land is een voldoende lange rechte lijn voor de aanlanding/HDD (>3km) tot de eerste bocht, zie Figuur 3-23.



Figuur 3-23 HDD kruising Route VIII

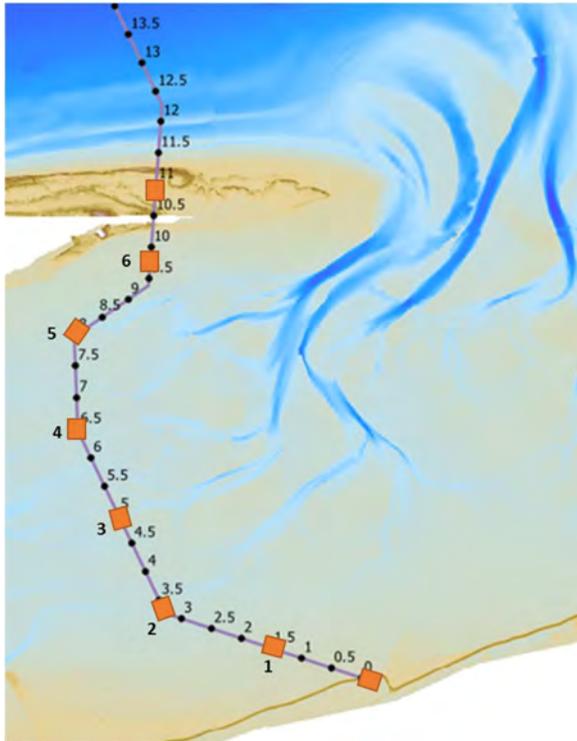
Aanleg met (aangepast) legschip

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een (aangepast) legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is veel baggerwerk noodzakelijk voor het deel over het wantij tussen vasteland en Ameland waar de waterdiepte varieert tussen 0 en 1.5 m. De lengte van vasteland tot het strand van Ameland is ongeveer 10 km (ongeveer 9 km van einde HDD). Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de sectie ten noorden van het eiland op de gewenste diepte te brengen.

Aanleg met een serie HDD's

De lengte over het wantij en de geringe waterdiepte, met locaties die mogelijk een deel van de tijd zelfs droogvallen, lijkt het mogelijk te maken om ook deze route optie door mideel van een serie HDD's aan te leggen zoals beschreven voor Route VII.

In dit alternatieve aanleg scenario zal het bij benadering gaan om 6 tot 8 HDD's voor de 11 km over het wantij. Dit dient verder besproken en ontwikkeld te worden in samenspraak met aannemers. Zie ook Figuur 3-24.



Figuur 3-24 Ameland Wantij voorbeeld boor locaties

Voor een eerste screening lijken de volgende kerngetallen een redelijke aanname:

- Uitgaan van minimaal 8 HDD locaties
- Waarvan 6 HDD locaties op het wantij
- Geschatte grootte HDD locatie op het wantij (2 bakken + boorruimte) 80 m * 50 m = 400 m²
- Geschatte additionele ruimte "30 m" zone 140 m * 110 m = 15,400 m² elk
- Totaal 92,400 m² direct gebruik zeebed oppervlak
- Geschatte totale duur operatie :
 - Mobilizatie : 4 weken (inclusief inrichten terrein pijpstrengen)
 - Iedere sectie 3 weken
 - Demobilizatie 2 weken
 - Totaal 27 weken ofwel 7 maanden

De gaswinningslocatie op Ameland zou hierbij als toegang/uitgang locatie gebruikt kunnen worden op het eiland om de invloed op duingebied te beperken. Vanaf deze locatie kan de leiding naar de aanlandingslocatie aan de noordzijde van het eiland worden aangelegd, wederom door middel van een gestuurde boring. De aanlanding aan de noordzijde van het eiland kan een HDD van het strand zijn of een gebaggerde (of anderszins) open ontgraving met in de brandingszone een kofferdam om de leiding op de gewenste diepte te installeren (ingetrokken van schip op zee naar land).

Geboorde tunnel

Als derde mogelijkheid kan een geboorde tunnel worden overwogen. Vanaf de binnenzijde van de zeewering loopt deze onder het wantij over een afstand van 8.9 km naar de gaswinningslocatie op Ameland, Figuur 3-25.



Figuur 3-25 Ameland Wantij tunnel alternatief

Tunneldiameter, orde van grootte: 3.5 meter waarbij de pijpstrengen van land ingebracht worden.

Samengevat

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-8.

Tabel 3-8: Installatie Route VIII

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 10.0	CSD / TSHD / S-lay, serie HDD's of tunnel	Route zeer ondiep (<1.5 m) alternatief bv. #5 – 9 HDD's of anders meest waarschijnlijk
KP 10.0 – KP 11.5	HDD als alternatief voor land installatie	Onder/ over kwelder en strand Ameland

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 11.5 – KP 13.0	HDD of open ontgraving met kofferdam	Van noord strand naar ongeveer 7 m waterdiepte
KP 13.0 – KP 47.0	S-lay / post trench	Diepte gaat snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., baggervaartuig.

Verder offshore is er langs de route een aantal uitdagende kruisingen.

- Rond KP 13.5: 10-inch NAM AME2-AWG-1R pijpleiding in 7 m waterdiepte.
- Rond KP 21.0: 36-ich NGT in 20 m waterdiepte.
- Rond KP 24.5: 18-inch G17-NGT pijpleiding in 21 m waterdiepte.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat op:

KP 1.0 – KP 10.0: $7.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

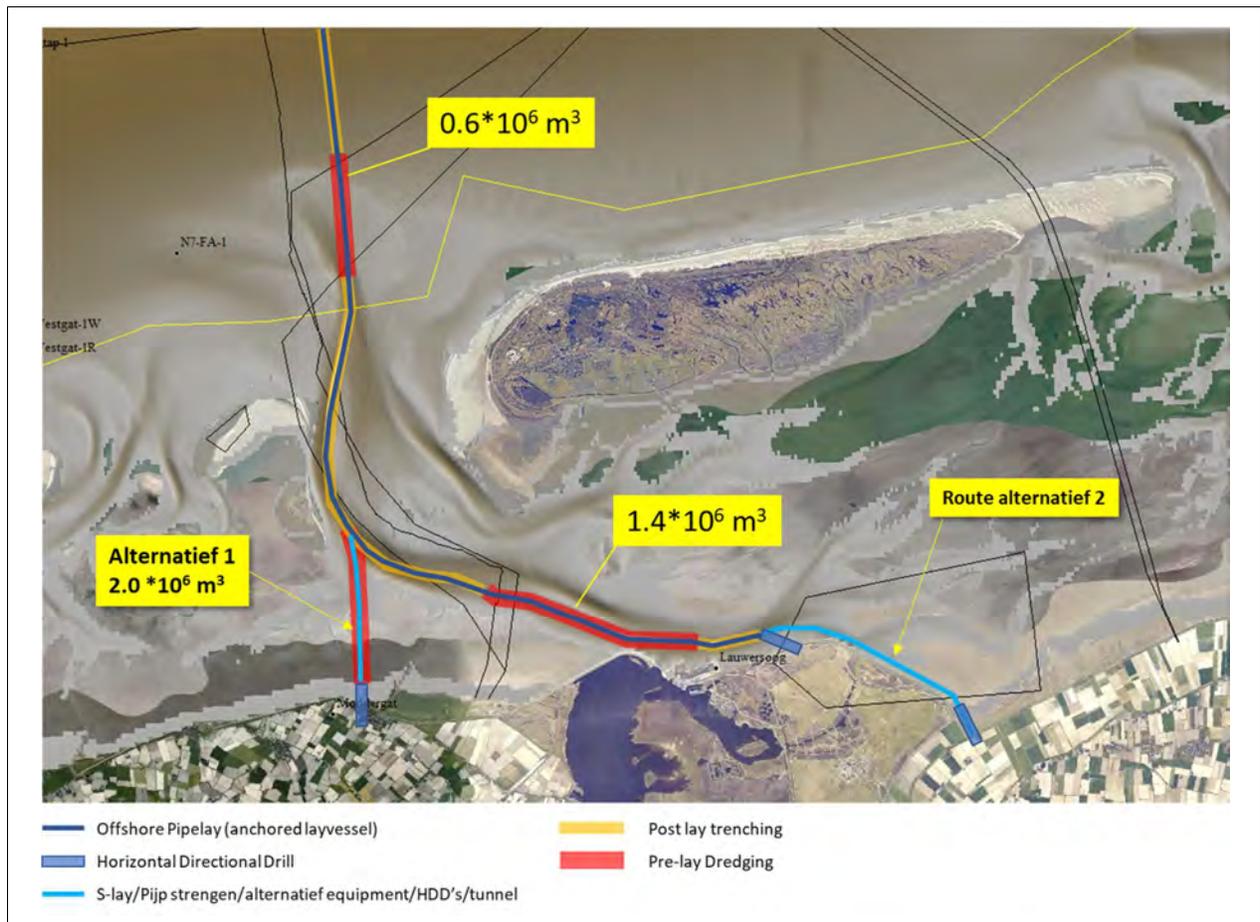
Voor de optie met HDD's zullen tie-in locaties op diepte droog gemaakt dienen te worden om het laswerk te verrichten. Hierbij zal waarschijnlijk van een damwandconstructie gebruik gemaakt worden. Hoeveelheid ontgraving is hierbij afhankelijk van de vereiste dekking op de tie-in locatie en de algehele configuratie, orde grootte 1200 m^3 per tie-in locatie. Totaal voor 6 locaties geeft dit $7,000 - 9,000 \text{ m}^3$.

Daarnaast is 34.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Het ontwikkelen van een alternatieve methode voor de aanleg over/ onder het wantij gebied.
- De intrede en uittrede locaties voor HDD's moeten zo gekozen worden dat de uitvoeringsrisico's zo klein mogelijk zijn (lengte HDD, waterdiepte intrede/ uittrede) en tegelijk invloed op speciale natuurgebieden minimaliseren.
- Kruising van bestaande leidingen: 10-inch pijpleiding in ondiep water (7 m waterdiepte) en 36-inch en 18-inch in 20+ m waterdiepte.

IX Zoutkamperlaag route



Figuur 3-26 Overzicht Route IX

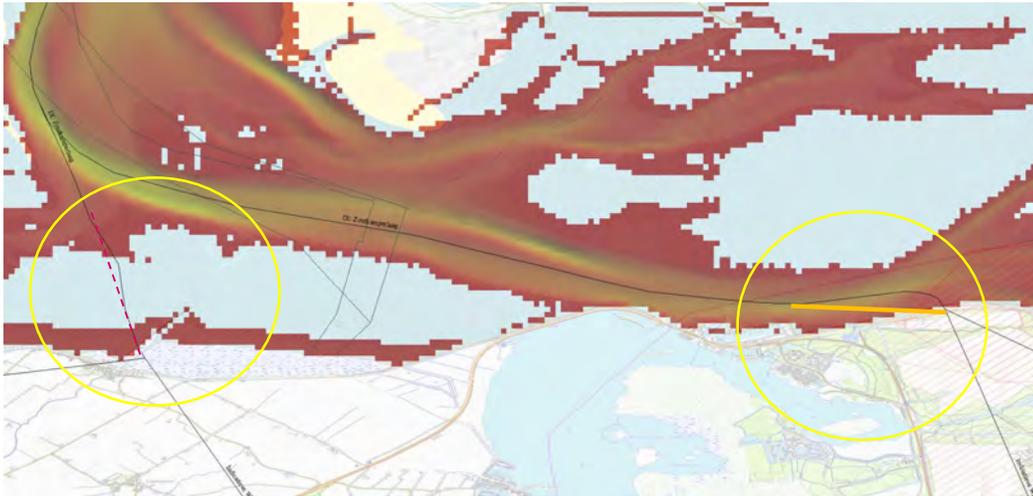
A. Algemeen

De Zoutkamperlaag Route is meer geschikt voor pijpleidinginstallatie. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) ten noorden van de Waddeneilanden en is één van de kortste offshore routes. Er zijn twee sub-routes, de westelijke route komt van offshore en volgt de kortste route naar het vasteland en het einde ligt bij Moddergat (alternatief 1), ten westen van het Lauwersmeer. De andere optie is om offshore naar het oosten te gaan en te landen ten oosten van het Lauwersmeer, bij Lauwersoog (base case) of zelfs nabij de Ommelanderzeedijk (alternatief 2) om aanlanding in het militaire oefengebied Marnewaard te voorkomen.

De westelijke/ Moddergat optie heeft na de kruising van de waterkering een voldoende recht stuk zonder haakse bochten, de oostelijke/ Lauwersoog optie zou kunnen worden aangepast volgens de oranje lijn als aangegeven in Figuur 3-27. Met name langs de westelijke route is de waterdiepte vrijwel overal voldoende voor installatie met een legschip, de oostelijke route gaat circa 3 km door ondiep water, dit kan nog geoptimaliseerd worden.

B. Installatie

Vanaf beide startlocaties zal de kruising met de zeewering worden uitgevoerd met behulp van een trenchloze techniek zoals een horizontaal gestuurde boring (HDD), zie Figuur 3-27.



Figuur 3-27 HDD kruising Route IX

Hoewel in eerste instantie de aanlanding op de Marnewaard is gekozen voor een korte verbinding met de Oort waar het offshore legschip toegang heeft, wordt er ook gekeken naar een aanlanding nabij de Ommelanderzeedijk om aanlanding in het militaire oefengebied Marnewaard te voorkomen (route alternatief 2). Dit brengt een routesectie ten oosten van de Marnewaard met zich mee waar additioneel baggerwerk voor toegang van het legschip noodzakelijk zou zijn. Als alternatief zouden leidingstrengen gebruikt kunnen worden of andere alternatieve constructie methodes, zie introductie Hoofdstuk 3.

De leiding kan vanaf de Oort met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is een relatief beperkte hoeveelheid baggerwerk noodzakelijk.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de sectie ten noorden van de eilanden op de gewenste diepte te brengen.

De installatie kan dus als volgt worden samengevat, zie Tabel 3-9.

Tabel 3-9: Installatie Route IX

Sectie	Installatie ¹⁾	Opmerkingen
KP 0 – KP 1.0	HDD	Kruising zeewering
KP 1.0 – KP 3.0	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 3.0 – KP 8.0	CSD / TSHD / S-lay	Locale ondiepte
KP 8.0 – KP 19.5	S-lay / post trench	Diepte > 7 m
KP 19.5 – KP 21.0	TSHD / S-lay	Locale ondiepte
KP 21.0 – KP 43.0	S-lay / post trench	Diepte gaat snel naar 20 m

Noot 1: HDD: horizontaal gestuurde boring, S-lay: legschip ondiep water, post trench: begraven na installatie met ploeg, jetter, enz., TSHD: baggervaartuig.

Voor alternatief 1, met kruising zeewering nabij Moddergat, zou in verband met de 3 tot 4 km door ondiepe delen deze sectie door middel van HDD's of tunnel aangelegd kunnen worden zoals beschreven bij Route VII en VIII voor de routes over het wantij.

Verder offshore is er langs de route een kruising.

- Rond KP 25.0: 36-inch NGT in 18.5 m waterdiepte.

C. Baggeren

De totale hoeveelheid baggerwerk voor toegang legschip en begraven leiding wordt geschat voor de aanlanding bij Lauwersoog op:

KP 3.0 – KP 8.0: $1.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 KP 19.5 – KP 21.0: $0.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Totaal: $2.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Als voor een alternatieve aanlanding bij Moddergat (alternatief 1) wordt gekozen met toegangskanaal voor legschip is de bagger hoeveelheid $2.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Dit kan gereduceerd worden door toepassing van alternatieve installatiemethodes.

Daarnaast is 22.0 km post trenching noodzakelijk tot het gemeenschappelijke offshore eindpunt van alle routes.

D. Uitdagingen en Veiligheid

- Dit is een relatief korte offshore route, die kan worden aangelegd met traditionele installatiemethodes en beperkte baggerhoeveelheden, en blijft op relatief grote afstand van aangewezen speciale natuurgebieden.

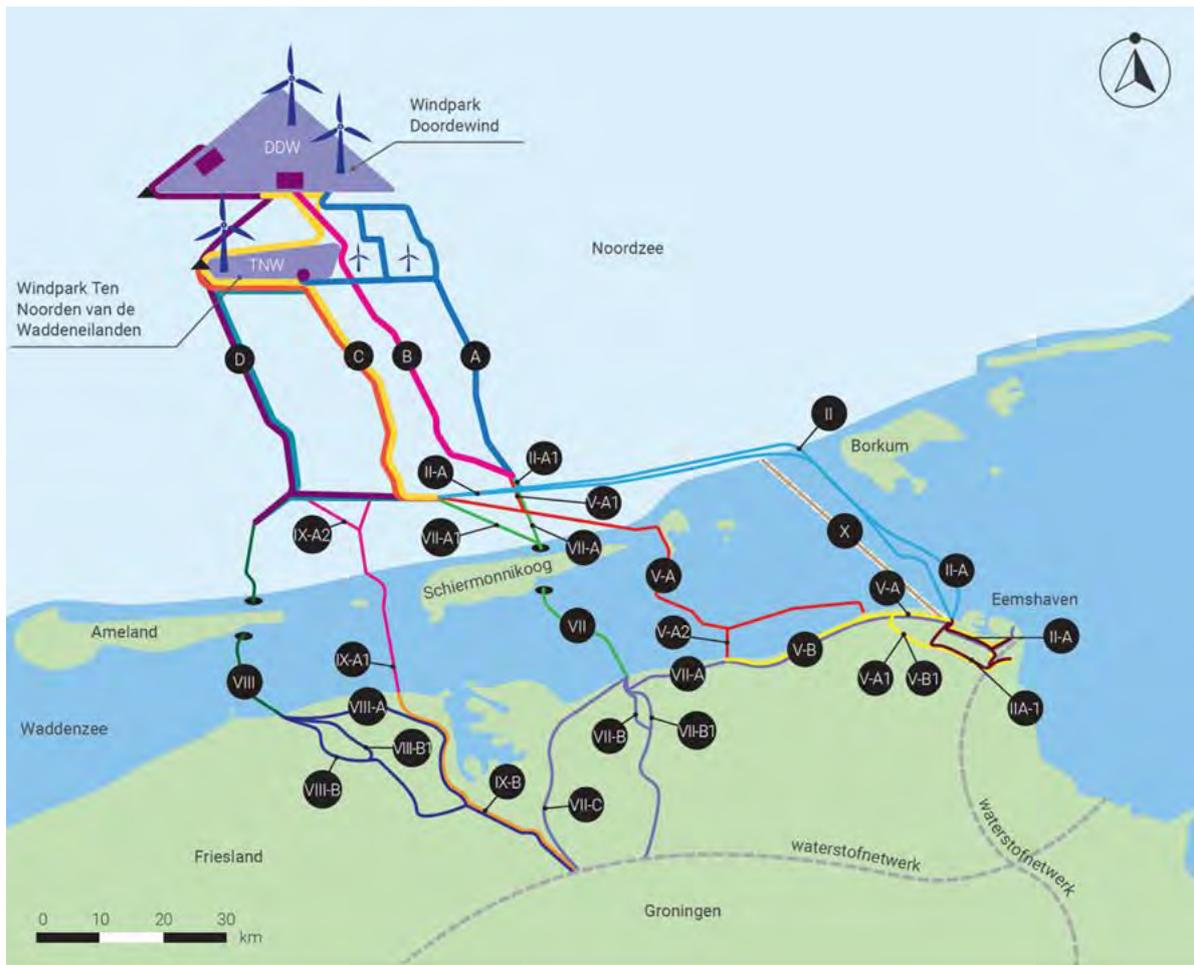
- Kruising van bestaande leidingen: 1 x 36-inch in relatief diep water (in vergelijking met waterdiepte waar de andere routes NGT kruisen).

4 Referenties

- Ref. [1] E-mail JdP (Gasunie) naar FvdL/EK (Intecsea), 1/12/2022 : FW: langsprofielen langs de 11 routes
- Ref. [2] PAWOZ H₂ Eemshaven Route- en Constructie Verkenning, Intecsea, Rev. 25/8/2022
- Ref. [3] https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_130099_31/ - Gasleidingen in de Noord- en Waddenzee en in de Eems
- Ref. [4] Project presentatie Mittelplate Drilltec :
https://www.drilltec.de/fileadmin/user_upload/www.drilltec.de/Geschaefsfelder/Tiefbohrungen/Referenzen/Projektbericht_DrillTec_Pipeline_Link_Mittelplate_EN_rev1.indd.pdf
- Ref. [5] Sharepoint site W&B update routes, langs- en dwarsprofielen, e-mail Liza de Wit dd 28/02/2023
- Ref. [6] Technische ontwerpparameters voor Baseline 1 Route Ontwerp - kabels en leidingen PAWOZ - Eemshaven 27-02-2023

IV

ANHANG: ÜBERSICHTSKARTE TRASSEN



Legenda

Noordzee routes kabelsystemen		Waddenzee routes kabelsystemen		Land routes kabelsystemen	
	Paralleel aan Gemini kabels		Oude Westereems route		Oude Westereems landroute
	Paralleel aan verlaten telecom kabel		Boschgat route		Boschgat landroute
	Direct naar TNW		Schiermonnikoog Wantij route		Schiermonnikoog Wantij landroute
	Paralleel aan bestaande gasleiding		Tunnel route		
Noordzee routes leidingen		Waddenzee routes leidingen		Land routes leidingen	
	Direct naar TNW		Oude Westereems route		Oude Westereems landroute
	Paralleel aan bestaande gasleiding		Schiermonnikoog Wantij route		Schiermonnikoog Wantij landroute
	Demarcatiepunt		Ameland Wantij route		Ameland Wantij landroute
	Platformen DDW		Zoutkamperlaag route		Zoutkamperlaag landroute
	Platform TNW1		Tunnel route		



**ANHANG: ERLÄUTERUNG DER ENTWICKLUNG UND EVENTUELLER TRICHTERUNG
ZWISCHEN BASELINE 0 UND BASELINE 3**



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Toelichting op ontwikkeling en eventuele trechtering
routes tussen Baseline 0 en Baseline 3

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

11 OKTOBER 2024

Project PAWOZ-Eemshaven
Opdrachtgever Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Document Toelichting op ontwikkeling en eventuele trechtering routes tussen Baseline 0 en Baseline 3
Organisatie RHW - Combi RHDHV & W+B
Wekpakket 4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel GEN - General
Soort RP - Report
Discipline NA - Non-discipline specific or not applicable
Status S4 - For Client approval
Voortgangpercentage 100%
Projectnummer BI9148
Document Referentie BI9148-----031743

Datum 11 oktober 2024

Adres **Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.** **Royal HaskoningDHV Nederland B.V.**
Postbus 24087 Postbus 1132
3511 SW Utrecht 3818 EX Amersfoort
Nederland Nederland
www.witteveenbos.com www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Doel	7
1.2	Het ontwerpproces	7
2	NOORDZEE ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 1 - BASELINE 3	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Baseline 0 - Baseline 1	9
2.3	Baseline 1 - Baseline 2	9
2.4	Baseline 2 - Baseline 3	11
3	WADDENGEBIED ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3	12
3.1	Inleiding	12
3.2	I - Meeuwenstaart route	12
3.2.1	Baseline 0 - Baseline 1	12
3.2.2	Baseline 1 - Baseline 2	12
3.3	II - Oude Westereems route	13
3.3.1	Baseline 0 - Baseline 1	13
3.3.2	Baseline 1 - Baseline 2	14
3.3.3	Baseline 2 - Baseline 3	14
3.4	III - Horsborngat route	17
	Baseline 0 - Baseline 1	17
3.4.1	Baseline 1 - Baseline 2	18
3.5	IV - Geul Rottums route	19
3.5.1	Baseline 0 - Baseline 1	19
3.5.2	Baseline 1 - Baseline 2	19
3.6	V - Boschgat route	19
3.6.1	Baseline 0 - Baseline 1	19
3.6.2	Baseline 1 - Baseline 2	19
3.6.3	Baseline 2 - Baseline 3	21
3.7	VII - Schiermonnikoog wantij route	24
3.7.1	Baseline 0 - Baseline 1	24
3.7.2	Baseline 1 - Baseline 2	24

3.7.3	Baseline 2 - Baseline 3	25
3.8	VIII - Ameland wantij route	27
3.8.1	Baseline 0 - Baseline 1	27
3.8.2	Baseline 1 - Baseline 2	27
3.8.3	Baseline 2 - Baseline 3	27
3.9	IX - Zoutkamperlaag route	28
3.9.1	Baseline 0 - Baseline 1	28
3.9.2	Baseline 1 - Baseline 2	28
3.9.3	Baseline 2 - Baseline 3	28
3.10	X - Tunnelroute	30
3.10.1	Baseline 0 - Baseline 1	30
3.10.2	Baseline 1 - Baseline 2	31
3.10.3	Baseline 2 - Baseline 3	32
3.11	XI - Dijkvariant B route	32
3.11.1	Baseline 0 - Baseline 1	32
3.11.2	Baseline 1 - Baseline 2	32
4	LAND ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3	34
4.1	Inleiding	34
4.2	Proces tussen Baseline 2 en 3	34
4.3	VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A	36
4.3.1	Baseline 0 - Baseline 1	37
4.3.2	Baseline 1 - Baseline 2	37
4.3.3	Baseline 2 - Baseline 3	41
4.4	VII Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C	42
4.4.1	Baseline 0 - Baseline 1	42
4.4.2	Baseline 1 - Baseline 2	43
4.4.3	Baseline 2 - Baseline 3	45
4.5	VIII - Ameland Wantij landroute A en B	46
4.5.1	Baseline 0 - Baseline 1	46
4.5.2	Baseline 1 - Baseline 2	46
4.5.3	Baseline 2 - Baseline 3	47
4.6	IX - Zoutkamperlaag landroute A en B	47
4.6.1	Baseline 0 - Baseline 1	47
4.6.2	Baseline 1 - Baseline 2	48
4.6.3	Baseline 2 - Baseline 3	49
4.7	Stationslocaties op land	49
4.7.1	TenneT	49
4.7.2	Baseline 0 - Baseline 1	49
4.7.3	Baseline 1 - Baseline 2	50
4.7.4	Baseline 2 - Baseline 3	50
4.7.5	Gasunie	51
4.7.6	Baseline 0 - Baseline 1	51
4.7.7	Baseline 1 - Baseline 2	51

4.7.8	Baseline 2 - Baseline 3	51
	Laatste pagina	52
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Rode vlaggen, onvolkomenheden en optimalisaties op land	14
II	Morfologische effecten en ecologische effecten afgevalen routes	29
III	Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes	41
IV	Notitie - Dijkvariant B	13
V	LVN, III-HORSBORNGAT ROUTE EN IV-GEUL ROTTUMS ROUTE	4

1

INLEIDING

1.1 Doel

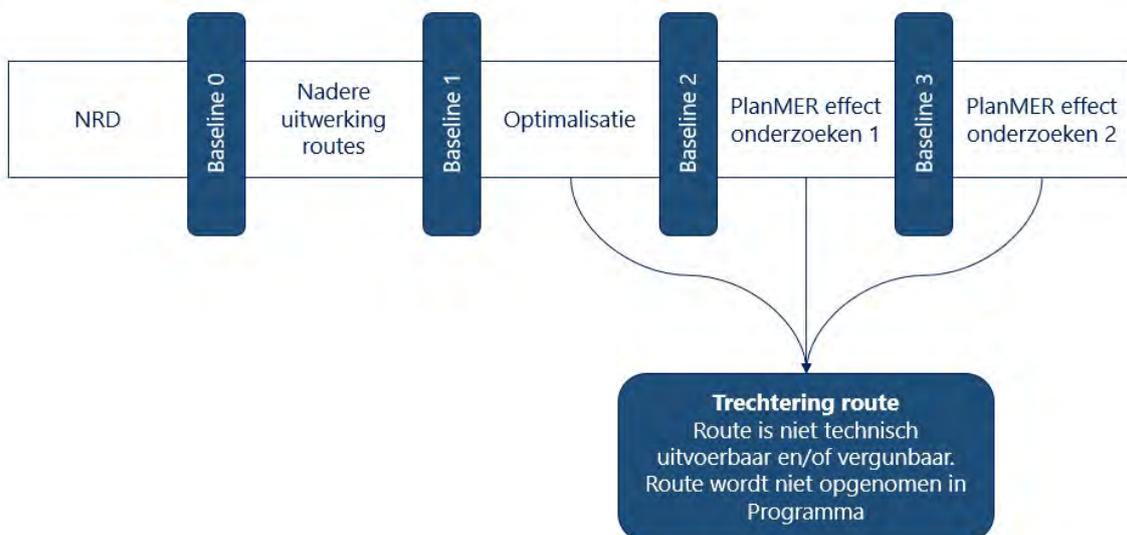
Op 30 januari 2023 is de NRD voor PAWOZ, de onderzoeksagenda, na een breed omgevingsproces gepubliceerd. In de NRD zijn routes voor kabels en voor leidingen vastgesteld, die verder zijn onderzocht in PAWOZ. Op basis van de onderzoeken die binnen PAWOZ hebben plaatsgevonden zijn de routes die in de NRD zijn vastgesteld verder uitgewerkt, geoptimaliseerd en eventueel getrechterd wanneer een route niet haalbaar bleek. In deze rapportage wordt de ontwikkeling van de routes tussen Baseline 0 (NRD) en Baseline 3 uitgebreid toegelicht. Dit rapport is een bijlage van Notitie Routeontwikkeling Deel 3.

1.2 Het ontwerpproces

De routeontwikkeling en beoordeling van routes in het project PAWOZ is een proces waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Om per route tot een robuust routeontwerp te komen, worden routes gedurende PAWOZ waar mogelijk geoptimaliseerd en waar ze niet vergunbaar of technisch uitvoerbaar blijken te zijn, worden ze getrechterd (laten afvallen van een route). Routes die afvallen worden niet verder onderzocht in de effectenonderzoeken van het planMER en de IEA.

Gedurende het project PAWOZ is een aantal 'bevriesmomenten' voorzien. Deze bevriesmomenten worden Baselines genoemd. In Afbeelding 1.1 zijn deze Baselines en de werkzaamheden per Baseline opgenomen. In Hoofdstuk 2 van het hoofddocument is toegelicht wat wordt verstaan onder Baselines en welke inhoudelijke stappen per Baseline worden/zijn gezet.

Afbeelding 1.1 Schematische weergave proces van routeontwikkeling per stap



Leeswijzer

- hoofdstuk 2: ontwikkeling routeontwerp Noordzee routes;
- hoofdstuk 3: ontwikkeling routeontwerp Waddengebied routes;
- hoofdstuk 4: ontwikkeling routeontwerp landroutes.

Codering van rode vlaggen, uitgangspunten en optimalisaties tussen Baseline 2 en Baseline 3

De codering van de rode vlaggen, uitgangspunten en optimalisaties is als volgt opgebouwd:

- categorie:
 - RV: rode vlag;
 - OV: onvolkomenheid in de route;
 - OPT: optimalisatie;
 - UP: uitgangspunt;
 - AR: afgevalen route;
- route waarvoor de rode vlag, onvolkomenheid, optimalisatie of het uitgangspunt geldt:
 - WS: waterstof aanlandingsstation;
 - CS: converterstation;
 - AT: zoekgebied aanlandingspunt tunnel;
- initiatiefnemer waarvoor de rode vlag, het uitgangspunt of de optimalisatie van toepassing is (alleen toegepast wanneer een route zowel geschikt is voor kabels als leidingen):
 - TE: geldt voor TenneT;
 - GU: geldt voor Gasunie.

Dus bijvoorbeeld, RV.II.TE.1, houdt een rode vlag op de II-Oude Westereems route voor TenneT en OPT.IX-A.2 een optimalisatie voor de IX-Zoutkamperlaag route A.

2

NOORDZEE ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 1 - BASELINE 3

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft voor de Noordzee routes de optimalisaties van het routeontwerp en/of de eventuele redeneerlijn voor het trechteren van een route tussen Baseline 0 en Baseline 3.

2.2 Baseline 0 - Baseline 1

Tussen Baseline 0 en Baseline 1 zijn geen wijzigingen doorgevoerd.

2.3 Baseline 1 - Baseline 2

Route A en B alleen voor elektrische verbindingen

De vier routes op de Noordzee uit Afbeelding 2.1 zijn initiële ontwerpen en allen geschikt voor elektrische verbindingen. Een waterstofverbinding langs route A - Parallel aan Gemini en route B - Parallel aan verlaten telecom kabel wordt niet verder in PAWOZ onderzocht. De rede hiervoor is dat routes A en B langer zijn dan route C - Direct naar TNW en route D - Parallel aan bestaande gasleiding. Dit komt doordat het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ verder naar het westen ligt dan routes A en B. Hierdoor wordt niet aangesloten bij het principe van 'een zo kort mogelijke route'.

Optimalisatie voor wrakken en niet gesprongen explosieven

Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn route C - Direct naar TNW en route D - Parallel aan bestaande gasleiding geoptimaliseerd op basis van een eerste analyse van locaties van wrakken en niet gesprongen explosieven (NGE).

Verbinding tussen Noordzee routes en Waddengebied routes

Afbeelding 2.1 laat een ovaal te zien. In het ovaal eindigen de routes vanaf de Noordzee en starten de Waddengebied routes (deze worden in hoofdstuk 3 behandeld). In Baseline 1 zijn deze routes (Noordzee routes en Waddengebied routes) niet met elkaar verbonden. Voor Baseline 2 zijn binnen het ovaal verbindingen gelegd tussen deze routes.

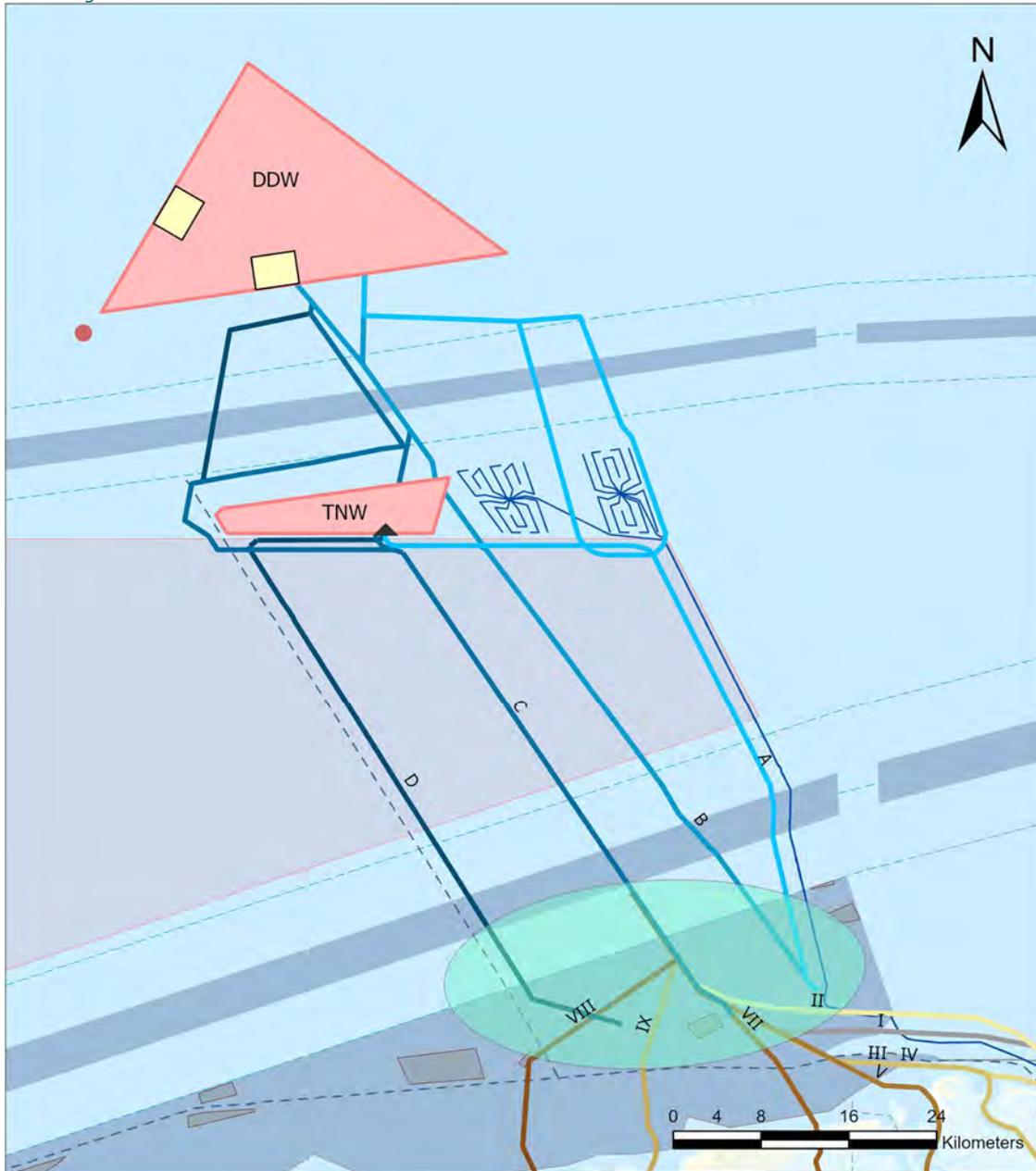
Platformlocaties in TNW en DDW

Het windenergiegebied DDW wordt ontsloten met elektrische verbindingen. Hiervoor worden in het windenergiegebied twee platforms (2x 2GW) op zee ontwikkeld. Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn hiervoor twee zoekgebieden aangewezen (zie gele vlakken in windgebied DDW in Afbeelding 2.1). Deze zoekgebieden worden onderzocht in het planMER en de IEA. Tussen Baseline 1 en Baseline 2 zijn Noordzee route C - Direct naar TNW en route D - Parallel aan bestaande gasleiding geoptimaliseerd om aan te sluiten bij het zoekgebied in het westen van DDW.

Het windenergiegebied TNW wordt bij voorkeur ontsloten met een waterstofverbinding. Het is nog onbekend hoe de waterstof wordt geproduceerd en welke faciliteiten nodig zijn om de aansluiting met de waterstofverbinding te ontwikkelen. Dit wordt momenteel onderzocht in een Waterstof demonstratieproject. De resultaten hiervan worden meegenomen in het Programma PAWOZ.

Voor het MER en de IEA is het startpunt van de route de waterstofverbinding. Een back-up optie op een waterstofverbinding vanuit TNW is een elektrische verbindingen. Om deze reden wordt 1 (700MW) platform locatie onderzocht, zie Afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 Noordzee routes Baseline 1



- Legenda
- Demarcatiepunt PAWOZ - pVAWOZ
 - ▲ Platform Noordzee TenneT
 - Separatiezones verkeersscheidingsstelsel op de Noordzee
 - Begrenzing verkeersscheidingsstelsel op de Noordzee
 - - - NGT-Leiding
 - Windpark Gemini
 - Windenergiegebied
 - Zoekgebied platform Doordewind
 - Nog te onderzoeken aansluiting
 - Militaire gebieden
 - Zandwingebieden
 - A: Parallel aan Gemini kabels
 - B: Parallel aan verlaten telecomkabel
 - C: Direct naar TNW
 - D: Parallel aan bestaande gasleiding
 - I: Meeuwenstaart route
 - II: Oude Westereems route
 - III: Horsborngat route
 - IV: Geul route Rottums
 - IX: Zoutkamperlaag
 - V: Boschgat route
 - VII: Schiermonnikoog Wantij route
 - VIII: Ameland Wantij route

2.4 Baseline 2 - Baseline 3

Versmallen van corridor route A

Tussen Baseline 2 en Baseline 3 is vastgesteld dat een deel van de corridor van route A - Parallel aan Gemini op Duits grondgebied. Het deel van de corridor dat op Duits grondgebied ligt is niet beschouwd in Baseline 3. De corridor wordt hierdoor op een aantal locaties smaller, deze wijziging van de corridor heeft geen impact op het maximaal aantal kabels dat kan worden ingepast langs de route.

Aansluiting Noordzeeroutes op Waddengebied routes

Ondanks de wijzigingen tussen Baseline 1 en Baseline 2 sloten de Waddengebied routes en de Noordzee routes in Baseline 2 niet goed op elkaar aan. De Noordzee routes zijn ter hoogte van de aansluiting met de Waddengebied routes lokaal gewijzigd om deze aansluiting te verbeteren. Dit betreffen zeer kleine lokale wijzigingen.

Platformlocaties DDW

De twee zoekgebieden voor de twee platformlocaties voor het windenergiegebied DDW worden onderzocht in het planMER en de IEA. Tussen Baseline 2 en Baseline 3 zijn de zoekgebieden voor DDW1 en DDW2 vastgesteld en vastgelegd.

3

WADDENGEBIED ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft voor de routes door het Waddengebied de optimalisaties van het routeontwerp en/of de eventuele redeneerlijn voor het trechteren van een route tussen Baseline 0 en Baseline 3.

Optimalisaties tussen Baseline 2 en Baseline 3

Tussen Baseline 2 en 3 zijn rode vlaggen geïdentificeerd. Om deze rode vlaggen te verhelpen zijn 'optimalisaties' aangegeven. Echter, deze optimalisaties zijn in deelrapport Natuur als 'mitigerende maatregel' benoemd. Hierbij gaat het specifiek om:

- buiten broedperiode werken;
- buiten gevoelige periode zeehonden werken;
- schelpdierbanken verwijderen;
- zeegras vermijden.

In de NRO wordt er vastgehouden aan de term 'optimalisaties', maar in deelrapport Natuur zijn deze terug te lezen als 'mitigerende maatregel'.

3.2 I - Meeuwenstaart route

3.2.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

3.2.2 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van hoofdrapport) is de I - Meeuwenstaart route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabels als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht voor kabels en leidingen in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

De Meeuwenstaart is een ondiepe plaat in de Waddenzee en daarmee een morfologisch element. Daarnaast is de Meeuwenstaart een Natura 2000-gebied (aangewezen in het kader van de Vogelrichtlijn) dat wordt gebruikt door eidereenden tijdens de ruiperiode en is het een foerageergebied/leefgebied voor diverse vogelsoorten, zeehonden en bruinvissen. Door het vergraven van de Meeuwenstaart wordt de samenhang tussen de geulen in het gebied permanent verstoord.

Daarmee is deze activiteit in strijd met de kernopgave van Natura 2000-gebied Waddenzee 'behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen'.

Het gebied zal na het vergraven van de Meeuwenstaart niet meer geschikt zijn als ruigebied voor de eidereend (gebied waar vogels wisselen van verenkleed (ruien), in die periode kunnen ze niet vliegen). De eidereend stelt specifieke eisen aan het ruigebied (rust, voldoende voedsel) en kan niet zomaar uitwijken naar andere locaties. De staat van instandhouding van de eidereend is bovendien zeer ongunstig en het doelaantal wordt bij lange na niet gehaald. Significante effecten op de eidereend kunnen niet worden uitgesloten.

Omdat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten dient een ADC-toets te worden uitgevoerd om vast te stellen of deze route vergunbaar is. Zoals eerder aangegeven wordt voor dit Programma niet getoetst op de eisen A en D (zie paragraaf 2.2 in het hoofddocument Notitie Routeontwikkeling 3). Er is wel getoetst op eis C, daaruit blijkt dat compensatie niet mogelijk is.

Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt¹. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld. Om de Meeuwenstaart in oorspronkelijke staat te herstellen, dient de toegangsgleu te worden opgevuld met het sediment dat is verwijderd om de geul aan te leggen. Gezien de grote volumes sediment die hiervoor moeten worden opgeslagen (voor het opslaan van een volume van 4 miljoen m³ sediment, moet dit tot een hoogte van 10 m worden verspreid over een oppervlak van 40 ha), wordt dit als een niet realistische aanlegtechniek beschouwd. Bovendien levert het geen volledig herstel op van de samenhang, omdat het sediment niet dezelfde compactheid bereikt en daardoor op termijn naar verwachting weer erodeert. Hierdoor is het niet mogelijk om de Meeuwenstaart in oorspronkelijke staat te herstellen. Tot slot zullen in het geval wel wordt ingezet op het terugbrengen van de plaat, bijbehorende werkzaamheden ook weer negatieve effecten met zich meebrengen, zoals de vertroebeling die optreedt doordat het zand tweemaal moet worden verplaatst en verstoring door de werkzaamheden.

Compensatie op een andere plek in de Waddenzee of buiten de Waddenzee is niet mogelijk. De Waddenzee zelf bestaat geheel uit beschermde habitattypen waarvoor al een doelstelling geldt waardoor compensatie effect zal hebben op andere beschermde natuurwaarden. Compensatie buiten de Waddenzee is niet mogelijk omdat de omstandigheden in de Waddenzee uniek zijn en niet elders nagebootst kunnen worden. Ook het elders terugbrengen van een vergelijkbaar gebied dat gebruikt kan worden voor de eidereend als ruigebied is heel lastig, omdat daarvoor een vergelijkbaar gebied nodig is met voldoende voedsel en rust dat niet in het Waddengebied voorhanden is zonder andere waarden aan te tasten.

Op eis C voldoet de route voor de aanleg van leidingen niet aan de ADC-toets, en wordt daarom niet vergunbaar geacht. In Bijlage II wordt een uitgebreide toelichting op de redeneerlijn voor het trechteren van routes gepresenteerd.

3.3 II - Oude Westereems route

3.3.1 Baseline 0 - Baseline 1

Kabels

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

Leidingen

Voor leidingen is de route op 3 locaties aangepast:

- de eerste aanpassing is de aanlanding Eemshaven. Deze lag in de NRD op de agrarische percelen ten westen van Eemshaven. Echter vanwege de maximale lengte van een HDD is de aanlanding voor Baseline 1 verplaatst naar Eemshaven. Deze locatie is vervolgens heroverwogen in Baseline 2 (zie hieronder);

¹ Zie de [website van de Europese Commissie over Natura 2000 gebieden, artikel 6](#).

- de tweede aanpassing is ter hoogte van het ankergebied Reede, de route is aangepast zodat ankergebied Reede niet wordt doorkruist, de route blijft ten zuiden van dit ankergebied;
- de derde aanpassing is ter hoogte van KP 21 waarbij de route niet ten zuiden van de COBRA-kabel, maar ten noorden van COBRA-kabel loopt.

3.3.2 Baseline 1 - Baseline 2

Kabel

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 1.

Leiding

Voor de aanlanding bij Eemshaven, en voor het kruisen van de aanwezige kabels (de Gemini, NorNed en COBRA-kabels) en de primaire waterkering, wordt in plaats van een HDD-boring een geboorde segmenttunnel beschouwd. Aanleiding hiervoor is dat de lengte van de boring in combinatie met de benodigde te behalen diepte niet haalbaar is met een HDD-boring. Aanvullend is besloten om vanwege de benodigde ruimte voor de segmenttunnel de aanlanding weer ten westen van de Eemshaven te laten plaatsvinden (daarmee is de locatie ongewijzigd gebleven ten opzichte van Baseline 0).

3.3.3 Baseline 2 - Baseline 3

Kabel - rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de II - Oude Westereems route sprake is van 2 rode vlaggen als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor de kabel(s).

Tabel 3.1 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.II.TE.1	Verstoring van zeehonden op Horsbornzand
RV.II.TE.2	Vernietiging van zeegrasvelden nabij aanlanding Eemshaven

Kabel - Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend. Daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.2 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Technisch haalbaar en doorgevoerd in Baseline 3?
RV.II.TE.1	UP.II.TE.1: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.II.TE.2	UP.II.TE.2: Vermijden zeegras	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.

UP.II.TE.1: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden

De route loopt langs de Horsbornplaat, een bekende ligplaats voor zeehonden, die met name gevoelig zijn tijdens de pup- en rui periode. Om deze rode vlag weg te nemen dienen ter hoogte van Horsbornplaat geen werkzaamheden plaats te vinden waar gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus) geen 1.500 m afstand kan worden gehouden van ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus meegenomen als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat bij Horsbornplaat, waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van zeehonden gedurende de pup- en ruiperiode (15 mei t/m augustus), geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

UP.II.TE.2: Zeegras vermijden

Bij het routeontwerp voor Baseline 2 met een open ontgraving tussen de HDD-boringen net ten noorden van de aanlanding bij Eemshaven wordt zeegras vernietigd. Om deze rode vlag weg te nemen kan de lengte van de HDD worden vergroot en/of het uittredepunt van de HDD geoptimaliseerd.

Omdat de exacte locatie van het zeegras ten tijde van de uitvoering nog niet bekend is, wordt als uitgangspunt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen, dat er bij het uitvoeren van de HDD geen zeegras mag worden vernietigd.

Leiding - rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de II - Oude Westereems route sprake is van 4 rode vlaggen als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor de leiding(en).

Tabel 3.3 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde 1 effectonderzoeken

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV-II.GU.1	Permanente verandering van de bodemdynamiek door verspreiding van gebaggerde materiaal.
RV-II.GU.2	De verspreiding van het gebaggerde materiaal veroorzaakt een vertroebelingspluim. Het effect van deze pluim op de primaire productie is een rode vlag.
RV-II.GU.3	Over een lengte van circa 6 km ligt de leiding route tussen COBRA-kabel en de betonde Eemsgeul. De zorg is dat de aanleg van een leiding langs dit deel van de route, als gevolg van de ankerspread tot volledige stremming kan leiden in de Eemsgeul.
RV.GU.4	Verstoring van zeehonden op Horsbornzand.

Leiding - Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend. Daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.4 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV-II.GU.1	OPT-II.GU.1: Gebaggerde materiaal elders verspreiden OPT-II.GU.2: Baggerwerkzaamheden beperken	ja, als ontwerptimalisaties.
RV-II.GU.2	OPT-II.GU.2: Baggerwerkzaamheden beperken	ja, als ontwerptimalisatie.
RV-II.GU.3	UP-II.GU.1: Stremming in Eemsgeul voorkomen	ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV-II.GU.4	UP-II.GU.2: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden	ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.

OPT-II.GU.2: Baggerwerkzaamheden beperken

Het uitgangspunt van Gasunie is om de leiding op een zodanige diepte te begraven, dat onderhoud in de toekomst vermeden kan worden. Gezien de morfologische dynamiek in het gebied kan het om begraafdieptes tot wel 10 m gaan. Om deze begraafdiepte te kunnen behalen, kan geen gebruik worden gemaakt van de gebruikelijke 'post-trenching' methode, met deze installatie tool kan namelijk slechts een begraafdiepte van maximaal 3 m worden behaald. Wanneer 'post-trenching' niet kan worden ingezet neemt het baggervolume toe, omdat er dan een sleuf wordt gegraven tot een grotere diepte om de leiding in aan te leggen.

Een belangrijke onzekerheid bij het bepalen van de vereiste begraafdieptes is de aanwezigheid van harde lagen in de ondergrond. Op dit moment is onvoldoende informatie beschikbaar over deze harde lagen om een goed ontwerp te kunnen maken. Deze kennisleemte kan alleen worden opgelost door surveys (grondonderzoek) uit te voeren. Dat is in deze programmafase niet aan de orde, onder meer vanwege de lange doorlooptijd van deze onderzoeken.

Uitgangspunt 'geen onderhoud' loslaten

Als het uitgangspunt voor 'geen onderhoud' wordt losgelaten, kunnen de begraafdieptes significant worden beperkt. Echter ontbreekt op dit moment nog een ontwerpcode voor waterstofleidingen op zee waarin eisen staan opgenomen over vereiste begraafdieptes en acceptabele vrije overspanningen. Daarbij is de verwachting dat in morfologisch dynamische gebieden als de Waddenzee de kans op blootspoelen bij beperkte begraafdieptes zeer groot is.

Gasunie stelt hierover het volgende: "het Gasunie uitgangspunt is dat geen (tot zo min mogelijk) onderhoud nodig is aan de offshore waterstof pijpleiding. Dat betekent dat de betrouwbaarheid en veiligheid van de leiding vanaf het begin geborgd is in plaats van dat interventie nodig is om de betrouwbaarheid en veiligheid weer te herstellen."

Bij een offshore pijpleiding is dit doorgaans goed haalbaar, omdat de kosten van interventies snel hoger zullen zijn dan de kosten bij constructie (alleen al door mobilisatiekosten). Regelmatige interventies kunnen daarbij ook de natuur verstoren. Ook voor de veiligheid is het doorgaans beter om de activiteiten offshore zoveel mogelijk te beperken. Voor het ontwerp wordt hiervoor het ALARP principe toegepast (As Low As Reasonably Practicable).

Neem bijvoorbeeld het probleem van te grote free spans¹. Voor de integriteit van de waterstofleiding is het van groot belang dat de toelaatbare free span lengte niet wordt overschreden. Als de leiding in een gebied ligt met een dynamisch zeebed en de free spans met regelmaat veranderen, dan kunnen intensieve inspecties en interventies nodig zijn om de free spans te beperken en de integriteit van de leiding voor de lange termijn te herstellen.

¹ Dat de leiding voor een deel 'vrij in de "lucht" hangt' en niet wordt ondersteund door bijvoorbeeld een zandbed.

In zo'n geval wordt er in het ontwerp een afweging gemaakt tussen het risico op falen, de kosten van begraven tijdens constructie en de kosten van jaarlijkse inspectie en interventie. Omdat op dit moment een dergelijke ALARP assessment nog niet mogelijk is door gebrek aan project definitie. Daarom wordt conservatief aangenomen dat de gehele leiding moet worden begraven. In gebieden met intensieve scheepvaart activiteit, zal begraven sowieso nodig zijn (en verplicht), om de risico's op anker interactie en impact van zinkende schepen te beperken.

Wanneer het ontwerp meer vorm krijgt en er een ontwerpcode beschikbaar is voor offshore waterstof leidingen met een bijbehorend pakket aan eisen, kan er in de FEED fase¹ van het project gekeken worden of de leiding wel overal moet worden begraven."

Er wordt vastgehouden aan het uitgangspunt 'geen onderhoud over de levensduur van de leiding', de baggerwerkzaamheden kunnen dan niet worden beperkt, en daarom is deze optimalisatie niet doorgevoerd voor Baseline 3.

Bij bepalen van de begraafdiepte en leidinginstallatie gebruik maken van de harde lagen

Vanwege de beperkte informatie die beschikbaar is over de locatie, dikte en karakteristieken van de in de Eems aanwezige harde lagen, is hiermee in de begraafdiepte studie geen rekening gehouden. In theorie zou bij het bepalen van de vereiste begraafdiepte van een leiding ook gebruik kunnen worden gemaakt van de harde lagen. Door juist de harde lagen op te zoeken en de leiding hierin te installeren. Op basis van de beschikbare literatuur en data is een 'best case' inschatting gemaakt van de locaties waar bij de leiding installatie gebruik kan worden gemaakt van de harde lagen. Vervolgens zijn de baggervolumes die horen bij deze installatie berekend. Het totaal baggervolume dat nodig is voor de aanleg van de leiding is circa 5.901.600 m³ voor een leiding door het centrum van de corridor en 5.901.600 m³ en 15.320.000 m³ voor een leiding langs de oostelijke en westelijke rand van de corridor.

Vanwege de onzekerheid rondom de harde lagen zijn er op basis van de beschikbare gegevens aannames gedaan over de aanwezigheid van de harde lagen, en op welke manier hiervan voor de leiding installatie gebruik van kan worden gemaakt. Hoewel de onzekerheid wat betreft deze optimalisatie zeer groot is, is de optimalisatie, namelijk het gebruik maken van de harde lagen voor de leidinginstallatie, wel doorgevoerd voor Baseline 3.

UP-II.GU.2: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden

De route loopt langs de Horsbornplaat, een bekende ligplaats voor zeehonden, die gevoelig is tijdens de pup- en rui periode. Om deze rode vlag weg te nemen dienen er geen werkzaamheden plaats te vinden gedurende de pup- en rui periode (15 mei t/m augustus) langs die delen van de route waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat daar waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van zeehonden geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

3.4 III - Horsborngat route

Baseline 0 - Baseline 1

Deze route volgt het diepste deel van de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat. In de NRD (Baseline 0) zijn de routes grof ingetekend. Op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging is de route door de geul tussen Baseline 0 en Baseline 1 lokaal aangepast om aan te sluiten bij het routeprincipe (diepste deel van de geul volgen).

¹ Front-End Engineering Design; Een manier om in de concept-fase van projecten binnen de industrie te beschrijven. Gedurende deze fase wordt de focus gelegd op de technische vereisten en een ruwe schatting van de investeringskosten voor het project gemaakt.

3.4.1 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de III - Horsborngat route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabels als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht voor kabels en leidingen in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

Vanwege de doorkruising van het referentiegebied en tijdelijk gesloten gebieden en werkzaamheden in permanent gesloten gebieden heeft EZK aan LNV gevraagd hoe zij de vergunbaarheid van deze route inschatten. In een notitie heeft LNV (Bijlage V)¹ aangegeven dat op basis van de route en de aanlegtechnieken die worden beschouwd, de route niet vergunbaar lijkt. Alternatieve aanlegtechnieken zijn wel onderzocht maar leiden niet tot een beperking van de effecten.

Aanvullend op de beschouwing van LNV is een ecologische QuickScan uitgevoerd waarbij de gevoelige soorten en gevoelige periodes in het gebied rondom de route in beeld zijn gebracht. Uit de QuickScan en Bijlage II bij dit rapport blijkt dat de aanleg van een kabel of leiding, resulteert in een verstoring van habitattypen 'droogvallende platen' en lokaal resulteert in de vernietiging van dit habitattypen (zowel voor kabels als leidingen). Wanneer binnen de gevoelige periodes wordt gewerkt zijn significante effecten op vogels en zeehonden niet uit te sluiten. Wanneer de werkzaamheden buiten de gevoelige periodes uitgevoerd worden, kan slechts enkele maanden per jaar worden gewerkt. De totaal benodigde doorlooptijd voor de aanlegwerkzaamheden zou hierdoor onrealistisch lang duren en zich uitstrekken over meerdere jaren (oplopend tot 10 jaar wanneer buiten de gevoelige periodes wordt gewerkt met een serie aan HDD-boringen voor de aanleg van een leiding).

Omdat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten, dient een ADC-toets te worden uitgevoerd om vast te stellen of deze route vergunbaar is. Zoals eerder aangegeven wordt voor dit Programma niet getoetst op de eisen A en D (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument). Er is wel getoetst op eis C, namelijk of compensatie mogelijk is. Daaruit blijkt dat compensatie niet mogelijk is.

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: 'behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen'. De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan na het leggen van een kabel/leiding niet kunstmatig worden teruggebracht op deze locatie. Dit komt doordat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een kabel/leiding zodanig groot is dat de hydrodynamische condities veranderen en het gebied er morfologisch gezien er anders uit zal zien. Het terugplaatsen van het sediment in de geul is mogelijk, echter zal het sediment zich vanwege een andere gepaktheid anders gedragen en naar verwachting versnel eroderen. Dit betekent dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden teruggebracht en dat de kwaliteit niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is compensatie vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden niet mogelijk. Tot slot, om de effecten van de verstoring van vogels en zeehonden te compenseren zou een vergelijkbaar en nabijgelegen gebied gesloten moeten worden. Vanwege het unieke karakter van dit gebied (een groot aantal soorten maakt gebruik van het gebied door de morfologische karakteristieken en het gesloten karakter) is dit niet mogelijk binnen en buiten de Waddenzee.

¹ Door LNV gedeeld met KGG in Q3 2023.

Op eis C voldoet de route voor de aanleg van kabels en leidingen niet aan de ADC-toets, en wordt daarom niet vergunbaar geacht. In Bijlage II wordt een uitgebreide toelichting op de redeneerlijn voor het trechteren van routes gepresenteerd.

3.5 IV - Geul Rottums route

3.5.1 Baseline 0 - Baseline 1

Het ontwerp van deze route is gericht op het volgen van de diepste delen van de geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat in de Waddenzee. In de NRD zijn routes grof ingetekend. In Baseline 1 is op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging de route tussen Rottumeroog en Rottumerplaat lokaal aangepast om aan te sluiten bij het route principe.

3.5.2 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de IV - Geul Rottums route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg bij zowel kabels als leidingen is deze route als niet vergunbaar beoordeeld. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht voor kabels en leidingen in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

Voor het trechteren van deze route geldt dezelfde argumentatie als voor route III. Zie voor meer toelichting paragraaf 3.4 en Bijlage II.

3.6 V - Boschgat route

3.6.1 Baseline 0 - Baseline 1

Het routeprincipe is gericht op het volgen van de diepste delen van Zuid Oost Lauwers geul. In de NRD zijn routes grof ingetekend. Op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging is de route lokaal aangepast om aan te sluiten bij het routeprincipe. Daarnaast dient voor de route van een leiding aanvullend rekening te worden gehouden dat een minimale bochtstraal van 2 km.

3.6.2 Baseline 1 - Baseline 2

Voor kabels is de V-Boschgat route verder uitgewerkt en geoptimaliseerd. De V-Boschgat route is voor leidingen tussen Baseline 1 en Baseline 2 getrechterd.

Kabels

De V - Boschgat route is op een aantal locaties geoptimaliseerd ten opzichte van Baseline 1:

- ten eerste is de aanlandingslocatie van de route circa 1500 m naar het westen verplaatst. De aanlandlocatie die voor Baseline 1 werd beschouwd lag in een natuurcompensatiegebied;
- de tweede optimalisatie houdt in dat de route ter hoogte van Noordpolderzijl iets langer de Zuid Oost Lauwers volgt om een doorkruising met de betonde geul naar Noordpolderzijl te vermijden;
- een derde optimalisatie is een variant op de aanlanding ter hoogte van Uithuizen. Namelijk een westelijkere aanlanding ter hoogte van Den Andel, met deze variant wordt het Natura 2000-gebied Waddenzee over een minder grote lengte doorsneden. De route op land wordt hierdoor circa 10 km langer.

Leidingen

Op basis van niet uit te sluiten en niet te compenseren significant negatieve effecten van de aanleg van leidingen lijkt deze route niet vergunbaar. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten. De route wordt daarom niet verder onderzocht in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

Route V volgt dezelfde route als is beschouwd voor het project Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden (hierna: NOZ TNW), Route Vierverlaten Oost. Voor dat project zijn vertroebelingsstudies uitgevoerd en zijn de effecten van de vertroebelingspluim in beeld gebracht. In dit rapport is aangegeven dat de aanlegwerkzaamheden voor een 700 MW AC verbinding langs de route Vierverlaten Oost bij Rottumeroog leiden tot grote omvang en duur van vertroebeling die leidt tot negatieve effecten op de kwaliteit van habitattypen H1110 en H1140 en op schelpdieren, die de basis van de voedselketen vormen in de Waddenzee. Net als voor de beschouwde aanleg van kabels voor het project NOZ TNW, zijn voor de aanleg van een leiding baggerwerkzaamheden ter hoogte van Rottumeroog voorzien.

In het kader van instandhoudingsdoelstellingen voor habitattypen H1110 en H1140, die gericht zijn op verbetering van de kwaliteit, kunnen significante effecten voor deze route voor leidingen niet worden uitgesloten. Allereerst vindt bij de aanleg van een leiding significante vernietiging plaats van habitatype H1140. Aanvullend is het volume dat voor route V moet worden gebaggerd voor een leiding groter zal zijn (6 miljoen m³) dan dat voor de aanleg van een kabel langs route Vierverlaten Oost moest worden gebaggerd. Dit leidt tot grote omvang en duur van vertroebeling wat resulteert in negatieve effecten op de kwaliteit van deze habitattypen. Significante negatieve effecten van de V-Boschgat route voor de aanleg van leidingen op H1110 en H1140 kunnen dus niet worden uitgesloten. Dit is nu nog niet te zeggen voor de aanleg van een kabel langs de V-Boschgat route. Met de huidige kennis zijn de baggervolumes, die optreden bij de aanleg van een kabel langs de V-Boschgat route, significant kleiner dan destijds werd voorzien voor Route Vierverlaten Oost in het project NOZ TNW.

Omdat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten, voor de aanlegwerkzaamheden van een leiding, dient een ADC-toets te worden uitgevoerd om vast te stellen of deze route vergunbaar is. Zoals eerder aangegeven wordt voor dit Programma niet getoetst op de eisen A en D (zie paragraaf 2.2). Er wordt wel getoetst op eis C. Daaruit blijkt dat compensatie niet mogelijk is. Compensatie is niet mogelijk omdat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden teruggebracht en de kwaliteit (die is afgenomen door een verhoogde vertroebeling) niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.

Op eis C voldoet de route voor de aanleg van leidingen niet aan de ADC-toets, en wordt daarom niet vergunbaar geacht. In Bijlage II wordt een uitgebreide toelichting op de redeneerlijn voor het trechteren van routes gepresenteerd.

Baggervolumes voor route V zijn reden voor trechtering

De hoge baggervolumes voor de aanleg van een leiding langs de V-Boschgat route en de effecten daarvan op de natuur leiden ertoe dat deze route getrechterd wordt. De reden hiervoor is dat uit eerder uitgevoerde en gedetailleerde vertroebelingsstudies van het project NOZ TNW geconcludeerd is dat grote baggervolumes op deze locatie leiden tot significant negatieve effecten (destijds werd dezelfde route beschouwd, die toen de naam Viervelaten oost had). Aangezien de baggervolumes voor de aanleg van een leiding groter zijn dan de volumes die in NOZ TNW leidden tot significant negatieve effecten kan met voldoende zekerheid worden gesteld dat de effecten van de aanleg van een leiding langs deze route niet acceptabel zijn. Voor de overige routes worden tijdens de effectonderzoeken in het planMER nieuwe vertroebelingsberekeningen uitgevoerd, om het effect te bepalen. Alleen het totale baggervolume is geen goede maat om effecten te bepalen. Het percentage slib in het gebaggerde sediment, de wijze waarop de pluim zich verspreidt door een gebied en de aanwezige natuurwaarden spelen een hele belangrijke rol bij het bepalen van de milieueffecten.

3.6.3 Baseline 2 - Baseline 3

Kabel - rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de V - Boschgat route sprake is van 8 rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor een kabel.

Tabel 3.5 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.V.1	Vernietiging hotspots wormen, voedsel vogels/verstoring en kwaliteit H1140
RV.V.2	Vernietiging hotspots schelpdieren, voedsel vogels/verstoring en kwaliteit H1140
RV.V.3	Verstoring ligplaatsen zeehonden
RV.V.4	Vernietiging zeegras (H1140)
RV.V.5	Vernietiging hotspots biodiversiteit (kwaliteit H1140)
RV.V.6	De verspreiding van het gebaggerde materiaal veroorzaakt een vertroebelingspluim. Het effect van deze pluim op de primaire productie is een rode vlag.
RV.V.7	Bodemdynamiek, verspreiding van sediment
RV.V.8	In vergunningen wordt doorgaans als eis opgenomen dat werkzaamheden gestaakt dienen te worden wanneer een zeehond op <1500 m afstand aanwezig is.

Kabel - Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend. Daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.6 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.V.1	Geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	N.v.t.
RV.V.2	Geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	N.v.t.
RV.V.3	UP.V.1: Werken buiten gevoelige periode zeehonden.	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.V.4	UP.V.2: Zeegras vermijden	Ja, als uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.V.5	Geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	N.v.t.
RV.V.6	OPT.V.1: Baggerwerkzaamheden beperken	Nee
RV.V.7	OPT.V.2: Gebaggerde materieel elders verspreiden	Ja, als ontwerptimalisatie.
RV.V.8	UP.V.3: Stilleleggen werkzaamheden bij nabijheid zeehonden	Nee

UP.V.1: Werken buiten gevoelige periodes zeehonden

Deze route loopt voor een groot deel door de getijdegeulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat. Met name ten oosten van deze geulen liggen zeehonden, die gevoelig zijn tijdens de pup en rui periode. Om deze rode vlag weg te nemen dienen er geen werkzaamheden plaats te vinden gedurende de pup- en rui periode (15 mei t/m augustus) langs die delen van de route waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van met name gewone zeehonden.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat daar waar geen 1.500 m afstand kan worden gehouden tot ligplaatsen van zeehonden geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

UP.V.2: Zeegras vermijden

Bij het maken van de boring onder de dijk door, die uitkomt op het wad, wordt zeegras vernietigd. Om deze rode vlag weg te nemen wordt de lengte van de HDD vergroot en het uittredepunt van de HDD geoptimaliseerd.

Omdat de exacte locatie van het zeegras ten tijde van de uitvoering nog niet bekend is, wordt als uitgangspunt in het Programma en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen, dat er bij het ontwerp van de HDD geen zeegras mag worden vernietigd.

OPT.V.1: Baggerwerkzaamheden beperken

Het beperken van de baggerwerkzaamheden is nodig om de significante effecten op de primaire productie (de aanmaak van plantaardig materiaal uit zonlicht, wat een belangrijk onderdeel is van de voedselketen in de Waddenzee) te beperken. De baggerwerkzaamheden langs deze route zijn nodig voor de toegang van een ponton voor het kabel transport en de kabel installatie. De baggerwerkzaamheden kunnen worden beperkt door de toegangsgeul die wordt gebaggerd smaller of ondieper te maken. In de huidige situatie is uitgegaan van toegangsgeul van LAT - 7 m met een breedte (onderkant toegangsgeul) van 60 m en een talud van 1:6. Deze afmetingen worden bepaald door het ponton (100 m x 30 m) dat een lengte van 15 tot 20 km kabel meeneemt.

Smallere toegangsgedul

Het ponton dat wordt gebruikt is 100 m x 30 m en de gebaggerde toegangsgedul is 60 m breed. Het ponton wordt in de lengte richting ingezet. Dit betekent dat er aan weerszijden van het ponton 15 m ruimte is. Deze ruimte is nodig voor het passeren en aanleggen van andere vaartuigen die betrokken zijn bij de kabel installatie (crewschepen, survey schepen, anchor handlers et cetera).

Ondiepere toegangsgedul

De diepgang van het ponton, en dus de diepte van de toegangsgedul, zouden beperkt kunnen worden door de kabellengte die wordt meegenomen op het ponton, te beperken. Wanneer slechts de helft, 7-10 km kabel meegenomen zou worden zou een toegangsgedul diepte van 3-4 m voldoende zijn. Echter, dit betekent ook dat er in de gedul een mof moet worden gemaakt om de twee kabelstukken met elkaar te verbinden. TenneT heeft aangegeven dat de aanleg van een mof in een diepe gedul onwenselijk is. Redenen hiervoor zijn als volgt:

- een DC kabel bestaat uit een systeem met de configuratie van een plus en min pool en een metallische retour kabel en een glasvezelkabel. Dit zijn 3 kabels waarvoor 3 moffen worden gemaakt. Net als de kabel dienen de moffen te worden begraven onder het niet mobiele zeebed. Echter, anders dan de kabel, kan de mof niet worden geïnstalleerd met een vertical injector. Voor de moffen dient een put te worden gegraven waar de moffen in kunnen worden gelegd, en die vervolgens weer afgedekt wordt. De geschatte duur van het maken van 1 mof is 15 dagen, dit betekent dat er in de getijde gedul voor een periode van >1 maand een mof wordt gemaakt. De put voor de mof dient gedurende deze periode open te blijven, omdat er niet zowel een baggerschip als mofponton ter plaatse van de mof locatie aan het werk kunnen zijn;
- aanvullend speelt dat de mof bereikbaar dient te zijn voor reparatie. Met het toekomstige meanderen van de gedul, waarin de mof wordt aangelegd, kan de dekking op de mof oplopen tot 10 m, waarbij een grote operatie nodig is om de mof weer uit te graven."

Onzekerheid in te zetten materieel

Er is nog geen ervaring opgedaan met het installeren van 2GW kabels. Er is dus momenteel nog geen installatie materieel dat de 2GW kabelverbindingen kan transporteren of installeren. Het vaartuig voor transport en installatie dient speciaal voor deze operatie te worden gebouwd. De afmetingen van het in te zetten vaartuig zijn bepaald op basis van bestaande vaartuigen, carrousels en haspels als gebruikt in voorgaande kabelinstallatie projecten en het gewicht van de aan te leggen kabelsectie. Onder andere vanwege deze onzekerheid is het beperken van baggervolumes door het versmallen of minder diep maken van de gebaggerde toegangsgedul zeer risicovol. Dit geldt specifiek voor deze route en niet voor de II-Oude Westereems route (baggervolume leidt niet tot een rode vlag, en wordt niet bepaald door dimensies in te zetten materieel) en de VII-Schiermonnikoog wantij route (installatie middels rijdend, en niet drijvend materieel).

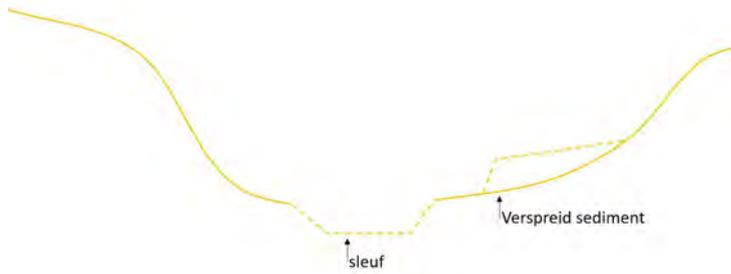
Omdat het niet mogelijk is om de baggerwerkzaamheden te beperken is deze optimalisatie niet doorgevoerd in Baseline 3.

OPT.V.2: Gebaggerde materiaal elders verspreiden

Voor Baseline 2 is ervan uitgegaan, dat het uit de gebaggerde toegangsgedul vrijgekomen materiaal binnen 200 m van de toegangsgedul wordt verspreid. Vanwege het significante effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek is dit een rode vlag. Direct naast de te baggeren toegangsgedul is binnen de natuurlijke gedul ook ruimte beschikbaar om het vrijgekomen sediment te verspreiden, Afbeelding 3.1 toont een schematische weergave van deze optimalisatie. De morfologische specialisten hebben in overleg met TenneT bepaald op welke locatie in de natuurlijke gedul het sediment wordt verspreid.

Hoewel er onzekerheid bestaat wat betreft de technische haalbaarheid van deze optimalisatie, is de optimalisatie, namelijk het verspreiden van het gebaggerde materieel in de natuurlijke gedul, en naast de gebaggerde gedul, wel doorgevoerd voor Baseline 3.

Afbeelding 3.1 Schematische weergave van de getijde geul, de gebaggerde toegangssleuf en de alternatieve verspreidingslocatie



UP.V.3: Stilleggen werkzaamheden bij nabijheid zeehonden

In een groot aantal vergunningen in het kader van de Omgevingswet die voor activiteiten in de Waddenzee zijn afgegeven, zijn beperkende voorschriften opgenomen voor uitvoering van werkzaamheden, zoals concreet:

- dat tijdens de werkzaamheden een afstand van minimaal 1.500 meter van concentraties op zandplaten rustende zeehonden in acht genomen dient te worden, of
- dat ten minste 1.500 meter afstand dient te worden gehouden van rustende of zogende zeehonden of dat een afstand van minimaal 1.500 meter van aanwezige zeehonden moet worden gehandhaafd.

Voorbeelden van vergunningen waarin deze beperkende eisen zijn opgenomen zijn: Vergunning pilot Verdieping Westgat (2017), Vergunning Voortzetting Pilot mosselbankherstel Hond en Paap (2019), Nb-wet vergunning RWE kolencentrale Eemshaven (2012).

Deze eisen leiden tot beperkingen tijdens de uitvoering. TenneT: "In het geval dat men bij hoogwater door deze gebieden vaart, is dit voorschrift minder problematisch dan wanneer men zich er bij laagwater bevindt. Echter voor activiteiten als baggeren en kabelinstallatie is het niet mogelijk om de activiteiten alleen uit te voeren bij hoogwater. Doordat de geul relatief smal is, zullen de ankers van de installatie- en baggervaartuigen op de platen (oevers) liggen en is de interactie met de zeehonden daarbij nog groter. Risico op vertraging door het moeten staken van werkzaamheden zijn in dit gebied onacceptabel i.v.m. de beperkte werkvensters, die al worden bepaald door seizoenen en weer. Vertraging zou kunnen leiden tot opnieuw dienen te baggeren van de toegangsgedul. Echter baggeren in de directe nabijheid van een installatievaartuig of kabel is niet mogelijk."

Omdat het niet mogelijk is om op een realistische wijze een kabel aan te leggen en rekening te houden met bovengenoemd vergunningvoorschrift, wordt er geen uitgangspunt opgenomen in het Programma over afstand houden tot zeehonden tijdens de uitvoering.

3.7 VII - Schiermonnikoog wantij route

3.7.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

3.7.2 Baseline 1 - Baseline 2

Kabel

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 1, enkel een nadere uitwerking.

Leiding

Voor Baseline 2 is als uitgangspunt gekozen voor de aanleg van een leiding met een serie HDD-boringen. De aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten met een grote open sleuf wordt vanwege de baggerwerkzaamheden die hiervoor nodig zijn niet meer beschouwd voor Baseline 2.

3.7.3 Baseline 2 - Baseline 3

Rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de VII - Schiermonnikoog wantij route sprake is van 4 rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor zowel kabels als leidingen.

Tabel 3.7 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.VII.1	Verstoring van broedvogels
RV.VII.2	Verstoring van niet-broedvogels
RV.VII.3	Vernietiging hotspots schelpdieren, voedsel vogels/verstoring en kwaliteit H1140
RV.VII.4	Vernietiging schelpdierbanken

Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend, daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus zijn doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.8 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.VII.1	UP.VII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VII.2	UP.VII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels.	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VII.3	geen optimalisatie, in afwachting ronde 2 effectonderzoeken	-
RV.VII.4	UP.VII.3: Schelpdierbanken vermijden	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VII.4	OPT.VII.1: Corridor verbreden	Ja

UP.VII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer opgenomen dat op plekken waar zich broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen geen werkzaamheden worden uitgevoerd. Er wordt hierbij een afstand van 600 m (op basis van 40 dB geluidcontour) tot broedlocaties en belangrijke foerageerlocaties aangehouden.

UP.VII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen dat op plekken waar zich niet-broedvogels bevinden geen werkzaamheden worden uitgevoerd. De periode waarin en de afstand waarop kan worden gewerkt is afhankelijk van de vogelsoorten die er voorkomen (zie ook tekstkader Rode vlag RV.VII.2).

De technische haalbaarheid van bovenstaand uitgangspunt kan op dit moment nog niet worden getoetst, omdat in ronde 2 effectonderzoeken pas in beeld wordt gebracht om welke soorten en dus om welke locaties langs de route en periodes het gaat.

UP.VII.3: Schelpdierbanken vermijden

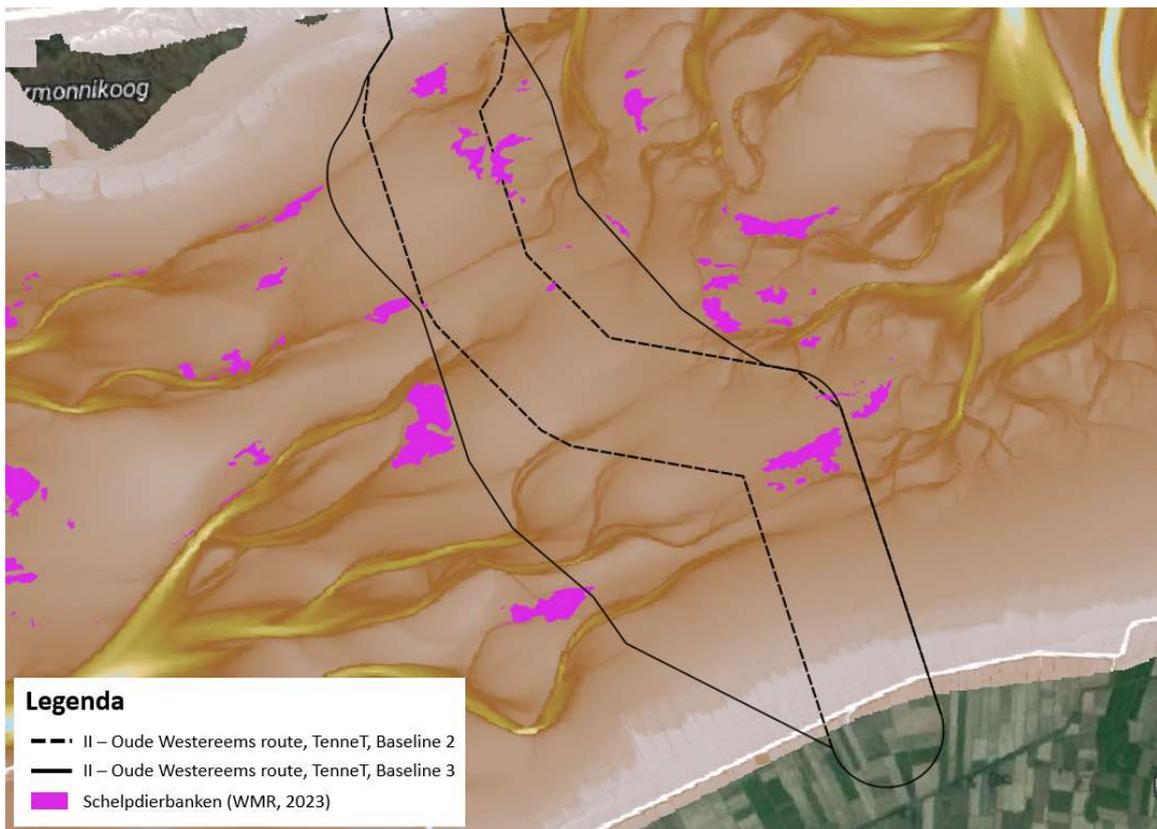
Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen dat schelpdierbanken worden vermeden.

OPT.VII.1: Corridor verbreden

Om in een eventueel project-mer nog voldoende ruimte te hebben om binnen de corridor de schelpdierbanken te vermijden, is de corridor voor de VII - Schiermonnikoog wantij route verbreed. Afbeelding 3.2 toont op welke wijze de corridor is verbreed ten opzichte van Baseline 2.

Het verbreden van de corridor voor de VII - Schiermonnikoog wantij route is doorgevoerd voor Baseline 3.

Afbeelding 3.2 VII - Schiermonnikoog wantij route, corridor Baseline 2, aangepast corridor Baseline 3



3.8 VIII - Ameland wantij route

3.8.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

3.8.2 Baseline 1 - Baseline 2

Voor de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA tussen Baseline 1 en Baseline 2 is als uitgangspunt gekozen voor de aanleg van een leiding middels een serie HDD-boringen. De aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten middels een open sleuf wordt vanwege de baggerwerkzaamheden die hiervoor nodig zijn niet meer beschouwd.

3.8.3 Baseline 2 - Baseline 3

Rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis van het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de VIII - Ameland wantij route sprake is van drie rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor leidingen.

Tabel 3.9 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.VIII.1	Verstoring van broedvogels
RV.VIII.2	Verstoring van niet-broedvogels
RV.VIII.3	Vernietiging schelpdierbanken

Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend, daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus worden doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.10 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.VIII.1	UP.VIII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen	uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VIII.2	UP.VIII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels.	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.VIII.3	UP.VIII.3: Schelpdierbanken vermijden	uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.

UP.VIII.1: Werkzaamheden uitvoeren buiten het broedseizoen

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat op plekken waar zich broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen, geen werkzaamheden worden uitgevoerd. Er wordt hierbij een afstand van 600 m (op basis van 40 dB geluid contour) tot broedlocaties en belangrijke foerageerlocaties aangehouden.

UP.VIII.2: Geen werkzaamheden uitvoeren gedurende aanwezigheid niet-broedvogels.

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat op plekken waar niet-broedvogels bevinden gedurende het broedseizoen, geen werkzaamheden worden uitgevoerd. De periode waarin en de afstand waarop kan worden gewerkt is afhankelijk van de vogelsoorten die er voorkomen (zie ook tekstkader Rode vlag RV.VII.2).

De technische haalbaarheid van bovenstaand uitgangspunt kan op dit moment nog niet getoetst worden, omdat in ronde 2 effectonderzoeken pas in beeld wordt gebracht om welke soorten en dus om welke locaties langs de route en periodes het gaat.

UP.VIII.3: Schelpdierbanken vermijden

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige project-mer, opgenomen, dat schelpdierbanken worden vermeden.

3.9 IX - Zoutkamperlaag route

3.9.1 Baseline 0 - Baseline 1

Deze route volgt het diepste deel van de Zoutkamperlaag (routeprincipe). In de NRD zijn de routes grof ingetekend. Op basis van de meest recent openbaar beschikbare gepeilde bodemligging is de route door de Zoutkamperlaag lokaal aangepast om aan te sluiten bij het routeprincipe (diepste deel van de geul volgen). Aanvullend geldt dat voor de aanleg van een leiding een minimale bochtstraal van 2 km is gehanteerd, de route is hierop aangepast.

3.9.2 Baseline 1 - Baseline 2

Ten opzichte van Baseline 1 wordt voor de leiding langs de route variant ten westen van Lauwersmeer niet uitgegaan van aanleg via de S-lay aanlegtechniek maar met een serie van HDD-boringen of in een open sleuf. Voor de effectenonderzoeken in het planMER en de IEA tussen Baseline 1 en Baseline 2 is als uitgangspunt gekozen voor de aanleg van een leiding middels een serie HDD-boringen. De aanleg van de leiding op de droogvallende wadplaten middels een open sleuf wordt vanwege de baggerwerkzaamheden die hiervoor nodig zijn niet meer beschouwd.

3.9.3 Baseline 2 - Baseline 3

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de IX - Zoutkamperlaag route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Significant negatieve effecten van de aanleg van leidingen langs deze route zijn bij de oostelijke variant van de IX- Zoutkamperlaag route niet uit te sluiten. Omdat een alternatieve (westelijke) aanlandlocatie reeds wordt onderzocht, is de oostelijk aanlanding niet verder onderzocht voor leidingen in PAWOZ.

De rode vlaggen die zijn geïdentificeerd en de optimalisaties die zijn verkend/doorgevoerd, zijn hieronder toegelicht.

Rode vlaggen

Naar aanleiding van de eerste ronde effectonderzoeken (op basis het Baseline 2 routeontwerp) is vastgesteld dat er langs de IX - Zoutkamperlaag route sprake is van 5 rode vlaggen als gevolg van aanlegwerkzaamheden voor leidingen. RV.IX.1 t/m RV.IX.3 geldt voor zowel de oostelijke als westelijke variant. RV.IX.4 en RV.IX.5 geldt alleen voor de oostelijke variant.

Tabel 3.11 Overzicht van rode vlaggen n.a.v. ronde effectonderzoeken Baseline 2 - Baseline 3

Nr. rode vlag	Rode vlag
RV.IX.1	Verstoring van niet-broedvogels op Het Rif
RV.IX.2	De verspreiding van het gebaggerde materiaal veroorzaakt een vertroebelingspluim. Het effect van deze pluim op de primaire productie is een rode vlag.
RV.IX.3	Bodemdynamiek, verspreiding van sediment
RV.IX.4	Aanlanding in defensiegebied
RV.IX.5	Volledige stremming van betonde vaargeul veerboot Schiermonnikoog

Optimalisaties

Om de hierboven beschreven rode vlaggen weg te nemen zijn een aantal optimalisaties verkend, daarbij is aangegeven welke optimalisaties technisch haalbaar zijn en dus worden doorgevoerd in Baseline 3.

Tabel 3.12 Overzicht van optimalisaties om rode vlaggen op te lossen

Nr. rode vlag	Optimalisatie	Doorgevoerd in Baseline 3?
RV.IX.1	UP.IX.1: Werkzaamheden uitvoeren gedurende periode met lage aantallen niet-broedvogels, in het geval van Het Rif is dat in juni	Uitgangspunt voor uitvoering programma, geen ontwerp wijzigingen.
RV.IX.2	OPT.IX.1: Beperken baggervolumes	Ja, als ontwerptimalisatie.
RV.IX.3	OPT.IX.2: Gebaggerde materiaal elders verspreiden	Ja, als ontwerptimalisatie.
RV.IX.4	OPT.IX.3: Alternatieve aanlandlocatie	Nee, want niet nodig.
RV.IX.5	OPT.IX.4: Voorkomen volledige stremming betonde vaargeul veerboot Schiermonnikoog.	Nee, want niet nodig.

UP.IX.1: Werkzaamheden uitvoeren gedurende periode met lage aantallen niet-broedvogels

Als uitgangspunt wordt in het Programma, en dus als uitgangspunt voor een eventueel toekomstige projectmer, opgenomen, dat wanneer zich op Het Rif lage aantallen niet-broedvogels bevinden, werkzaamheden worden uitgevoerd. In het geval van Het Rif is dat in juni. Vooruitlopend op de Passende Beoordeling in ronde 2 effectonderzoeken is in beeld gebracht om welke soorten het op Het Rif gaat.

- Drieteen: lage aantallen in juni – juli, staat van instandhouding = gunstig, positieve trend.
- Kanoet: lage aantallen mei – juli, staat van instandhouding = gunstig, positieve trend.
- Wulp: lage aantallen mei juni, staat van instandhouding = gunstig, negatieve trend.
- Bonte Strandloper: lage aantallen juni – juli, staat van instandhouding = gunstig, positieve trend.

OPT.IX.1: Beperken baggervolumes

De baggervolumes voor de aanleg van een leiding van deze route kunnen beperkt worden door in de begraafdiepte studie minder conservatieve aannames te doen. Uit een analyse van de begraafdiepte studie blijkt dat de baggervolumes beperkt kunnen worden tot circa 3,4 miljoen m³ à 3,7 miljoen m³ in plaats van 14,6 miljoen m³ (middellijn westelijke varianten A1 en A2).

Deze ontwerptimalisatie is doorgevoerd voor Baseline 3.

OPT.IX.2: Gebaggerde materiaal elders verspreiden

De verspreiding van het gebaggerde materiaal binnen 200 m de toegangseul veroorzaakt permanente effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Er is daarom een alternatieve bagger uitvoeringsmethode uitgewerkt, waarbij het grondverzet zo kort mogelijk voor de installatie van de leiding uitgaat. Dit betekent in feite dat er in een 'treintje' wordt gewerkt.

Meerdere baggerschepen werken voor het pijpleggschip uit, en wanneer de leiding is aangelegd wordt het gebaggerde materiaal weer verspreid achter het pijpleggschip aan.

Hoewel er onzekerheid bestaat wat betreft de technische haalbaarheid van deze optimalisatie, is de optimalisatie wel doorgevoerd voor Baseline 3.

OPT.IX.3: Alternatieve aanlandlocatie

Voor deze route is al een alternatieve aanlandlocatie in beeld, die niet aankomt in een defensiegebied (variant west). Een optimalisatie is daarom niet nodig.

Er is geen extra alternatieve aanlandlocatie doorgevoerd voor Baseline 3, omdat de westelijke variant nog tot de mogelijkheden behoort.

OPT.IX.4: Voorkomen volledige stremming betonde vaargeul veerboot Schiermonnikoog

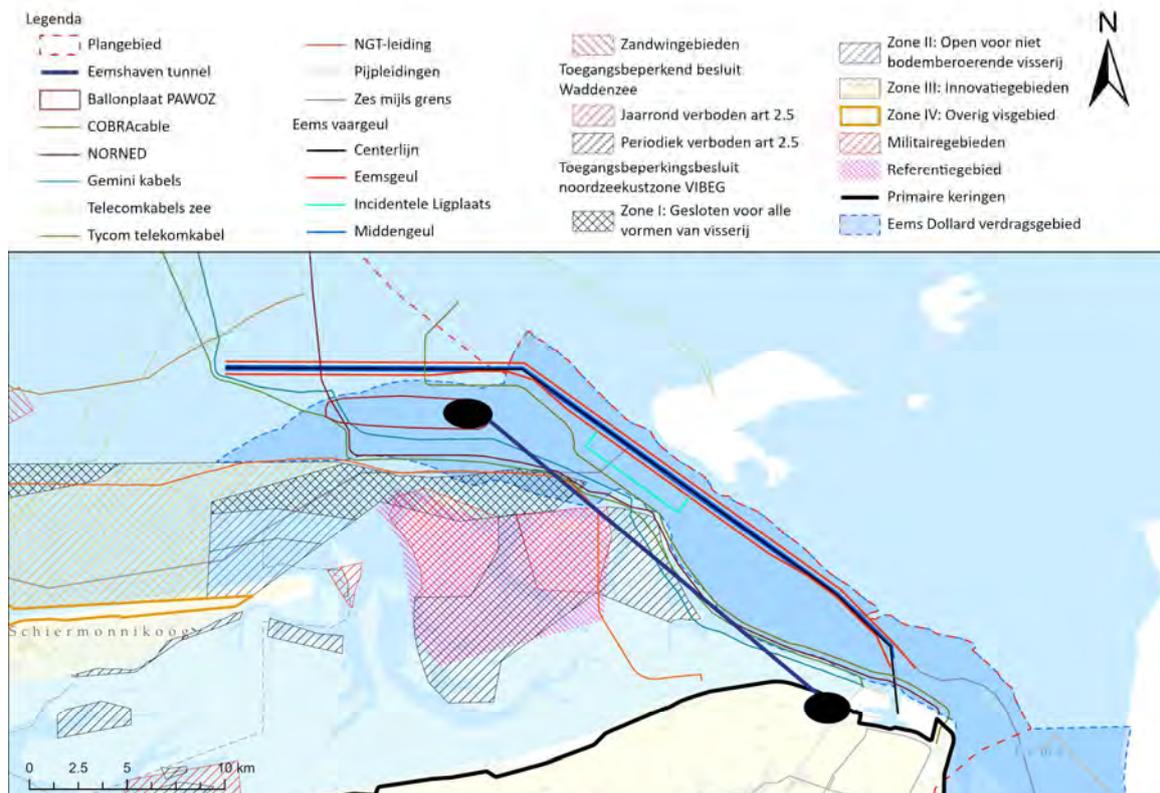
Alleen de oostelijke variant van deze route loopt door de betonde vaargeul waarvan de veerboot richting Schiermonnikoog gebruik maakt. De oostelijke aanlanding valt echter af, vanwege het defensiegebied, waardoor de rode vlag niet langer weg hoeft te worden genomen middels een ontwerptimalisatie.

3.10 X - Tunnelroute

3.10.1 Baseline 0 - Baseline 1

De basis voor Baseline 1 is een in 2022 opgesteld Schetsontwerp (hierna: SO) van de tunnelroute op basis van een variant waarin alle (10 GW DC en 0,7 GW AC) kabelsystemen en waterstofleiding worden gecombineerd in één tunnelbuis onder de Waddenzee. De tunnel had een grote diameter en 2 tussendecken om alle energiedragers te accommoderen. Voor de beoordeling van de vergunbaarheid van de tunnel, zijn met name het intredepunt Noordzee en het aanlandingspunt in de Eemshaven van belang. Beide punten zijn opgenomen op Afbeelding 3.3.

Afbeelding 3.3 X - Tunnelroute met indicatie aanlanding Eemshaven en intredepunt



Intredepunt Noordzee

De Ballonplaat is naar voren gekomen als enige geschikte locatie voor het intredepunt Noordzee. Op de Ballonplaat zijn in het door Waterproof opgestelde rapport¹ meerdere door hen onderzochte locaties beschreven. De bureaus hebben de resultaten uit dit onderzoek beoordeeld en overgenomen in een aparte studie. Op basis van onder andere het bodemniveau, de breedte en stabiliteit van de kruin (het ondiepe punt van de Ballonplaat) en de afstand tot de Eemshaven is voorlopig de locatie vastgesteld, zoals weergegeven in Afbeelding 3.3.

Aanlandingspunt Eemshaven

Voor het aanlandingspunt van de tunnel bij de Eemshaven is nog geen locatie bepaald. De locatie die in het schetsontwerp (SO) is aangehouden is een fictieve locatie. Om één of meerdere mogelijk geschikte locaties vast te stellen, wordt tussen Baseline 1 en Baseline 2 een aanvullende studie uitgevoerd. In deze studie worden de volgende stappen worden doorlopen:

- 1 vaststellen technische uitgangspunten en randvoorwaarden aan locatie (benodigde werkterreinen e.d.);
- 2 gebiedsanalyse;
- 3 afstemming potentiële locaties met TenneT, Gasunie en omgevingspartijen;
- 4 selecteren potentiële locaties;
- 5 nadere uitwerking van de effecten (op die locaties).

3.10.2 Baseline 1 - Baseline 2

Voor Baseline 2 is in eerste instantie verder gewerkt vanuit het SO van de tunnel (kabelsystemen en leiding(en) in één enkele tunnelbuis). Het intredepunt Noordzee op de Ballonplaat is verder onderzocht. Uit morfologisch onderzoek is gebleken dat het oostelijke deel van de Ballonplaat het meest geschikt is. Dit is ook te zien op voorgaande Afbeelding 3.3. Er is nog geen definitieve locatie voor het aanlandingspunt bij de Eemshaven gekozen. Om die reden worden zoekgebieden meegenomen en onderzocht in de IEA en het PlanMER.

Om de technische uitvoerbaarheid van de tunnel verder te onderzoeken en om te komen tot technische uitgangspunten voor de start van een voorlopig ontwerp (hierna: VO) is voor Baseline 2 een onderzoekstraject doorlopen. Als onderdeel van het onderzoekstraject zijn eisen opgehaald bij de projectpartners TenneT en Gasunie. Op basis van deze eisen zijn 11 kritische modules gedefinieerd waarvan de technische haalbaarheid moet worden onderzocht. Als vertrekpunt voor het uitwerken van de modules is het concept uit het SO aangehouden. Bij dit 'single-tube' concept (kabelsystemen en leidingen in één enkele tunnelbuis) worden in totaal 10,7 GW aan kabelsystemen en 1 tot 3 waterstofleidingen ondergebracht in één grote tunnelbuis met meerdere tussendecken.

Haalbaarheid SO

In de periode juni tot september 2023 is onderzoek gedaan naar de kritische modules. Gebleken is dat het combineren van meer dan 3GW aan elektrisch vermogen bij het gekozen ontwerp (single-tube) niet mogelijk is. Hier zijn twee argumenten voor:

- de Europese wet- en regelgeving staat niet toe dat er een kans bestaat op gelijktijdige uitval van meer dan 3GW aan elektriciteitsvermogen op het Europese hoogspanningsnet. Reden hiervoor is dat met een dergelijke uitval de leveringszekerheid van stroom binnen Europa niet meer gegarandeerd kan worden. Het is daarom vanuit huidige wet- en regelgeving niet toegestaan om een ontwerp te maken waarbij een dergelijke hoeveelheid aan hoogspanningssystemen is gecombineerd in een enkele tunnelbuis als onderdeel van levering aan het Europese hoogspanningsnet;
- de effecten bij falen van hoogspanningssystemen zijn dusdanig hoog dat dit leidt tot een leveringszekerheidsrisico voor de afnemers (consument/ industrie). Uit de kritische modules blijkt dat kortsluiting in één van de kabelsystemen in de tunnel of een explosie ten gevolge van een lek in een waterstofleiding kunnen leiden tot schade aan de tunnel. Ook kan dit resulteren in de uitval van meerdere systemen.

¹ Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven – A morphological assessment and preliminary hydrodynamic modeling to determine best location for a tunnel exit at Ballonplaat, Waterproof, d.d. 13/3/2023.

Naast deze niet acceptabel bevonden risico's bestaan er zorgpunten ten aanzien van de koeling van de kabelsystemen (complexe waterkoeling is noodzakelijk) en de werkveiligheid in de tunnel. Op basis van de optelsom van deze conclusies is geconcludeerd om voor X-Tunnel Route het ontwerp met een enkele buis voor 10,7 GW in combinatie met waterstofleidingen niet verder uit te werken.

In lijn met de werkwijze van routeoptimalisatie die breder binnen PAWOZ wordt toegepast, wordt getracht het ontwerp zodanig te optimaliseren dat er wel sprake is van een 'technisch uitvoerbaar' ontwerp. De optimalisatie ligt daarbij in de basis bij het loslaten van het 'single-tube' concept en het verkennen van een 'multi-tube' concept (ontwerp met meerdere tunnelbuizen). Er is door de bureaus, TenneT, Gasunie en EZK een gezamenlijk Plan van Aanpak opgesteld om dit concept verder uit te werken.

In de effectenonderzoeken tussen Baseline 2 en 3 worden als uitgangspunt de effecten van in totaal maximaal 7 tunnelbuizen onderzocht, waarbij in 5 tunnelbuizen hoogspanning komt en in maximaal 2 buizen waterstofleidingen. Per buis mag maximaal 3 GW aan elektrische transportcapaciteit worden geïnstalleerd. Voor waterstof wordt eveneens een worst case meegenomen van één waterstofleiding per tunnelbuis, al zijn hier optimalisaties mogelijk.

3.10.3 Baseline 2 - Baseline 3

Parallel aan de effectenonderzoeken worden tussen Baseline 2 en Baseline 3 aanvullende technische onderzoeken uitgevoerd om de uitvoerbaarheid van het nieuwe ontwerp te bepalen. Deze technische onderzoeken hebben als doel om één integraal geheel op te maken (onder andere op gebied van kosten en planning). Op basis van de resultaten kan worden gestart met het voorontwerp (VO).

3.11 XI - Dijkvariant B route

3.11.1 Baseline 0 - Baseline 1

Geen wijzigingen ten opzichte van Baseline 0, enkel een nadere uitwerking.

Omgevingsproces

Tijdens een informatiebijeenkomst eind 2022 voor grondeigenaren en LTO in het gebied van deze route is afgesproken dat er in 2023 een werkbijeenkomst zou worden georganiseerd waarin de landroutes worden besproken. Deze bijeenkomst heeft begin september 2023 plaatsgevonden met LTO, EZK, de agrarische werkgroep en het waterschap Noorderzijlvest. Doel van de werkbijeenkomst was enerzijds het toelichten van de routes en de te verwachten aanlegtechnieken op basis van de Notitie Routeontwikkeling Deel 1, maar vooral ook het bekijken van eventuele optimalisaties op basis van de inbreng van de grondeigenaren. Deze werkbijeenkomst heeft een nieuwe mogelijke variant gebracht tussen het dijklichaam en de binnendijkse sloot waarbij deze sloot verplaatst dient te worden. Hoofdstuk 16 van het hoofddocument beschrijft hoe deze variant verder is meegenomen.

3.11.2 Baseline 1 - Baseline 2

Met behulp van een stoplichtenaanpak (zie paragraaf 2.2 van het hoofddocument) is de XI - Dijkvariant B route tussen Baseline 1 en Baseline 2 beoordeeld op vergunbaarheid en technische uitvoerbaarheid.

Omdat zowel op het gebied van aanleg als beheer de eisen van het waterschap voor de kering en de eisen van TenneT (kabels) en Gasunie (leidingen) niet op elkaar aansluiten is deze route niet haalbaar. De route wordt daarom niet verder onderzocht in PAWOZ.

Toelichting op trechtering

De gesprekken tussen het waterschap, TenneT en Gasunie hebben geleid tot een notitie (Bijlage IV) waarin de mogelijkheden voor de XI-Dijkvariant B route verder zijn uitgewerkt. Onderstaand volgt voor kabels en leidingen een samenvatting van de bevindingen.

Kabels

Voor de aanleg van een kabel parallel aan de dijk in het dijkprofiel is zowel een binnendijkse als buitendijkse variant onderzocht. Zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen van het waterschap voor de kering en de eisen van TenneT voor de kabel niet op elkaar aan. Daarnaast geldt dat het dijklichaam en de nabije omgeving resulteren in tijdelijke maatregelen die tot veel extra tijd, overlast en maatschappelijke kosten leiden. Verder is het voor TenneT onacceptabel als de kabel niet te alle tijden bereikbaar is voor onderhoud of herstelwerkzaamheden. Dit doet zich met name voor bij de variant aan de kwelderzijde van de kering.

Los van het voornoemde speelt dat de rechten gerelateerd aan de ZRO strook beperkend zijn voor de toekomstige dijkversterkingen. Voor het waterschap is dit niet acceptabel. Daarnaast is het niet mogelijk om het grote materieel op deze plek in te zetten om de kabels in te graven. In het geheel beschouwd is het daarom niet realistisch om kabels en/of waterstofleidingen over een grote lengte parallel in/aan de primaire kering aan te leggen.

Leidingen

Voor de aanleg van een leiding parallel aan de dijk in het dijkprofiel zijn eisen opgenomen in de NEN 3650-serie en met name in de NEN 3651 (H7.3). Daarin is opgenomen dat het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretisch profiel van een waterkering in principe niet toelaatbaar is.

Conclusie

De dijkvariant wordt zowel voor kabels als leidingen niet nader onderzocht. Dit is tevens besproken met het waterschap en de grondeigenaren op 6 september 2023 (zie ook paragraaf 2.3.2 in het hoofddocument). Voor de landroute (zie hoofdstuk 16 en 17 van het hoofddocument) is een nieuw ingebracht alternatief vanuit de landeigenaren verkend (of de binnendijkse sloot verplaatst kan worden zodat er tussen de dijk en de binnendijkse sloot voldoende ruimte ontstaat voor een kabels en/of leidingen).

4

LAND ROUTES: ONTWERP PROCES BASELINE 0 - BASELINE 3

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de totstandkoming van landroutes en stationslocaties op land toegelicht. Eerst is een toelichting gegeven op het proces tussen Baseline 2 en 3. Dit proces is voor alle routes doorlopen. Vervolgens is de ontwikkeling van de routes voor TenneT (kabelsystemen) tussen Baseline 0 - 3 toegelicht, gevolgd door een toelichting op de ontwikkeling van de landroutes bedoeld voor Gasunie (leidingen) en de ontwikkeling van stationslocaties op land.

4.2 Proces tussen Baseline 2 en 3

Alle routes en stationslocaties zijn tussen Baseline 2 en 3 op basis van het Baseline 2 ontwerp beoordeeld in het PlanMER en de IEA. Deze eerste ronde effectenonderzoeken heeft voor landroutes, stationslocaties op land en voor de aanlandingspunten van de X - Tunnelroute rode vlaggen opgeleverd. Aanvullend zijn in de periode tussen Baseline 2 en 3 onvolkomenheden geconstateerd in een aantal routes/stationslocaties. Op basis van de rode vlaggen en onvolkomenheden is het Baseline 2 ontwerp geoptimaliseerd. Een overzicht van alle rode vlaggen en onvolkomenheden per landroute, stationslocatie en aanlandingspunt van de X - Tunnelroute is opgenomen in Bijlage I. Hieronder is toegelicht op welke onderwerpen rode vlaggen op land zijn opgetreden en welke optimalisaties zijn doorgevoerd.

Rode vlaggen

Op verschillende MER-thema's zijn rode vlaggen gevonden. Veel van deze rode vlaggen komen op meerdere landroutes voor. Onderstaand is weergegeven op welke thema's rode vlaggen optreden. Voor een overzicht van rode vlaggen per route wordt verwezen naar de tabel 1 in Bijlage I.

Thema's waarop rode vlaggen zijn geïdentificeerd:

- Natuur:
 - het kruisen van Natura 2000-gebied;
 - ligging nabij Natura 2000-gebied;
 - ligging in weidevogelgebied;
- Gebruiksfuncties:
 - ligging in defensiegebied;
 - ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors;
- LCA:
 - ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridors;
 - ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd deels in de corridors;
 - ligging van eendenkooien in de corridors;
 - ligging van beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors;
 - het kruisen van oude dijken;

- Geluid:
 - woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase;
 - overschrijding van de geluidsruimte in het gezoneerde bedrijventerrein Eemshaven (gebruiksfase);
- Scheepvaart
 - stremming vaargeul naar Schiermonnikoog.

Onvolkomenheden

Sommige routes en stationslocaties uit Baseline 2 bevatten onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die bij nader inzien niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die bij nader inzien niet identiek zijn ingetekend en corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties die onbedoeld deels op zee liggen. Onvolkomenheden zijn in Bijlage I te herkennen met codes die starten met OV. Net als voor de rode vlaggen, zijn deze onvolkomenheden per route gepresenteerd in de tabel 1 van Bijlage I.

Optimalisaties voor rode vlaggen

Tussen Baseline 2 en Baseline 3 zijn optimalisaties en uitgangspunten geformuleerd om rode vlaggen op te lossen. In Tabel 4.1 is per rode vlag op themaniveau opgenomen welke optimalisaties en uitgangspunten zijn doorgevoerd. In Bijlage I zijn deze optimalisaties en uitgangspunten per route gepresenteerd en gecodeerd. Wanneer een ontwerptoptimalisatie het versmallen van een corridor inhoudt is het uitgangspunt dat de maximale configuratie (7 kabelsystemen en 3 leidingen) nog in de corridor moeten passen.

Tabel 4.1 Rode vlaggen en optimalisaties voor landroutes

Rode vlaggen	Optimalisaties en uitgangspunten
Natuur: het kruisen van Natura 2000-gebied	Optimalisaties: <ul style="list-style-type: none"> - gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek) of; - corridor versmallen (wanneer een corridor deels overlapt met Natura 2000-gebied)
Natuur: Ligging nabij Natura 2000-gebied	Uitgangspunt: nader ecologisch onderzoek benodigd tijdens (randvoorwaarde project-mer).
Natuur: Ligging in weidevogelgebied	Uitgangspunt: <ul style="list-style-type: none"> - vermijd zoveel mogelijk de weidevogelgebieden (randvoorwaarde project-mer); - of nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen voor effecten (randvoorwaarde project-mer).
Gebruiksfuncties: Ligging in defensiegebied	Afgevallen route: Route vervalt (IX – Zoutkamperlaag route variant oost in het Waddengebied is afgevallen, daarmee komt ook IX – Zoutkamperlaag landroute A te vervallen. Deze vervalt ook omdat Defensie niet toestaat dat de route het defensiegebied doorkruist.
Gebruiksfuncties: Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	Uitgangspunt: vermijd de woningen (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ).
LCA: Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de gehele corridor	Uitgangspunt: <ul style="list-style-type: none"> - vermijd deze archeologische gebieden waar mogelijk (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ); mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is inclusief Archeologisch onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
LCA: Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd deels in de corridors	Uitgangspunten: <ul style="list-style-type: none"> - vermijd deze archeologische gebieden (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ); - óf gestuurde boring toepassen (randvoorwaarde project-mer).

Rode vlaggen	Optimalisaties en uitgangspunten
LCA: Ligging van eendenkooien in de corridors	Uitgangspunten: <ul style="list-style-type: none"> - vermijd de eendenkooien (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ); - óf gestuurde boring toepassen (randvoorwaarde project-mer).
LCA: Ligging van beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors	Uitgangspunt: vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling effectenonderzoeken PAWOZ).
LCA: Het kruisen van oude dijken	Wanneer een oude dijk in de corridor ligt maar niet over de volledige breedte → uitgangspunten: <ul style="list-style-type: none"> - vermijden van de oude dijken; - óf gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek). <p>Wanneer een oude dijk de volledige breedte van de corridor kruist → Optimalisatie: Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).</p>
Geluid: Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	Uitgangspunt: Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Geluid: Overschrijding van de geluidsruimte in het gezoneerde bedrijventerrein Eemshaven (gebruiksfase)	Uitgangspunt: Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Aanpassingen vanwege onvolkomenheid

Onvolkomenheden in de routes zijn eveneens in de optimalisatieperiode aangepast. Net als voor het oplossen van rode vlaggen, is hiervoor de term optimalisatie gebruikt. In Tabel 4.2 is per onvolkomenheid opgenomen welke optimalisatie is doorgevoerd. In Bijlage I zijn deze optimalisaties per route gepresenteerd en gecodeerd.

Tabel 4.2 Onvolkomenheden en optimalisaties voor landroutes

Onvolkomenheden	Optimalisaties
Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	Identieke routedelen zijn aangepast en op elkaar afgestemd.
Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	Aangepaste centerlines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan hierdoor aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	De landroutes zijn aangepast waardoor deze niet meer overlappen met Natura 2000-gebied Waddenzee.
Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	De zoekgebieden en corridors zijn aangepast zodat deze enkel op land liggen.

4.3 VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A

Deze route is beschouwd voor zowel een kabelsysteem als leiding. In deze paragraaf wordt ingegaan op de route voor een kabelsysteem. Paragraaf 4.4 beschrijft de route voor een leiding.

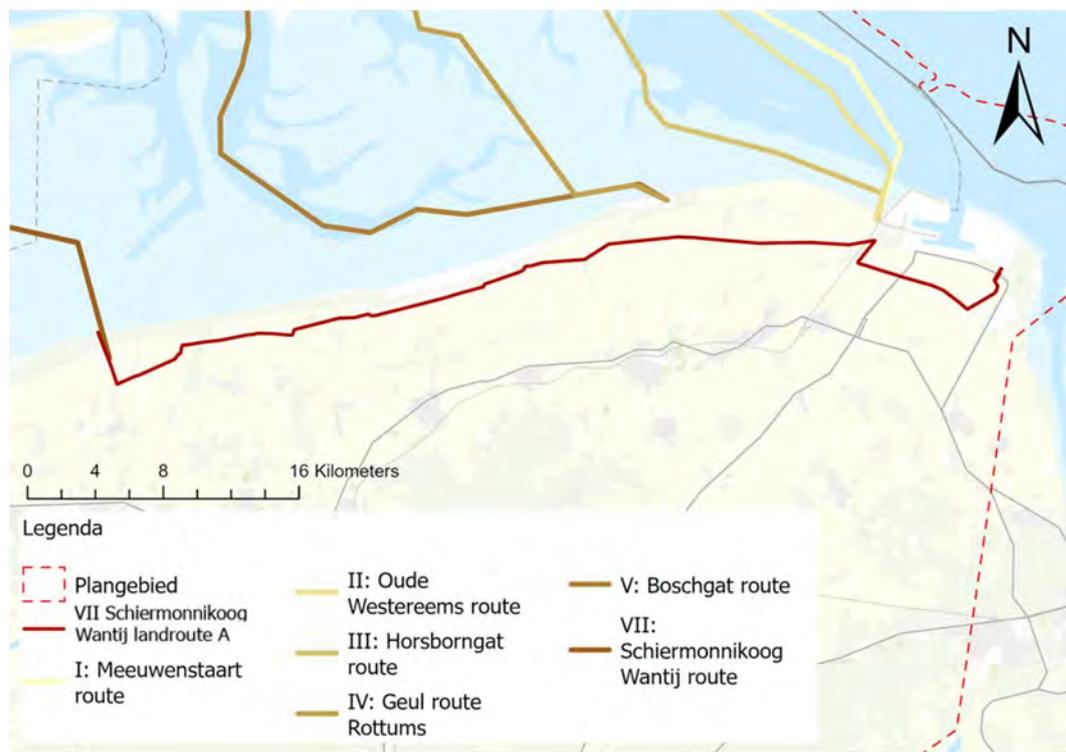
4.3.1 Baseline 0 - Baseline 1

In de NRD is de 'Route vaste land' benoemd, welke is gebaseerd op de route die voor Net Op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) is onderzocht. Deze route wordt zowel voor kabelsystemen als voor leidingen onderzocht. Op deze route takken een aantal routes vanuit het Waddengebied aan (zie Tabel 4.3 en Afbeelding 4.1). Deze route is in het kader van een eerder TenneT project, NOZ TNW, al op een hoog detailniveau uitgewerkt. De kabels worden aangelegd in open ontgraving of met HDD-boringen. Op basis van bestaand onderzoek is vastgesteld dat er in ieder geval ruimte is voor 4,7 GW langs de route.

Tabel 4.3 Overzicht van Waddenroutes die aantakken op Schiermonnikoog Wantij landroute A

Aanlandingszone	Route waddengebied
ten westen van de Eemshaven	VII - Schiermonnikoog Wantij route
Uithuizen	IV - Geul Rottums route en V - Boschgat route
Kloosterburen	I - Meeuwenstaart route, II - Oude Westereems route en III - Horsborngat route

Afbeelding 4.1 Routes over land naar Eemshaven Baseline 1



4.3.2 Baseline 1 - Baseline 2

Ten behoeve van Baseline 2 is onderzocht of er ruimte is voor meer kabels dan 4,7 GW. In eerste instantie lijkt er tot aan ten westen van de Eemshaven mogelijk ruimte voor meer dan 4,7 GW. De effectonderzoeken moeten deze eerste uitkomst verifiëren.

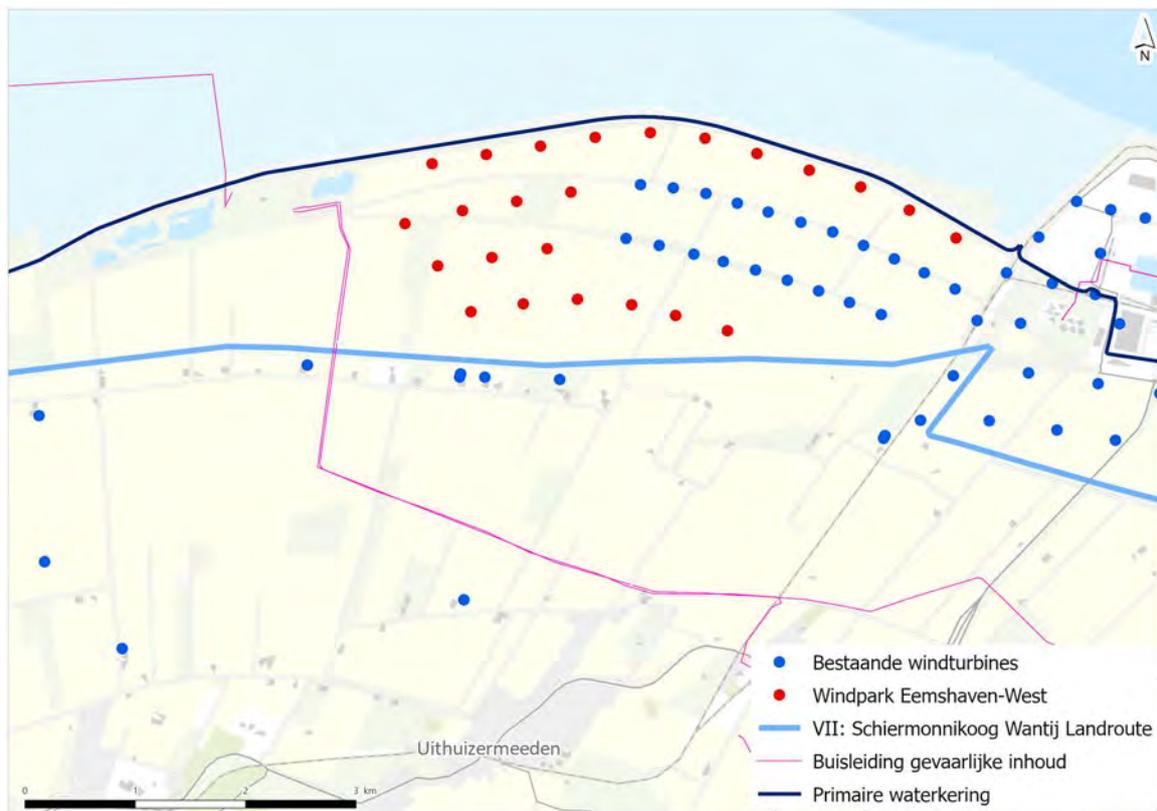
Omgevingsproces

Tijdens een informatiebijeenkomst eind 2022 voor grondeigenaren in het gebied van deze route is afgesproken dat er in 2023 een bijeenkomst wordt georganiseerd waarin de landroutes worden besproken. Doel van de werkbijeenkomst is enerzijds het toelichten van de routes en de te verwachten aanlegtechnieken op basis van de Notitie Routeontwikkeling Deel 1, maar vooral het ook het bekijken van eventuele optimalisaties op basis van de inbreng van de grondeigenaren. Deze bijeenkomst is gehouden in juli 2023. Concreet is hier de nieuwe dijkvariant uitgekomen tijdens een sessie met landeigenaren en LTO in Groningen.

Wijzigingen ten opzichte van Baseline 1

Naast de Schiermonnikoog Wantij landroute is voor kabelsystemen en leidingen in het NRD een andere route opgenomen: de XI - Dijkvariant B. Voor de XI - Dijkvariant B route is vastgesteld dat er tussen het dijklichaam en de binnendijkse sloot onvoldoende ruimte is voor de aanleg van kabels. Tijdens gesprekken over de XI - Dijkvariant B route met agrariërs is door hen de vraag gesteld of de binnendijkse sloot tussen Kloosterburen en de Eemshaven verder landinwaarts verplaatst kan worden om op die manier wél voldoende ruimte te creëren voor de aanleg van kabels (en leidingen). In verband met de externe veiligheidszones van Windpark Eemshaven-West is ten oosten van de NGT-locatie geen ruimte om de kabels tussen het dijklichaam en de binnendijkse sloot te plaatsen. Ook wanneer deze binnendijkse sloot verder landinwaarts wordt verplaatst. Daarom is het verplaatsen van de sloot alleen tussen Kloosterburen en het NGT-station onderzocht. Afbeelding 4.2 toont Windpark Eemshaven-West en in roze lijnen de NGT-buisleiding.

Afbeelding 4.2 Windpark Eemshaven West



Tussen Baseline 1 en 2 is in overleg met het waterschap, TenneT en Gasunie onderzocht of en op welke manier deze variant mogelijk zou kunnen zijn. Deze variant wordt gezien als een invulling van de landroute die past binnen het onderzoeksgebied dat wordt beschouwd in het PlanMER. Daarom is deze variant als optie onder de Schiermonnikoog Wantij landroute verkend in plaats als aanpassing van de XI - Dijkvariant B route. Daarnaast zijn tussen Baseline 1 en 2 de routes in het Waddengebied I - Meeuwenstaart route, III - Horsborngat route en IV - Geul Rottums route voor kabels getrechterd tussen Baseline 1 en Baseline 2. Dit betekent dat de aanlandingszones bij Uithuizen en Kloosterburen enkel nog wordt gebruikt voor aanlanding van de Waddengebied routes V - Boschgat route en II - Oude Westereems route. Daarnaast is een extra aanlandingszone voor V - Boschgat route toegevoegd nabij Westernieland. De Schiermonnikoog Wantij landroute is hierop aangepast. Tabel 4.4 toont de aangepaste routes vanaf de Waddenzee.

Tabel 4.4 Overzicht van routes voor kabelsystemen over land naar Eemshaven¹

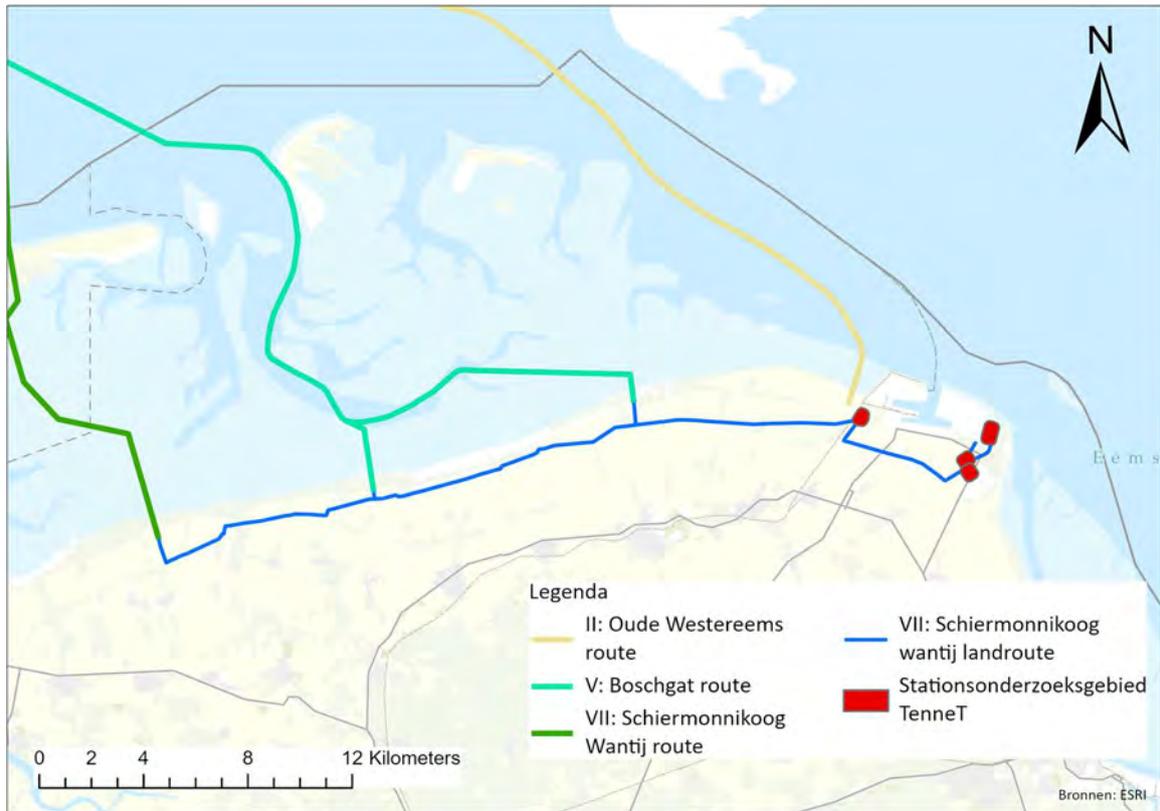
Aanlandingszone - aansluitpunt	Sluit aan op route door Waddengebied
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II - Oude Westereems route
Uithuizen → Eemshaven	V - Boschgat route
Westernieland → Eemshaven	V - Boschgat route
Kloosterburen → Eemshaven	VII - Schiermonnikoog wantij route

Afbeelding 4.3 toont hoe de Schiermonnikoog Wantij landroute is aangepast (ten opzichte van route in Afbeelding 4.1) om op de waddengebied routes aan te sluiten. De Schiermonnikoog Wantij landroute is doorgetrokken naar de stationslocatie van het converterstation voor Doordewind in het Noordoosten van de Eemshaven.

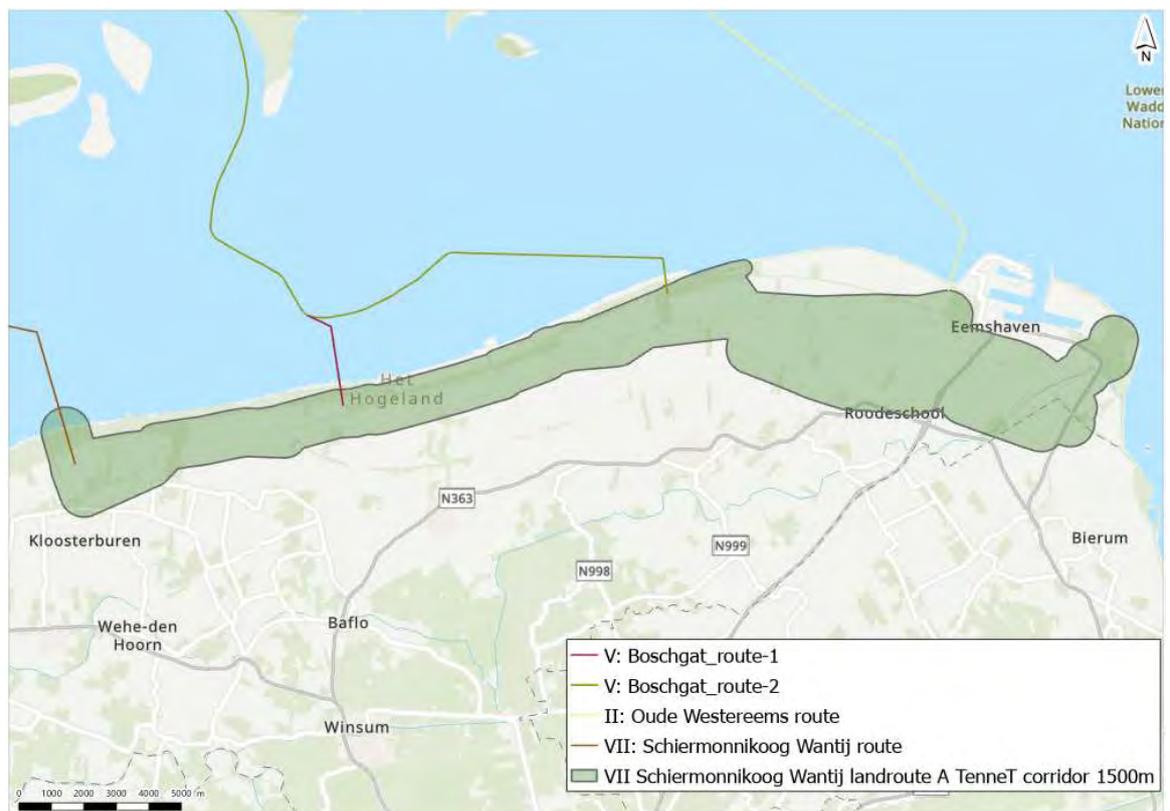
In aanvulling op de NOZ TNW route wordt de Schiermonnikoog Wantij landroute verlengd tot het nog aan te leggen hoogspanningsstation Waddenweg voor windpark Doordewind. Deze is voorzien direct ten zuiden van het transformatorstation voor Gemini.

¹ I - Meeuwenstaart route, III - Horsborngat route, IV - Geul Rottums route zijn tussen Baseline 1 en Baseline 2 getrechterd. De TenneT stations bevinden zich allen in de Eemshaven.

Afbeelding 4.3 Geoptimaliseerde VII - Schiermonnikoog Wantij landroute



Afbeelding 4.2 VII Schiermonnikoog Wantij landroute A corridor 1500 meter voor kabelsysteem



Afbeelding 4.2 geeft de VII Schiermonnikoog Wantij landroute A corridor weer voor een kabelsysteem. Omdat vanaf de Schiermonnikoog Wantij aanlandingszone ook waterstofleidingen naar de Eemshaven zijn onderzocht wordt een corridor van 1.500 meter breed aangehouden. Deze corridor sluit aan op alle aanlandingszones waar kabels worden onderzocht. De corridor is het onderzoeksgebied waarbinnen de milieuonderzoeken worden uitgevoerd. De corridor wijkt af van de Schiermonnikoog Wantij landroute op de volgende punten:

- de corridor is doorgetrokken tot de NGT-locatie. Hiermee wordt een binnendijkse variant onderzocht (beschreven aan het begin van dit hoofdstuk);
- de Schiermonnikoog Wantij landroute loopt door de Oostpolder. Omdat er verschillende ontwikkelingen in de Oostpolder spelen die de aanleg van een route beïnvloeden is een route langs Roodeschool eveneens onderdeel van de onderzoeken voor het MER. Derhalve is de corridor deze kant op uitgebreid (richting het zuiden, zie Afbeelding 4.2).

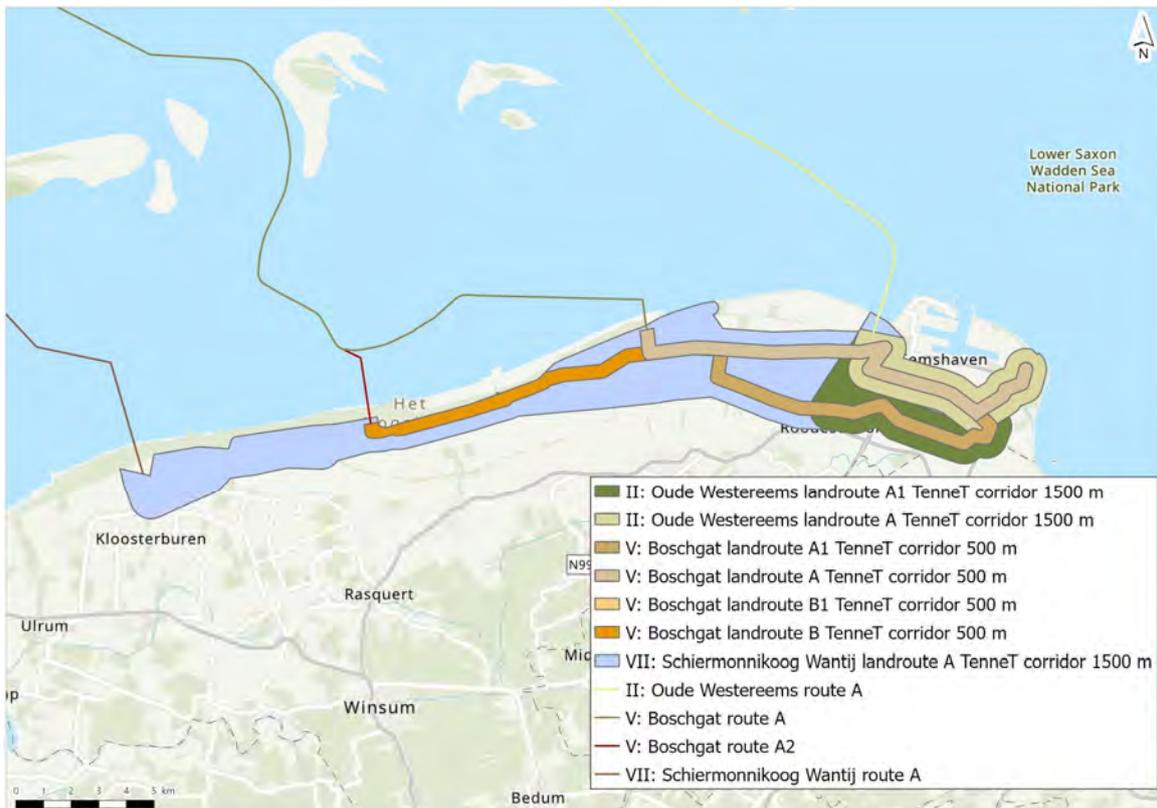
Uit het MER moet blijken waar routes daadwerkelijk mogelijk zijn. Het MER onderzoekt de milieueffecten binnen de corridors.

4.3.3 Baseline 2 - Baseline 3

Rode vlaggen en onvolkomenheden

De eerste ronde effectenonderzoeken heeft voor landroutes, stationslocaties op land en voor de aanlandingspunten van de X - Tunnelroute rode vlaggen opgeleverd (zie paragraaf 4.2). Aanvullend is in de periode tussen Baseline 2 en 3 geconstateerd dat een aantal routes/stationslocaties onvolkomenheden bevatten. In Bijlage I zijn alle rode vlaggen en onvolkomenheden per landroute, stationslocatie en aanlandingspunt van de X - Tunnelroute opgenomen. Optimalisaties op basis van onvolkomenheden zijn doorgevoerd. Dit heeft geleid tot een route met lokale aanpassingen. Het Baseline 3 routeontwerp is gepresenteerd op Afbeelding 4.3.

Afbeelding 4.3 Routeontwerp VII - Schiermonnikoog Wantij landroute Baseline 3



4.4 VII Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C

Variante A van deze route is beschouwd voor zowel een kabelsysteem als leiding. In deze paragraaf wordt ingegaan op de route voor een leiding. Paragraaf 4.3 beschrijft de route voor een kabelsysteem. Variante B en C is beschouwd voor een leiding.

4.4.1 Baseline 0 - Baseline 1

In het NRD zijn vanaf het aanlandingspunt van VII - Schiermonnikoog Wantij route, een route naar de Eemshaven opgenomen en indicatieve routes naar het Waterstofnetwerk Nederland (WNN) in Friesland. Hierdoor kan de VII - Schiermonnikoog Wantij route zowel op Waterstofnetwerk Nederland in Friesland worden aangesloten als op Waterstofnetwerk Groningen. De route naar de Eemshaven is gebaseerd op de route die voor Net Op Zee Ten noorden van de Waddeneilanden (NOZ TNW) is onderzocht en volgt dezelfde route als de route voor kabels. Om van deze indicatieve routes tot vergoedbare en technisch uitvoerbare routes te komen, is een aanvullende studie uitgevoerd. Deze studie is uitgevoerd samen met Gasunie en de provincies Fryslân en Groningen, waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

- 1 vaststellen technische uitgangspunten;
- 2 gebiedsanalyse;
- 3 bepalen onderscheidende routes en aanlandingslocaties.

Afbeelding 4.4 Indicatieve routes voor een leiding naar het WNN in Friesland, inclusief VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C



4.4.2 Baseline 1 - Baseline 2

Om van deze indicatieve routes naar vergunbare en technisch uitvoerbare routes te komen en om aan te sluiten op het Waterstofnetwerk Nederland, is tussen Baseline 1 en Baseline 2 een aanvullende studie uitgevoerd. Routes I, III en IV zijn tussen Baseline 1 en 2 afgevalen/getrechterd. Route V is getrechterd/afgevalen voor de ontwikkeling van een waterstofleiding maar wordt nog wel onderzocht voor kabels (zie eerder in deze notitie). De routes voor waterstofleidingen op land zijn aangepast op basis van deze wijzigingen.

Afbeelding 4.5 en Tabel 4.3 geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de VII-Schiermonnikoog Wantij route. De aanlandingszone van de VII - Schiermonnikoog Wantij route is voor zowel elektriciteit (kabels) als waterstof (leidingen) voorzien. Daarom is ook onderscheid gemaakt in landroutes naar het waterstofnetwerk Nederland naar het zuiden (alleen voor leidingen) en landroutes naar de Eemshaven (voor zowel kabels als leidingen). De tabel geeft per route de totale lengte weer. VII Schiermonnikoog Wantij landroute B heeft twee varianten voor leidingen. Eén langs Kloosterburen en één langs Broek. Naar deze varianten wordt ook verwezen als Schiermonnikoog Wantij landroute B en Schiermonnikoog Wantij landroute B1. Afbeelding 4.5 toont routealternatieven die alleen voor leidingen zijn. Deze sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland.

Afbeelding 4.5 Landroutes Schiermonnikoog Wantij landroute naar Waterstofnetwerk Nederland



Tabel 4.3 Alternatieven Schiermonnikoog Wantij landroutes

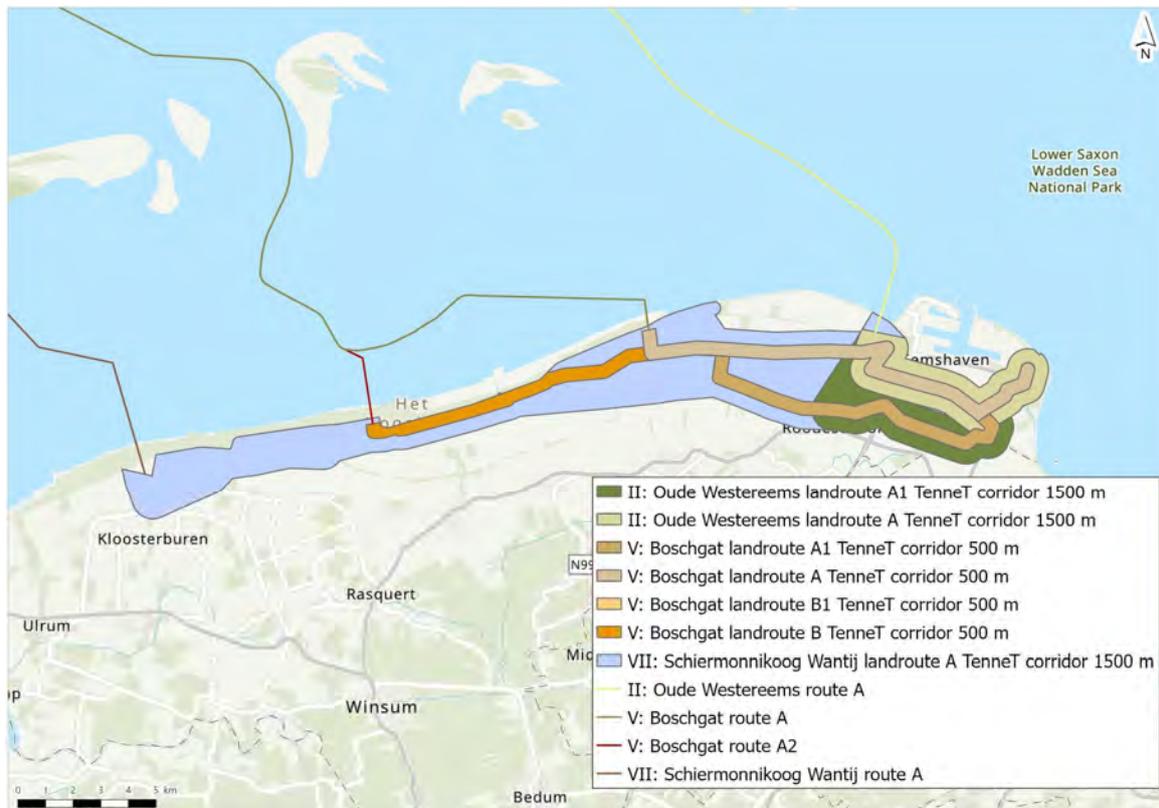
Route	Lengte over land naar Waterstofnetwerk Nederland
VII Schiermonnikoog Wantij landroute A	circa 35,3 km
VII Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1	circa 16,5 km circa 17,2 km via Broek
VII Schiermonnikoog Wantij landroute C	circa 20,3 km

Afbeelding 4.6 toont de corridor van VII Schiermonnikoog Wantij landroute A in meer detail die zowel voor kabels als voor leidingen wordt onderzocht. Voor leidingen sluiten de routes aan op het Waterstofnetwerk Groningen in en nabij de Eemshaven. Omdat voor deze route zowel kabels als leidingen worden onderzocht is een corridorbreedte van 1.500 meter gehanteerd. VII - Schiermonnikoog Wantij landroute Eemshaven A ligt deels in de Oostpolder. De landroute weergegeven in Afbeelding 4.6 ligt deels door de Oostpolder. Hier vindt een gebiedsontwikkeling plaats welke invloed heeft op de haalbaarheid van de ontwikkeling van waterstofleidingen ten behoeve van PAWOZ. Zie ook tekstkader 'Gebiedsontwikkeling Oostpolder'.

Gebiedsontwikkeling Oostpolder

De provincie Groningen en de gemeente Het Hogeland hebben plannen om de Eemshaven uit te breiden door een bedrijventerrein te ontwikkelen in de Oostpolder. Het gaat om het gebied direct ten zuiden van de Eemshaven en wordt begrensd door de spoorlijn, de dijk en lintbebouwing van Oudeschip en de provinciale weg N33¹. Binnen dit gebied wordt gekeken of het mogelijk is ruimte te bieden aan bedrijven die gericht zijn op energie, zoals waterstoffabrieken, batterijfabrieken en datacenters. Deze industrie is energie-intensief en moet aangesloten worden op het elektriciteitsnet en WATERSTOFNETWERK NEDERLAND (WNN). In en rondom de Oostpolder liggen al of komen verschillende hoogspanningsstations en wordt het Waterstofnetwerk Groningen ontwikkeld. De waterstofroutes worden uiteindelijk aangesloten op het Waterstofnetwerk Groningen. De combinatie van bestaande en geplande infrastructuur, aansluitingen op bedrijven en mogelijk aansluiten van PAWOZ routes (elektriciteit en waterstof) maakt de inpassing in de Oostpolder een complex vraagstuk. De komende tijd wordt dit samen met Oostpolder verder bekeken. Voor waterstof zijn twee corridors opgenomen: één in de groenblauwe zone in de Oostpolder en één corridor buiten de Oostpolder langs Roodeschol. Beiden worden meegenomen in het planMER en de IEA omdat het op dit moment niet bekend is of het mogelijk is om leidingen door de Oostpolder of langs Roodeschol aan te leggen.

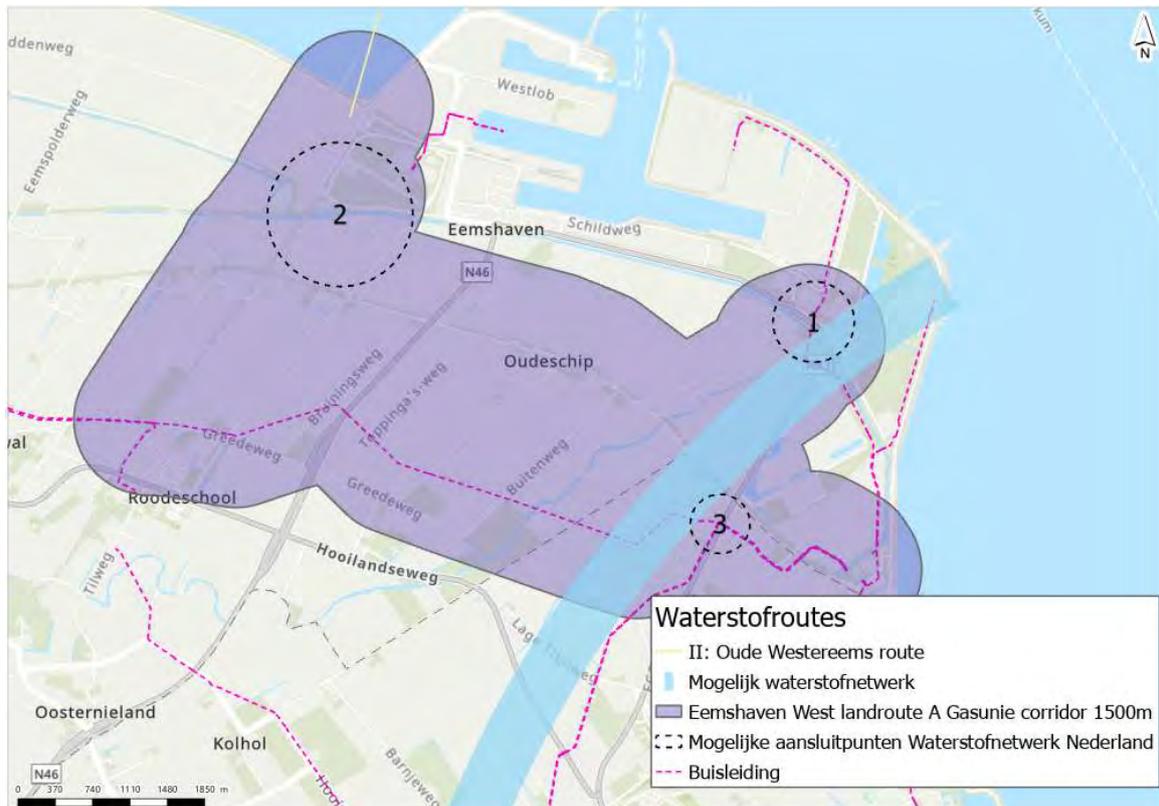
Afbeelding 4.6 VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A naar de Eemshaven



¹ Via de website [Het Digitale Diggelschip](https://www.digitale-diggelschip.nl) blijft u op de hoogte van alle ontwikkelingen rondom de Oostpolder.

Afbeelding 4.7 geeft de ontwikkelde routes weer vanaf de aanlandingszone Eemshaven West. Deze route ligt binnen de VII - Schiermonnikoog Wantij landroute variant A. De aanlandingszone van de II - Oude Westereems route is voor zowel elektriciteit (kabels) als waterstof (leidingen) voorzien. Deze worden allen aangesloten in of nabij de Eemshaven.

Afbeelding 4.7 Landroute binnen VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A vanaf aanlandingszone Eemshaven West (sluit aan op II - Oude Westereems route in het Waddengebied)



4.4.3 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes uit de Baseline 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die niet identiek zijn afgebeeld voor verschillende routes en corridors voor landroutes en zoekgebieden die deels op zee liggen.

In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In de tabel 1 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de routes VII - Schiermonnikoog Wantij landroute A, B en C zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld.

4.5 VIII - Ameland Wantij landroute A en B

Deze route is beschouwd voor een leiding.

4.5.1 Baseline 0 - Baseline 1

In het NRD is een enkele indicatieve route opgenomen vanaf het aanlandingspunt vanaf VIII - Ameland wantij route naar het Waterstofnetwerk Nederland in Friesland. Om van deze indicatieve route tot vergunbare en technisch uitvoerbare routes te komen, is een aanvullende studie uitgevoerd. Deze studie is uitgevoerd samen met Gasunie en de provincies Fryslân en Groningen, waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

- 1 vaststellen technische uitgangspunten;
- 2 gebiedsanalyse;
- 3 bepalen onderscheidende routes en stationslocaties.

Afbeelding 4.8 Indicatieve routes voor leiding naar het WNN in Friesland, inclusief VIII – Ameland Wantij landroute A en B



4.5.2 Baseline 1 - Baseline 2

In Afbeelding 4.9 zijn de ontwikkelde landroutes opgenomen vanaf de aanlandingszone van de VIII - Ameland Wantij route naar het Waterstofnetwerk Nederland. De routes zijn, net als de Noordzeeroutes, van oost naar west genummerd. Het meest oostelijke alternatief is dus alternatief A, vervolgens B, enzovoort. VIII Ameland Wantij landroute B corridor 500 meter heeft twee varianten voor leidingen. Eén langs de N358 en één iets kortere variant. Naar deze varianten wordt verwezen als VIII Ameland Wantij landroute A corridor 500 meter en VIII Ameland Wantij landroute B corridor 500 meter.

Afbeelding 4.9 VIII - Ameland Wantij landroutes



4.5.3 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes en voor stationslocaties rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes en stationslocaties uit de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die niet identiek zijn afgebeeld voor verschillende routes en corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties die deels op zee liggen.

In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In de tabel 1 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de routes VIII - Ameland Wantij landroute A en B zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld.

4.6 IX - Zoutkamperlaag landroute A en B

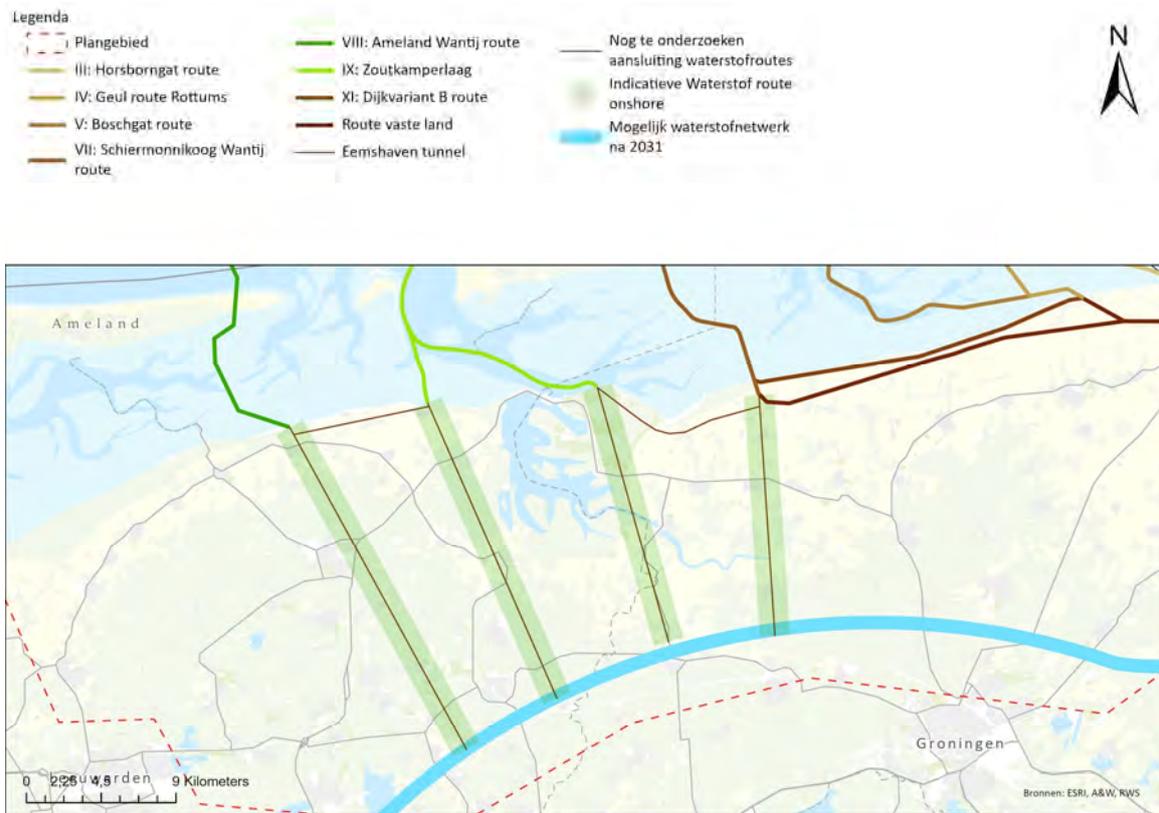
Deze route is beschouwd voor een leiding.

4.6.1 Baseline 0 - Baseline 1

In het NRD is een indicatieve route opgenomen vanaf het aanlandingspunt vanaf IX - Zoutkamperlaag route naar het Waterstofnetwerk Nederland. Om van deze indicatieve route tot een vergunbare en technisch uitvoerbare route te komen, is een aanvullende studie uitgevoerd. Deze studie is uitgevoerd samen met Gasunie en de provincies Fryslân en Groningen, waarbij de volgende stappen zijn doorlopen:

- 1 vaststellen technische uitgangspunten;
- 2 gebiedsanalyse;
- 3 bepalen onderscheidende routes en stationslocaties.

Afbeelding 4.10 Indicatieve routes voor leiding naar het WNN in Friesland, inclusief IX - Zoutkamperlaag landroute A en B



4.6.2 Baseline 1 - Baseline 2

In Afbeelding 4.11 zijn de ontwikkelde landroutes opgenomen vanaf de aanlandingszone van de VIII - Ameland Wantij route naar het Waterstofnetwerk Nederland. De routes zijn, net als de Noordzeeroutes, van oost naar west genummerd. Het meest oostelijke alternatief is dus alternatief A, vervolgens B.

Afbeelding 4.11 IX - Zoutkamperlaag landroutes



4.6.3 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes en voor stationslocaties rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes en stationslocaties uit de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn corridors die niet (goed) aansluiten op de juiste stationslocaties, identieke routedelen in de Eemshaven die niet identiek zijn afgebeeld voor verschillende routes en corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties die deels op zee liggen.

In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In de tabel 1 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de routes IX - Zoutkamperlaag landroute A en B zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld.

4.7 Stationslocaties op land

Zowel TenneT als Gasunie maken gebruik van stations om aan te sluiten op het energiesysteem op land. Hieronder is het proces om te komen tot stationslocaties op land toegelicht.

4.7.1 TenneT

4.7.2 Baseline 0 - Baseline 1

In de NRD zijn nog geen locaties voor een aanlandingsstation opgenomen.

4.7.3 Baseline 1 - Baseline 2

Tussen Baseline 1 en 2 is een gezamenlijke verkenning uitgevoerd naar verschillende geschikte locaties in de Eemshaven, de Oostpolder en omgeving voor de aansluiting van wind op zee van (minimaal) 4,7GW en de ontwikkeling van een nieuw 380/110kV-hoogspanningsstation. Deze gezamenlijke verkenning is uitgevoerd door provincie Groningen, gemeente Het Hogeland en TenneT TSO. In het Bestuurlijk Overleg CES/Convenant (Cluster Energie Strategie) van 29 september 2022 is besloten dat deze partijen deze verkenning uit zouden voeren.

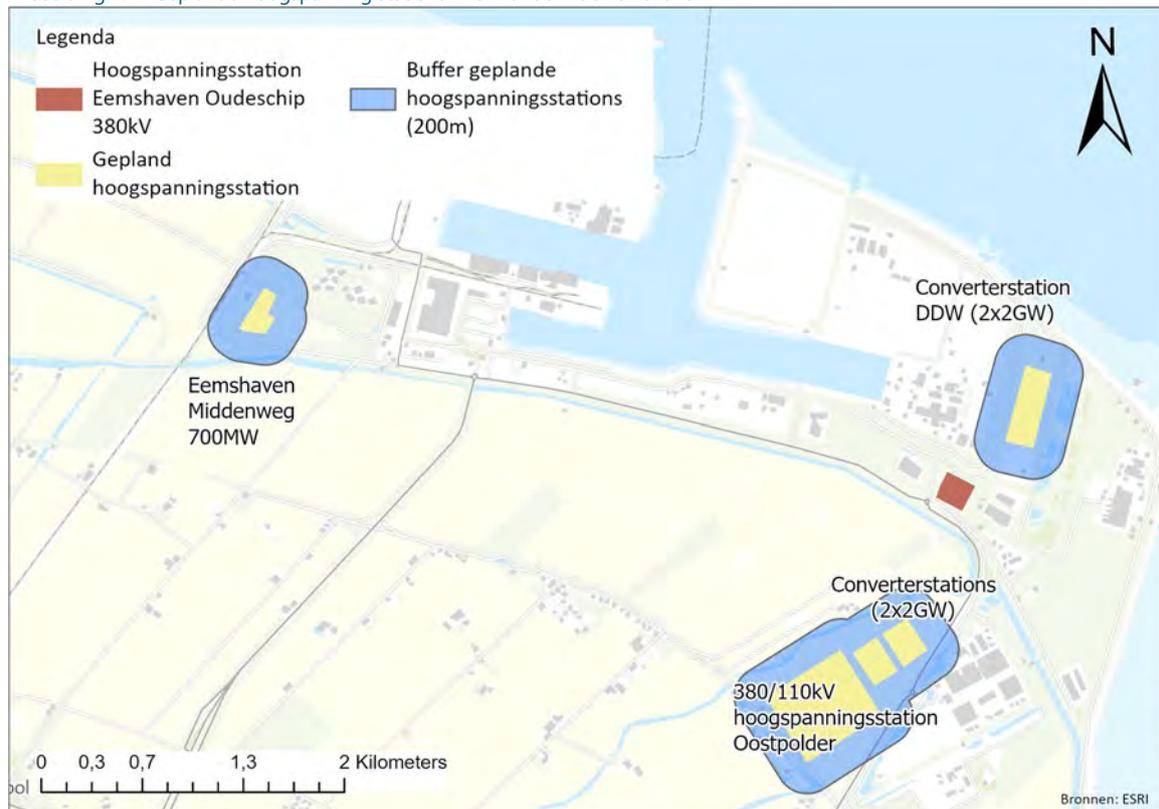
Via een gezamenlijke werkgroep zijn 20 locaties in beeld gebracht en beoordeeld aan de hand van de door de betrokken partijen vastgestelde uitgangspunten en locatie-eisen. De geschikte locaties zijn met een gezamenlijk ambtelijk advies (door provincie Groningen, gemeente Het Hogeland en TenneT) bestuurlijk voorgelegd in het Bestuurlijk Overleg op 9 maart 2023.

4.7.4 Baseline 2 - Baseline 3

Van de 20 in beeld gebrachte locaties zijn er vervolgens drie zoekgebieden (blauwe gebieden in Afbeelding 4.12) in het Bestuurlijk Overleg aangewezen als voorkeursgebieden voor de TenneT-hoogspanningsinfrastructuur voor de aansluiting van 4,7GW. Twee voorkeursgebieden liggen in de Eemshaven (t.b.v. transformator- en converterstations) en een voorkeurslocatie in de Oostpolder (t.b.v. van het nieuwe 380/110kV-hoogspanningsstation).

Hoewel, niet als afwegingscriterium meegewogen in de beoordeling van de onderzochte locaties, is in de verkenning ook gekeken of er extra ruimte is op de betreffende locaties voor eventueel toekomstige ruimteclaims. Op één van de drie locaties, de voorkeurslocatie Oostpolder, blijft ruimte over die benut kan worden voor toekomstige wind op zee ontwikkelingen. D.w.z. dat er in ieder geval voldoende ruimte over blijft voor twee extra converterstations.

Afbeelding 4.12 Geplande hoogspanning stations in en rondom de Eemshaven



4.7.5 Gasunie

4.7.6 Baseline 0 - Baseline 1

In de NRD zijn nog geen locaties voor een aanlandingsstation opgenomen.

4.7.7 Baseline 1 - Baseline 2

Tussen Baseline 1 en 2 zijn in de 'Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes' locaties in beeld gebracht voor de ontwikkeling van een aanlandingsstation. In Afbeelding 4.13 zijn de stationslocaties opgenomen die in de effectenonderzoeken in Baseline 2 zijn onderzocht.

Afbeelding 4.13 Ontwerp Baseline 2 corridors en stationslocaties Gasunie



4.7.8 Baseline 2 - Baseline 3

De effectenonderzoeken in Baseline 2 hebben voor landroutes en voor stationslocaties rode vlaggen opgeleverd. Daarnaast bevatten sommige routes en stationslocaties uit de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 onvolkomenheden. Voorbeelden hiervan zijn stationslocaties die deels op zee liggen. In paragraaf 4.2 is toegelicht op welke thema's rode vlaggen zijn opgetreden en welke onvolkomenheden zijn opgelost. In tabel 2 in Bijlage I is te zien welke rode vlaggen en onvolkomenheden voor de stationslocaties voor Gasunie zijn gesignaleerd en welke uitgangspunten en optimalisaties zijn voorgesteld. In Afbeelding 4.14 is het Baseline 3 ontwerp voor stationslocaties voor Gasunie opgenomen.

Afbeelding 4.14 Ontwerp Baseline 3 corridors en stationslocaties Gasunie



Bijlage(n)

BIJLAGE: RODE VLAGGEN, ONVOLKOMENHEDEN EN OPTIMALISATIES OP LAND

Deze Bijlage geeft een overzicht van rode vlaggen en onvolkomenheden voor onderdelen op land: per route, per stationslocatie en per tunnelaanlandingspunt. Per rode vlag/onvolkomenheid zijn optimalisaties en uitgangspunten ontwikkeld. In de volgende tabellen zijn per route de rode vlaggen/onvolkomenheden, optimalisaties en uitgangspunten gecombineerd voor landroutes (tabel I.1), stationslocaties (tabel I.2) en per tunnel-aanlandingspunt (tabel I.3).

Tabel I.1 Overzicht rode vlaggen, onvolkomenheden, optimalisaties en uitgangspunten per landroute

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
II: Oude Westereems landroute A (TenneT en Gasunie)	RV.II-A.TE&GU.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridor	UP.II-A.TE&GU.1	Woningen vermijden en parallelloop kabels en leidingen <1.000 m tussenafstand onderzoeken.
	RV.II-A.TE&GU.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	UP.II-A.TE&GU.2	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A.TE&GU.3	Het kruisen van oude dijken	UP.II-A.TE&GU.3	Oude dijken vermijden óf gestuurde boring.
	RV.II-A.TE&GU.4	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.II-A.TE&GU.4	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer) óf loslaten uitgangspunt 1.000 m tussenafstand kabels en leidingen.
	RV.II-A.TE&GU.5	er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.II-A.TE&GU.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.II-A.TE&GU.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	OPT.II-A.TE&GU.1	Identieke routedelen van II: Oude Westereems landroute A zijn aangepast naar VI: Schiermonnikoog Wantij landroute A.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	OV.II-A.TE&GU.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.II-A.TE&GU.2	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.II-A.TE&GU.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.II-A.TE&GU.3	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee.
	OV.II-A.TE&GU.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.II-A.TE&GU.4	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
II: Oude Westereems landroute A1 (TenneT en Gasunie)	RV.II-A1.TE&GU.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridor	UP.II-A1.TE&GU.1	Woningen vermijden
	RV.II-A1.TE&GU.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridor	UP.II-A1.TE&GU.2	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.II-A1.TE&GU.3	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.II-A1.TE&GU.3	Gebouwen vermijden en parallelloop kabels en leidingen < 1.000 m tussenafstand onderzoeken.
	RV.II-A1.TE&GU.4	Het kruisen van oude dijken	OPT.II-A1.TE&GU.1	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.II-A1.TE&GU.5	er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.II-A1.TE&GU.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.II-A1.TE&GU.1	Identieke roudedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	OPT.II-A1.TE&GU.2	Identieke roudedelen van II: Oude Westereems landroute A zijn aangepast naar VI: Schiermonnikoog Wantij landroute A.
	OV.II-A1.TE&GU.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.II-A1.TE&GU.3	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	OV.II-A1.TE&GU.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.II-A1.TE&GU.4	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.II-A1.TE&GU.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.II-A1.TE&GU.5	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
V: Boschgat landroute A (TenneT)	RV.V-A.1	Het kruisen van oude dijken	OPT.V-A.1	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-A.2	er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.V-A.1	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-A.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	n.v.t.	De identieke delen van V: Boschgat landroute B zijn aangepast naar V: Boschgat landroute A.
	OV.V-A.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.V-A.2	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-A.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.V-A.3	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.V-A.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.V-A.4	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
V: Boschgat landroute A1 (TenneT)	RV.V-A1.1	Het kruisen van oude dijken	OPT.V-A1.1	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-A1.2	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.V-A1.1	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-A1.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	OPT.V-A1.2	De identieke delen van V: Boschgat landroute A1 zijn aangepast naar V: Boschgat landroute B1.
	OV.V-A1.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.V-A1.3	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
				aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-A1.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.V-A1.4	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
V: Boschgat landroute B (TenneT)	RV.V-B.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.V-B.1	Woningen vermijden
	RV.V-B.2	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.V-B.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.V-B.3	Het kruisen van Natura 2000-gebied	OPT.V-B.1	Aangepaste corridor
	RV.V-B.4	Het kruisen van oude dijken	OPT.V-B.2	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-B.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.V-B.3	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-B.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	OPT.V-B.3	De identieke delen van V: Boschgat landroute B zijn aangepast naar V: Boschgat landroute A.
	OV.V-B.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.V-B.4	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-B.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.V-B.5	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.V-B.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.V-B.6	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
V: Boschgat landroute B1 (TenneT)	RV.V-B1.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.V-B1.1	Woningen vermijden
	RV.V-B1.2	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.V-B1.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.V-B1.3	Het kruisen van Natura 2000-gebied	OPT.V-B1.1	Aangepaste corridor

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.V-B1.4	Het kruisen van oude dijken	OPT.V-B1.2	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.V-B1.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.V-B1.3	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.V-B1.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	n.v.t.	De identieke delen van V: Boschgat landroute A1 zijn aangepast naar V: Boschgat landroute B1.
	OV.V-B1.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.V-B1.3	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.V-B1.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.V-B1.3	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (TenneT en Gasunie)	RV.VII-A.TE&GU.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VII-A.TE&GU.1	Woningen vermijden
	RV.VII-A.TE&GU.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VII-A.TE&GU.2	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-A.TE&GU.3	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.VII-A.TE&GU.3	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VII-A.TE&GU.4	Het kruisen van Natura 2000-gebied	OPT.VII-A.TE&GU.1	Aangepaste corridor
	RV.VII-A.TE&GU.5	Het kruisen van oude dijken	OPT.VII-A.TE&GU.2	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-A.TE&GU.6	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VII-A.TE&GU.4	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.VII-A.TE&GU.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes	OPT.VII-A.TE&GU.3	De identieke delen van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A zijn aangepast naar een

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
				combinatie van V: Boschgat landroutes A+B1.
	OV.VII-A.TE&GU.2	Routes en corridors sluiten niet altijd aan op de juiste stations	OPT.VII-A.TE&GU.4	Aangepaste centrelines en corridors. Routes voor zowel kabels als leidingen sluiten aan op waterstof aanlandingstations en converterstations.
	OV.VII-A.TE&GU.3	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.VII-A.TE&GU.5	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
	OV.VII-A.TE&GU.4	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.VII-A.TE&GU.6	De zoekgebieden en corridors zijn afgesneden op land.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (Gasunie)	RV.VII-B.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VII-B.1	Woningen vermijden
	RV.VII-B.2	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	UP.VII-B.2	Archeologische gebieden vermijden. óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B.3	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VII-B.3	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is
	RV.VII-B.4	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VII-B.4	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VII-B.5	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.VII-B.5	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VII-B.6	Het kruisen van oude dijken	OPT.VII-B.1	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	OV.VII-B.1	Corridors voor landroutes overlappen bij de	OPT.VII-B.2	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
		aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.		
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (Gasunie)	RV.VII-B1.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VII-B1.1	Woningen vermijden
	RV.VII-B1.2	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	UP.VII-B1.2	Archeologische gebieden vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B1.3	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VII-B1.3	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VII-B1.4	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VII-B1.4	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VII-B1.5	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.VII-B1.5	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer)
	RV.VII-B1.6	Het kruisen van oude dijken	OPT.VII-B1.1	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	OV.VII-B1.1	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.VII-B1.2	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (Gasunie)	RV.VII-C.1	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VII-C.1	Woningen vermijden
	RV.VII-C.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VII-C.2	Archeologisch onderzoek uitvoeren.
	RV.VII-C.3	Ligging van eendenkooien in de corridor	UP.VII-C.3	Eendenkooien vermijden óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.VII-C.4	Diverse geluidsgevoelige gebouwen in de corridor	UP.VII-C.4	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VII-C.5	Het kruisen van Natura 2000-gebied (Lauwersmeer)	OPT.VII-C.1	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-C.6	Het kruisen van oude dijken	OPT.VII-C.2	Gestuurde boring toepassen (aangepaste aanlegtechniek).
	RV.VII-C.7	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VII-C.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	OV.VII-C.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	OPT.VII-C.3	De identieke delen van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.VII-C.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.VII-C.4	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VIII: Ameland Wantij landroute A (Gasunie)	RV.VIII-A.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.VIII-A.1	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.VIII-A.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VIII-A.2	Woningen vermijden
	RV.VIII-A.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	UP.VIII-A.3	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-A.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VIII-A.4	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-A.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VIII-A.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.VIII-A.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.VIII-A.6	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.VIII-A.7	Het kruisen van Natura 2000-gebied	OPT.VIII-A.1	Gestuurde boring
	OV.VIII-A.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	OPT.VIII-A.2	De identieke delen van VIII: Ameland Wantij landroute A zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.VIII-A.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.VIII-A.3	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
VIII: Ameland Wantij landroute B (Gasunie)	RV.VIII-B.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.VIII-B.1	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.VIII-B.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VIII-B.2	Woningen vermijden
	RV.VIII-B.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	UP.VIII-B.3	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VIII-B.4	Archeologisch onderzoek uitvoeren en archeologische gebieden vermijden waar mogelijk; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VIII-B.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VIII-B.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.VIII-B.6	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	OV.VIII-B.1	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.VIII-B.1	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (Gasunie)	RV.VIII-B1.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.VIII-B1.1	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.VIII-B1.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.VIII-B1.2	Woningen vermijden
	RV.VIII-B1.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor	UP.VIII-B1.3	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B1.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.VIII-B1.4	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.VIII-B1.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.VIII-B1.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.VIII-B1.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscoutouren tijdens de aanlegfase	UP.VIII-B1.6	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	OV.VIII-B1.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	OPT.VIII-B1.1	De identieke delen van VIII: Ameland Wantij landroute B1 zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.VIII-B1.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.VIII-B1.2	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee
IX: Zoutkamperlaag landroute A (Gasunie)	RV.IX-A.1	Ligging in defensiegebied Marnervaard	AR.IX-A.1	Route vervalt
IX: Zoutkamperlaag landroute B (Gasunie)	RV.IX-B.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.IX-B.1	Weidevogelgebied vermijden. Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.IX-B.2	Ligging van diverse (groepen) woningen in de corridors	UP.IX-B.2	Woningen vermijden
	RV.IX-B.3	Ligging van gebieden met een hoge beschermde	UP.IX-B.3	Archeologische gebieden vermijden;

Landroute	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
		archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd en hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Paleolithicum - Vroege Bronstijd in de corridor		óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.IX-B.4	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.IX-B.4	Archeologische gebieden vermijden; óf mogelijkheid voor gestuurde boring onderzoeken wanneer vermijden niet mogelijk is.
	RV.IX-B.5	Er liggen meerdere beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridors van deze routes	UP.IX-B.5	Vermijd deze beschermde dorpsgezichten en monumenten (randvoorwaarde beoordeling).
	RV.IX-B.6	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.IX-B.6	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.IX-B.6	Het kruisen van Natura 2000-gebied	OPT.IX-B.1	Gestuurde boring
	OV.IX-B.1	Identieke routedelen in Eemshaven zijn niet identiek afgebeeld tussen verschillende routes.	OPT.IX-B.2	De identieke delen van IX: Zoutkamperlaag landroute B zijn aangepast naar de VIII: Ameland Wantij landroute B.
	OV.IX-B.2	Corridors voor landroutes overlappen bij de aanlandpunten met Natura 2000-gebied Waddenzee.	OPT.IX-B.3	De landroutes zijn afgesneden op Natura 2000-gebied Waddenzee

Afbeelding I.1 Overzicht waterstof aanlandingsstations



Tabel I.2 Overzicht rode vlaggen, onvolkomenheden, optimalisaties en uitgangspunten per station

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
Waterstof aanlandingsstation 1	RV.WS1.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS1.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 2	RV.WS2.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS2.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	RV.WS2.2	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS2.2	Archeologische gebieden vermijden; óf archeologisch onderzoek uitvoeren.
Waterstof aanlandingsstation 4	RV.WS4.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.WS4.1	Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
Waterstof aanlandingsstation 5	RV.WS5.1	Het kruisen van weidevogelgebied	UP.WS5.1	Nader onderzoek naar mogelijke mitigerende maatregelen.
	RV.WS5.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS5.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer)

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
Waterstof aanlandingsstation 6	RV.WS6.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS6.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 7	RV.WS7.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS7.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 10	RV.WS10.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS10.1	Archeologisch onderzoek uitvoeren
	RV.WS10.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS10.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 11	RV.WS11.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS11.1	Archeologisch onderzoek uitvoeren.
Waterstof aanlandingsstation 12	RV.WS12.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS12.1	Archeologische gebieden vermijden; óf archeologisch onderzoek uitvoeren
	RV.WS12.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS12.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 13	RV.WS13.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS13.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	OV.WS13.1	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.WS13.1	Aangepaste zoekgebied
Waterstof aanlandingsstation 15	RV.WS15.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS15.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	OV.WS15.1	Corridors voor landroutes en zoekgebieden voor stationslocaties liggen deels niet op land	OPT.WS15.1	Aangepaste zoekgebied
Waterstof aanlandingsstation 16	RV.WS16.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS16.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	RV.WS16.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS16.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
Waterstof aanlandingsstation 17	RV.WS17.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS17.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
	RV.WS17.2	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS17.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 19	RV.WS19.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS19.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Waterstof aanlandingsstation 20	RV.WS20.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS20.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Waterstof aanlandingsstation 21	RV.WS21.1	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.WS21.1	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Waterstof aanlandingsstation 22	RV.WS22.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruijnte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.WS22.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 24	RV.WS24.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.WS24.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Waterstof aanlandingsstation 25	RV.WS25.1	Ligging van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde uit de Late Bronstijd - Nieuwe tijd in de corridors	UP.WS25.1	Archeologische gebieden vermijden; óf archeologisch onderzoek uitvoeren
Toekomstige converterstations Oostpolder (converter 3)	RV.CS3.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.CS3.1	Geluidscontouren ontwijken; óf uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.CS3.2	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruijnte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.CS3.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Toekomstige converterstations Oostpolder (converter 4)	RV.CS4.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.CS4.1	Geluidscontouren ontwijken óf uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.CS4.2	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruijnte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.CS4.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
Toekomstige converterstations Oostpolder (converter 5)	RV.CS5.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.CS5.1	Geluidscontouren ontwijken óf uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Stations	Code rode vlag / onvolkomenheid	Rode vlag / onvolkomenheid	Code optimalisatie / uitgangspunt	Optimalisatie / uitgangspunt
	RV.CS5.2	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruijnte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.CS5.2	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
mogelijk Transformatorstation TNW (Middenweg)	RV.TNW.1	Woningen bevinden zich binnen de significante geluidscontouren tijdens de aanlegfase	UP.TNW.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).

Tabel I.3 Overzicht optimalisaties per tunnel-aanlandingspunt

Tunnel aanlandingspunt	Code rode vlag	Rode vlag	Code uitgangspunt	Uitgangspunt
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	RV.AT1.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.AT1.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.AT1.2	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.AT1.2	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder	RV.AT2.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.AT2.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.AT2.2	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	UP.AT2.2	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Ten westen van Eemshaven	RV.AT3.1	Waarschijnlijk onvoldoende geluidsruimte binnen gezoneerd bedrijventerrein Eemshaven	UP.AT3.1	Uitvoeren van nader onderzoek (randvoorwaarde project-mer).
	RV.AT3.2	Ligging zeer dicht bij Natura 2000-gebied	RV.AT3.2	Nadere onderzoek in het project-mer en een passende beoordeling.



**BIJLAGE: MORFOLOGISCHE EFFECTEN EN ECOLOGISCHE EFFECTEN AFGEVALLEN
ROUTES**



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Morfologische en ecologische effecten getrechterde routes
Baseline 1 en 2

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

11 OKTOBER 2024

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	AANPAK	5
2.1	NRD en advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage	5
2.2	Baselines	6
2.3	Beoordeling	6
2.4	Technische uitgangspunten	7
3	GETRECHTERDE ROUTES	8
3.1	I - Meeuwenstaart route	8
	3.1.1 Toelichting op kritische werkzaamheden	8
	3.1.2 Onderbouwing voor route trechtering	9
3.2	III - Horsborngat route	14
	3.2.1 Toelichting op kritische werkzaamheden	14
	3.2.2 Onderbouwing voor route trechtering	15
3.3	IV - Geul route Rottums	19
	3.3.1 Toelichting op kritische werkzaamheden	19
	3.3.2 Onderbouwing voor route trechtering	20
3.4	V – Boschgat route	24
	3.4.1 Toelichting op kritische werkzaamheden	24
	3.4.2 Onderbouwing voor route trechtering	24
4	CONCLUSIE	28
5	REFERENTIES	29
	Laatste pagina	29

1

INLEIDING

In deze notitie worden de morfologische en ecologische effecten onderbouwd voor de routes die zijn afgevallen tussen Baseline 1 en Baseline 2. In deze stap zijn routes getrechterd waarvan vastgesteld kan worden dat deze niet technisch uitvoerbaar en/of vanwege de grote te verwachten effecten niet vergunbaar zullen zijn. Deze conclusie wordt getrokken op basis van de informatie die beschikbaar is door uitwerking van Baseline 1 en 2 en op basis van expert judgement. Daarbij worden voorwaarden voor de uitvoering, waarvan zeker is dat deze opgenomen moeten worden in een eventuele vergunningsaanvraag, meegenomen bij het beoordelen van de uitvoerbaarheid. Deze notitie vormt een bijlage van de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 (het 'hoofddocument').

De notitie start met de aanpak (hoofdstuk 2), vervolgens geeft hoofdstuk 3 de onderbouwing voor het niet meenemen van een route in de effectonderzoeken (na Baseline 2). Tot slot zijn in hoofdstuk 4 de conclusies gepresenteerd.

2

AANPAK

2.1 Advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage en Waddenacademie

Advies na NRD

Op 30 januari 2023 is de NRD voor PAWOZ, de onderzoeksagenda, na een uitgebreid omgevingsproces gepubliceerd. Naar aanleiding van de NRD heeft de Commissie voor de milieueffectrapportage¹ advies uitgebracht. Een van deze adviezen gaat in op het inbouwen van een tussenstap in het programma, welke relevant is voor deze notitie. Dit advies staat in onderstaand kader.

Advies Commissie voor de milieueffectenrapportage

De Commissie adviseert om een tussenstap in te bouwen. Beoordeel allereerst de maximale ruimte per Waddenroute op de gevolgen voor de natuurwaarden die betrokken zijn bij de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden. Zij verwacht dat dit het grootste knelpunt kan zijn in de realisatie van het energietransport in het Waddengebied, vanwege de bijzondere natuurwaarden. Uit deze beoordeling per route kan blijken:

- 1) In hoeverre significante gevolgen (na mitigatie) voor Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.
- 2) In hoeverre al een duidelijke ordening is aan te brengen in de ernst van de gevolgen voor Natura 2000-gebieden.

Om aan te sluiten bij het advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage is er voor een aanpak gekozen waarbij de vergunbaarheid in het kader van morfologische en ecologische effecten is beoordeeld vanuit het perspectief van de Wet natuurbescherming (Wnb). Daarbij is specifiek gekeken naar effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Deze keuzes worden in de volgende paragraaf toegelicht.

Advies na Notitie Routeontwikkeling Deel 1

Op 22 juni 2023 is Notitie Routeontwikkeling Deel 1 gepubliceerd. Naar aanleiding van die notitie hebben de Commissie voor de milieueffectrapportage² en de Waddenacademie³ een advies uitgebracht. De Commissie adviseert om duidelijker te beargumenteren waarom routes op 'rood staan. Ten opzichte van de vorige versie van deze notitie zijn daarom de morfologische en ecologische effecten in meer detail beschreven.

¹ <https://www.commissierner.nl/docs/mer/p36/p3660/a3660rd.pdf>

² <https://www.commissierner.nl/docs/mer/p36/p3660/a3660tts.pdf>

³ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-08/Advies-Waddenacademie-PAWOZ.pdf>

2.2 Baselines

De routeontwikkeling tijdens PAWOZ is een proces waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Dit betekent dat om tot robuuste ontwerpen te komen, routes gedurende PAWOZ worden geoptimaliseerd en waar nodig worden getrechterd. Dit gebeurt op basis van de informatie die op dat moment beschikbaar is. Daarmee is de Notitie Routeontwikkeling een 'levend' document. Gedurende het project PAWOZ zijn een aantal 'bevriesmomenten' van de routeontwerpen voorzien. Deze bevriesmomenten noemen we Baselines (zie tekstkader in paragraaf 2.3 in het hoofddocument).

2.3 Beoordeling

De uitwerking van de routes door TenneT en Gasunie en de Challenge Sessies (zie paragraaf 2.3.1), heeft als doel om tot robuuste ontwerpen te komen (paragraaf 2.2 uit hoofddocument). Onder robuust ontwerp verstaan we routeontwerpen die zowel technisch uitvoerbaar (op basis van beschikbare en bewezen technieken) als vergunbaar¹ zijn. Daartoe zijn de routeontwerpen beschouwd aan de hand van de volgende drie deelaspecten:

- te verwachten morfologische effecten (vergunbaarheid);
- te verwachten ecologische effecten (vergunbaarheid);
- De technische uitvoerbaarheid.

Vergunbaarheid in het kader van morfologische en ecologische effecten is, conform het advies van de Commissie voor de milieueffectenrapportage, beoordeeld vanuit het perspectief van de Wet natuurbescherming (Wnb). Daarbij is specifiek gekeken naar effecten op het Natura 2000-gebied Waddenzee. Wanneer significante negatieve effecten door installatie van elektriciteitskabels (hierna: kabels²) of waterstofleidingen (hierna: leidingen)³ op de instandhoudingsdoelstellingen (doelen voor soorten of habitattypen) of kernopgaven niet uitgesloten kunnen worden, en deze effecten ook niet gemitigeerd of gecompenseerd kunnen worden, kan er geen vergunning worden verleend. De effecten van de ingrepen zijn gebaseerd op reeds uitgevoerd studies en gebiedskennis.

Er is gekozen om de routeontwerpen tussen Baseline 1 en Baseline 2 op basis van ecologische effecten, morfologische effecten en technische uitvoerbaarheid te beschouwen. Dit zijn deelaspecten die in de Waddenzee een belangrijke rol spelen wanneer wordt onderzocht of een route zowel vergunbaar als technisch uitvoerbaar is.

Op basis van de technische uitwerking van de routes in Baseline 1 kan voor een deel van de routes al worden onderbouwd dat deze niet vergunbaar⁴ of technisch uitvoerbaar zijn. Voor deze routes geldt:

1. dat nu al zeker is dat significant negatieve effecten door aanlegwerkzaamheden op instandhoudingsdoelstellingen of de kernopgaven voor de Waddenzee niet uit te sluiten zijn. De effecten zijn niet mitigeerbaar en het doorlopen van een zogenaamde ADC-toets met een positieve uitkomst is niet mogelijk (zie tekstkader hieronder). Een nadere technische uitwerking en verdere beoordeling in

¹ Andere onderwerpen, zoals bijvoorbeeld de doorkruising van het EDV gebied en vergunningverlening door GWDS, eisen in een waterwetvergunning of nadere ecologische en morfologische studies kunnen ook de vergunbaarheid van een route bepalen. Deze onderwerpen komen aan bod in de PlanMER en IEA. In deze notitie wordt, zoals eerder vermeld, gefocust op de Wet Natuurbescherming. Een compleet overzicht van onderwerpen waarop de routes beoordeeld worden staat in de NRD.

² Wanneer wordt verwezen naar kabels die geen elektriciteitskabels zijn worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld telecom kabels).

³ Wanneer wordt verwezen naar leidingen die geen waterstofleidingen zijn worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld: gasleidingen).

⁴ Voor route III, IV en V geldt dat deze deels door volgens art. 2.5 Wnb gesloten gebieden lopen. Activiteiten mogen hier alleen plaatsvinden indien hiervoor een Wnb vergunning is verleend. Bij het beslissen op een vergunningaanvraag voor werkzaamheden in deze gebieden zal het ministerie van LNV het feit dat deze gebieden gesloten zijn, zwaar laten meewegen. Dat betekent dat het verkrijgen van een vergunning van werkzaamheden in deze gebieden sowieso al minder haalbaar is dan een vergunningaanvraag voor dergelijke werkzaamheden in niet gesloten gebieden.

Baseline 2 is dan overbodig, mits zeker is dat er geen verdere optimalisatie mogelijk is om de effecten voldoende te beperken. Bij de beoordeling van routes wordt bij iedere route beoordeeld of significante effecten naar verwachting optreden. Indien dit het geval is, wordt tevens beoordeeld of er alternatieven zijn (de 'A' in de ADC-toets) en/of er compenserende mogelijkheden zijn (de 'C' in de ADC-toets). De dwingende redenen van openbaar belang (de 'D' in de ADC-toets) worden vooralsnog niet meegenomen in deze notitie, maar kunnen in een later stadium van PAWOZ aan de orde komen;

2. dat routes waarvoor de beperkingen vanuit het perspectief van natuur(wetgeving) of andere wetgeving dusdanig groot zijn dat deze technisch onuitvoerbaar worden beoordeeld.

De ADC-toets

Als uit de effectbeoordeling blijkt dat mogelijk significante negatieve effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn, kan het zijn dat een ADC-toets doorlopen moet worden. Hierdoor kan een project alsnog doorgaan. Dit kan alleen als het project voldoet aan de volgende eisen:

A: er zijn geen reële alternatieven met minder gevolgen voor de natuurlijke kenmerken;

D: er is sprake van een dwingende reden van groot openbaar belang;

C: de nodige compenserende maatregelen worden genomen om ervoor te zorgen dat de algehele samenhang van het Natura 2000-gebied bewaard blijft.

2.4 Technische uitgangspunten

In deze paragraaf staan technische uitgangspunten benoemd die bepalend zijn voor de te verwachten morfologische en ecologische effecten. Een uitgebreide beschrijving van de werkzaamheden voor de aanleg van kabels en leidingen is te vinden in Bijlage I en Bijlage II van het hoofddocument.

Breedte toegangsgeul voor installatievaartuig Waddengebied

Voor de installatie van kabels en leidingen in het Waddengebied wordt gebruik gemaakt van een drijvende bak. Voor de toegangsgeul van een drijvende bak voor de kabelinstallatie is uitgegaan van een breedte van 60 m en voor de leidinginstallatie van een breedte van 40 m. Deze breedte volgt uit de breedte van een bak (Bijlage I en Bijlage II van hoofddocument) en een overbreedte van 15 m aan weerszijden (voor manoeuvreerbaarheid). Voor de toegangsgeul wordt uitgegaan van een vereiste waterdiepte van LAT -6 m voor kabels en een waterdiepte van LAT -7 m voor leidingen.

Talud van toegangsgeul

Voor het talud van een gebaggerde geul in de Waddenzee en de Noordzeekustzone is uitgegaan van talud van 1:6 tot 1:7.

Aanzanding

In Baseline 1 is voor het bepalen van de benodigde baggervolumes voor de aanleg van de routes geen rekening gehouden met aanzanding in de periode tussen de baggerwerkzaamheden en het plaatsen van de kabels of leidingen. De hiervoor benodigde onderhoudsbaggerwerkzaamheden zullen ertoe leiden dat de totale baggervolumes (en effecten) voor de verschillende routes groter zijn dan in dit document is beschouwd. Deze aanpak leidt ertoe dat de baggervolumes waarop de afweging is gemaakt of routes worden meegenomen naar Baseline 2 of worden getrechterd een ondergrens zijn van de daadwerkelijke baggervolumes die nodig zijn om de routes te realiseren.

3

MORFOLOGISCHE EN ECOLOGISCHE EFFECTEN GETRECHTERDE ROUTES

Tabel 3.1 toont een overzicht van de routes die niet worden opgenomen in Baseline 2 vanwege de effecten op morfologie en ecologie en daarmee ook niet worden meegenomen in de effectonderzoeken.

Tabel 3.1 Overzicht van routes met significant negatieve morfologische en/of ecologische effecten.

Route	Type verbinding
I - Meeuwenstaart route	leidingen en kabels
III – Horsborngat route	leidingen en kabels
IV – Geul Rottums route	leidingen en kabels
V- Boschgat route	leidingen

3.1 I - Meeuwenstaart route

3.1.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Deze alinea licht de werkzaamheden toe waarvan de effecten ertoe leiden dat een route niet vergunbaar wordt geacht.

Vanwege het materieel dat nodig is voor een kabel of leiding installatie is een bepaalde minimale waterdiepte nodig. Om deze waterdiepte te behalen, is het noodzakelijk om de Meeuwenstaart over een lengte van circa 7 km te vergraven. De benodigde waterdiepte is afhankelijk van het type materieel dat wordt ingezet. In het geval van de installatie langs de I - Meeuwenstaart route is materieel met een dynamisch positioneringssysteem (DP) en met ankerlijnen beschouwd. In onderstaande alinea's is toegelicht waarom twee verschillende technieken om voort te bewegen zijn beschouwd.

Voortbeweging met dynamische positionering

Voor materieel dat zich voortbeweegt met een dynamisch positioneringssysteem (DP) is een bodemhoogte van ten minste LAT -12 m vereist. Voor de toegang van dit schip langs de route zijn baggerwerkzaamheden noodzakelijk, onder andere ter hoogte van de Meeuwenstaart. De afmetingen van de toegangsgedul die nodig is voor het schip zijn: een bodemhoogte van LAT -12 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Hieruit volgt een baggervolume van circa 9 miljoen m³ (zonder aanzanding). Door met een schip op DP te werken wordt de hinder voor scheepvaart beperkt omdat geen ankers nodig zijn.

Voortbeweging met ankers

Vanwege de grote baggervolumes die nodig zijn voor de toegang van een DP schip, is de installatie op een bak, voortbewogen door ankers, onderzocht. Ook voor de toegang van deze bak langs de route zijn baggerwerkzaamheden ter hoogte van de Meeuwenstaart noodzakelijk. De afmetingen van de toegangsgedul die nodig is voor de bak zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Hieruit volgt een baggervolume van circa 4 miljoen m³ (zonder aanzanding).

3.1.2 Onderbouwing voor route trechtering

Deze paragraaf beschrijft waarom deze route zowel voor kabels als leidingen niet nader wordt onderzocht in PAWOZ.

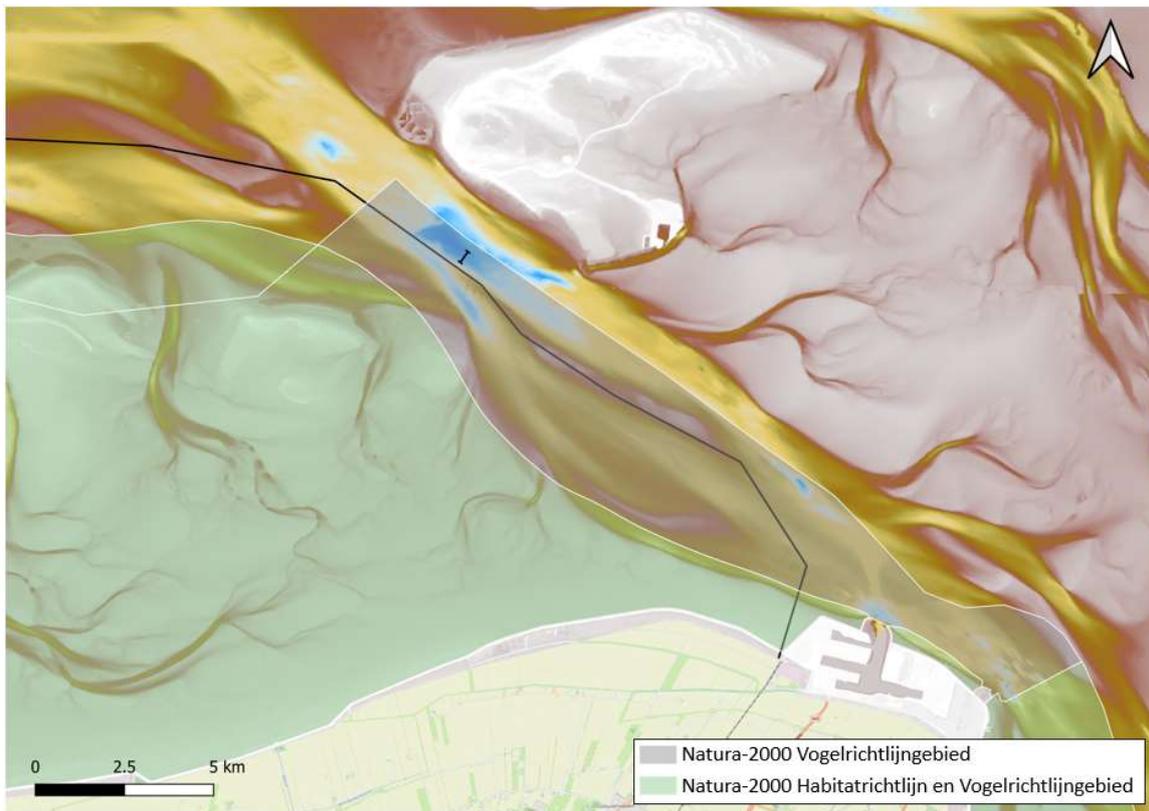
Inleiding

De Meeuwenstaart is een ondiepe plaat met een maximale bodemhoogte rond NAP -2,0 m en heeft momenteel een oppervlakte van ongeveer 300 ha. De ondiepe plaat vormt een natuurlijke scheiding tussen de twee grootste geulen in het gebied tussen Borkum en Eemshaven: de Oude Westereems en het Randzelgat. De aanwezigheid van de Meeuwenstaart tussen de beide geulen is al lange tijd kenmerkend voor dit deel van het Eems estuarium¹. Deze bodemligging is reeds zichtbaar op zeekaarten uit 1833, gepubliceerd in Gerritsen (1955) en opgenomen in [Ref. 1]. Delen van de Meeuwenstaart vallen bij (zeer) laagwater droog. In de afgelopen decennia is de Meeuwenstaart richting het noordoosten gemigreerd en smaller geworden. Dat de Meeuwenstaart migreert, wijst erop dat de ondiepte bestaat uit erodeerbaar sediment.

Het gebied waar de Meeuwenstaart in ligt maakt als Vogelrichtlijngebied onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Waddenzee (zie afbeelding 3-1). Voor dit Natura 2000-gebied gelden naast specifieke doelen voor verschillende vogelsoorten, ook de algemene doelen voor het Natura 2000-gebied Waddenzee, waaronder: 'behoud en indien van toepassing herstel van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied, inclusief de samenhang van de structuur en functies van de habitattypen en van de soorten waarvoor het gebied is aangewezen' [Ref. 2]. Een van de kernopgaven voor het Natura 2000-gebied Waddenzee is: 'behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen' [Ref. 3]. De Meeuwenstaart bevindt zich ook in de buurt van het Duitse Habitatrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer, waardoor er sprake kan zijn van externe werking.

¹ Een estuarium is het benedenstroomse deel van een riviersysteem dat onder invloed staat van zeewater en de werking van getijden.

Afbeelding 3-1 I - Meeuwenstaart route in het Vogelrichtlijngebied (lichtgrijs) dat onderdeel uitmaakt van het Natura 2000-gebied Waddenzee.



Morfologie

Vanuit het perspectief van 'Bodem en water op zee' is de aanleg van kabels of leidingen langs de I - Meeuwenstaart route niet wenselijk. De reden hiervoor zijn de grote vergravingen die nodig zijn voor toegang van het materieel ter plaatse van de ondiepe plaat die bekend staat als de Meeuwenstaart. Afbeelding 3.2 toont de vergraving voor de toegang van het materieel.

Om kabels of leidingen op de gewenste diepte aan te leggen langs de I - Meeuwenstaart route, dient er een diepe geul gegraven te worden door de Meeuwenstaart. Dit heeft verschillende nadelige effecten en risico's:

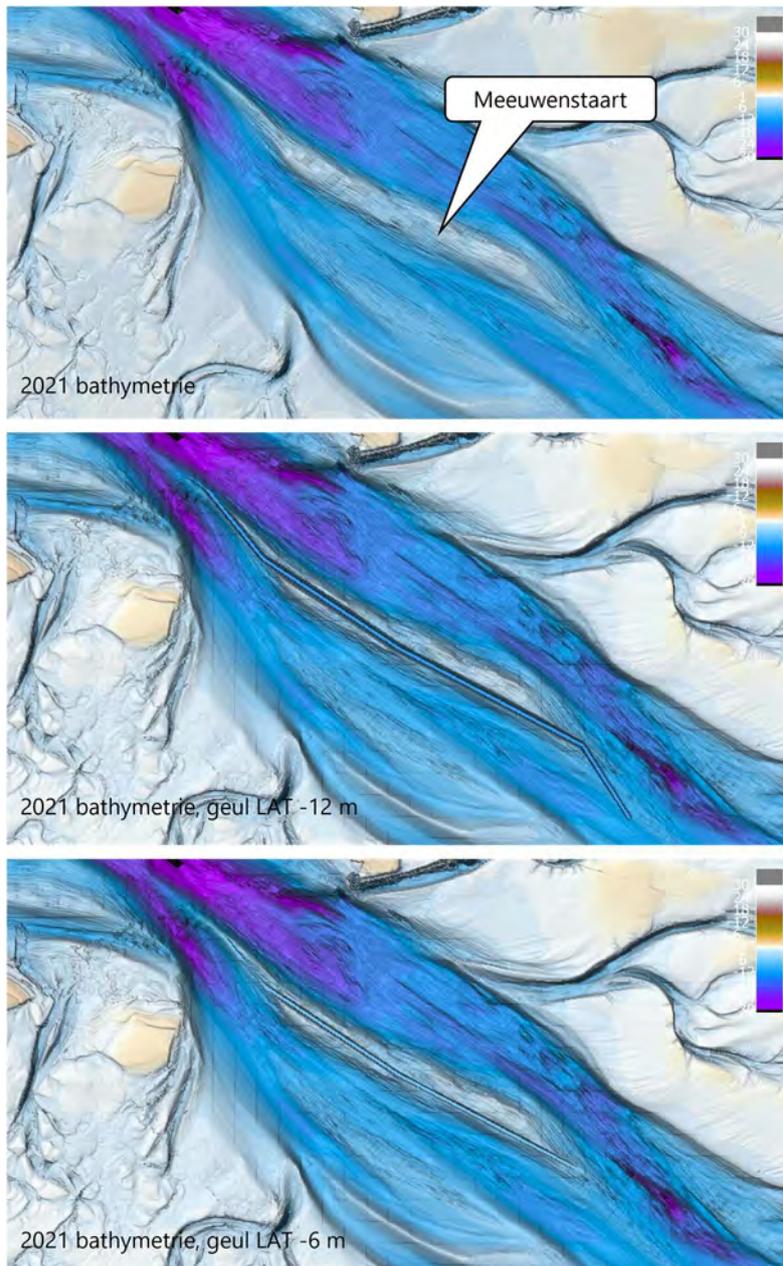
- 1 het graven van een geul door de Meeuwenstaart leidt tot directe schade aan deze ondiepe plaat. De kenmerken van het gebied waar de geul komt, worden permanent aangetast. Waar nu een plaat ligt, die bij laagwater nagenoeg droogvalt, ligt dan een diepe geul met ongeveer 6 m tot 12 m waterdiepte bij laagwater;
- 2 het is niet onwaarschijnlijk dat de geul die gegraven wordt voor de aanleg, door erosie groter wordt na aanleg. Het groter worden van de aanleggeul leidt dan tot verdere erosie van de Meeuwenstaart. Een aanwijzing dat een nieuwe geul hydraulisch efficiënt kan zijn, is dat de Oude Westereems in de afgelopen decennia naar het noordoosten is gemigreerd, waardoor de Meeuwenstaart kleiner geworden is;
- 3 de nieuwe geul door de Meeuwenstaart zal een deel van het water wegtrekken dat momenteel door de Oude Westereems en het Randzelgat stroomt. Daardoor neemt de afvoer door deze geulen af. Het resultaat daarvan is dat er extra sedimentatie zal plaatsvinden in de natuurlijke geulen. Het baggerbezwaar in het Randzelgat zal daardoor naar verwachting toenemen. Dit leidt tot negatieve effecten voor de natuur als gevolg van extra vertroebeling en bodemberoering;
- 4 zowel het sediment dat vergraven wordt voor de aanleg (afhankelijk van de techniek, maar minimaal 4 miljoen m³), als het sediment dat daarna (mogelijk) uit de geul erodeert, moet ergens naar toe. In verband met zeespiegelstijging en het doel om de natuurlijke kenmerken van het gebied te behouden, is het wenselijk dat het sediment binnen het Eems estuarium blijft. Immers geldt dat om in het gebied dezelfde gemiddelde bodemhoogte te houden er netto sediment geïmporteerd moet worden om de

stijging van de zeespiegel te compenseren. Het is waarschijnlijk dat een deel van het verplaatste sediment als gevolg van natuurlijk sediment transport in de bestaande vaargeul door het Randzelgat belandt. Dat zou naar verwachting daar tot een groter baggerbezwaar leiden.

Gezien de hierboven benoemde effecten en risico's is een vergraving van de Meeuwenstaart voor de aanleg van kabels en leidingen niet wenselijk. Het leidt namelijk naar verwachting tot een permanente verandering van de morfologische kenmerken van een gebied, waarvoor als kernopgave conform het Natura 2000-gebied Waddenzee is gesteld om de ruimtelijke samenhang van onder meer geulen en platen te behouden.

Er is gekeken of het mogelijk is om de werkgeul die nodig is voor de aanleg van kabels of leidingen door de Meeuwenstaart na aanleg terug te vullen. Daarmee kunnen de effecten op morfologie mogelijk worden beperkt. Daarbij geldt dat het teruggeplaatste sediment mogelijk minder erosiebestendig is waardoor (een deel van) dit sediment op termijn weer erodeert. Om de Meeuwenstaart in oorspronkelijke staat te herstellen dient voor het opvullen van de werkgeul gebruik gemaakt te worden van het sediment dat is verwijderd om de werkgeul aan te leggen. Gezien de grote volumes sediment die hiervoor opgeslagen moeten worden (voor het opslaan van een volume van 4 miljoen m³ sediment, moet dit tot een hoogte van 10 m worden verspreid over een oppervlak van 40 ha), wordt dit als een niet realistische optimalisatie van de aanlegtechniek beschouwd. Bovendien zou een dergelijke aanlegtechniek betekenen dat het totale baggervolume tweemaal moet worden verplaatst en de vertroebeling die het gevolg is van de baggerwerkzaamheden tweemaal optreedt.

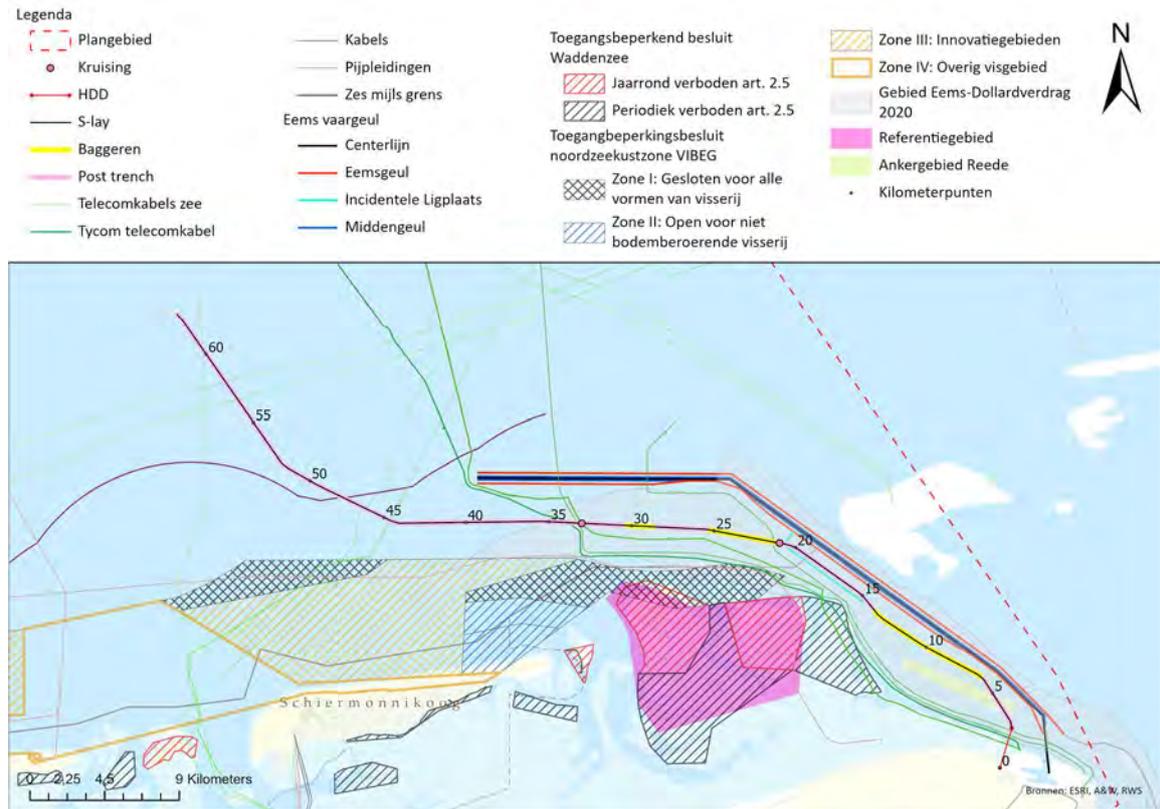
Afbeelding 3.2 Bovenste paneel: meest recent beschikbare bodemligging t.o.v. NAP. Met daarin de geul die nodig is voor aanleg op DP (middelste paneel) en de geul die nodig is voor de aanleg met ankers (onderste paneel)



Ecologie

Kenmerken. Deze ondiepe plaat valt voor een deel droog bij (zeer) laag water.

Afbeelding 3.3 Routeontwerp leiding, I - Meeuwenstaart route



Waarde. Vogelrichtlijngebied, morfologisch element in de samenhang tussen geulen en platen. Het gebied wordt gebruikt door eidereenden tijdens de ruiperiode en is een foerageergebied/leefgebied voor diverse vogelsoorten, zeehonden en bruinvissen.

Effecten van de aanleg van kabels/leidingen

- Permanente verstoring van de samenhang tussen geulen en platen
- Verhoogde troebelheid met effect op primaire productie en voedselbeschikbaarheid
- Vernietiging foerageergebied en rustgebied voor vogels en zeehonden
- Verstoring ruigebied eidereenden
- Verstoring leefgebied zeehonden en bruinvissen
- Verstoring/vernietiging beschermd habitatype in Duits Natura 2000-gebied

Consequenties

- Door het vergraven van de Meeuwenstaart wordt de samenhang tussen de geulen in het gebied permanent verstoord. Daarmee is deze activiteit in strijd met de kernopgave 'behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen".
- Door de grootschalige werkzaamheden treedt een verhoging van de troebelheid op, wat mogelijk een effect heeft op de primaire productie en daarmee de voedselbeschikbaarheid voor vogels en zeezoogdieren. Significante effecten op vogels kunnen niet worden uitgesloten omdat niet alle soorten makkelijk kunnen uitwijken naar een ander gebied (broedende vogels, schelpdieretende vogels). Zeezoogdieren kunnen makkelijk uitwijken.
- Het gebied wordt gebruikt door de eidereend tijdens de ruiperiode (juli – september). Dat duidt erop dat er voedsel aanwezig is, aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Het gebied zal na het vergraven van de Meeuwenstaart niet meer geschikt zijn als ruigebied.. De soort stelt specifieke eisen aan het ruigebied (rust, voldoende voedsel) en kan niet zomaar uitwijken naar andere locaties. De staat van instandhouding van de eider is bovendien zeer ongunstig en het doelaantal wordt bij lange na niet gehaald. Significante effecten op de eidereend kunnen niet worden uitgesloten.

- Door de grootschalige werkzaamheden en de morfologische veranderingen die erop volgen is de kans groot dat het naastgelegen Duitse Natura 2000-gebied Niedersächsisches Wattenmeer ook beïnvloed wordt (externe werking). Afhankelijk van de mate van beïnvloeding kunnen significante effecten op de habitattypen H1110 permanent overstroomde zandbanken en H1140 droogvallende platen optreden.

Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden zodat negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten op de algehele samenhang tussen geulen en platen, natuurwaarden kunnen in dit geval niet vermeden worden.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle kabels en leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt¹. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld. Compensatie op een andere plek in de Waddenzee of buiten de Waddenzee is niet mogelijk. Het kunstmatig terugbrengen van de plaat in het gebied van de Meeuwenstaart na afloop van de werkzaamheden levert geen volledig herstel op van de samenhang omdat het sediment op termijn weer erodeert. Daarnaast zal het terugbrengen van de plaat ook weer negatieve effecten met zich meebrengen. Ook het terugbrengen van een vergelijkbaar gebied dat gebruikt kan worden voor de eidereend als ruigebied is heel lastig omdat daarvoor een vergelijkbaar gebied nodig is met voldoende voedsel en rust.

Conclusie

De effecten door de aanleg van kabels en leidingen langs deze route in de Waddenzee zijn grootschalig en permanent. Hierdoor worden de ruimtelijke samenhang tussen geulen en platen en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen verstoord en zijn significant negatieve effecten niet uit te sluiten. Mitigatie en compensatie van deze effecten zijn niet volledig mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leiding en niet verder onderzocht in dit Programma.

3.2 III - Horsborngat route

3.2.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Kabels

Ten noordoosten van Rottumeroog kruist de route de NGT-leiding. Deze leiding wordt gekruist door middel van een HDD boring, dit is een complexe operatie, de verwachting is dat deze operatie circa 4 maanden duurt, de opeenvolgende activiteiten voor de boring zijn als volgt:

- voorbereiding en mobilisatie van materieel;
- bouw van droge putten met damwanden (in- en uittredepunt van boring);
- uitvoeren van boring;
- intrekken van de buis en de kabel door de boring;
- ingraven van de kabel uiteinden;
- verwijderen van damwanden;
- demobilisatie.

De kabel die door de HDD heen wordt getrokken wordt aangevoerd vanaf zee, direct nadat de kabel door de HDD is getrokken wordt de rest van de kabel met behulp van een vertical injector op diepte gebracht. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het ponton zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Ten noorden van Rottumeroog en Rottemerplaat is de waterdiepte niet toereikend. Er worden daarom baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de toegangsgeul te realiseren. Hieruit volgt een baggervolume van circa 2 miljoen m³.

¹ https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

Leidingen

Voor de aanleg van een leiding met een pijplegship is vanwege het robuuste materieel dat nodig is, een bepaalde minimale waterdiepte nodig. De afmetingen van de toegangseul die nodig is voor het schip zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7.

Een van de opties is om op de droogvallende wadplaten over een lengte van 16 km een toegangseul voor de aanleg van een leiding met een pijplegship te graven. Een alternatieve aanlegmethode die hier is wordt voorgesteld is een serie van HDD boringen. De maximale lengte van een boring is 1,7 km. Op de droogvallende wadplaten zijn naar verwachting circa 11 opeenvolgende HDD boringen nodig. Per boring wordt een periode van 4 weken gerekend. Daarnaast wordt voor een serie aan boringen gerekend op een mobilisatie en demobilisatieperiode van ieder 3 weken per seizoen. In totaal zou een periode van 44 weken nodig zijn, echter wanneer vanwege beperkingen (gevoelige periodes voor bepaalde soorten) enkel in een beperkt aantal maanden gewerkt kan worden kunnen de werkzaamheden tot wel 10 jaar duren. Bij zowel het in- als het uittredepunt van de boring wordt een droge put gebouwd door damwanden te plaatsen in de wadplaten. Vervolgens wordt met een boormachine een voldoende ruime boring gemaakt om de leiding in te brengen. De leiding wordt ingedreven tijdens hoogwater en met een kraan op een circa 9 m hoge stellage geplaatst, dit om de leiding onder de juiste hellingshoek in de boring te brengen. Nadat de pijpleiding is ingebracht worden de damwanden en de stellage weer verwijderd. De boringen hoeven niet binnen één seizoen te worden uitgevoerd, met behulp van een flens¹ kan een stuk leiding worden afgesloten. Op een later moment kan de aanleg vervolgt worden.

3.2.2 Onderbouwing voor route trechtering

Inleiding

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: "behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen" [Ref. 3]. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor het habitattypen slik- en zandplaten, getijdengebied (H1140 subtype A) in Nederland. Wat de kwaliteit betreft is enerzijds het behoud van de morfologische variatie van belang (de afwisseling tussen platen met een verschillende hoogteligging, mate van dynamiek en sedimentsamenstelling) en anderzijds de overgangen daartussen en de overgangen naar diepere geulen [Ref. 2]. De route gaat ook door gesloten gebieden, zie de paragraaf ecologie en bijlage 1.

Morfologie

De aanleg van een pijpleiding langs de III - Hornsborgat route met een pijplegship is vanuit morfologisch perspectief een onwenselijk voornemen. De reden hiervoor is de toegangseul, die voor de aanleg gegraven moet worden, in de droogvallende platen gelegen tussen Eemshaven en Rottumeroog. Hiervoor moet in totaal 22 miljoen m³ worden vergraven. Het aanleggen van een diepe geul door dit gebied verandert de zandplaten in een geul en zou daarom vanuit morfologisch perspectief alleen acceptabel zijn als deze geul na aanleg in zijn geheel wordt gedicht. Gezien de grote volumes zand die hiervoor moeten worden opgeslagen, is een dergelijke aanlegmethode niet aannemelijk. Het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij het graven van de geul voor de aanleg van een leiding langs 'route III - de Hornsborgat route' heeft naar verwachting grote gevolgen voor de morfologische ontwikkeling van het omliggende gebied. Afhankelijk van waar het sediment wordt verspreid, kan dit leiden tot het dempen van geulen of het vormen van nieuwe of hogere zandplaten. De natuurlijke ontwikkeling van geulen, platen en kwelders in het gebied zal hierdoor voor langere tijd verstoord zijn.

Voor de aanleg van de pijpleiding met een HDD zijn de morfologische effecten beperkt. Ditzelfde geldt voor de aanleg van een kabel met een trencher.

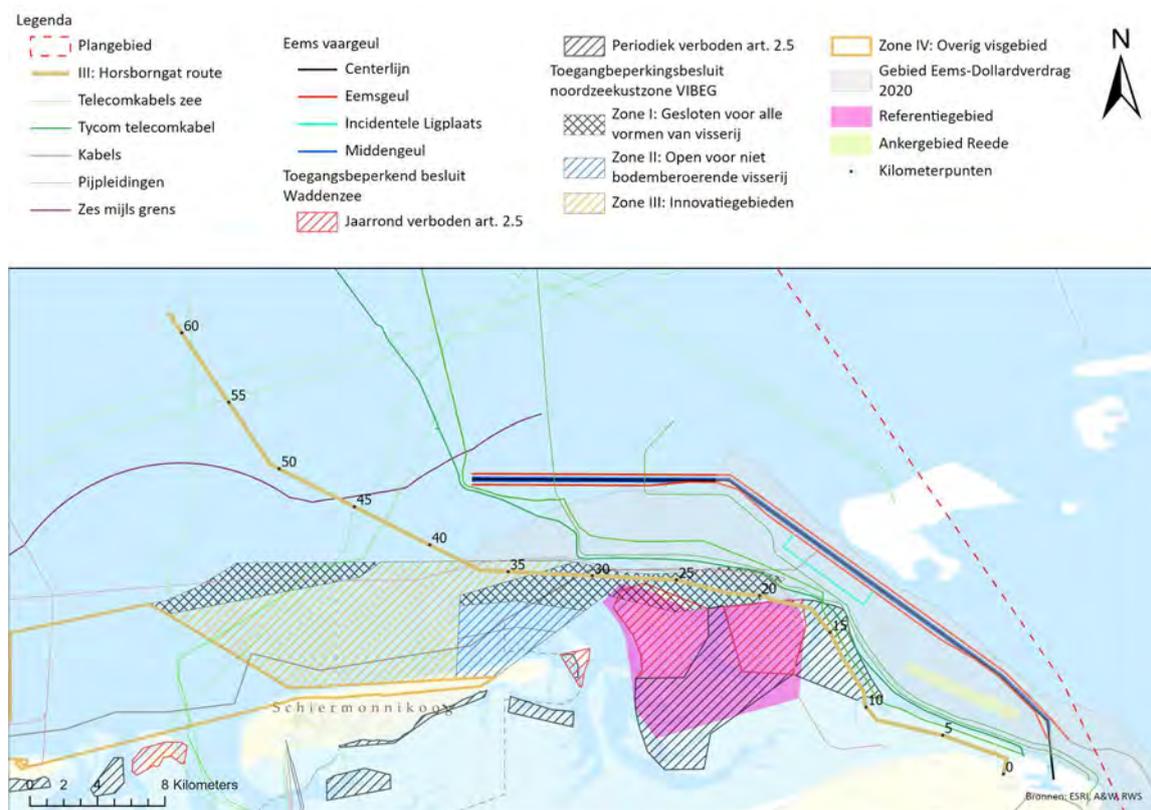
¹ Een afsluiter die kan worden toegepast op het uiteinde van een pijpleiding.

Ecologie

Waddenzee

Kenmerken. Route III gaat in de Waddenzee door het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat (artikel 2.5) en voor een klein deel door het permanent gesloten gebied Rottumeroog (artikel 2.5, zie Afbeelding 3.4 en bijlage 1). Dit gebied bestaat uit droogvallende platen (habitattype H1140), geulen en krekken.

Afbeelding 3.4 Routeontwerp kabel, III - Horsborngat route



Waarde. Het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat is gesloten in de periode 15 mei – 1 september omdat het een belangrijk foerageergebied is voor vogels en zeehonden en een belangrijk rustgebied voor zeehonden. Het permanent gesloten gebied Rottumeroog is een belangrijk broed-, rust- en foerageergebied voor vogels, met hoogwatervluchtplaatsen. Voor habitattype H1140 geldt een behoudsdoelstelling voor het oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit. Typische soorten die op dit habitattype voorkomen zijn mossel, zeegras en diverse worm- en vissoorten.

Effecten kabel. De HDD voor de kabel dient te worden uitgevoerd in het tijdelijk gesloten gebied. Daarbij is er sprake van vernietiging van habitattype H1140 op de plek waar de droge putten worden aangelegd. Er treedt verstoring op van vogels en zeehonden tijdens alle werkzaamheden, vanaf de mobilisatie tot en met de demobilisatie (gedurende 4 maanden). Daarnaast treedt verstoring op van habitattype H1140, vogels en zeehonden in het deels gesloten gebied tijdens het ingraven van de kabel met een wadtrencher (gedurende meerdere maanden).

Consequenties kabel.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan versturende factoren af. De effecten op dit habitattype door de aanleg van de kabel zijn klein en tijdelijk, significante effecten kunnen daardoor waarschijnlijk worden uitgesloten.
- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar

zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de kabel op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.

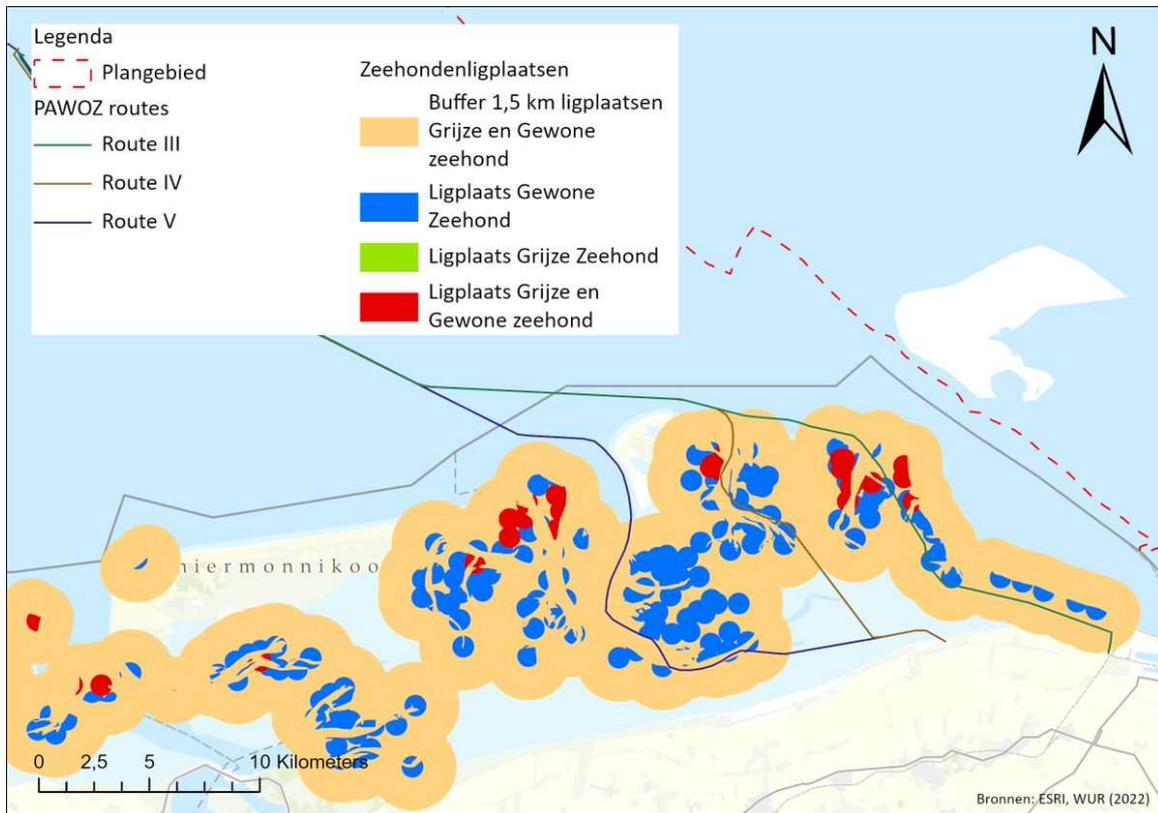
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- De route loopt vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld). De meest gevoelige periode van gewone zeehonden is de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus). Wanneer er in deze periode wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Gewone zeehonden maken het hele jaar door gebruik van ligplaatsen. Ook als er verstoring optreedt buiten de meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied.

Effecten leiding. Bij het graven van een geul door de wadplaten voor de aanleg van de leiding is er sprake van vernietiging van habitatype H1140 en een toename van de vertroebeling. Daarnaast is er sprake van een langdurige verstoring van vogels en zeehonden. Wanneer er geen geul wordt gegraven maar gebruik wordt gemaakt van HDD om de leiding aan te leggen is er ook sprake van vernietiging van H1140, maar in mindere mate dan bij de eerste aanlegmethode. Daarnaast is er sprake van verstoring van vogels en zeezoogdieren.

Consequenties leiding.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitatype H1140 nemen door het geheel aan versturende factoren af, waardoor de instandhoudingsdoelstellingen (behoud oppervlak en verbetering kwaliteit) niet worden bereikt. Significante effecten op habitatype H1140 door aanleg van de leiding (graven van een geul) kunnen niet worden uitgesloten. Bij gebruik van HDD is het verstoorde oppervlak kleiner en waarschijnlijk niet significant.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul en HDD) op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- Door de grootschalige vernietiging van habitatype H1140 (bij het graven van een geul) en de toename van de troebelheid door de aanleg van de leiding zal de voedselbeschikbaarheid voor vogels afnemen. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul) op foeragerende niet-broedvogels en broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten.
- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de leiding (bij het graven van een geul en HDD) op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- De route gaat vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld, zie Afbeelding 3-5). Wanneer er in de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus) wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Ook als er verstoring optreedt buiten deze meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied.

Afbeelding 3-5 Ligplaatsen waar tijdens monitoringsvluchten van Wageningen Marine Research in 2022 gewone zeehonden (blauw) en gewone en grijze zeehonden (rood) zijn waargenomen. De gele bufferzone duidt de wettelijke verstoringsafstand van 1500 m aan.



Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden en negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten, natuurwaarden kunnen in de meeste gevallen niet vermeden worden en er zal niet geheel buiten de gevoelige periodes gewerkt kunnen worden omdat het aantal soorten dat het gebied gebruikt zeer groot is.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en mitigatie niet mogelijk is dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle kabels en leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt¹. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld, het verloren oppervlak aan H1140 moet worden gecompenseerd en de kwaliteit van H1140 moet worden hersteld. Een groot deel van de effecten wordt veroorzaakt door verstoring, ook dit effect moet worden gecompenseerd. Compensatie van de effecten wordt niet mogelijk geacht omdat:

- **Bij het graven van een geul voor de leiding.** De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan niet kunstmatig worden terug gebracht op deze locatie omdat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een leiding zodanig groot is dat het sediment zich anders zal gedragen en het gebied morfologisch gezien er anders uit zal zien.
- **Bij het graven van een geul voor de leiding.** Dat betekent ook dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden terug gebracht en dat de kwaliteit niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om

¹ https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.

- Bij het graven van een geul en HDD voor de leiding en aanleg kabel. Om de effecten van de verstoring van vogels en zeehonden te compenseren zou een vergelijkbaar gebied gesloten moeten worden. Vanwege het unieke karakter van dit gebied (een groot aantal soorten maakt gebruik van het gebied door de morfologie en het gesloten karakter) is dit niet mogelijk binnen en buiten de Waddenzee.

Conclusie

Significant negatieve effecten door de aanleg van kabels en leidingen in de Waddenzee en de Noordzeekustzone kunnen niet worden uitgesloten. Mitigatie van de effecten in de Noordzeekustzone is waarschijnlijk mogelijk. Mitigatie en compensatie van deze effecten zijn in de Waddenzee niet volledig mogelijk. Buiten de gevoelige periodes voor vogels en zeehonden aanleggen is niet mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leiding en niet verder onderzocht in dit Programma.

3.3 IV - Geul Rottums route

3.3.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Kabels

Op de droogvallende wadplaten wordt de kabel aangelegd middels een wadtrencher. De kabel voor de wadtrencher wordt aangevoerd op een ponton vanaf de Eemshaven door het Sparregat (geul tussen Rottumeroog en Rottumerplaat), en vervolgens op de wadtrencher overgehaspeld. Het ponton dient een aantal keer op en neer te varen tussen Eemshaven en de projectlocatie om kabel op te halen, er passen namelijk geen grote lengtes kabel op de haspel van de trencher.

Het Sparregat heeft lokaal niet voldoende waterdiepte voor de toegang van het ponton. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het ponton zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Er worden daarom baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de toegangsgeul te realiseren. Hieruit volgt een baggervolume van circa 1 miljoen m³ (zonder aanzanding).

In het Sparregat wordt de kabel aangelegd met een vertical injector, hiervoor is een zelfde toegangsgeul nodig zoals beschreven in voorgaande alinea. Vervolgens wordt met de vertical injector de kabel op diepte gebracht. Daarnaast is in het Sparregat een verbindingsmof tussen 2 kabelstukken nodig is. De verwachting is dat de werkzaamheden voor de aanleg van de kabel in het Sparregat circa 8 weken duren (baggeren, aanleg kabel, mofverbinding). De aanleg van de kabel en het maken van de mofverbinding in het Sparregat kunnen pas starten wanneer de kabel voor het deel over het wad door het Sparregat is aangevoerd. De verwachting is dat voor de aanvoer van de kabelstukken circa 3 weken nodig is.

Leidingen

Voor de aanleg van een leiding met een pijplegship is vanwege het robuuste materieel dat nodig is, een bepaalde minimale waterdiepte nodig. De afmetingen van de toegangsgeul die nodig is voor het schip zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7.

Een van de opties is om op de droogvallende wadplaten over een lengte van 16 km een toegangsgeul voor de aanleg van een leiding met een pijplegship te graven. Een alternatieve aanlegmethode die hier is wordt voorgesteld is een serie van HDD boringen. De maximale lengte van een boring is 1,7 km. Op de droogvallende wadplaten zijn naar verwachting circa 7 opeenvolgende HDD boringen nodig. De activiteiten en de duur van de werkzaamheden per boring zijn gelijk aan de werkzaamheden zoals beschreven in paragraaf 3.2.1.

In het Sparregat is het niet mogelijk om de leiding aan te leggen met HDD boringen en wordt de leiding aangelegd met een pijpleggschip. Het Sparregat heeft lokaal niet voldoende waterdiepte voor de toegang van het pijpleggschip, er worden daarom baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de toegangsgeul te realiseren. Hieruit volgt een baggervolume van circa 1 miljoen m³ (zonder aanzanding). Zodra de toegangsgeul gebaggerd is wordt de leiding met een pijpleggschip aangelegd. De verwachting is dat de werkzaamheden in het Sparregat minimaal 3 maanden duren.

3.3.2 Onderbouwing voor route trechtering

Inleiding

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: "behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen" [Ref. 3]. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor het habitatype slik- en zandplaten, getijdengebied (H1140 subtype A) in Nederland. Wat de kwaliteit betreft is enerzijds het behoud van de morfologische variatie van belang (de afwisseling tussen platen met een verschillende hoogteligging, mate van dynamiek en sedimentsamenstelling) en anderzijds de overgangen daartussen en de overgangen naar diepere geulen [Ref. 2]. De route gaat ook door gesloten gebieden, zie de paragraaf ecologie en bijlage 1.

Morfologie

Aanleg met een pijpleggschip - De aanleg van een pijpleiding langs de route IV - geul route Rottums met een pijpleggschip is vanuit morfologisch perspectief een onwenselijk voornemen. De reden hiervoor is de toegangsgeul, die voor de aanleg gegraven moet worden, in de droogvallende platen gelegen tussen Rottemerplaat en Rottemeroog (Schildt en Reepriel). Hiervoor moet in totaal 19 miljoen m³ worden vergraven (dit is meer dan voor de aanleg van kabels vanwege de baggerwerkzaamheden op het wad). Het aanleggen van een diepe geul door dit gebied verandert de zandplaten in een geul en zou daarom vanuit morfologisch perspectief alleen acceptabel zijn als deze geul na aanleg in zijn geheel wordt gedicht. Gezien de grote volumes zand die hiervoor moeten worden opgeslagen, is een dergelijke aanlegmethode niet aannemelijk. Het aanleggen van een diepe geul door dit gebied verandert de zandplaten in een geul en zou daarom vanuit morfologisch perspectief alleen acceptabel zijn als deze geul na aanleg in zijn geheel wordt gedicht. Gezien de grote volumes zand die hiervoor moeten worden opgeslagen, is een dergelijke aanlegmethode niet aannemelijk. Het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij het graven van de geul voor de aanleg van een leiding langs de route heeft naar verwachting grote gevolgen voor de morfologische ontwikkeling van het omliggende gebied. Afhankelijk van waar het sediment wordt verspreid, kan dit leiden tot het dempen van geulen of het vormen van nieuwe of hogere zandplaten. De natuurlijke ontwikkeling van geulen, platen en kwelders in het gebied zal hierdoor voor langere tijd verstoord zijn. Het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij het graven van de geul voor de aanleg van een leiding langs 'route IV - geul route Rottums' heeft naar verwachting grote gevolgen voor de morfologische ontwikkeling van het omliggende gebied. Afhankelijk van waar het sediment verspreid wordt, kan dit leiden tot het dempen van geulen of het vormen van nieuwe of hogere zandplaten. De natuurlijke ontwikkeling van geulen, platen en kwelders in het gebied zal hierdoor voor langere tijd verstoord zijn.

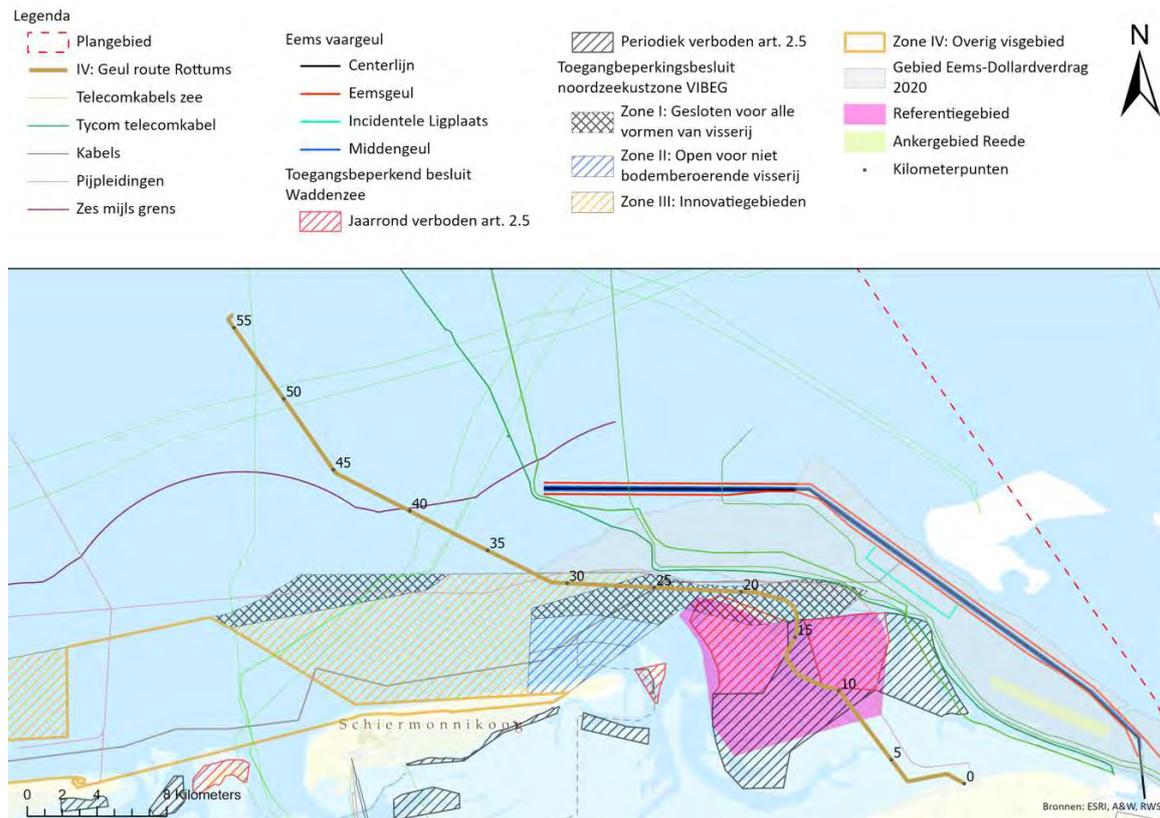
Aanvullend daarop is het vanuit morfologisch perspectief onacceptabel om baggerwerkzaamheden uit te voeren binnen het referentiegebied Rottum, dat Rottumerplaat, Rottemeroog en Zuiderduin inclusief de tussenliggende geulen en platen. Indien in dit gebied baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd, dan wordt de natuurlijke ontwikkeling voor langere tijd (zeker meerdere jaren) verstoord. Daarmee kan het doel van het referentiegebied niet worden gerealiseerd.

Ecologie

Waddenzee

Kenmerken. Route IV gaat in de Waddenzee langs het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat (artikel 2.5) en tussen de permanent gesloten gebieden Rottumeroog en Rottumerplaat door (artikel 2.5, zie Afbeelding 3.6 en bijlage 1, waarbij er mogelijk activiteiten plaatsvinden in de gesloten gebieden). Dit gebied bestaat uit droogvallende platen (habitattype H1140), geulen en krekens.

Afbeelding 3.6 IV - Geul Rottums route



Waarde. Het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat is gesloten in de periode 15 mei – 1 september omdat het een belangrijk foerageergebied is voor vogels en zeehonden en een belangrijk rustgebied voor zeehonden. De permanent gesloten gebieden Rottumeroog en Rottumerplaat zijn belangrijke broed-, rust- en foerageergebieden voor vogels, met hoogwatervluchtplaatsen. Voor habitattype H1140 geldt een behoudsdoelstelling voor het oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit. Typische soorten die op dit habitattype voorkomen zijn mossel, zeegras en diverse worm- en vissoorten.

Effecten kabel. Er dient deels gebaggerd te worden om de kabel aan te kunnen leggen, daarbij vindt vernietiging van habitattype H1140 plaats. Er treedt verstoring op van vogels en zeehonden tijdens alle werkzaamheden, vanaf de mobilisatie tot en met de demobilisatie (gedurende 4 maanden). Daarnaast treedt verstoring op van habitattype H1140, vogels en zeehonden in het deels gesloten gebied tijdens het ingraven van de kabel met een wadtrencher (gedurende meerdere maanden).

Consequenties kabel.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan versturende factoren af. De effecten op dit habitattype door de aanleg van de kabel zijn substantieel (1 miljoen m³ baggeren), significante effecten kunnen daardoor niet worden uitgesloten.
- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de kabel op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- De route gaat vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld, zie Afbeelding 3-5). De meest gevoelige periode van gewone zeehonden is de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus). Wanneer er in deze periode wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Gewone zeehonden maken het hele jaar door gebruik van ligplaatsen. Ook als er verstoring optreedt buiten de meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied. De zeehonden in dit gebied zijn daarnaast zeer gevoelig voor verstoring, omdat in dit gebied vrijwel geen activiteiten en vaarverkeer plaatsvinden waardoor er geen gewenning is opgetreden. Significante effecten door de aanleg van de kabel op de gewone zeehond kunnen niet worden uitgesloten.

Effecten leiding. Bij het graven van een geul door de wadplaten voor de aanleg van de leiding is er sprake van vernietiging van habitattype H1140 en een toename van de vertroebeling. Daarnaast is er sprake van een langdurige verstoring van vogels en zeehonden. Wanneer er geen geul wordt gegraven maar gebruik wordt gemaakt van HDD om de leiding aan te leggen is er ook sprake van vernietiging van H1140, maar in mindere mate dan bij de eerste aanlegmethode. Daarnaast is er sprake van verstoring van vogels en zeezoogdieren.

Consequenties leiding.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan versturende factoren af, waardoor de instandhoudingsdoelstellingen (behoud oppervlak en verbetering kwaliteit) niet worden bereikt. Significante effecten op habitattype H1140 door aanleg van de leiding (graven van een geul) kunnen niet worden uitgesloten. Bij gebruik van HDD is het verstoorte oppervlak kleiner en waarschijnlijk niet significant.
- Het gebied is belangrijk voor foeragerende vogels, niet-broedvogels kunnen overal in het gebied foerageren en rusten. Dit betekent dat er het gehele jaar sprake kan zijn van effecten door verstoring. Tijdens de broedperiode is het van belang dat broedvogels in de buurt van hun broedgebied voldoende voedsel kunnen vinden. In de periode maart – augustus zijn ze extra kwetsbaar, omdat het succesvol opgroeien van de jongen mede gelinkt is aan het foerageersucces. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul en HDD) op foeragerende niet-broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten en op broedvogels in de periode maart-augustus.
- Door de grootschalige vernietiging van habitattype H1140 (bij het graven van een geul) en de toename van de troebelheid door de aanleg van de leiding zal de voedselbeschikbaarheid voor vogels afnemen. Significante effecten door aanleg van de leiding (graven van een geul) op foeragerende niet-broedvogels en broedvogels kunnen gedurende het gehele jaar niet worden uitgesloten.

- De hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) in het gebied worden jaarrond gebruikt door een groot aantal vogelsoorten. De verstoringafstand voor HVPs is verschillend per soort maar is maximaal 2 km. Route III ligt op een afstand van minder dan 2 km van HVPs waardoor deze minder of helemaal niet bruikbaar zullen zijn. Significante effecten door de aanleg van de leiding (bij het graven van een geul en HDD) op vogelsoorten die afhankelijk zijn van de HVPs kunnen niet worden uitgesloten.
- De route gaat vlak langs hotspots van rustende gewone zeehonden (gebieden waar in de periode 2012-2022 veel rustende zeehonden zijn geteld, zie Afbeelding 3-5). De meest gevoelige periode van gewone zeehonden is de voortplantings- en verharingsperiode (mei t/m augustus). Wanneer er in deze periode wordt gewerkt, is met zekerheid sprake van significante verstoring. Gewone zeehonden maken het hele jaar door gebruik van ligplaatsen. Ook als er verstoring optreedt buiten de meest kwetsbare periode kan dit leiden tot significante effecten, omdat het ertoe kan leiden dat de zeehonden de ligplaatsen gaan mijden. Verstoring van deze ligplaatsen kan dus ook buiten de meest gevoelige periode leiden tot significante effecten op het gebiedsgebruik en de omvang van het leefgebied. De zeehonden in dit gebied zijn daarnaast zeer gevoelig voor verstoring, omdat in dit gebied vrijwel geen activiteiten en vaarverkeer plaatsvinden waardoor er geen gewenning is opgetreden. Significante effecten door de aanleg van de leiding (bij het graven van een geul en HDD) op de gewone zeehond kunnen niet worden uitgesloten.

Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden en negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten, natuurwaarden kunnen in de meeste gevallen niet vermeden worden en er zal niet geheel buiten de gevoelige periodes gewerkt kunnen worden omdat het aantal soorten dat het gebied gebruikt zeer groot is.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en mitigatie niet mogelijk is dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle kabels en leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significante negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt¹. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld, het verloren oppervlak aan H1140 moet worden gecompenseerd en de kwaliteit van H1140 moet worden hersteld. Een groot deel van de effecten wordt veroorzaakt door verstoring, ook dit effect moet worden gecompenseerd. Compensatie van de effecten wordt niet mogelijk geacht omdat:

- Bij het graven van een geul voor de leiding. De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan niet kunstmatig worden terug gebracht op deze locatie omdat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een leiding zodanig groot is dat het sediment zich anders zal gedragen en het gebied morfologisch gezien er anders uit zal zien.
- Bij het graven van een geul voor de leiding. Dat betekent ook dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden terug gebracht en dat de kwaliteit niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.
- Bij het graven van een geul en HDD voor de leiding en aanleg kabel. Om de effecten van de verstoring van vogels en zeehonden te compenseren zou een vergelijkbaar gebied gesloten moeten worden. Vanwege het unieke karakter van dit gebied (een groot aantal soorten maakt gebruik van het gebied door de morfologie en het gesloten karakter) is dit niet mogelijk binnen en buiten de Waddenzee.

Conclusie

Significant negatieve effecten door de aanleg van kabels en leidingen in de Waddenzee en Noordzeekustzone kunnen niet worden uitgesloten. Mitigatie van de effecten in de Noordzeekustzone is waarschijnlijk mogelijk. Mitigatie en compensatie van deze effecten zijn in de Waddenzee niet volledig mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leiding en niet verder onderzocht in dit Programma.

¹ https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

3.4 V – Boschgat route

3.4.1 Toelichting op kritische werkzaamheden

Deze alinea licht de werkzaamheden toe waarvan de effecten ertoe leiden dat deze route niet vergunbaar wordt geacht.

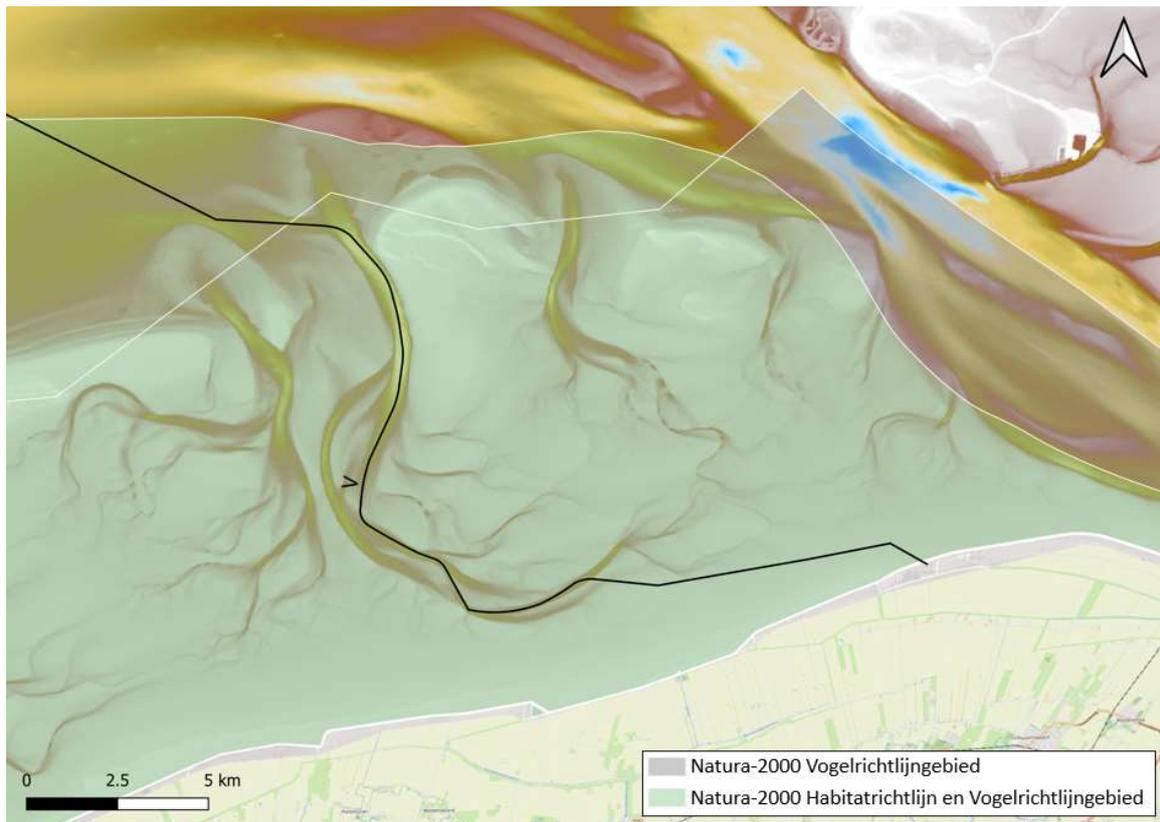
Vanwege het materieel dat nodig is voor de installatie van leidingen is een bepaalde minimale waterdiepte nodig. Om deze waterdiepte te behalen wordt de wadplaat ten zuiden van Rottumerplaat en Rottumeroog en de buitendelta's ten noorden van Rottumerplaat en Rottumeroog vergraven en wordt de Boschgat getijdegeul verbreed en verdiept. De benodigde waterdiepte is afhankelijk van het type materieel dat wordt ingezet. Er wordt hier materieel ingezet dat zich voortbeweegt met ankers. Hiervoor is een waterdiepte van LAT -6 m vereist. Voor de toegang van het materieel langs de route worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De afmetingen van de toegangsecul die nodig is voor het schip zijn als volgt: een bodemhoogte van LAT -6 m over een breedte van 60 m, met een talud van 1:7. Hieruit volgt een totaal baggervolume van circa 21 miljoen m³ (zonder aanzanding), hiervan komt circa 15 miljoen m³ uit de wadplaten en circa 6 miljoen m³ uit het Boschgat.

3.4.2 Onderbouwing voor route trechtering

Inleiding

De droogvallende platen, waar de route doorheen loopt, maken onderdeel uit van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Waddenzee (Natura 2000-gebied). Een kernopgave van dit gebied is: "behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, platen en kwelders (of schorren) en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen" [Ref. 3]. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor het habitatype slik- en zandplaten, getijdengebied (H1140 subtype A) in Nederland. Wat de kwaliteit betreft is enerzijds het behoud van de morfologische variatie van belang (de afwisseling tussen platen met een verschillende hoogteligging, mate van dynamiek en sedimentsamenstelling) en anderzijds de overgangen daartussen en de overgangen naar diepere geulen [Ref. 2]. De route gaat ook door gesloten gebieden, zie de paragraaf ecologie en bijlage 1.

Afbeelding 3-7 V – Boschgat route (V) in het Vogel- en Habitatrichtlijngebied (lichtgroen) dat onderdeel uitmaakt van het Natura 2000-gebied Waddenzee

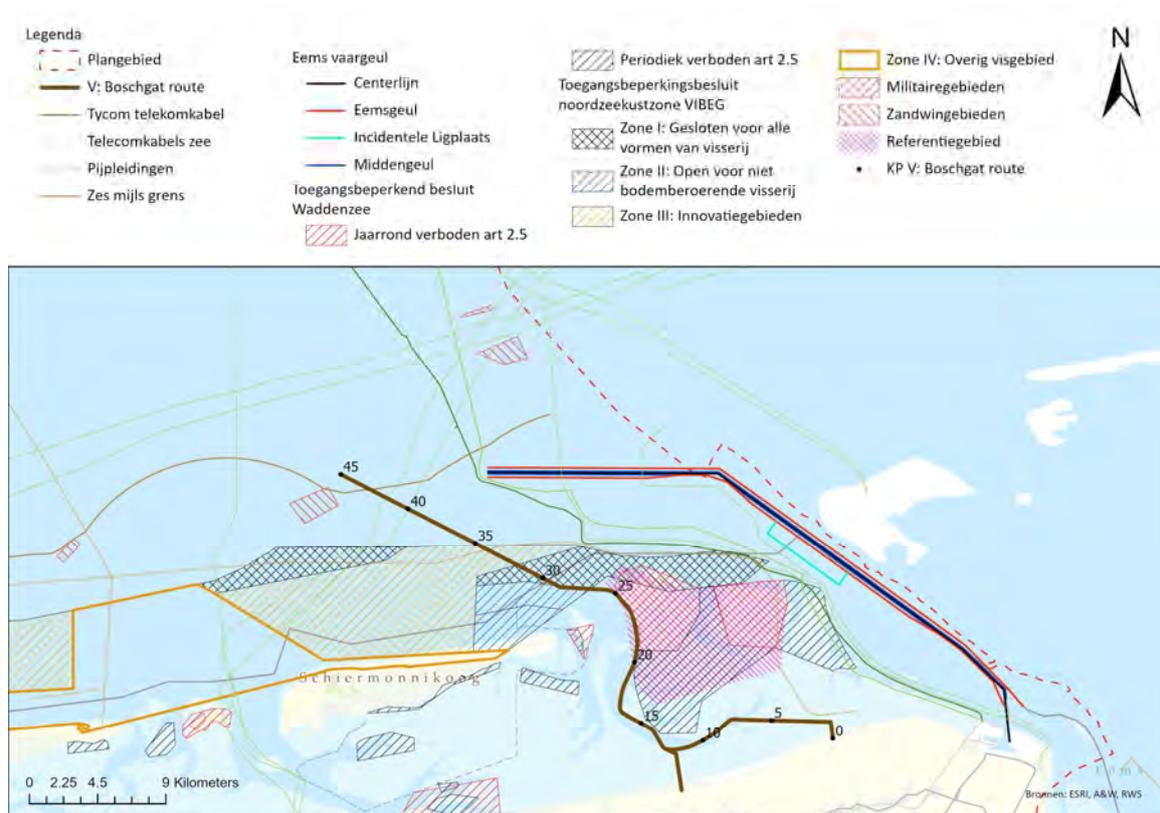


Ecologie

Waddenzee

Kenmerken. Route V gaat in de Waddenzee vlak langs het periodiek gesloten gebied Sparregat-Horsborngat en het permanent gesloten gebied Rottumerplaat (artikel 2.5, zie Afbeelding 3.8). Dit gebied bestaat uit droogvallende platen (habitatype H1140), geulen en kreken.

Afbeelding 3.8 Routeontwerp leiding, V - Boschgat route



Waarde. Het permanent gesloten gebied Rottumerplaat is een belangrijk broed-, rust- en foerageergebied voor vogels, met hoogwatervluchtplaatsen. Voor habitattype H1140 geldt een behoudsdoelstelling voor het oppervlakte en een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit. Typische soorten die op dit habitattype voorkomen zijn mossel, zeegras en diverse worm- en vissoorten.

Effecten leiding. Bij de aanleg van een leiding vindt significante vernietiging plaats habitattype H1140 en de bodemdieren, schelpdierbanken en zeegrasvelden die zich daar bevinden. Daarnaast treedt er een toename op van de troebelheid. Ook vindt er verstoring plaats van vogels.

Consequenties.

- Het oppervlak en de kwaliteit van habitattype H1140 nemen door het geheel aan versturende factoren af, waardoor de instandhoudingsdoelstelling (behoud oppervlak en verbetering kwaliteit) niet wordt bereikt. Significante effecten op habitattype H1140 door aanleg van de leiding kunnen niet worden uitgesloten.
- In het MER van Ten Noorden van de Wadden is aangegeven dat de aanlegwerkzaamheden van Vierverlaten oost bij Rottumeroog (vergelijkbaar met route V) leiden tot grote omvang en duur van vertroebeling die leidt tot negatieve effecten op de kwaliteit van habitattypen H1110 en H1140 en op schelpdieren, die de basis van de voedselketen vormen in de Waddenzee. In het kader van instandhoudingsdoelstellingen voor deze habitattypen, die gericht zijn op verbetering van de kwaliteit kunnen significante effecten voor deze route niet worden uitgesloten. Het volume dat voor route V moet worden gebaggerd is groter dan dat voor Vierverlaten oost. Dat betekent dat significante effecten van route V op H1110 en H1140 zeker niet kunnen worden uitgesloten.
- Door de grootschalige vernietiging van habitattype H1140 door de toename van de troebelheid (zie vorige bullets) door de aanleg van de leiding zal de voedselbeschikbaarheid voor vogels afnemen. Significante effecten door de aanleg van de leiding op vogelsoorten kunnen niet worden uitgesloten.

Mitigatie. Het is niet de verwachting dat bovengenoemde significante effecten voldoende gemitigeerd kunnen worden en negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Er zijn geen aanlegtechnieken voorhanden met minder effecten, natuurwaarden kunnen in de meeste gevallen niet vermeden worden en er zal niet geheel buiten de gevoelige periodes gewerkt kunnen worden omdat het aantal soorten dat het gebied gebruikt zeer groot is.

ADC-toets. Wanneer significante effecten niet kunnen worden uitgesloten en mitigatie niet mogelijk is dient een ADC-toets te worden doorlopen. Er zijn meerdere routes nodig om alle leidingen aan te kunnen leggen, het is dus niet waarschijnlijk dat er alternatieve routes met minder effecten beschikbaar zijn. Compensatie van de significant negatieve effecten is alleen mogelijk als de algehele samenhang van Natura 2000 volledig hersteld wordt¹. Dat betekent dat de ruimtelijke samenhang van de geulen en platen dient te worden hersteld, het verloren oppervlak aan H1140 moet worden gecompenseerd en de kwaliteit van H1140 moet worden hersteld. Een groot deel van de effecten wordt veroorzaakt door verstoring, ook dit effect moet worden gecompenseerd. Compensatie van de effecten wordt niet mogelijk geacht omdat:

- De ruimtelijke samenhang tussen platen en geulen kan niet kunstmatig worden terug gebracht op deze locatie omdat de geul die wordt gegraven voor de aanleg van een leiding zodanig groot is dat het sediment zich anders zal gedragen en het gebied morfologisch gezien er anders uit zal zien.
- Dat betekent ook dat het vernietigde oppervlak van H1140 niet kan worden terug gebracht en dat de kwaliteit (die is afgenomen door een verhoogde vertroebeling) niet kan worden hersteld. Het is ook niet mogelijk om dit op een andere locatie in de Waddenzee te doen omdat deze geheel uit beschermde habitattypen bestaat waarvoor al een doelstelling geldt. Buiten de Waddenzee is het niet mogelijk om hetzelfde habitat te creëren vanwege de afwezigheid van de benodigde hydromorfologische omstandigheden.

Conclusie

Significant negatieve effecten door de aanleg leidingen kunnen niet worden uitgesloten. Mitigatie en compensatie van de effecten zijn in de Waddenzee niet volledig mogelijk. De route wordt daarom niet vergunbaar geacht voor zowel de kabel als de leiding en niet verder onderzocht in dit Programma.

¹ https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/NL_art_6_guide_jun_2019.pdf

4

CONCLUSIE

Onderstaande tabel toont een overzicht met routes die niet worden opgenomen in Baseline 2 en daarmee niet worden meegenomen in de effectenstudies.

Tabel 4.1 Overzicht van routes die niet worden opgenomen in Baseline 2

kabels/leidingen	getrechterde routes	Toelichting op morfologische en ecologische effecten
Leidingen Kabels	I - Meeuwenstaart route	te verwachten <u>morfologische en ecologische effecten</u> veroorzaakt door de doorgraving van de Meeuwenstaart
Leidingen Kabels	III - Horsborngat route	te verwachten <u>ecologische effecten</u> veroorzaakt door vernietiging van H1140 en verstoring van vogels en zeehonden
Leidingen Kabels	IV- Geul Rottums route	te verwachten <u>ecologische effecten</u> veroorzaakt door vernietiging van H1140 en verstoring van vogels en zeehonden
Leidingen	V - Boschgat route	te verwachten <u>ecologische effecten</u> veroorzaakt door vernietiging van H1140 en vertroebelingseffecten die worden veroorzaakt door baggerwerkzaamheden in het Boschgat

5

REFERENTIES

- 1 Arcadis (2013) Hydromorfologisch Eems-Dollard estuarium. Achtergrondstudie t.b.v. MER Vaarweg Eemshaven. 077141772:D - Definitief, B02047.000031.0100.
- 2 Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2008) Definitief Aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Waddenzee. DRZO/2008-001.
- 3 Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2006), Natura 2000 Doelendocument, juni 2006, versie 1.1.
- 4 Witteveen+Bos (2020) Milieueffectenrapportage Net op zee Ten noorden van de Waddeneilanden. 22 mei 2020.

BIJLAGE

Nr.	Gebied	Beschermin- gsegime	Route			Gesloten periode	Restricties	Functie	Soortgroep
			III	IV	V				
1	Rottum oost - Zone 1	VIBEG- gebied	X	X		permanent	Gesloten voor alle vormen van visserij.	<ul style="list-style-type: none"> • rustgebied • foerageer- gebied 	<ul style="list-style-type: none"> • vogels • vogels, zeezoog- dieren
2	Schiermonnik oog - Zone 2	VIBEG- gebied			X	permanent	Gesloten voor bodemberoeren de visserij. Open voor andere vormen van visserij.	<ul style="list-style-type: none"> • rustgebied • foerageer- gebied 	<ul style="list-style-type: none"> • vogels • vogels, zeezoog- dieren
3	Schiermonnik oog - Zone 3	VIBEG- gebied	X	X		permanent	Gesloten voor bodemberoeren de visserij. Open voor het testen van innovatieve technieken.	<ul style="list-style-type: none"> • rustgebied • foerageer- gebied 	<ul style="list-style-type: none"> • vogels • vogels, zeezoog- dieren
4	Rottumeroog	Wnb Artikel 2.5	X	X		permanent*	Gesloten voor alle activiteiten	<ul style="list-style-type: none"> • hoogwater vlucht- plaatsen • broed- gebied • foerageer- gebied • rustgebied 	<ul style="list-style-type: none"> • vogels
5	Rottumerplaat	Wnb Artikel 2.5		X	X	permanent*	Gesloten voor alle activiteiten	<ul style="list-style-type: none"> • rustgebied • foerageer- gebied • broed- gebied • pupperiode 	<ul style="list-style-type: none"> • vogels
6	Boschwad- Schild	Wnb Artikel 2.5		X	X	15 mei – 1 september*	Gesloten voor alle activiteiten	<ul style="list-style-type: none"> • verharings- periode • foerageer- gebied • pupperiode 	<ul style="list-style-type: none"> • gewone zeehond • vogels, zeezoog- dieren • gewone zeehond
7	Sparregat- Hors- bornzand	Wnb Artikel 2.5	X			15 mei – 1 september*	Gesloten voor alle activiteiten.	<ul style="list-style-type: none"> • verharings- periode • foerageer- gebied 	<ul style="list-style-type: none"> • gewone zeehond • vogels, zeezoog- dieren



**BIJLAGE: GEBIEDSANALYSE EN ALTERNATIEVENONTWIKKELING ONSHORE
WATERSTOFROUTES**



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore
waterstofroutes

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

24 OKTOBER 2023

Project
Opdrachtgever
Titel
Organisatie
Werkpakket
Onderdeel
Soort
Discipline
Status
Voortgangpercentage
Projectnummer
Document Referentie
Datum

Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Gebiedsanalyse en alternatievenontwikkeling onshore waterstofroutes
WBO - Witteveen+Bos
4.4 Notitie Routeontwerp
LAN - Land
RP - Report
MR - MER
S0 - WIP
90%
BI9148
BI9148-WBO-4.4-LAN-RP-MR-053627
24 oktober 2023

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1	AANLEIDING EN DOEL	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	6
1.3	Lijst met begrippen	7
2	PLANGEBIED	9
3	METHODE	11
3.1	Werkwijze ontwikkeling routes	11
3.2	Aannames routeontwikkeling	11
3.2.1	Aanlandingszones	12
3.2.2	Aansluitpunten	13
3.3	Ruimtebeslag projectonderdelen	15
3.4	Traceerprincipes routes	16
4	GEBIEDSANALYSE	17
4.1	Wonen en werken	17
4.2	Infrastructuur	18
4.3	Water	19
4.4	Natuur	20
4.5	Archeologie en aardkunde	21
4.6	Veiligheid	22
5	ROUTEONTWIKKELING	24
5.1	Omschrijving routes	24
5.1.1	Ameland Wantij	24
5.1.2	Zoutkamperlaag	26
5.1.3	Schiermonnikoog Wantij	27
5.1.4	Ten Westen van de Eemshaven	29
5.2	Stationslocaties	31
5.3	Samenvatting waterstofroutes	32

5.4	Onderzoeksgebied MER	33
6	AANLEGTECHNIEK VAN WATERSTOFROUTES	34
6.1	Uitgangspunten	34
6.2	Gestuurde boring per aanlandingszone	34
6.3	Ameland Wantij	35
6.4	Zoutkamperlaag	36
6.5	Schiermonnikoog Wantij	37
6.6	Ten westen van de Eemshaven	38
	Laatste pagina	39
	Bijlage(n)	Aantal pagina's

1

AANLEIDING EN DOEL

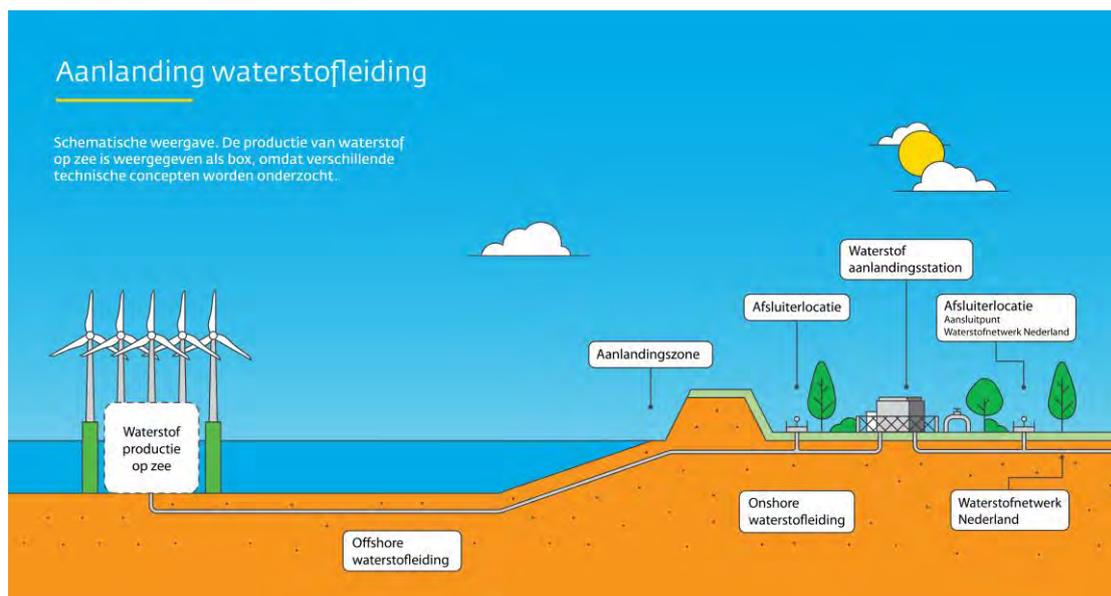
Voorliggend document is een bijlage van de notitie routeontwikkeling deel II en beschrijft de totstandkoming (en onderbouwing) van de waterstofroutes op land. Dit inleidende hoofdstuk (hoofdstuk 1) beschrijft de aanleiding en het doel van dit rapport. Hoofdstuk 2 beschrijft het plangebied waarbinnen naar de waterstofroutes is gezocht. Hoofdstuk 3 beschrijft de methode waarmee binnen het plangebied naar routes is gezocht. Hoofdstuk 4 beschrijft een gebiedsanalyse van het plangebied. Hoofdstuk 5 onderbouwt de routeontwikkeling en omschrijft de ontwikkelde waterstofroutes op basis van de methode in hoofdstuk 3 en de gebiedsanalyse van hoofdstuk 4. Ten slotte beschrijft hoofdstuk 6 de aanlegmethodes voor waterstofleidingen op land.

1.1 Aanleiding

Het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ) onderzoekt en prioriteert verschillende routes voor het transporteren van energie van windparken op zee naar aansluitpunten op land. Deze routes bestaan uit elektriciteitskabels en/of waterstofleidingen. Daarom wordt de aansluiting gezocht op het landelijke hoogspanningsnet en/of op het Waterstofnetwerk Nederland in Eemshaven.

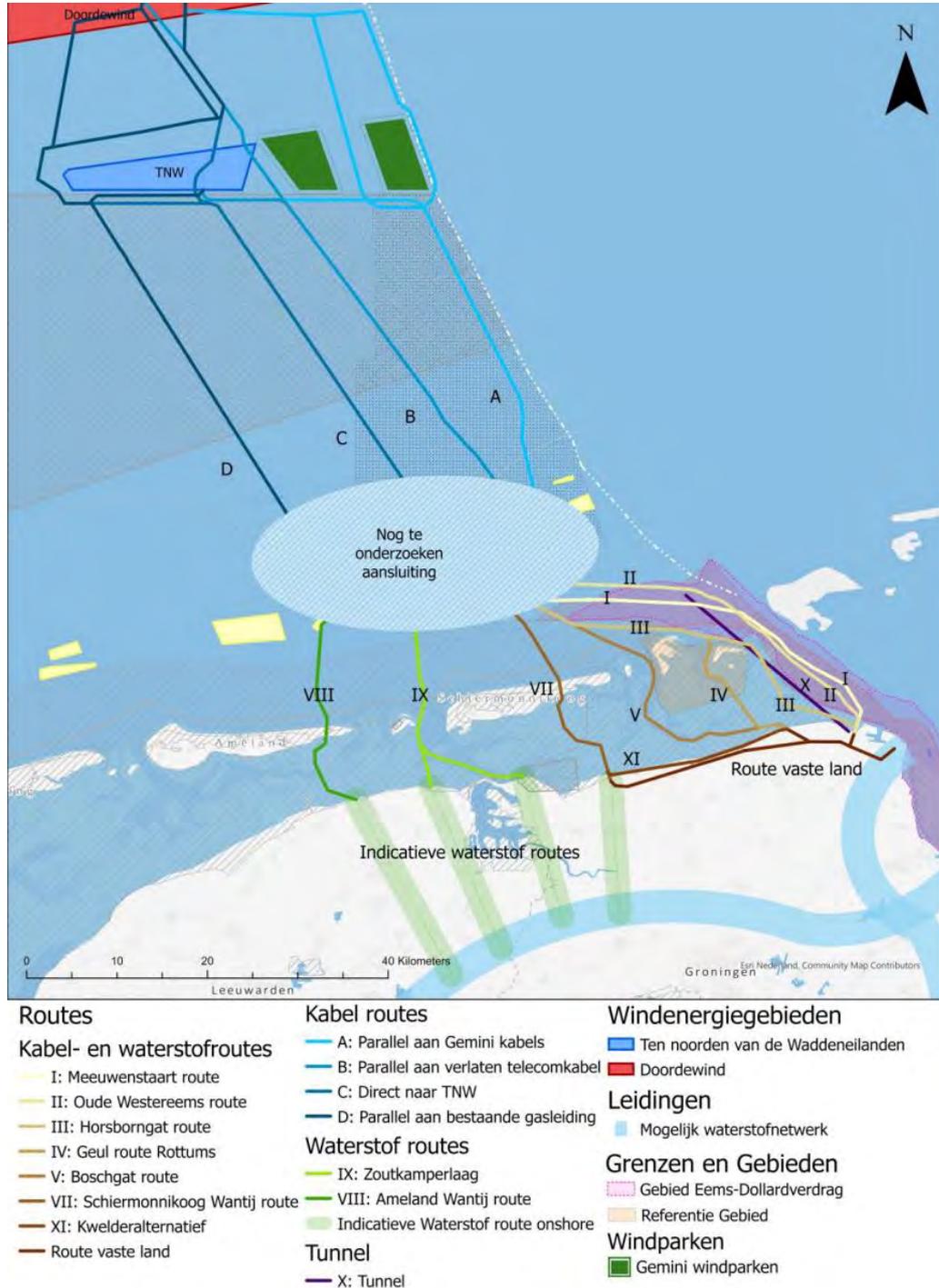
De waterstofleidingen lopen vanaf de windparken op zee tot aan het onshore Waterstofnetwerk Nederland. De offshore waterstofleidingen liggen tussen het platform op zee en de afsluiterlocatie. De onshore waterstofleiding beginnen op de afsluiterlocatie. De zone waar de offshore waterstofleidingen het land op komen is het aanlandingszone, zie onderstaande afbeelding.

Afbeelding 1.1 Schematisch overzicht onderdelen waterstofleidingen en bijbehorende infrastructuur



Afbeelding 1.2 toont verschillende kabel en leidingroutes zoals in de NRD ingetekend. Voor de waterstofleidingen op land zijn alleen 'groene vingers' ingetekend in de NRD. In dit document zijn deze groene waterstofroutes verder uitgewerkt.

Afbeelding 1.2 Routes uit de NRD van PAWOZ



1.2 Doel

Het doel van PAWOZ is om energie van windparken op zee aan te sluiten op het netwerk op land. Dit kan het hoogspanningsnetwerk van TenneT zijn (voor elektriciteit) of het Waterstofnetwerk Nederland van

Gasunie (voor waterstof). Voor deze aansluiting worden routes onderzocht waar voldoende fysieke- en milieuruimte is om kabels en/of leidingen aan te leggen. Deze routes lopen tussen de toekomstige windparken op zee, door het Waddengebied via de Waddenkust naar het landelijke hoogspanningsnet en/of het Waterstofnetwerk Nederland op het vasteland. De windparken TNW en Doordewind zijn volgens planning in 2031 operationeel. Dat betekent dat de aansluiting op het netwerk in 2031 gereed moet zijn. PAWOZ kijkt verder dan alleen deze windparken en onderzoekt ook aansluitingen op andere toekomstige windparken. PAWOZ resulteert in een programma waarin routes worden geprioriteerd. Deze prioritering is op basis van (milieu)informatie uit het milieueffectrapport (MER) en de Integrale Effectenanalyse (IEA). De routes die in het MER worden onderzocht zijn onderbouwd en uitgewerkt in de notitie routeontwikkeling. Deze notitie is een bijlage aan de notitie route ontwikkeling.

Het doel van voorliggend document is om de waterstofroutes op land verder uit te werken tot op hetzelfde detailniveau van offshore routes en onshore elektriciteitskabels. Daarmee ontstaan onderbouwde routes die met besluitvormers en bewoners gedeeld worden. Zij worden in de gelegenheid gesteld om vragen te stellen en met ideeën of alternatieve opties van (deel tracés) te komen. De onshore waterstofroutes worden samen met de andere routes onderzocht op verschillende thema's in het MER.

1.3 Lijst met begrippen

Tabel 1.1 bevat een lijst met termen die in dit document gebruikt worden.

Tabel 1.1 Lijst met begrippen

Term	Definitie
Aanlandingszone	Zone waar de kabels voor elektriciteitstransport en waterstofleidingen voor waterstoftransport op zee aan het vaste land komen en de (primaire) zeevering kruisen.
Aansluitpunt	Punt van een (bestaand) hoogspanningsstation of het Waterstofnetwerk Nederland waarop respectievelijk kabels voor elektriciteitstransport of waterstofleidingen worden aangesloten.
Afsluiterlocatie	Omheinde installaties waar bedienbare afsluiters zitten die de gasstroom in de ondergrondse leiding kunnen regelen.
Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
Route	Een mogelijke ligging voor de elektriciteitskabels en/of waterstofleidingen van het platform in een windenergiegebied naar een aansluitlocatie op het landelijk hoogspannings- en/of waterstofnetwerk.
Waterstof	Waterstof is een veelvoorkomend chemisch element. Waterstof is een energiedrager, dat betekent dat duurzaam opgewekte elektriciteit wordt omgezet naar waterstof in gasvorm. Dit kan opgeslagen en via leidingen getransporteerd worden, vergelijkbaar met aardgas. Waterstof heeft een belangrijke rol in de energietransitie en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld zware industrie, brandstof voor grote voertuigen of energieopslag.
Waterstof aanlandingsstation	Dit station bevat de noodzakelijke functies voor het invoeden van waterstof op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze functies zijn nog niet vastgesteld. Voorbeelden zijn het meten en eventueel regelen van

	de druk, meten van de kwaliteit van het waterstofgas en faciliteiten die nodig zijn om de leiding intern te kunnen inspecteren.
Waterstofleiding	Leidingen waarin waterstofgas kan worden getransporteerd. Dit kunnen hergebruikte leidingen zijn of nieuw aan te leggen leidingen.
Waterstofnetwerk Nederland	Het netwerk van waterstofleidingen door Nederland die ontwikkeld en beheerd worden door Gasunie dochter HyNetwork Services (HNS). Dit netwerk is nog in ontwikkeling en zal bestaan uit nieuw aan te leggen leidingen en het (her-)gebruik van bestaande leidingen. De waterstofleidingen van PAWOZ-Eemshaven sluiten aan op het noordelijke deel van dit te ontwikkelen netwerk (Waterstofnetwerk Groningen).

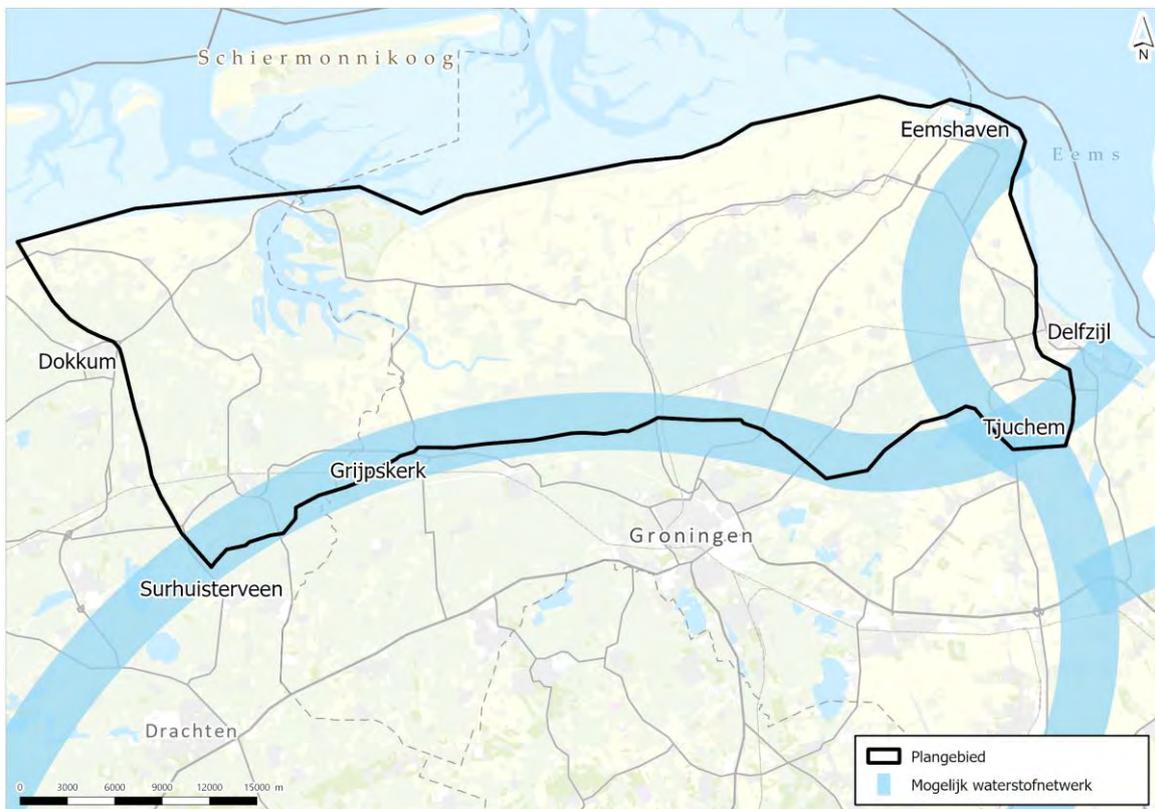
2

PLANGEBIED

Afbeelding 2.1 geeft het plangebied (het gebied waarbinnen naar oplossingen wordt gezocht) weer voor de onshore waterstofroutes voor PAWOZ. De blauwe stroken geven aan waar mogelijk het Waterstofnetwerk Nederland wordt ontwikkeld, waar de waterstofleidingen van PAWOZ op aansluiten. Als onderdeel van het Waterstofnetwerk Nederland wordt het [Waterstofnetwerk Groningen](#) gerealiseerd. Waterstofnetwerk Groningen komt tussen Eemshaven - Tjuchem - Delfzijl te liggen en voor 2031 operationeel. Afbeelding 2.1 laat vanaf de Eemshaven via Tjuchem naar het zuidwesten een mogelijk waterstofnetwerk zien. Deze route loopt naar het Noordzeekanaalgebied en verder. Dit heet de IJsselmeerroute. De IJsselmeerroute wordt na 2030 gerealiseerd. Voor PAWOZ is het uitgangspunt dat de IJsselmeerroute komt te liggen in de SVB-strook ([Structuurvisie Buisleidingen](#) - Dit is ruimte die de Rijksoverheid heeft gereserveerd voor buisleidingen om gevaarlijke stoffen te transporteren.).

Het plangebied voor PAWOZ wordt begrensd door de kust in het noorden en oosten tot aan Tjuchem en Delfzijl. Het plangebied loopt oostelijker dan de indicatieve blauwe stroken van het Waterstofnetwerk Groningen. Daarom wordt de kust tot aan Delfzijl gevolgd en ligt de grens tussen Delfzijl en Appingedam. Oostelijker is zodanig veel bebouwing van Delfzijl dat hier geen ruimte is voor de PAWOZ routes.

Afbeelding 2.1 Onshore plangebied voor PAWOZ waterstofroutes



Het zuiden van het plangebied loopt boven Groningen stad langs tot Surhuisterveen en ligt, met 500 m afstand, parallel aan de eerder genoemde SVB-strook. Het uitbreiden van het plangebied brengt de belemmeringen daar al in kaart. Bij Tjuchem liggen de bestaande buisleidingen van de SVB-strook noordelijker dan de indicatieve blauwe strook weergeeft (zie bijvoorbeeld afbeelding 5.2). Het plangebied wijkt hier af omdat de Waterstofnetwerk Nederland zeer waarschijnlijk niet zo zuidelijk komt te liggen. Vanaf Surhuisterveen loopt de grens van het plangebied richting het noorden. Deze blijft ten oosten van de woonkernen van Dokkum.

Het gebied ten westen van Dokkum is niet meegenomen om de volgende redenen:

- het Waterstofnetwerk Nederland buigt af naar het zuidwesten bij Burgum. Dit betekent dat de routes voor waterstofleidingen die in het noorden aanlanden relatief langer zijn dan de mogelijkheden verder naar het oosten. Dit wijkt af van het uitgangspunt van het volgen van een zo kort mogelijke route;
- in PAWOZ is de Eemshaven gekozen als uitgangspunt voor het aansluiten van de waterstofleidingen. Verder onderzoek ten westen van Dokkum gaat tegen deze beslissing in;
- het gebied ten zuiden en westen van Dokkum kent veel dorpen en lintbebouwing waardoor er meer interactie is met woningen. Tussen Damwâld en Rinsumageast kan op weinig locaties worden voldaan aan de benodigde ruimte voor de werkstrook van de waterstofleidingen. Om deze lintbebouwing te vermijden zou de route meer dan 3 km naar het westen moeten worden verplaatst;
- in het algemeen zijn er meer ruimtelijke belemmeringen aanwezig ten zuiden en westen van Dokkum vergeleken met het eerder onderzochte zoekgebied ten oosten van Dokkum, waardoor de waterstofroutes relatief complex zouden worden;
- in het midden van het gebied liggen een paar veen- en moerasgebieden die onder het Natuurnetwerk Nederland vallen. Deze kunnen niet vermeden worden waardoor hier een boring nodig zou zijn. Dit is een ingewikkeldere techniek en daarmee een duurder alternatief, waar wel andere alternatieven mogelijk zijn. Het Burgemer Mar en nabijgelegen natuurgebied in het zuiden beperken de mogelijkheden voor de route in dit onderdeel van het gebied;
- de routes ten westen van Dokkum lossen geen planologische belemmeringen op die de oostelijke routes hebben. De westelijke routes zijn langer, kruisen natuurgebieden over een langere afstand, lopen in drukker woongebied en gaan door grondwaterbeschermingsgebied. Daarnaast hebben ze geen duidelijke, positieve onderscheidende eigenschappen ten opzichte van de routes ten oosten van Dokkum.

3

METHODE

Leeswijzer hoofdstuk 3

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze en uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het ontwikkelen van de routes voor de onshore waterstofleidingen binnen het plangebied van het project PAWOZ. Paragraaf 3.1 beschrijft de werkwijze om routes te ontwikkelen. Paragraaf 3.2 beschrijft de aannames voor de routeontwikkeling en paragraaf 3.3 beschrijft het ruimtebeslag van de projectonderdelen. Paragraaf 3.4 somt de traceerprincipes van de routes op.

3.1 Werkwijze ontwikkeling routes

De waterstofroutes op land zijn tot stand gekomen in de volgende drie stappen:

- 1 het plangebied is begrensd door natuurlijke barrières (zoals de zee), bebouwde gebieden (Delfzijl, Groningen, Dokkum), de aanlandingszones en de verwachte locatie van het Waterstofnetwerk;
- 2 binnen het plangebied zijn relevante belemmeringen in kaart gebracht. Dit zijn belemmeringen voor zowel de waterstofleidingen als het waterstof aanlandingsstation. Voor deze gebiedsanalyse zijn veiligheidsaspecten, milieuaspecten, wonen en werken en bestaande infrastructuur meegenomen;
- 3 op basis van de belemmeringen, het ruimtebeslag, aannames en traceerprincipes zijn onderscheidende routes ontwikkeld. Deze routes zijn weergegeven met een strook van totaal 500 m breed. Deze 500 m brede strook biedt ruimte om te optimaliseren op basis van de bevindingen in het MER. Binnen deze 500 m worden de milieueffecten onderzocht om de routes te detailleren in het planMER.

Breedte van de routes

De voorgestelde waterstofroutes op land zijn 500 m breed weergegeven (250 m aan weerszijde). De routes worden in het MER onderzocht met deze breedte. De totstandkoming van deze breedte is toegelicht in hoofdstuk 17.3 in de NRO deel II. Op basis van de uitkomsten van het MER worden deze routes geoptimaliseerd. Het uitgangspunt is om zo dicht mogelijk tegen bestaande infrastructuur te bundelen. Mocht het nodig zijn vanuit het MER om hiervan af te wijken dan is de aanname dat 500 m voldoende ruimte om hierin te optimaliseren.

3.2 Aannames routeontwikkeling

Voor de routeontwikkeling op land gelden de volgende aannames:

- de onshore waterstofroutes liggen tussen de afsluiterlocatie en het Waterstofnetwerk Nederland (zie afbeelding 1.1);
- één route heeft maximaal 3 waterstofleidingen of maximaal drie routes hebben maximaal elk één waterstofleiding;
- wanneer op één route meerdere waterstofleidingen mogelijk blijken dan worden deze drie waterstofleidingen gefaseerd in tijd aangelegd;
- de onshore waterstofroutes sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland (tussen Grijpskerk en Tjuchem) of het Waterstofnetwerk Groningen (tussen Tjuchem en de Eemshaven);
- het Waterstofnetwerk Nederland komt in één van de blauwe stroken in afbeelding 3.1;
- het Waterstofnetwerk Nederland is gerealiseerd voordat PAWOZ daar leidingen op aansluit;

- het Waterstofnetwerk Nederland heeft capaciteit om maximaal 3 waterstofleidingen op aan te sluiten;
- de onshore waterstofleidingen kunnen overal op het Waterstofnetwerk Nederland aansluiten;
- het aansluitpunt op het Waterstofnetwerk Nederland wordt om deze reden niet meegenomen als mogelijke belemmering in de routeontwikkeling;
- in de routeontwikkeling is rekening gehouden met mogelijke locaties voor het waterstof aanlandingsstation;
- de afsluiterlocatie is voldoende klein dat deze niet maatgevend is voor de routeontwikkeling.

De ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland is een apart project en ligt daarmee buiten de scope van dit document.

3.2.1 Aanlandingszones

Deze notitie beschouwt alleen de waterstofroutes op land. De waterstofroutes op land zijn ontwikkeld op basis van de punten waartussen ze komen te liggen, namelijk de aanlandingszones en aansluitpunten. De aanlandingszones uit de NRD vormen de basis voor de waterstofroutes. Tabel 3.1 toont deze aanlandingszones (van west naar oost) met de bijbehorende offshore waterstofroutes. Het onderliggende document (de Notitie Routeontwikkeling) toont de routes die zijn afgevallen omdat ze niet uitvoerbaar en/of vergunbaar zijn.

Tabel 3.1 Overzicht van de aanlandingszones (van west naar oost) en bijbehorende offshore waterstofroutes

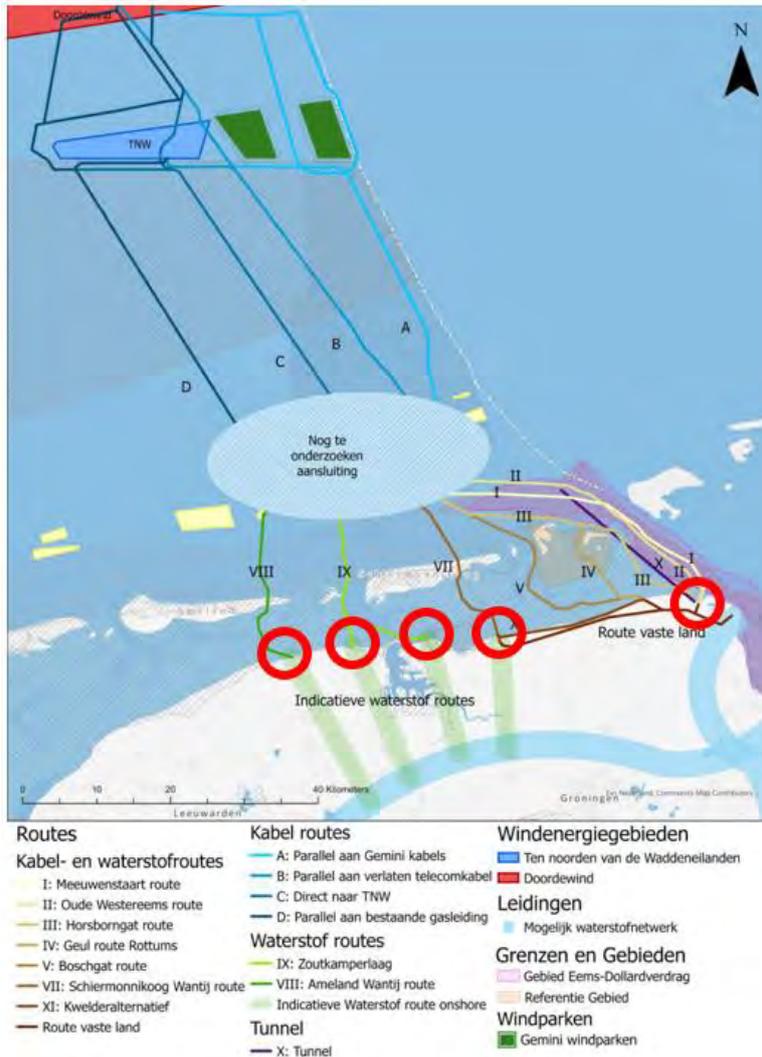
Aanlandingszone	Ligging nabij	Offshore waterstofroutes die aanlanden	
		Overgebleven	Getrechterd
Ameland Wantij	Ternaard	- VIII: Ameland Wantij route (alleen voor leidingen)	
Zoutkamperlaag	Moddergat of Hornhuizen	- IX: Zoutkamperlaag route (alleen voor leidingen)	
Schiermonnikoog Wantij	Broek	- VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabels én leidingen)	
Boschgat	Uithuizen		- IV: Geul Rottums route (kabels én leidingen); - V: Boschgat route (alleen voor leidingen); - XI: Dijkvariant B route (kabels én leidingen)
Ten Westen van de Eemshaven	Westpunt Eemshaven	- II: Oude Westereems route (kabels én leidingen)	- I: Meeuwenstaart route (kabel én leiding); - III: Horsborggat route (kabel én leiding)

Tabel 3.1 toont de offshore waterstofroutes die overgebleven zijn:

- de II: Oude Westereems route;
- de VII: Schiermonnikoog Wantij route;
- de VIII: Ameland Wantij route;
- de IX: Zoutkamperlaag route.

Afbeelding 3.1 toont de aanlandingszones van deze waterstofroutes die overgebleven zijn. Dit zijn de aanlandingszones voor de waterstofroutes op land die in deze notitie beschouwd zijn. De Boschgat aanlandingszone is afgevallen voor leidingen. Dit is niet het geval voor kabels, omdat de V: Boschgat route voor kabels niet getrechterd is. De aanlandingszones uit afbeelding 3.1 zijn de startpunten voor de ontwikkeling van de onshore waterstofroutes.

Afbeelding 3.1 Routes uit de NRD + (overgebleven) aanlandingszones voor de waterstofroutes (rode cirkels)



3.2.2 Aansluitpunten

De aansluitpunten op zowel het Waterstofnetwerk Nederland als het Waterstofnetwerk Groningen zijn onderzocht. Het grootschalig opwekken (> 100 MW) van waterstof op zee is [naar verwachting](#) pas mogelijk in de periode na 2031. Voordat waterstofproductie op zee grootschalig kan worden uitgerold, zijn er pilot- en demonstratieprojecten nodig om ervaringen op te doen in het gebruik van deze techniek. Om de toepassing van waterstof opwek op zee verder te ontwikkelen heeft de minister voor Klimaat en Energie besloten dat windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) een demonstratiekavel van circa 500MW voor wind op zee wordt. Dit heeft als doel om rond 2031 waterstof op zee te produceren en op land aan te sluiten. Het is mogelijk dat in de verdere toekomst andere windparken ook op het waterstofnetwerk aangesloten moeten worden. Het is zeker dat het Waterstofnetwerk Groningen tussen Eemshaven en Tjuchem gereed is voor 2031. Het is onzeker of het Waterstofnetwerk Nederland tussen Tjuchem en Grijpskerk tijdig voor TNW gereed is. De alternatievenontwikkeling van de onshore waterstofleidingen houdt rekening met de (on)zekerheden van de ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland en Waterstofnetwerk Groningen. Daarom worden de aansluitpunten op beide waterstofnetwerken onderzocht.

Afbeelding 3.2 laat de zoekgebieden zien waarbinnen Gasunie mogelijke aansluitpunten op het Waterstofnetwerk Nederland voorziet. Tabel 3.2 beschrijft de kenmerken van deze zoekgebieden.

Afbeelding 3.2 Mogelijke aansluitpunten waterstof Eemshaven



Tabel 3.2 Aansluitpunten Eemshaven

Alternatief voor aansluiting Eemshaven	Kenmerken
1. Startpunt Waterstofnetwerk	<p>Algemeen: In de bocht van de N33 is een afsluiterlocatie voorzien als startpunt van het Waterstofnetwerk Groningen. In principe is rekening gehouden dat mogelijke invoeders (zoals PAWOZ) daar kunnen worden aangesloten.</p> <p>PAWOZ specifiek: Deze optie vereist voor PAWOZ een nieuwe leiding met als eindpunt de afsluiterlocatie. Door hierop aan te sluiten wordt de infrastructuur gebundeld.</p>
2. Synergie met toekomstige ontwikkelingen	<p>Algemeen: In de Eemshaven zijn diverse waterstofprojecten in ontwikkeling, waaronder PAWOZ. Om alle waterstof optimaal te kunnen afvoeren richting het Waterstofnetwerk Groningen onderzoekt de Gasunie de mogelijkheden voor een Waterstofnetwerk Eemshaven. Dit waterstofnetwerk heeft als doel om de waterstof langs alle bedrijven gevestigd in de Eemshaven te transporteren zodat deze bedrijven hier eenvoudig op aan kunnen sluiten. Dit project doorloopt een apart proces en kent veel onzekerheden. In dit zoekgebied wordt ook nieuwe infrastructuur voorzien waarmee gebundeld kan worden. Vanwege de onzekerheden rond definitieve investeringsbeslissingen en exacte volumes waterstof is dit geen autonome ontwikkeling voor PAWOZ, maar een mogelijke toekomstige ontwikkeling. De aanname is dat hiervoor voor 2031 leiding infrastructuur gerealiseerd zal zijn.</p> <p>PAWOZ specifiek: De komende jaren zal moeten blijken of deze synergie optie technisch en ruimtelijk gerealiseerd kan worden vanuit PAWOZ. Het is wel van belang deze optie mee te nemen in de planMER voor PAWOZ, omdat een nieuwe leiding richting het Waterstofnetwerk Nederland mogelijk niet nodig is. Concreet kan voor PAWOZ een zoekgebied voor een waterstof aanlandingsstation/aansluitpunt ergens aan de (zuid)west zijde van de Eemshaven worden onderzocht. Over exacte leiding routes is momenteel nog geen concrete informatie.</p>
3. Nieuwe waterstof stationslocatie	<p>Algemeen: Mochten optie 1 en 2 niet gerealiseerd kunnen worden, kan gekeken worden naar het realiseren van een nieuw aansluitpunt (d.m.v. een afsluiterstation) langs de N33 nabij Nooitgedacht. Zoekgebied 3 ligt op het Waterstofnetwerk Groningen, zuidelijk van de Eemshaven en Oostpolder. Dit zoekgebied is ontwikkeld omdat deze dicht tegen de industrie van de Eemshaven ligt, maar beperkt</p>

Alternatief voor aansluiting Eemshaven	Kenmerken
	<p>conflicten heeft met de andere initiatieven die in en rondom de Eemshaven lopen. Indien een bundeling met bestaande infrastructuur in de Eemshaven onmogelijk blijkt, dan is deze optie ook onderzocht.</p> <p>PAWOZ specifiek: Voor PAWOZ betekent dit een nieuwe leiding naar dit aansluitpunt op het Waterstofnetwerk Nederland. Dit is momenteel een open veld, waarbij aangenomen wordt dat een afsluiterstation tijdig gerealiseerd kan worden.</p>

3.3 Ruimtebeslag projectonderdelen

De routes voor het waterstofnetwerk op land bestaan uit vier projectonderdelen: een waterstofleiding, een aanlandingszone, een waterstof aanlandingsstation en een aansluitpunt. Het ruimtebeslag van elk projectonderdeel is hieronder beschreven:

- **waterstofleiding:**
 - bij de aanleg van een waterstofleiding wordt een werkstrook van 40 m aangehouden. In deze werkstrook ligt de waterstofleiding, is ruimte voor een rijbaan, de opslag van buizen en de opslag van teelaarde. We onderzoeken een maximum van 3 waterstofleidingen. De afstanden tussen waterstofleidingen is 7 m hart-op-hart, daarom is het ruimtebeslag van de werkstrook 55 m;
- **aanlandingszone:**
 - de aanlandingszone heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m. Door deze beperkte oppervlakte heeft dit geen effect op de routeontwikkeling;
 - de aanlandingszone ligt bij de dijk waar de waterstofleiding van zee, het land op gaat. Hierdoor kan het deel op zee afgesloten worden van het deel op land;
 - bij de aanlandingszone bevindt zich een afsluiterlocatie;
- **waterstof aanlandingsstation:**
 - het waterstof aanlandingsstation heeft een oppervlakte van 2 hectare;
 - de locatie van dit station ligt tussen de aanlandingszone en het aansluitpunt, de locatie kan gecombineerd worden met één van de andere projectonderdelen;
 - deze aanlandingszone wordt, indien mogelijk, gekoppeld aan een bestaande mijnbouwlocatie. Deze koppeling biedt kansen voor het landschappelijk inpassen van een waterstof aanlandingsstation bij bestaande infrastructuur. De bestaande mijnbouwlocaties liggen langs de bestaande leidingen. Bundelen met bestaande infrastructuur is één van de uitgangspunten voor routeontwikkeling. Hiervoor wordt onderzocht of er mogelijkheden zijn om dit te koppelen aan bestaande mijnbouwlocaties van bijvoorbeeld Gasunie, van NAM, of NGT;
 - voor het ruimtebeslag dat het waterstof aanlandingsstation inneemt is uitgegaan van een waterstof aanlandingsstation waar geen compressorstation nodig is. De aanname is dat de compressie op zee plaatsvindt en dat de gaskwaliteit offshore en onshore vergelijkbaar is;
- **aansluitpunt:**
 - het aansluitpunt heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m;
 - bij het aansluitpunt bevindt zich een afsluiterlocatie;
 - de afsluiterlocatie ligt bij de aansluiting aan het Waterstofnetwerk Nederland en/of het Waterstofnetwerk Groningen.

Afsluiterlocatie

Voor elke route zijn 2 afsluiterlocaties nodig. Eén bij de aanlandingszone en één bij het aansluitpunt. Voor de afsluiterlocatie bij de aanlandingszone worden geen alternatieven ontwikkeld, omdat de aanlandingszones vaststaan. De exacte ligging van het Waterstofnetwerk Nederland is ook onzeker. De omvang van de afsluiterlocatie (20 bij 20 m) is beperkt en daarom is de verwachting dat dit station overal planologisch mogelijk is. De 3 aansluitpunten liggen bij bestaande infrastructuur.

Waterstof aanlandingsstation

Naast de 2 afsluiterlocaties is ook één waterstof aanlandingsstation nodig. Deze kan gebundeld worden met de afsluiterlocaties of daartussenin liggen. Het waterstof aanlandingsstation is ongeveer 2 hectare. Alle aanlandingszones bevinden zich in agrarisch gebied met relatief weinig woningen. Voor alle aanlandingszones geldt dat er meer dan 2 hectare aan land is om een potentieel waterstof aanlandstation te bouwen. Bij aanlanding nabij de Eemshaven moet wel rekening worden gehouden met de bestaande windmolens in het gebied. Het voordeel van het combineren van de afsluiterlocatie en het waterstof aanlandstation is dat voor beiden slechts één locatie moet worden onderzocht en waterstofinfrastructuur wordt gebundeld.

De tweede mogelijkheid is het zoeken naar locaties langs de routes van de waterstofleiding. De waterstofleidingen worden zoveel als mogelijk gebundeld met bestaande infrastructuur, waaronder bestaande buisleidingen. Daarom liggen de routes langs bestaande mijnbouwlocaties. De voorkeur is om het waterstof aanlandingsstation te bundelen met bestaande mijnbouwlocaties.

3.4 Traceerprincipes routes

Naast het ruimtebeslag van de projectonderdelen zijn de volgende uitgangspunten leidend voor de ontwikkeling van de routes:

- de routes zijn technisch haalbaar en uitvoerbaar;
- de routes zijn zo kort mogelijk, omdat dit gunstig is vanuit milieu, energetisch en economisch perspectief;
- de routes bevatten zo min mogelijk bochten;
- waar mogelijk worden de routes gebundeld met bestaande (ondergrondse) infrastructuur, zoals aanwezige hogedruk aardgasleidingen van Gasunie, hoofdwaterleidingen, en (provinciale) wegen. Hierdoor wordt het ruimtebeslag zoveel mogelijk beperkt;
 - door bundeling langs bestaande buisleidingen liggen de routes ook langs bestaande mijnbouwlocaties van bijvoorbeeld Gasunie, de NAM of NGT-locaties. Deze bieden mogelijk koppelkansen voor een waterstof aanlandingsstation;
- de routes vermijden zoveel mogelijk beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden, Natuurnetwerk Nederland);
- de routes vermijden zoveel mogelijk waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden, boringvrije zones en waterkeringen;
- de routes vermijden zoveel mogelijk steden, dorpen en woningen;
- de routes vermijden zoveel mogelijk locaties met een extern veiligheidsrisico zoals Seveso-bedrijven¹ en windmolens;
- de routes vermijden zoveel mogelijk effecten op milieuaspecten zoals archeologie en cultuurhistorie en aardkundig waardevolle gebieden;
- de routes kruisen rijkswegen, provinciale wegen en spoorwegen zo veel mogelijk haaks.

¹ Betreft bedrijven die met veel gevaarlijke stoffen werken.

4

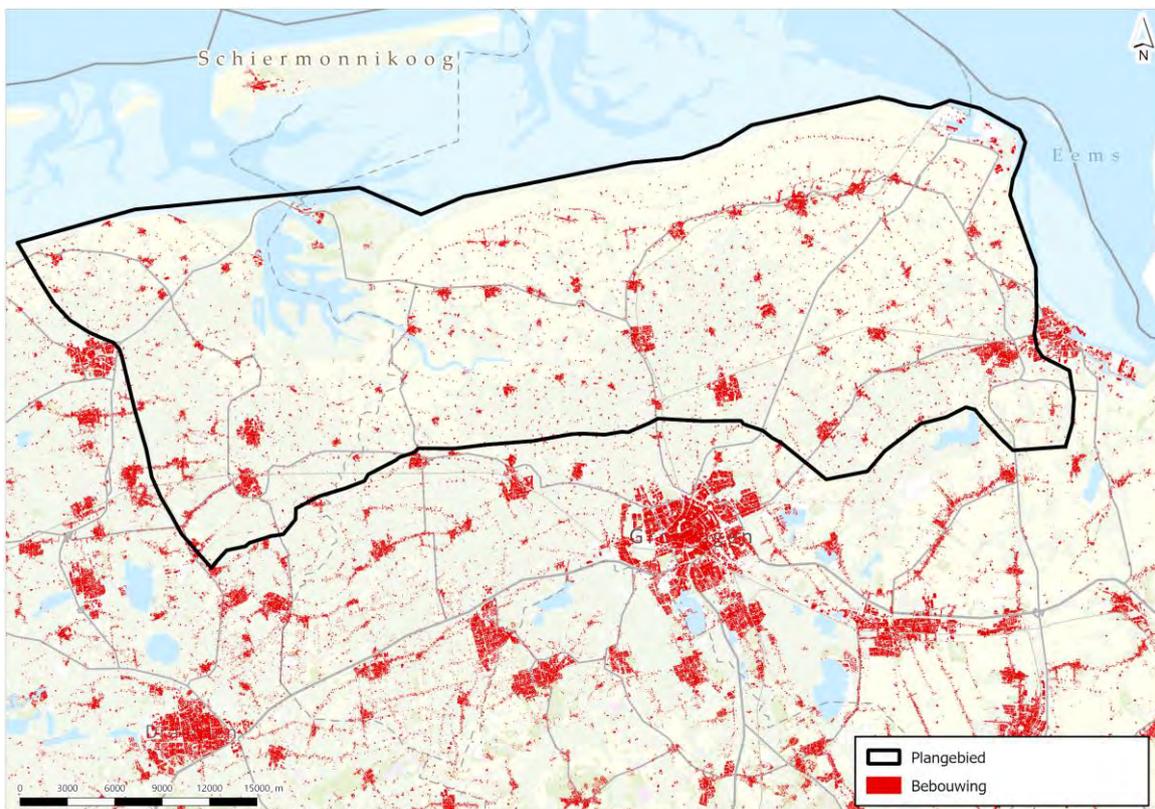
GEBIEDSANALYSE

Dit hoofdstuk beschrijft de potentiële belemmeringen per thema waar rekening mee wordt gehouden. De beschouwde thema's zijn wonen en werken, infrastructuur, water, natuur, archeologie en aardkunde, en veiligheid. Deze gebiedsanalyse geeft inzicht in de belemmeringen voor de ontwikkeling van waterstofroutes op land.

4.1 Wonen en werken

Afbeelding 4.1 geeft de bebouwing aan in het plangebied van de onshore waterstofroutes voor PAWOZ. Onder bebouwing vallen alle woningen, bedrijven en overige panden. De bebouwing in het plangebied wordt gekarakteriseerd door verspreide bewoningskernen met sporadische bebouwing daartussen. In enkele gebieden is lintbebouwing aanwezig, waar beperkt ruimte is voor eventuele waterstofroutes. In de meeste gebieden ligt de bebouwing echter ver genoeg uit elkaar om voldoende ruimte en keuze te bieden voor het leggen van waterstofroutes. Het open landschap binnen het plangebied zorgt ervoor dat bebouwing geen maatgevende belemmering zal vormen in de routeontwikkeling. Wel dient de bebouwing vermeden te worden.

Afbeelding 4.1 Bebouwing



In het plangebied ligt tussen de bebouwing veel agrarische grond. Voor de aanleg van nieuwe waterstofleidingen kennen deze gebieden minder beperkingen. Om de effecten op agrarische gronden te minimaliseren wordt de bundeling met bestaande infrastructuur opgezocht. Waar mogelijk wordt een nieuwe buisleiding dus langs bestaande buisleidingen geplaatst, zie uitgangspunten paragraaf 3.4. In de vervolgfase wordt zoveel mogelijk langs perceelgrenzen getraceerd. Dit zorgt ervoor dat de agrarische percelen in de aanlegfase zoveel als mogelijk worden ontzien en in bedrijf kunnen blijven. Wanneer in PAWOZ de specifieke routes zijn vastgesteld door bevoegd gezag, provincie en gemeente worden de effecten van inklinking, verzilting en op agrarische waarden onderzocht in het MER. Dit vormt input voor de uiteindelijke prioritering in het programma. De procesuitleg is opgenomen in de notitie routeontwikkeling.

4.2 Infrastructuur

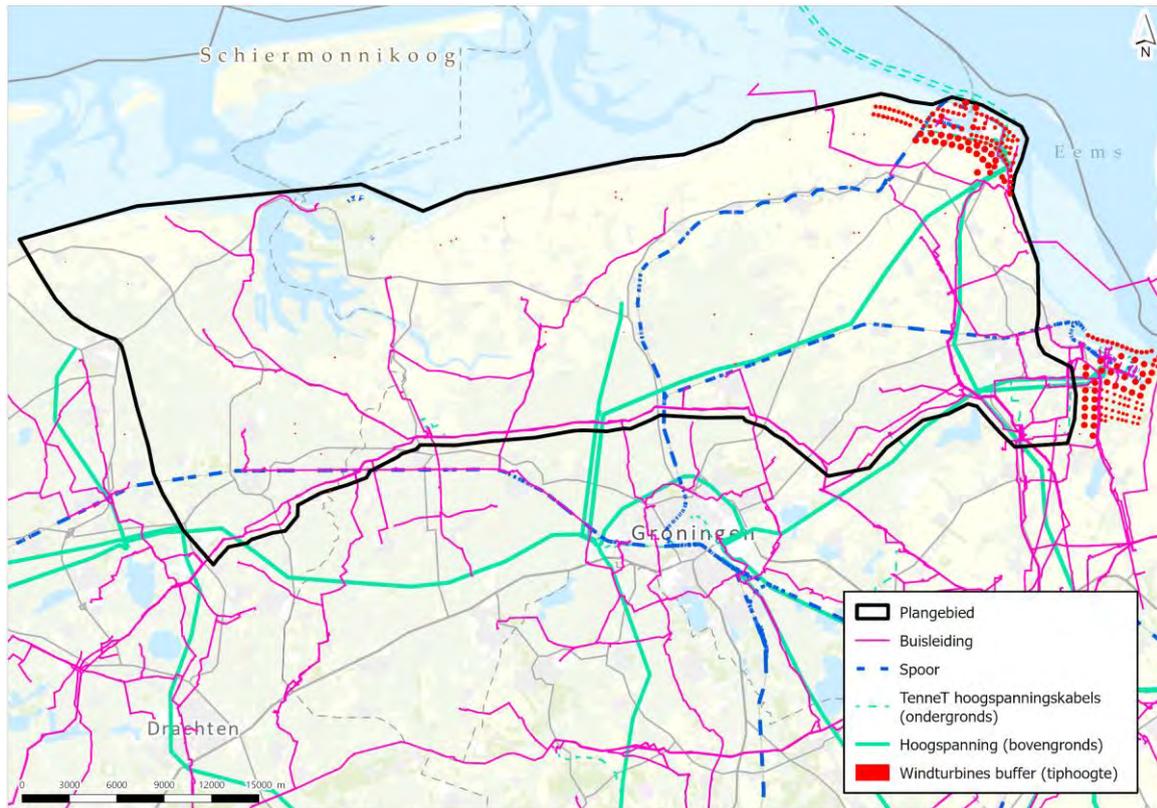
Afbeelding 4.2 toont het wegennet in het plangebied van de onshore route voor PAWOZ. In het plangebied zijn geen snelwegen, maar er liggen wel een aantal provinciale autowegen die gekruist moeten worden.

Afbeelding 4.2 Wegen



Afbeelding 4.3 toont overige infrastructuur, zoals hoogspanningsinfrastructuur, leidingen met gevaarlijke inhoud, spoor en windturbines. Er liggen meerdere leidingen met gevaarlijke inhoud in het plangebied, met name in de omgeving van Tjuchem. Een belangrijk uitgangspunt voor het maken van routes is de bundeling met lijninfrastructuur en leidingen. Het kruisen van wegen, kabels en leidingen kan met andere technieken, zoals een gestuurde boring. In Friesland en Groningen zijn relatief veel windturbines, weergegeven met de paarse punten in afbeelding 4.3.

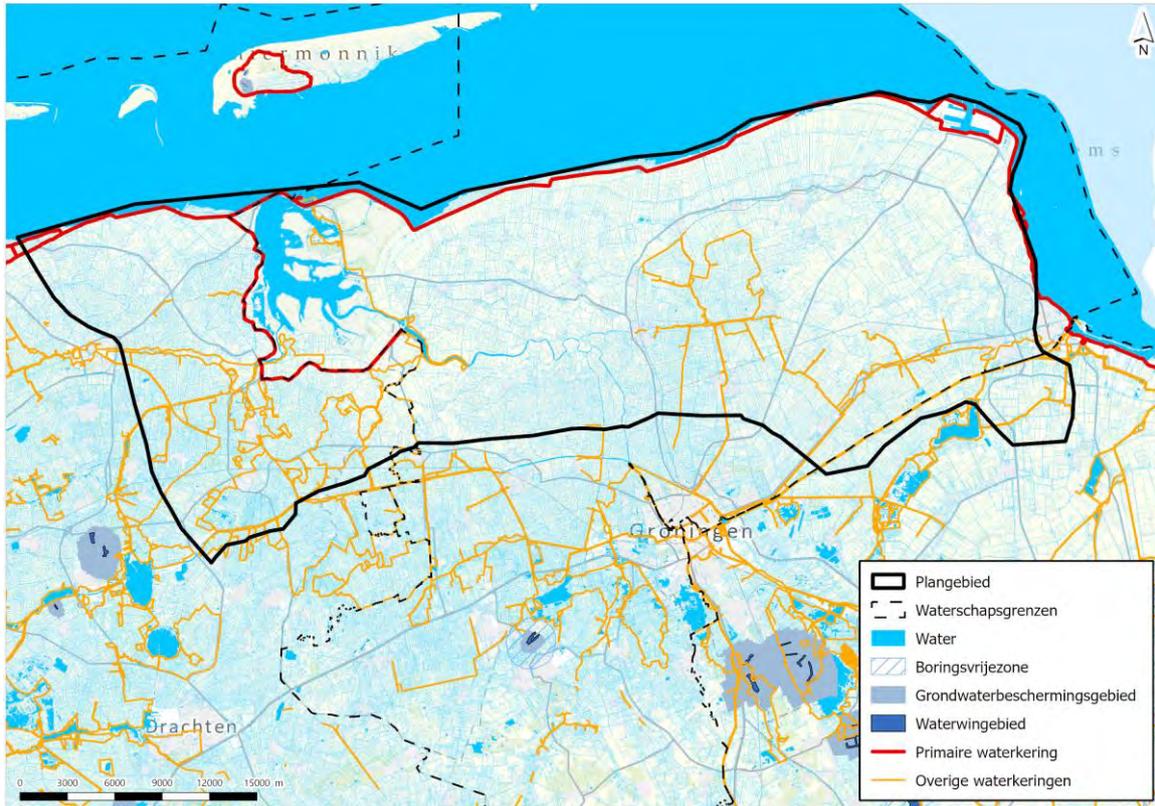
Afbeelding 4.3 Overige infrastructuur



4.3 Water

Afbeelding 4.4 geeft data voor het thema water weer in het plangebied van de onshore route voor PAWOZ. Het thema water beschouwt grote wateren, waterlopen, grondwaterbeschermingsgebieden en waterkeringen. In het plangebied liggen geen grondwaterbeschermingsgebieden en waterbergingsgebieden. In het gebied zijn meerdere primaire en overige waterkeringen aanwezig die mogelijk gekruist moeten worden. In het zuiden van het plangebied zijn relatief meer waterlopen aanwezig. Het door landbouw gedomineerde onderdeel van het plangebied in het noorden heeft een lagere concentratie aan waterlopen en deze zijn vaak ook rechter en samenhangend. Het beheer van de grotere wateren en de waterkeringen valt voornamelijk onder twee verschillende waterschappen; Wetterskip Fryslân en waterschap Noorderzijlvest. Water is geen maatgevend thema voor de routeontwikkeling op dit detailniveau. Bij nadere uitwerking van de aanlegmethodes van de routes zal onderzocht worden waar met open ontgraving aangelegd kan worden en waar met gestuurde boring. De effecten op grondwater wordt onderzocht in het MER binnen de corridors, zie hiervoor de Notitie Routeontwikkeling deel II.

Afbeelding 4.4 Water



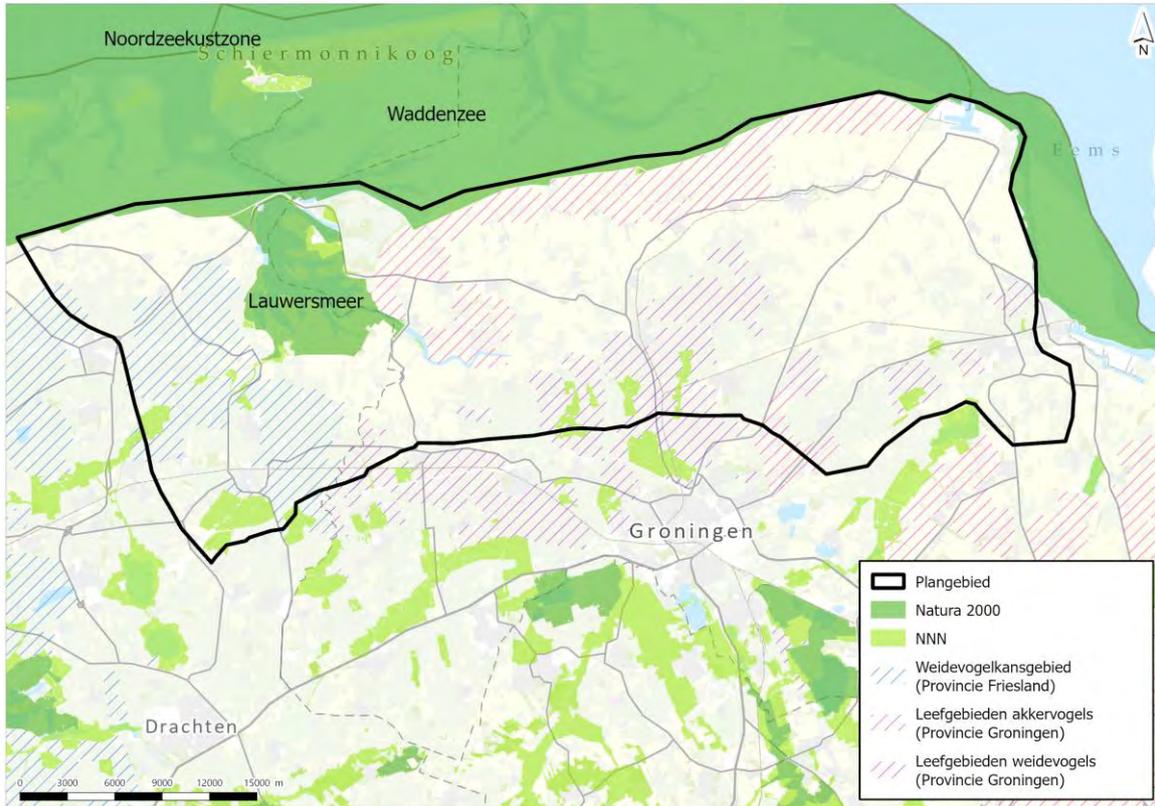
4.4 Natuur

Afbeelding 4.5 geeft de belangrijke natuurgebieden aan in het plangebied. De Natura 2000-gebieden in het plangebied zijn de Waddenzee en Lauwersmeer. De waterstofroutes op land beginnen bij de afsluiterlocatie. Deze bevindt zich altijd achter de dijk. Alle routes zoeken dan naar aansluiting op het Waterstofnetwerk, welke landinwaarts ligt. Daarom lopen de waterstofroutes op land niet door het Natura 2000-gebied de Waddenzee. Lauwersmeer heeft twee kleine aftakkingen in het zuidoosten en zuidwesten die gekruist worden door bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud. Deze bestaande buisleidingen lopen door Natura 2000-gebied. Het uitgangspunt is bundelen met bestaande infrastructuur (zie paragraaf 3.4).

Naast de beschermde Natura 2000-gebieden bevinden zich in het plangebied ook Natuurnetwerk Nederland (NNN)-gebieden. In het plangebied zijn NNN-gebieden vooral in het zuidelijke deel van het plangebied aanwezig. De natuurgebieden kunnen gekruist worden met een boring, waardoor de effecten beperkt zijn. De leidingen liggen allemaal ondergronds.

Het open, overwegend agrarische landschap dat het plangebied domineert is aantrekkelijk voor weidevogels of akkervogels. Daarom toont afbeelding 4.5 waar deze vogels leven. In het MER en bij de aanleg van de route wordt rekening gehouden met beschermde soorten. Natuur is een belemmering voor de ontwikkeling van onshore waterstofroutes.

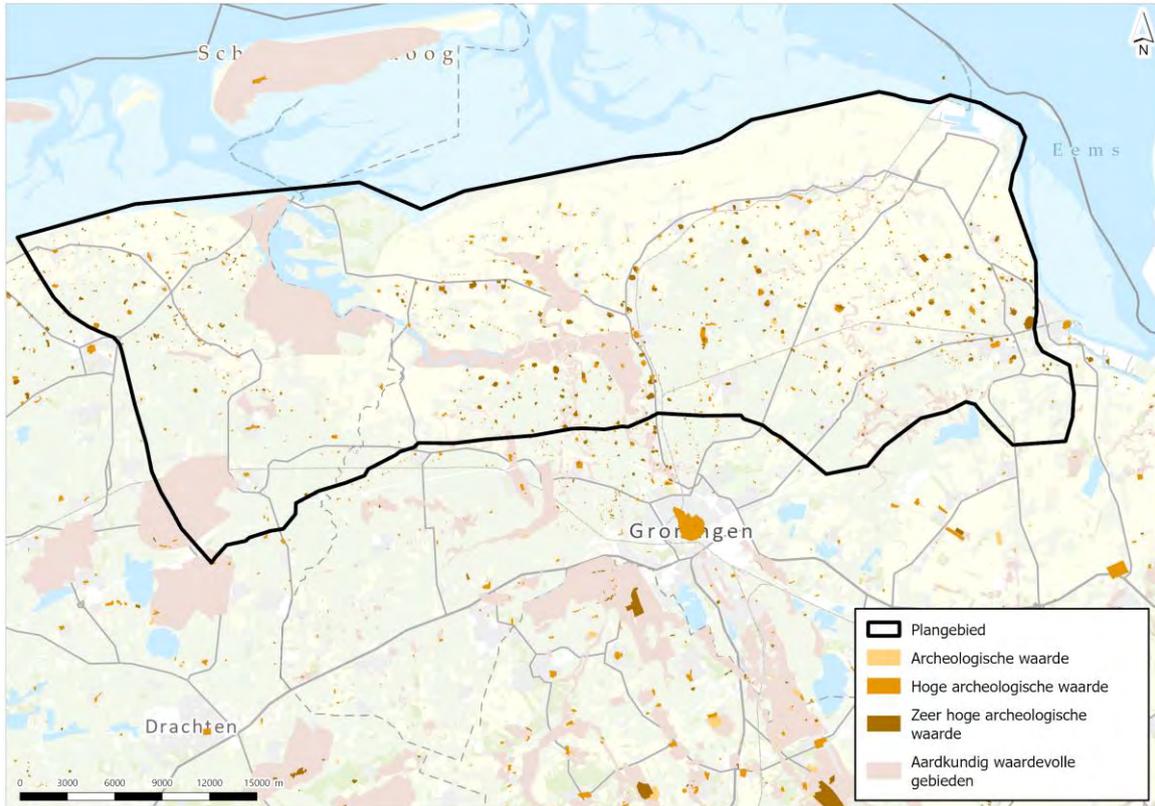
Afbeelding 4.5 Natuur



4.5 Archeologie en aardkunde

Afbeelding 4.6 geeft de archeologische waarden op basis van de Archeologische Monumenten Kaart (2014) en de provinciale aardkundig waardevolle gebieden weer. De terpen in Noord-Nederland hebben een zeer hoge archeologische waarde. De archeologische waarden uit de archeologische monumentenkaart vormen geen bottleneck voor de route omdat deze een beperkte oppervlakte hebben en verspreid zijn met tussenruimte. De bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud weten deze gebieden ook makkelijk te omzeilen. Plaatselijk moet nog wel gekeken worden naar archeologische waarden op basis van lokale bestemmingsplannen. De archeologische monumenten worden in de routeontwikkeling altijd vermeden. Niet gesprongen explosieven (NGE) worden onderzocht wanneer de routes vastgesteld zijn. In het westen en midden van het plangebied zijn een aantal aardkundig waardevolle gebieden aanwezig. De aardkundige waardevolle gebieden zijn geen sturende factor bij de ontwikkeling van waterstofroutes op land omdat deze gebieden niet ontweken kunnen worden zonder het bundelingsprincipe met bestaande infrastructuur los te laten. Deze gebieden zijn afgebeeld om de aanwezigheid ervan te erkennen.

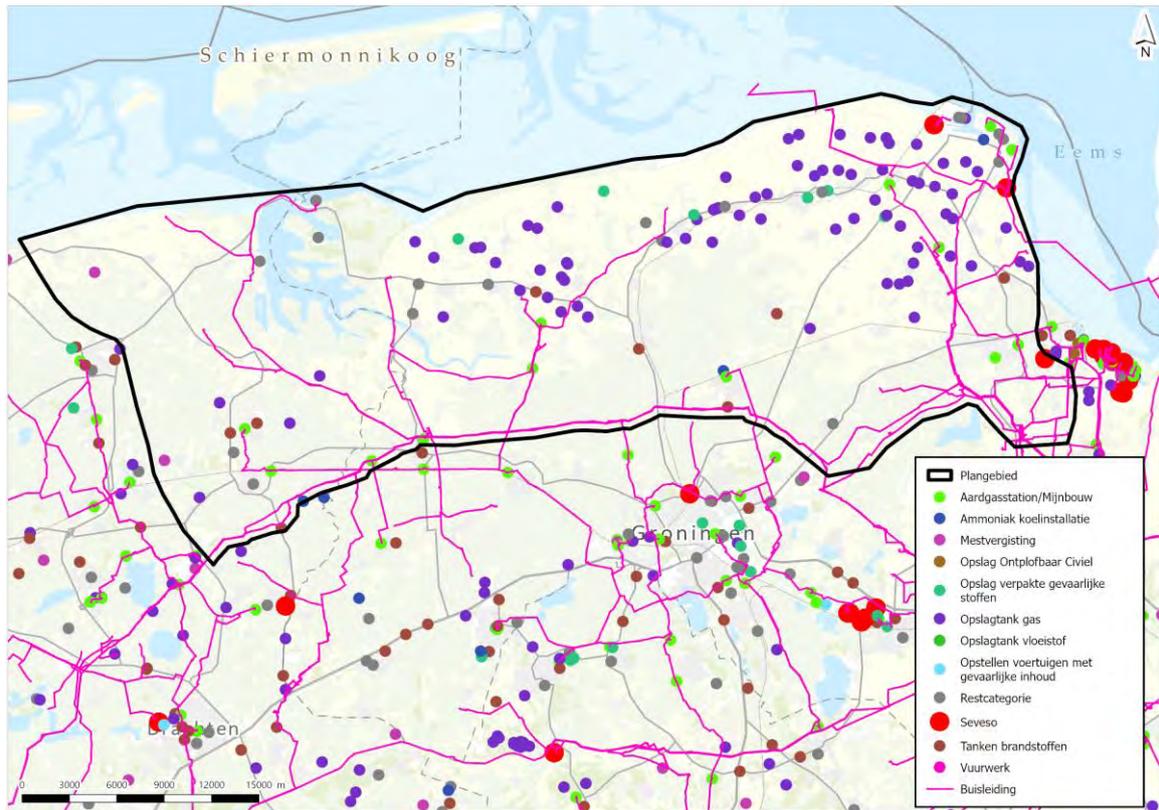
Afbeelding 4.6 Archeologie en aardkunde



4.6 Veiligheid

Het thema veiligheid beschouwt de veiligheidsrisico's op de leidingen. Afbeelding 4.7 geeft leidingen met gevaarlijke inhoud en stationaire bronnen met veiligheidsrisico's weer uit het Register Externe Veiligheid. Stationaire bronnen zijn statische bronnen met een veiligheidsrisico die niet onder leidingen of het basisnet vallen. De plaatsgebonden risicocontouren rondom deze bronnen is over het algemeen klein waardoor het niet belemmerend zal zijn voor de route. De hoogste concentratie aan veiligheidsrisico's bevindt zich met name rondom Delfzijl en de Eemshaven door de grote concentratie aan industrie in deze gebieden. Op deze locaties zijn ook de Seveso-bedrijven geconcentreerd, dit zijn bedrijven met een grote hoeveelheid aan opgeslagen gevaarlijke stoffen. De waterstofroutes worden aangelegd om juist op deze industrie aan te sluiten. Externe veiligheid is geen maatgevend thema voor de routeontwikkeling. De bepaling van de risicobronnen en de effecten van veiligheidsrisico's worden in een latere fase verder uitgewerkt.

Afbeelding 4.7 Veiligheid



5

ROUTEONTWIKKELING

Op basis van de uitgangspunten in paragraaf 3.4 en de belemmeringen in hoofdstuk 4 zijn per aanlandingszone verschillende routes ontwikkeld.

5.1 Omschrijving routes

In onderstaande paragrafen worden de routes omschreven, onderverdeeld naar aanlandingszone. Binnen één aanlandingszone kunnen meerdere routes aanlanden. Van west naar oost zijn dit:

Tabel 5.1 Routes en aanlandingszones voor waterstofleiding(en)

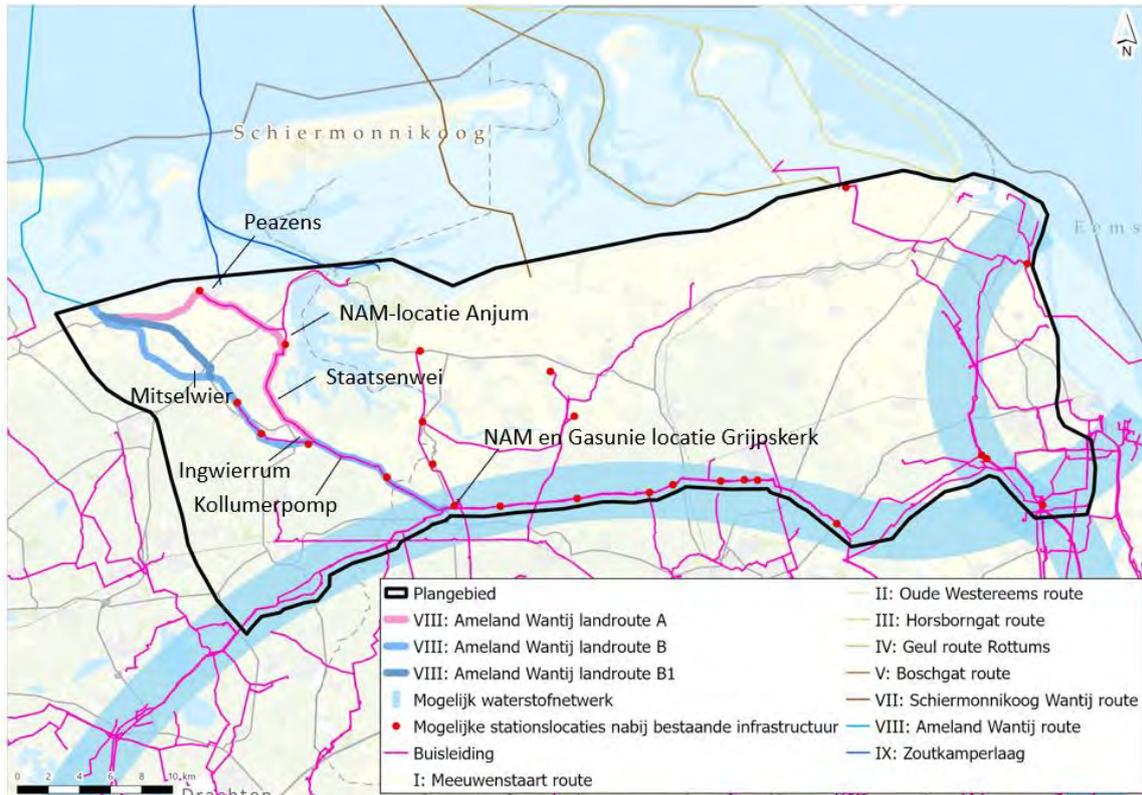
Aanlandingszone	Waterstof waddenroute(s) die hier aanlanden
Ameland Wantij	VIII
Zoutkamperlaag	IX
Schiermonnikoog Wantij	VII
Boschgat	IV en V (voor leidingen) zijn getrechterd in de notitie routeontwikkeling deel II
Ten Westen van de Eemshaven	II (I en III getrechterd in de notitie routeontwikkeling- deel II)

Zoals aangegeven in paragraaf 3.2.1 zijn de routes I, III, IV, V en XI voor (kabels en) leidingen in de notitie routeontwikkeling afgevalen middels trechtering. De bijbehorende aanlandingszones zijn daarom niet relevant voor de landroutes van leidingen. Hierdoor wordt de aanlandingszone van de Boschgat niet verder beschouwd.

5.1.1 Ameland Wantij

Afbeelding 5.1 geeft een overzicht van de landroutes vanaf de Ameland Wantij aanlandingszone. Er is onderscheidt gemaakt tussen twee landroutes: de VIII: Ameland Wantij landroute A en de VIII: Ameland Wantij landroute B (met twee varianten; B en B1). De aanlandingszone voor deze routes liggen ten westen van het Lauwersmeer in het noordwesten van het plangebied. Deze aanlandingszone is de meest westelijke aanlandingszone. De Eemshaven ligt in het oosten. De routes zoeken een aansluiting op het waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem.

Afbeelding 5.1 VIII: Ameland Wantij Landroutes



De VIII: Ameland Wantij landroute A loopt langs de kust door open, agrarische gebieden ([langs pijpleiding Ternaard](#)) en bundelt vanaf Peazens met de bestaande NAM-buisleiding. Na de NAM-locatie Anjum volgt de route van de bestaande Gasunie buisleiding. Ter hoogte van Ingwierrum moet een deel van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer worden gekruist om de bestaande buisleiding te volgen. Het gaat hier om een lengte van ongeveer 250 m. Dit kan met een gestuurde boring. Ook moet de primaire waterkering bij Ingwierrum en Kollumerpomp worden gekruist. De route tussen Ingwierrum en Grijpskerk ligt in open agrarisch gebied. Daar wordt de bestaande buisleiding gevolgd. De VIII: Ameland Wantij landroute A volgt vooral de bestaande buisleiding en is 32,2 km lang.

De VIII: Ameland Wantij landroute B heeft twee varianten: de VIII: Ameland Wantij landroute B en de VIII: Ameland Wantij landroute B1. VIII: Ameland Wantij landroute B bundelt met bestaande infrastructuur en woongebieden. Deze ligt langs de N358 ten noorden van Mitselwier. Verder naar het zuiden volgt de route de bestaande buisleidingen van de NAM en Gasunie tot Grijpskerk. Deze route kruist het Natura 2000- gebied Lauwersmeer niet maar zal wel twee keer de primaire waterkering kruisen nabij Ingwierrum. Dit variant is 28,8 km lang.

De VIII: Ameland Wantij landroute B1 zoekt naar de bestaande buisleiding en is zo kort mogelijk binnen de traceringsprincipes. Deze route loopt richting Grijpskerk en volgt de kust niet. De route ligt in open agrarisch gebied op afstand van bestaande bebouwing en volgt geen bestaande infrastructuur. De route loopt ten zuiden van Mitselwier. Daar wordt de bundeling met bestaande buisleidingen gezocht. Dit loopt gebundeld tot de NAM en Gasunie locatie Grijpskerk. Deze route is de kortste variant vanaf de Ameland Wantij aanlandingszone met 28,7 km.

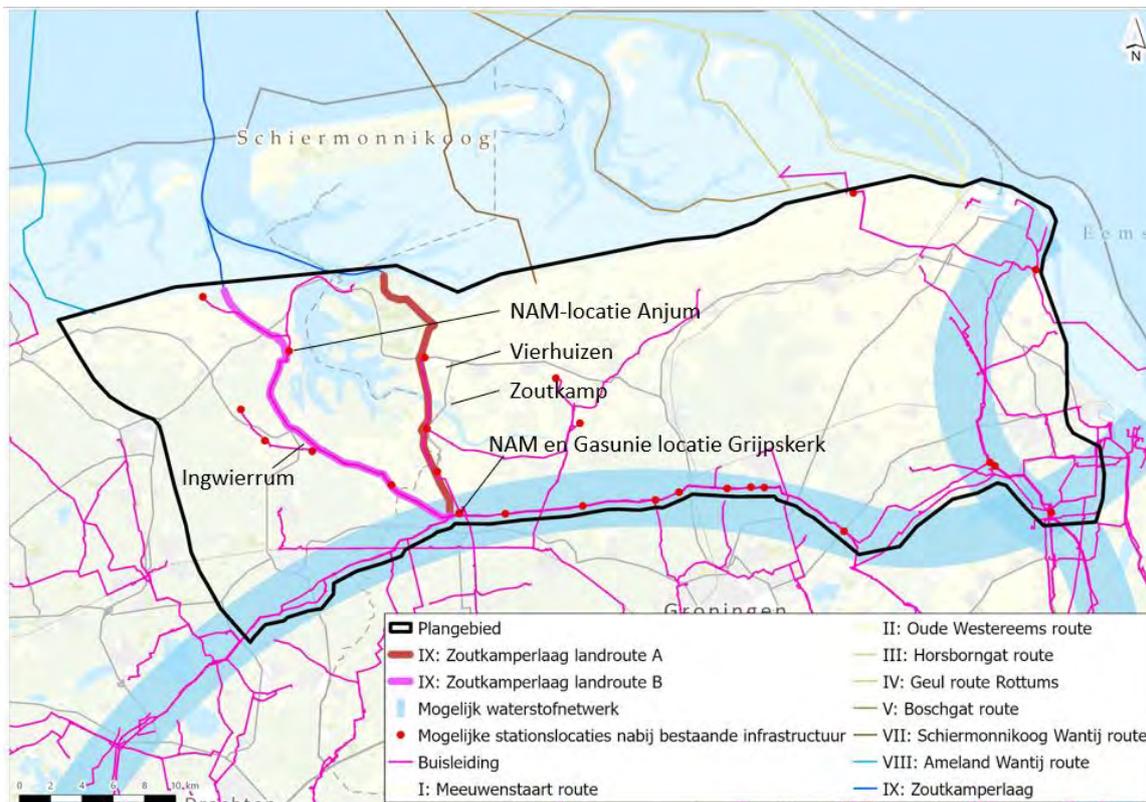
Tabel 5.2 Alternatieven VIII: Ameland Wantij landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VIII: Ameland Wantij landroute A	Circa 32,2 km	Circa 250 m
VIII: Ameland Wantij landroute B	Circa 28,8 km langs bestaande infrastructuur en woongebieden	Nee
VIII: Ameland Wantij landroute B1	Circa 28,7 km via bestaande buisleidingen	Nee

5.1.2 Zoutkamperlaag

De IX: Zoutkamperlaag route kent twee verschillende aanlandingszones in het plangebied, één ten westen en één ten oosten van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Afbeelding 5.2 geeft de twee landroutes voor Zoutkamperlaag weer: de IX: Zoutkamperlaag landroute A en de IX: Zoutkamperlaag landroute B.

Afbeelding 5.2 IX: Zoutkamperlaag Landroutes



De IX: Zoutkamperlaag landroute A landt aan in een natuurlijk terrein ten oosten van Natura 2000-gebied Lauwersmeer. Deze route zoekt zo snel mogelijk de bundeling bij Vierhuizen via een oude dijk in agrarisch gebied. Bij Vierhuizen liggen bestaande NAM buisleidingen. Deze worden gevolgd tot aan de NAM- en Gasunie locatie nabij Grijpskerk. Deze route moet ter hoogte van Zoutkamp het Natura 2000-gebied Lauwersmeer kruisen over een lengte van ongeveer 650 m, vervolgens moet deze route ook één keer een primaire waterkering kruisen. Deze route is 18,2 km lang.

De IX: Zoutkamperlaag landroute B volgt grotendeels dezelfde route als de VIII: Ameland Wantij landroute A, maar sluit sneller aan op de bestaande leidingen in het gebied door de meer oostelijke ligging van deze

aanlandingszone. Het dorp Moddergat ligt direct ten zuidwesten van deze aanlandingszone. De bebouwing hier zorgt ervoor dat er geen ruimte is om direct aan te sluiten op de stationslocatie. Deze route is 23,7 km lang en heeft dezelfde gestuurde boring als de VIII: Ameland Wantij landroute A.

Tabel 5.3 Alternatieven IX: Zoutkamperlaag landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
IX: Zoutkamperlaag landroute A	Circa 18,2 km	Circa 650 m
IX: Zoutkamperlaag landroute B	Circa 23,7 km	Circa 250 m

5.1.3 Schiermonnikoog Wantij

Afbeelding 5.3 geeft de routes op land weer voor de Schiermonnikoog Wantij. Voor deze aanlandingslocatie zijn 3 alternatieven mogelijk. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A sluit aan in of nabij de Eemshaven. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (met twee varianten; B en B1) en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C sluiten aan bij het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijskerk en Tjuchem.

Afbeelding 5.3 VII: Schiermonnikoog Wantij Landroutes



De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A sluit niet aan op het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijskerk en Tjuchem, maar loopt langs de kust en via landschapselementen naar de Eemshaven. Deze route ligt in agrarisch gebied en volgt de waterkeringen die in het landschap liggen. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A ligt zuidelijk van de lintbebouwing in Valom. Richting het oosten splits deze route zich op in 2 varianten: een variant gaat via de Roodeschool en een variant gaat via de Oostpolder.

Deze hebben op de kaart niet twee aparte namen gekregen. Nabij de Eemshaven zijn verschillende alternatieven om op het Waterstofnetwerk Groningen aan te sluiten. Dit is beschreven in paragraaf 5.4.

De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B gaat direct na aanlanding naar het zuiden. De route loopt door open agrarisch landschap van Kloosterburen naar Leens. Hiervoor zijn twee varianten opgesteld: de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (zie afbeelding 5.4). De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B ligt tussen Kloosterburen en Molenrij. Bij Kloosterburen is lintbebouwing aanwezig waardoor deze route hier mogelijk niet langs kan. Daarom is de variant via Broek opgesteld die rondom de lintbebouwing, richting Broek, heen is getraceerd. Dit is de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1. Vanaf Leens en Warfhuizen kan de route bestaande buisleidingen van de NAM en Gasunie volgen tot het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijskerk en Tjuchem. Naast het kruisen van agrarisch gebied vormt hierin een belemmering. De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B via Kloosterburen is 16,5 km lang en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 via Broek is 17,2 km lang.

Afbeelding 5.4 Varianten van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (oostelijke variant is B1 en westelijke variant is B)



De VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C volgt eerst de primaire waterkering naar het westen toe, na de aansluiting bij de bestaande NAM buisleidingen volgt de route dezelfde route als de IX: Zoutkamperlaag landroute A.

Tabel 5.4 Alternatieven VII: Schiermonnikoog Wantij landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Rodeschool)	Circa 34,6 km	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Oostpolder)	Circa 35,3 km	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B	Circa 16,5 km via Kloosterburen	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1	Circa 17,2 km via Broek	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C	Circa 20,3 km	Circa 650 m

5.1.4 Ten Westen van de Eemshaven

Het Waterstofnetwerk Nederland bevindt zich aan de oostzijde van de Eemshaven. Hoofdstuk 3 beschrijft de 3 locaties die Gasunie onderzoekt waarop de PAWOZ waterstofroutes op het Waterstofnetwerk Nederland kunnen worden aangesloten in de Eemshaven. Deze zijn in afbeelding 5.5 weergegeven met cirkels. Afbeelding 5.5 geeft daarnaast de landroutes weer voor de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven tot aan deze aansluitpunten.

Vanaf de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven is één landroute weergegeven: de II: Oude Westereems landroute A. Deze bestaat uit twee varianten: de II: Oude Westereems landroute A via de Oostpolder en de II: Oude Westereems landroute A1 via de Roodeschool. Deze varianten bereiken de aansluitpunten zowel via de Oostpolder als via Roodeschool. In de Oostpolder vindt een gebiedsontwikkeling plaats en het is nog onzeker of hier waterstofleidingen voor PAWOZ kunnen komen te liggen. Het MER zal moeten uitwijzen welke milieueffecten er zijn voor zowel de landroute door de Oostpolder als langs Roodeschool.

Afbeelding 5.5 II: Oude Westereems landroutes voor aanlanding Ten Westen van de Eemshaven



Twee van de drie mogelijk aansluitlocaties bevinden zich aan de oostzijde ten opzichte van de Eemshaven. Daarom wordt gezocht naar een manier om door de Eemshaven te komen met de leidingen. In de Eemshaven spelen vele andere ontwikkelingen bijvoorbeeld: de gebiedsontwikkeling van de Oostpolder, nieuwe stations van TenneT en nieuwe kabels van TenneT. Bij de ontwikkeling van de Oostpolder is rekening gehouden met een ruimtelijke reservering voor kabels, maar niet voor leidingen. Onderzocht wordt of het mogelijk is om in deze gereserveerde ruimte in Oostpolder ook waterstofleiding(en) aan te leggen.

De II: Oude Westereems landroute A via de Oostpolder kan ook eindigen westelijk van de Oostpolder (en niet door de Oostpolder lopen), indien het aansluitvariant 2 (synergie met Waterstofnetwerk Eemshaven) wordt ontwikkeld (zie tabel 3.1). Anders splitst deze route zich om op het startpunt van het

Waterstofnetwerk Groningen aan te sluiten of op een nieuwe locatie waar de II: Oude Westereems landroute A1 via de Roodeschool eindigt.

Voor aanlanding bij de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven geldt dat II: Oude Westereems landroute A via de Oostpolder en de II: Oude Westereems landroute A1 via de Roodeschool, zoals eerder beschreven, gevolgd kunnen worden. Vanaf de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven geldt dat een route van ongeveer 1500 m langs de Eemshaven moeten worden aangelegd om aan te sluiten op de Oostpolder of de Roodeschool route. Voor dit deel van de route zal er interactie zijn met de windmolens die hier in het gebied staan.

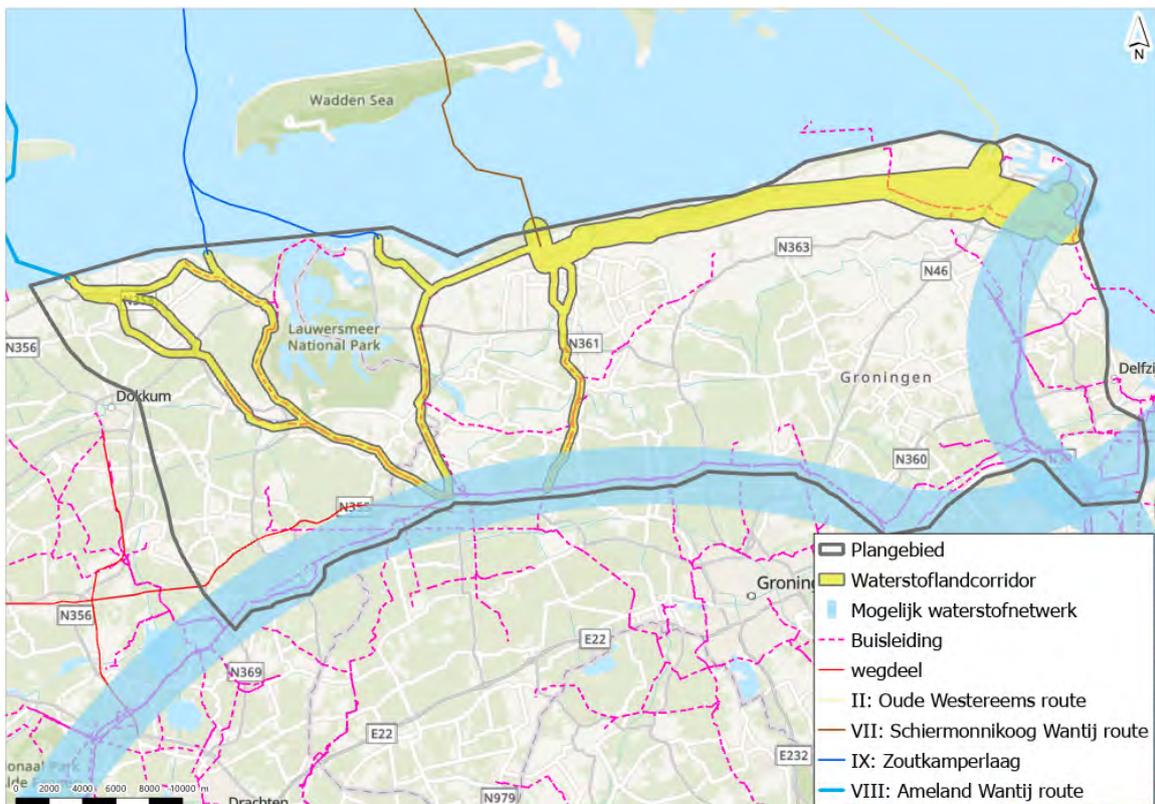
Tabel 5.5 Alternatieven II: Oude Westereems landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
II: Oude Westereems landroute A (via Oostpolder - aansluitpunt 3)	Circa 8,0 km	Nee
II: Oude Westereems landroute A1 (via Roodeschool - aansluitpunt 3)	Circa 10,0 km	Nee

5.1.5 Waterstofcorridors

Alle routes die hierboven beschreven zijn worden in het MER als corridor onderzocht. Dit leidt tot het onderstaande waterstof onderzoeksgebied op land.

Afbeelding 5.6 Overzichtskarta routes op land voor leidingen

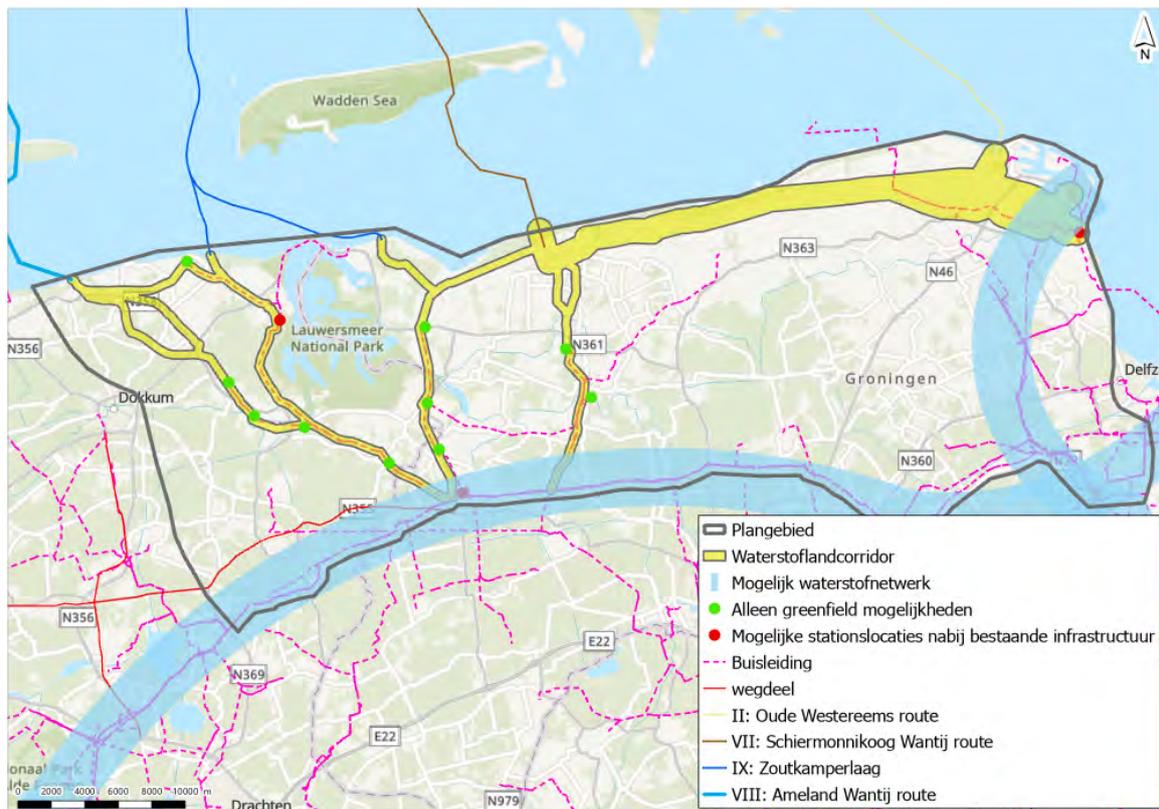


5.2 Stationslocaties

Naast de waterstofleidingen moeten er ook verschillende stationslocaties worden onderzocht. Het gaat om een afsluiterlocatie en een waterstof aanlandingsstation. De uitgangspunten hiervoor zijn beschreven in hoofdstuk 3.

Afbeelding 5.7 geeft gas en mijnbouw locaties weer langs de routealternatieven waar circa 2 hectare aan ruimte beschikbaar is in het gebied tegen de locaties aan. De grootte van de locaties langs de routes variëren van 10 m bij 10 m, tot locaties van enkele hectares. Afbeelding 5.6 toont onderscheid tussen greenfield en brownfield locaties. Voor de kleinere locaties is alleen greenfield ontwikkeling mogelijk (nieuw project zonder bestaande belemmeringen). Voor de grotere locaties kan worden onderzocht of er gedeeltelijke brownfield ontwikkeling mogelijk is (binnen bestaande locaties uitbreiden van mijnbouwlocatie; inbreiding). Het aanlandstation wordt dan deels op het bestaande terrein ontwikkeld. De verwachting is dat op de grotere locaties ondergronds allerlei infrastructuur zit. Hierdoor lijkt het in deze eerste planologische verkenning dat een brownfield ontwikkeling wel mogelijk is, op locaties waar dit mogelijk niet het geval is.

Afbeelding 5.7 Potentiële locaties voor het waterstof aanlandingsstation langs de onshore waterstofroutes



De grote gas en mijnbouw infrastructuur locaties nabij de onshore routes en de bijbehorende relevantie van deze locaties voor de landroutes zijn:

- de NAM productielocatie Anjum. Relevant voor VIII: Ameland Wantij landroute A en IX: Zoutkamperlaag landroute B;
- de NAM en Gasunie locatie Grijpskerk. Relevant voor de routes die aansluiten op het Waterstofnetwerk Nederland tussen Grijpskerk en Tjuchem;
- de Noordgastransport locatie nabij Uithuizen. Relevant voor de routes die langs de Eemshaven lopen;
- de Gasunie compressorstation Spijk. Relevant voor de routes die langs de Eemshaven lopen;
- en de Gasunie locatie nabij Tjuchem. Deze bevindt zich op een kruispunt van het waterstofnetwerk, waardoor deze locatie in principe voor alle routes relevant is. Voor de routes die via de Eemshaven lopen

betekent dit wel dat de routes verlengd moeten worden naar Tjuchem voordat ze worden aangesloten op het waterstofnetwerk, waardoor dit niet de ideale locatie is voor deze routes.

Alle mijnbouwlocaties kunnen een andere eigenaar hebben. Uit een eerste inventarisatie blijkt dat bijna alle locaties van de NAM zijn. Drie locaties worden door Gasunie gebruikt: 1) Compressorstation Spijk, 2) Nabij Grijskerk en 3) nabij Tjuchem. De eigenaar en de gebruiker kunnen per locatie verschillen. Hier is nu geen zicht op. De kansen voor inbreiding of uitbreiding van locaties zal nog afgestemd moeten worden met de gebruikers en landeigenaren.

5.3 Samenvatting waterstofroutes

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de volgende kenmerken van de routes:

- lengte van de routes vanwege kosten;
- de mate waarin Natura 2000-gebieden worden gekruist vanwege vergunbaarheidsrisico's;
- nabijgelegen grote stationslocaties voor elke onderzochte waterstofroute voor bundeling met bestaande mijnbouwlocaties.

De waterstofroutes onderscheiden zich op dit detailniveau niet significant op de andere onderzochte thema's.

Tabel 5.6 Samenvattende tabel van de onshore waterstofroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied	Bestaande stationslocaties langs route
VIII: Ameland Wantij landroute A	Circa 32,2 km	Circa 250 m	NAM productielocatie Anjum, de NAM en Gasunie locatie Grijskerk.
VIII: Ameland Wantij landroute B	Circa 28,8 km	Nee	De NAM en Gasunie locatie Grijskerk.
VIII: Ameland Wantij landroute B1	Circa 28,7 km	Nee	De NAM en Gasunie locatie Grijskerk.
IX: Zoutkamperlaag landroute A	Circa 18,2 km	Circa 650 m	De NAM en Gasunie locatie Grijskerk.
IX: Zoutkamperlaag landroute B	Circa 23,7 km	Circa 250 m	NAM productielocatie Anjum, de NAM en Gasunie locatie Grijskerk.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Roodeschool)	Circa 34,6 km via Route Roodeschool	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (via Oostpolder)	Circa 35,3 km via Route Oostpolder	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B	Circa 16,5 km via Kloosterburen	Nee	Gasunie locatie Tjuchem.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1	Circa 17,2 km via Broek	Nee	Gasunie locatie Tjuchem.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C	Circa 20,3 km	Circa 650 m	De NAM en Gasunie locatie Grijskerk.
II: Oude Westereems landroute A (via Oostpolder - aansluitpunt 3)	Circa 8,0 km via Route Oostpolder	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.

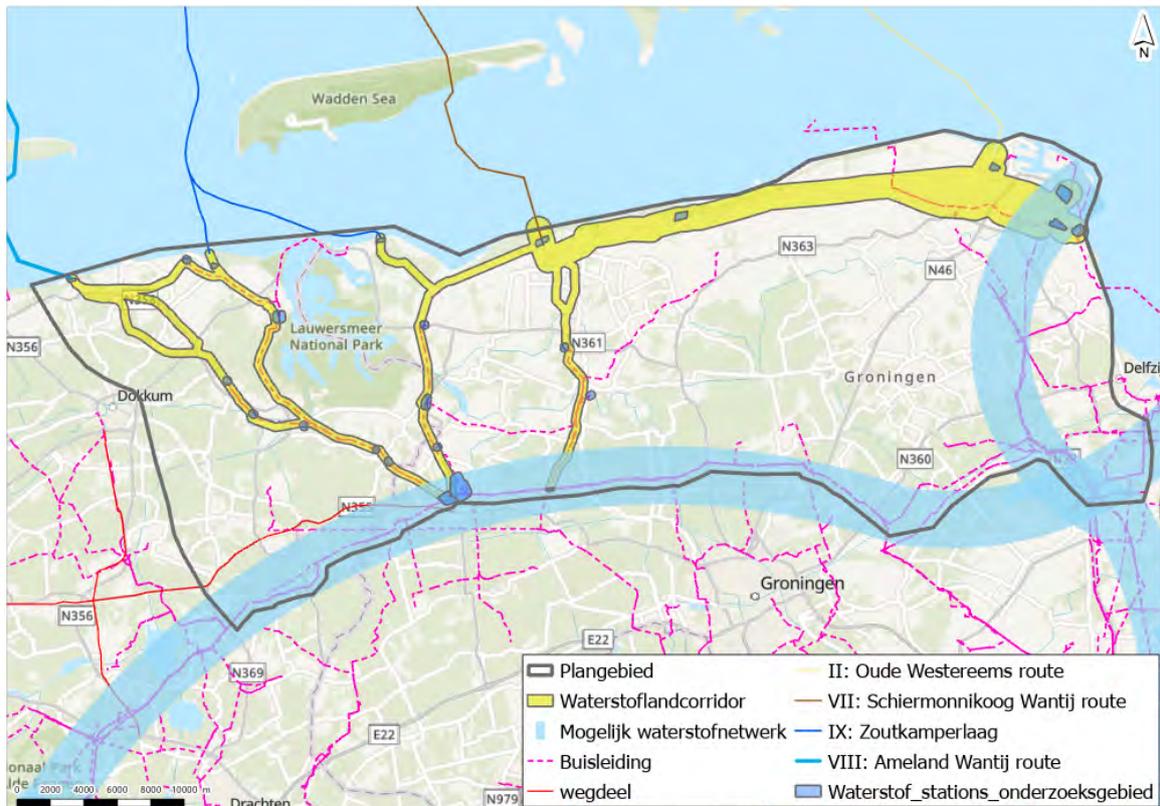
Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied	Bestaande stationslocaties langs route
II: Oude Westereems landroute A (via Roodeschool - aansluitpunt 3)	Circa 10,0 km via Route Roodeschool	Nee	Gasunie compressorstation Spijk.

5.4 Onderzoeksgebied MER

De routes zijn in deze notitie als lijnen ingetekend, maar deze zijn slechts indicatief. Het is nog onzeker waar de kabels en leidingen komen. In het MER wordt daarom een gebied onderzocht op milieueffecten, de kabels en/of leidingen kunnen overal in dit gebied komen te liggen. We noemen dit het plangebied. De breedte van het onderzoeksgebied verschilt per aanlandingszone. Tabel 4.1 uit de NRO deel 2 laat zien dat vanaf welke aanlandingszones op dit moment kabels en/of leidingen worden onderzocht. Het zoekgebied is 500 m breed (250 m aan weerszijden) bij alleen kabels en leidingen, hierin zit schuifruimte om de routes te optimaliseren naar aanleiding van de uitkomsten van het MER. Wanneer zowel kabels als leidingen aanlanden dan wordt een zoekgebied van 1500 m onderzocht. Tussen kabels en leidingen wordt bij parallelloop een onderlinge afstand van 1000 m gehanteerd, samen met 500 m schuifruimte (250 m aan weerszijden) komt te totale te onderzoeken breedte uit op 1500 m.

Afbeelding 5.8 geeft het onderzoeksgebied van de routes voor het MER weer. De blauwe gebieden geven het onderzoeksgebied weer voor de routes. De te onderzoeken locaties voor stations zijn hierin ook weergegeven.

Afbeelding 5.8 Onderzoeksgebied voor de landroutes + waterstofstations in het MER



6

AANLEGTECHNIEK VAN WATERSTOFROUTES

Kabels en leidingen worden doorgaans aangelegd of via een gestuurde boring op middels een open ontgraving. Hoofdstuk 6 brengt voor alle bovenstaande routes uit tabel 5.1 in beeld hoe ze aangelegd kunnen worden. Hiervoor is een hypothetische lijn getrokken in het midden van de te onderzoeken gebieden. Op basis van vooraf opgestelde uitgangspunten zijn vervolgens deze hypothetische lijnen gevolgd. Dit geeft inzicht in hoe de routes onderling van elkaar verschillen voor het toepassen van gestuurde boringen. In absolute aantallen kan nog veel wijzigingen. Het betreft een inventarisatie van te kruisen objecten. De lengtes van de boring zijn een eerste inschatting. De uitvoeringstechniek kan ook nog wijzigen. De hypothese is dat onderstaande uitkomsten relatief wel onderscheid inzichtelijk maken tussen de routes.

6.1 Uitgangspunten

Voor alle routes geldt dat het uitgangspunt is om de infrastructuur aan te leggen met een open ontgraving. Soms is het onmogelijk of onwenselijk om met een open ontgraving aan te leggen. Dan wordt een gestuurde boring (ook wel HDD genoemd) toegepast. Een HDD wordt toegepast indien er sprake is van een kruising met:

- waterkeringen;
- watergangen (primaire of grote breedte);
- bossen;
- spoor;
- snelwegen en provinciale wegen;
- overige waterstaatswerken;
- N2000-gebieden;
- NNN-gebieden;
- buisleidingen gevaarlijke inhoud;
- hoogspanning;
- kabels & leidingen stroken;
- archeologische waardevolle locaties.

Voor kruisingen van infrastructuur met een lengte van minder dan 150 m wordt een perstechniek gebruikt. Voor langere afstanden wordt een HDD ingezet, tot een maximum van 1500 m.

6.2 Gestuurde boring per aanlandingszone

Per aanlandingszone zijn routealternatieven opgesteld, zie tabel 5.1. Omdat de routes op abstract niveau zijn ingetekend geven onderstaande tabellen indicatief aan waar de routes met open ontgraving en gestuurde boring worden aangelegd. Bij alle routes is uitgegaan van het aantal boringen voor één leiding. De volgende afbeelding toont een overzicht van de locaties waar een HDD wordt toegepast (in rood).

Afbeelding 6.1 Overzicht van de locaties waar een HDD wordt toegepast (in rood)



6.3 Ameland Wantij

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de Ameland Wantij. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.2 VIII: Ameland Wantij Landroutes



Tabel 6.1 Alternatieven VII: Ameland Wantij Landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perstechniek)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VIII: Ameland Wantij landroute A	Circa 32,2 km	2 HDD (8 perstechniek)	1.562 m (30,6 km)	Circa 250 m
VIII: Ameland Wantij landroute B	Circa 28,8 km	1 HDD (14 perstechniek)	1.297 m (27,5 km)	Nee
VIII: Ameland Wantij landroute B1	Circa 28,7 km	1 HDD (13 perstechniek)	1.286 m (27,4 km)	Nee

6.4 Zoutkamperlaag

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de Zoutkamperlaag. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.3 IX: Zoutkamperlaag Landroutes



Tabel 6.2 Alternatieven IX: Zoutkamperlaag Landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perslucht)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
IX: Zoutkamperlaag landroute A	Circa 18,2 km	5 HDD (4 perstechniek)	2.045 m (16,2 km)	Circa 650 m
IX: Zoutkamperlaag landroute B	Circa 23,7 km	2 HDD (7 perstechniek)	1.905 m (21,8 km)	Circa 250 m

6.5 Schiermonnikoog Wantij

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone van de Schiermonnikoog Wantij. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.4 VII: Schiermonnikoog Wantij Landroutes



Tabel 6.3 Alternatieven VII: Schiermonnikoog Wantij Landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perstechniek)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A via Roodeschool	Circa 34,6 km	0 HDD (12 perstechniek)	792 m (33,8 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A via Oostpolder	Circa 35,3 km	0 HDD (13 perstechniek)	837 m (34,5 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B	Circa 16,5 km via Kloosterburen	0 HDD (6 perstechniek)	439 m (16,1 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1	Circa 17,2 km via Broek	1 HDD (6 perstechniek)	612 m (16,6 km)	Nee
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C	Circa 20,3 km	2 HDD (3 perstechniek)	1.083 m (19,2 km)	Circa 650 m

6.6 Ten westen van de Eemshaven

De volgende afbeelding en tabel geven de ontwikkelde routes aan vanaf de aanlandingszone Ten Westen van de Eemshaven. De tabel geeft het aantal gestuurde boringen aan en de totale lengte wat indicatief in open ontgraving en als gestuurde boring wordt aangelegd.

Afbeelding 6.5 II: Oude Westereems landroutes voor aanlanding Ten Westen van de Eemshaven



Tabel 6.4 Alternatieven II: Oude Westereems landroutes

Route	Lengte over land naar waterstofnetwerk	Aantal gestuurde boringen HDD (perslucht)	Totale lengte gestuurde boring (open ontgraving)	Lengte doorkruising Natura 2000-gebied
II: Oude Westereems landroute A via Oostpolder - aansluitpunt 3	Circa 8,0 km	0 HDD (10 perstechniek)	735 m (7,3 km)	Nee
II: Oude Westereems landroute A1 via Roodeschool - aansluitpunt 3	Circa 10,0 km	0 HDD (10 perstechniek)	739 m (9,3 km)	Nee

IV

BIJLAGE: NOTITIE - DIJKVARIANT B

NOTITIE

Onderwerp	Dijkvariant b
Project	PAWOZ-Eemshaven voluit
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	4.4 Notitie Routeontwerp
Onderdeel	GEN - General
Soort	ME - Memo
Discipline	NA - Non-discipline specific or not applicable
Status	S3 - For client comments
Datum	25 augustus 2023
Referentie	BI9148-RHW-4.4-GEN-ME-NA-055078
Bijlage(n)	Dwarsprofielen dijk

1 INLEIDING

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor PAWOZ - Eemshaven (hierna PAWOZ) is route XIb - dijkvariant b opgenomen. Deze route loopt parallel aan de zeedijk (tussen Westpolder en Eemshaven), door de beschermingszone van de dijk (zowel binnen- als buitendijks), richting Eemshaven (afbeelding 1.1 toont met een wit vlak het gebied waar de route parallel aan de kering loopt). De route is ingebracht als alternatief voor de route over land die over agrarische percelen loopt.

Om verder invulling te geven aan deze route hebben er gesprekken plaatsgevonden met Waterschap Noorderzijlvest (beheerder van dijk). In samenspraak met het Waterschap is bekeken of het aanleggen en onderhouden van kabels of leidingen langs deze route (zowel binnen-als buitendijks) haalbaar te maken is. Op basis van de gesprekken is gezamenlijk geconstateerd dat dit niet het geval is. In deze notitie wordt toegelicht waarom de route niet haalbaar te maken is.

Afbeelding 1.1 Route Xlb - dijkalternatief b



2 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de kenmerken van de betreffende kering en de uitgangspunten en eisen voor de aanleg van een kabel en een leiding toegelicht.

2.1 Primaire kering

De primaire waterkering ter hoogte van de dijkvariant biedt bescherming tegen overstromingen bij hoogwater vanuit de Waddenzee. In de Keur van Waterschap Noorderzijlvest zijn onder andere de regels vastgelegd ter bescherming van de waterstaatswerken zoals dijken en wateren.

Opbouw van de kering

Op verschillende locaties langs de dijk zijn dwarsdoorsnedes gemaakt om de opbouw van de kering in beeld te brengen (Afbeelding 2.1 toont een overzicht van alle locaties waar een doorsnede is gemaakt, zie bijlage I voor alle profielen). Afbeelding 2.2 toont een typische dwarsdoorsnede van de kering, waarin de verschillende kenmerken en zones van de kering zijn aangegeven:

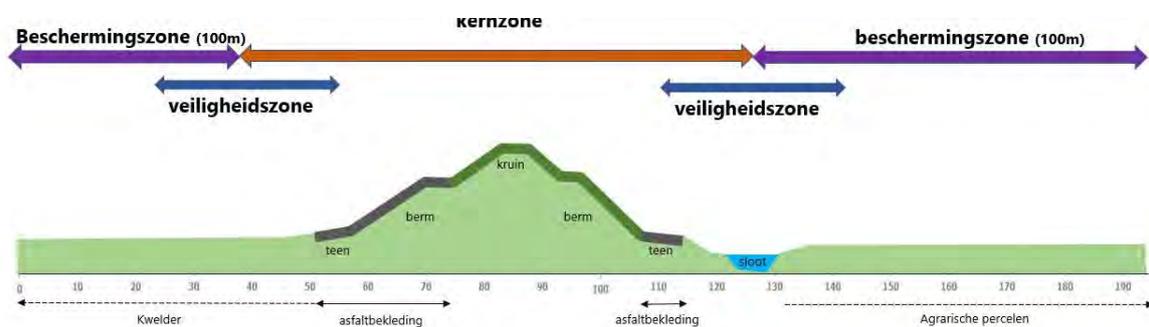
- de **kernzone** zijn de centrale gedeelten van waterkeringen en oppervlaktewaterlichamen, die als zodanig in de legger van het Waterschap Noorderzijlvest zijn aangegeven en waarin ter bescherming van die waterstaatswerken voorschriften krachtens deze Keur van toepassing zijn;
- de **beschermingszone** is aan een waterstaatswerk grenzende zone, waarin ter bescherming van dat werk voorschriften en beperkingen (kunnen) gelden. Deze bestaat uit 100 meter aan weerszijden van het werk, vanaf de teen van het dijklichaam;
- de **veiligheidszone** vanuit NEN 3651: de NEN 3651 is bedoeld voor leidingen en niet voor kabels, maar deze wordt hier echter wel vaak voor gebruikt (mantelbuizen worden gezien als leidingen). De exacte maatvoering heeft te maken met wat er wordt aangelegd. De druk van de leiding is ook bepalend (i.h.k.v. verwerkingskader);
- de **kruin** van de dijk is het bovenste gedeelte van de dijk;
- de **berm** binnendijks is naast of tegen de dijk aangebrachte grond om de dijk te ondersteunen. De **berm** buitendijks is aangebracht vanwege golfploop en golfbelasting;
- binnendijks van de dijk bevindt zich een **sloot**, deze is van belang voor de waterhuishouding in het gebied;
- de **asfaltbekleding** op de dijk is aangelegd om het onderliggende dijklichaam te beschermen tegen erosie;

- voor het verrichten van onderhoudswerkzaamheden bestemde en als zodanig bij het waterschap in gebruik zijnde paden, gelegen langs oppervlaktewaterlichamen worden gedefinieerd als **onderhoudspaden**.

Afbeelding 2.1 Overzicht van locaties waar doorsneden van de dijk zijn gemaakt aangegeven met rood



Afbeelding 2.2 Typische doorsnede van de kering tussen Westpolder en Eemshaven. Hierin zijn relevante kenmerken en zones aangegeven



Eisen en advies vanuit het waterschap

- in de Keur is vastgelegd dat gebruikmaking van de waterkering zonder ontheffing niet is toegestaan;
- indien het niet mogelijk is om de beoogde activiteiten buiten de kern- en beschermingszone uit te voeren, bijvoorbeeld indien kruising van een dijk met kabels en leidingen onvermijdelijk is, kan een ontheffing (in de vorm van een watervergunning) onder voorwaarden worden afgegeven. In die gevallen dient in ieder geval te worden aangetoond dat de stabiliteit van de dijk wordt geborgd en de dijk bereikbaar is voor onderhouds- en herstelwerkzaamheden (zie punt hieronder);
- de onderhoudsweg ('asfaltbekleding' in afbeelding 2.3) dient te allen tijde bruikbaar te zijn. Mocht dit vanwege de aanleg van een kabel/leiding niet mogelijk zijn dan dient de initiatiefnemer in een alternatieve onderhoudsweg te faciliteren;
- in de toekomst wordt deze dijk mogelijk versterkt. Het is nog onzeker of er een binnen- of buitendijkse versterking wordt uitgevoerd. De mogelijkheid voor een eventuele toekomstige versterking mag niet beperkt worden door de eventuele aanleg van een kabel/leiding;

- de binnendijkse (en eventueel aanwezige buitendijkse) sloot dient te blijven functioneren tijdens eventueel kabel/leiding aanleg werkzaamheden. De sloot mag dus niet zomaar gedempt worden;
- met het oog op waterveiligheid behoudt het Waterschap het recht om onderhoudswerkzaamheden aan infrastructuur in de dijkzone tegen te houden;
- voor de aanleg van een leiding parallel aan de dijk zijn eisen opgenomen in de NEN 3650-serie en met name in de NEN 3651 (H7.3). Daarin is tevens opgenomen dat het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretisch profiel van een waterkering in principe niet toelaatbaar is.

2.2 Kabel

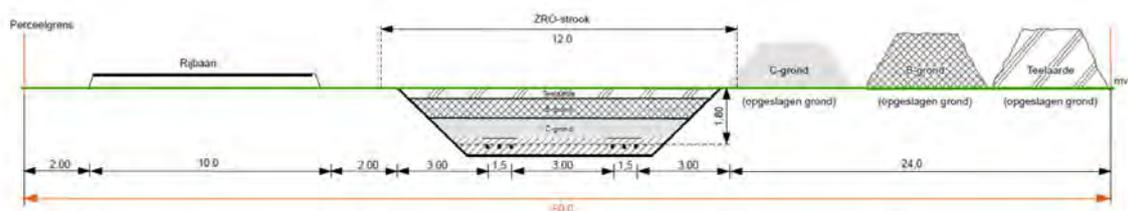
Aanleg

Op land zijn de twee meest gebruikte aanlegmethodes middels open ontgravingen en gestuurde boringen (HDD). Standaard wordt een kabel aangelegd in open ontgraving, een HDD wordt toegepast als er zich één of meerdere obstakels (bijvoorbeeld sloten, wegen, buisleidingen) op of direct onder het oppervlak bevinden en andere installatiemethodes niet wenselijk zijn. In de volgende alinea's volgt een korte toelichting op de twee installatiemethodes, met name wat betreft het ruimtebeslag.

Open ontgraving

Bij de aanleg van de kabels in open ontgraving wordt met graafmachines een sleuf gegraven. De diepte van de sleuf is afhankelijk van de locatie waar de kabels komen te liggen. In het dijklichaam wordt naar verwachting een diepteligging van 2,10 m onder het maaiveld aangehouden. Voor de aanleg van een kabelsysteem is de benodigde werkruimte voor de aanlegstrook (10-15 m), transport (10-15 m) en grondopslag (20-25 m) in totaal circa 50 m. Om in den droge de kabels aan te leggen, kan het noodzakelijk zijn dat er bemaling aangebracht moet worden. Nadat de kabels en afdekplaten zijn gelegd, wordt de sleuf weer aangevuld met de eerder vrijgekomen grond en wordt de bemaling verwijderd. De verwachte duur van de werkzaamheden voor de aanleg van 1 kabel voor het deel parallel aan de dijk (uitgaande van 35-40 km) is circa 1,5 jaar.

Afbeelding 2.3 Benodigde werkstrook voor de aanleg van de kabels in open ontgraving



HDD

HDD staat voor 'horizontal directional drilling' (horizontaal gestuurde boring). Dit houdt in dat mantelbuizen op grotere diepte (> 10 m onder het oppervlak) met een gestuurde boormethode worden aangelegd waarna de hoogspanningskabels in de mantelbuizen worden getrokken. De maximale lengte van een boring is circa 1.200 m, dit is afhankelijk van de lokale grondcondities. Voor de realisatie van horizontale boringen worden werkkerreinen ingericht aan beide zijden van de boring (circa 2.500 m² bij intredepunt en wat kleiner bij uittredepunt). Hierbij moet men denken aan materieelopstellingen zoals een boormachine, boorstangen, een bentoniet scheidingsunit, een mobiele kraan, generatoren en units voor personeel, maar ook het realiseren van een bentoniet bassin. Materiaal zoals mantelbuizen en zakken met bentoniet worden ook op het werkkerrein opgeslagen.

Eisen vanuit TenneT

- de kabel dient ten allen tijden (jaarrond, dus ook tijdens bijvoorbeeld stormseizoen) bereikbaar te zijn voor eventueel reparaties (dit i.v.m. de wettelijke taak van TenneT ten aanzien) van leveringszekerheid van elektriciteit);
- de ZRO (Zakelijk Recht Overeenkomst) strook (zie afbeelding 2.3) is een strook van (afhankelijk van precieze ligging) circa 9-12 m. In de ZRO is opgenomen dat voor bepaalde werkzaamheden in deze strook een voorafgaande toestemming nodig is van de beheerder van de hoogspanningskabel. In de ZRO-strook rondom de kabel(s) wordt door TenneT een 'zakelijk recht' gevestigd in een overeenkomst met eigenaar en gebruikers. Hierin worden beperkingen gesteld aan het gebruik van de ZRO-strook. De gebruiksbepalingen binnen de ZRO-strook gaan onder andere om bouw- en graafwerkzaamheden;
- aanpassingen aan de dijk mogen niet tot vermindering van de functionaliteit van de kabels leiden. Een dijkverbreeding/-verhoging waardoor een groter pakket zand op de kabel komt, kan bijvoorbeeld leiden tot ongewenste thermische effecten en uiteindelijk falen van de verbinding. Dat wordt niet toegestaan.

2.3 Leiding

Voor de aanleg van een leiding parallel aan de dijk zijn eisen opgenomen in de NEN 3651. In de norm wordt het volgende gesteld: "Het leggen van een leiding in de lengterichting in of op een waterkering, dan wel in of op het theoretische profiel van een waterkering is niet toelaatbaar". Wel wordt aangegeven dat in zeer uitzonderlijke gevallen, wanneer er dringende planologische redenen bestaan, afgeweken kan worden. Dit wordt met name bedoeld wanneer lokale parallelligging met een waterkering of een ander waterstaatswerk niet anders kan worden opgelost. Dat is niet wat met deze route wordt bedoeld: namelijk bewust, over een lengte van 40 km parallelligging met een waterkering opzoeken. Wanneer parallelligging niet vermeden kan worden moet volgens de NEN 3651 aan bepaalde eisen worden voldaan (eisen zijn afhankelijk van de druk van de leiding, verwachting is dat de druk van de waterstofleiding tussen de 70 en 100 bar is). Een van deze eisen is het plaatsen van damwanden aan weerszijden van de leiding. Dit betekent dat over een lengte van 40 km damwanden worden geplaatst aan weerszijden van de leiding.

Vanwege de eisen in de NEN, en de impact daarvan op de aanleg van een leiding parallel aan de dijk, wordt een leiding langs deze route als niet realistisch beschouwd.

3 BESCHRIJVING AANLEG DIJKVARIANT

Omdat op basis van de uitgangspunten voor de aanleg van een (waterstof)leiding reeds is vastgesteld dat dijkvariant B geen realistische route is, wordt in dit hoofdstuk alleen de aanleg van kabels beschreven.

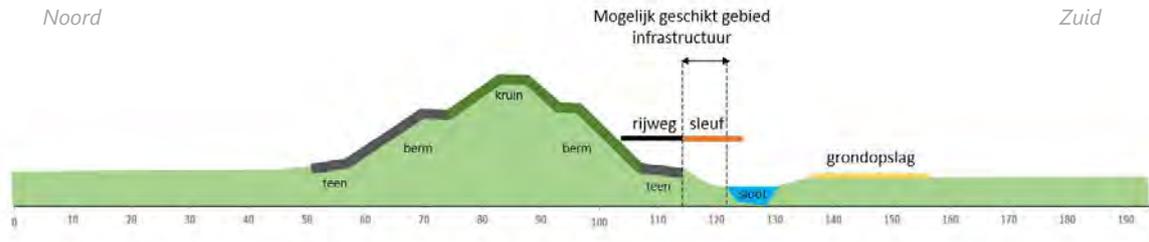
3.1 Binnendijks

Benodigde ruimte

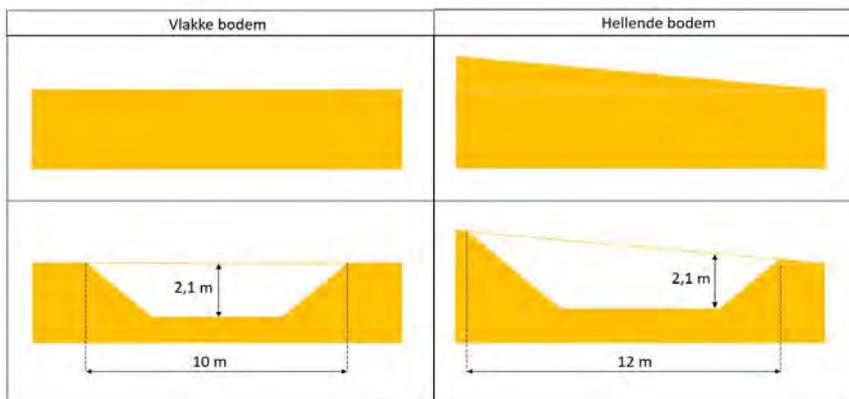
Uit de uitgangspunten volgt dat binnendijks < 10 m beschikbaar is voor de aanleg van kabels, dit is in afbeelding 3.1 aangegeven met verticale gestreepte lijnen. Voor de aanleg van een kabelsysteem is minimaal de volgende ruimte nodig: 10 m voor de sleuf, 10 m voor transport over de rijweg parallel aan de sleuf en 20 m voor grondopslag. Deze benodigde ruimte is in afbeelding 3.1 geprojecteerd. Hieruit blijkt dat er binnendijks ten noorden van de sloot geen ruimte is voor de aanleg van een kabel. Aanvullend dient opgemerkt te worden dat de kabelsleuf is geprojecteerd op het deel van de dijk dat hellend is, waardoor de totale breedte van de sleuf om de kabel op de gewenste diepte te brengen toeneemt. Dit wordt geïllustreerd in afbeelding 3.2. Voor de tijdelijke opslag van vrijgekomen grond is alleen plaats op de agrarische percelen ten zuiden van de sloot.

Wanneer de breedte van de sleuf op een nog nader te bepalen wijze geoptimaliseerd zou kunnen worden, en er ten noorden van de sloot ruimte zou zijn voor de aanleg van 1 kabel betekent dit dat er direct ten noorden van de bestaande sloot een sleuf wordt ingegraven.

Afbeelding 3.1 Typische doorsnede van de kering tussen Westpolder en Eemshaven. Hierin is het gebied aangegeven dat mogelijk geschikt is voor de aanleg van infrastructuur. En is met gekleurde strepen de benodigde ruimte voor de aanleg van 1 kabel weergegeven



Afbeelding 3.2 Illustratieve weergave van de breedte van een sleuf bij een vlakke bodem en bij een hellende bodem



Sloot

De sloot zoals ook aangegeven in afbeelding 3.1 dient tijdens de werkzaamheden te blijven functioneren. Om de kabel op de aanlegdiepte te brengen wordt er ter hoogte van het oranje vlak een sleuf gegraven. Om de stabiliteit van de sloot te garanderen tijdens de graafwerkzaamheden is de verwachting dat er tijdelijke damwanden dienen te worden ingezet parallel aan de sloot, over het gehele tracé parallel aan de dijk en de sloot (40 km). De damwand zou geplaatst worden ter hoogte van de rechter verticale stippellijn in afbeelding 3.2. Om de vrijgekomen grond tijdelijk op te slaan aan de andere kant van de sloot dienen tijdelijke bruggen gebouwd te worden. Daarnaast is het ook mogelijk dat er vanwege de stabiliteit van de brug en de sloot, ter hoogte van de tijdelijke bruggen, ook damwanden nodig zijn aan de zuidelijke zijde van de sloot (= in hoogwaardige agrarische percelen).

Bereikbaarheid

Het waterschap heeft aangegeven dat de dijk te allen tijden bereikbaar moet zijn. Wanneer er langs de dijk werkzaamheden plaatsvinden is TenneT verantwoordelijk voor een tijdelijke weg om de werkzaamheden heen. Deze kan gegeven de beschikbare ruimte alleen worden aangelegd op de agrarische percelen ten zuiden van de dijk.

ZRO

Bij de aanleg van een kabel binnendijs is het vanwege de ZRO strook niet mogelijk om een binnendijkse dijkversterking te realiseren. Binnen de ZRO is volgens TenneT namelijk vastgelegd dat bouw en graafwerkzaamheden niet zijn toegestaan. Dit zou betekenen dat een binnendijkse versterking van de dijk niet mogelijk is. Dit is voor het Waterschap geen acceptabel uitgangspunt wanneer de haalbaarheid van een zeewaartse dijkversterking onzeker is.

Deelconclusie binnendijkse route

Aanleg

De sleuf die nodig is voor de aanleg van 1 kabel past niet tussen de binnendijs gelegen sloot en de dijk, wanneer de sleuf breedte geoptimaliseerd zou kunnen worden (hetgeen gezien afbeelding 6 niet aannemelijk is) zou de sleuf alsnog direct ten noorden van de huidige sloot gegraven worden. Er is dan over een lengte van 40 km damwanden aan de noordelijke zijde van de (zuidelijke) sloot te plaatsen, om de stabiliteit van de sloot te garanderen. Daarnaast moeten er om de vrijgekomen grond op te kunnen slaan bruggen worden gebouwd over de sloot, waarbij mogelijk ook aan de zuidelijke zijde van de sloot, ter hoogte van de bruggen op agrarische percelen, damwanden nodig zijn. Door de aanvullende werkzaamheden die nodig zijn is de verwachting dat de werkzaamheden ook (ruimschoots) langer kunnen duren dan de eerder aangegeven 1,5 jaar (die ging niet uit van damwanden). De aanleg van een kabel langs deze route wordt daarom als niet realistisch beschouwd.

Beheer

Het is voor het Waterschap onacceptabel wanneer de aanwezigheid van infrastructuur de mogelijke toekomstige dijkversterking beperkt. Anderzijds is het voor TenneT niet acceptabel om de TenneT eisen in de ZRO aan te passen, en bouw- en graafwerkzaamheden wel toe te staan.

3.2 Buitendijks

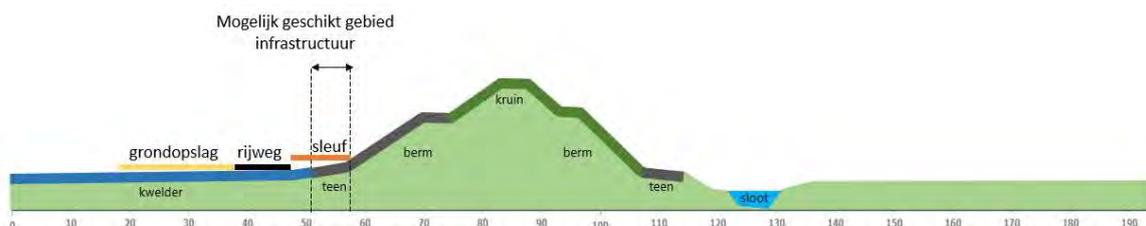
Met de buitendijkse variant worden twee routevarianten bedoeld:

- A - parallel aan de dijk in het dijklichaam;
- B - parallel aan de dijk door verruigde kwelders.

Benodigde ruimte

Uit de uitgangspunten volgt dat net als binnendijs ook buitendijks <10 m beschikbaar is voor de aanleg van kabels, dit is in afbeelding 3.3 aangegeven met verticale gestreepte lijnen. Ook zijn voor de sleuf, het transport en de grondopslag dezelfde oppervlaktes nodig. Deze benodigde ruimte is in Afbeelding 3.3 geprojecteerd. Hieruit blijkt dat er buitendijks ten zuiden van de kwelder, in het dijkprofiel, geen ruimte is voor 1 of meerdere kabels.

Afbeelding 3.3 Typische doorsnede van de kering tussen Westpolder en Eemshaven. Hierin is het gebied aangegeven dat mogelijk geschikt is voor de aanleg van infrastructuur. En is met gekleurde strepen de benodigde ruimte voor de aanleg van 1 kabel weergegeven



Bereikbaarheid

De buitendijkse zijde van de dijk is in principe enkel bereikbaar vanaf het wad. Het materieel dat nodig is voor de aanleg van een kabel kan geen gebruik maken van de onderhoudspaden die over de dijk lopen, omdat de asfaltbekleding onder een steile hoek ligt, waardoor de logistiek (o.a. zware en hoge kabelhaspels) niet veilig uitgevoerd kan worden. Een andere optie is om het materieel voor de aanleg, maar ook voor eventueel onderhoud aan te voeren vanaf zee. Aanvoer vanaf zee is echter complex vanwege de beperkte waterdiepte, de afstand tot Eemshaven en de afstand die rijdend over de kwelders overbrugd dient te worden.

Beperkingen uitvoering

De buitendijkse dijkvariant B ligt deels in de kwelders (Natura 2000). Activiteiten voor de aanleg van kabels kan op de kwelders niet worden uitgesloten, dit leidt tot beperkingen voor de uitvoering. De verwachting is dat de kwelders gedurende het broedseizoen (april-augustus) niet verstoord mogen worden. Aanvullend kan er vanwege veiligheid voor mens en omgeving en weersinvloeden niet in het stormseizoen gewerkt worden.

Asfaltbekleding

Voor buitendijkse dijkvariant B dient de harde bekleding tijdelijk verwijderd te worden. De harde bekleding van de dijk, onder andere bestaande uit asfalt en koperslakblokken, mag echter om veiligheidsredenen tijdens het stormseizoen niet verwijderd worden. Voor zowel de aanleg, als eventuele onderhouds- en herstelwerkzaamheden geldt dus dat deze niet kunnen worden uitgevoerd in het stormseizoen, hierdoor blijft slechts een relatief korte aanlegperiode over (waardoor de werkzaamheden meerdere jaren zullen vergen). Daarnaast is het voor TenneT onacceptabel als de kabel niet ten alle tijden bereikbaar is voor onderhoud of herstelwerkzaamheden. Het waterschap heeft aangegeven dat de asfaltbekleding op termijn vervangen dient te worden. Mogelijk kan de aanleg van de kabel gecombineerd worden met het vervangen van de asfaltbekleding. De asfaltbekleding zal echter niet als één project over de volledige lengte van het traject worden gerealiseerd. Een directe consequentie hiervan is dat de kabel slechts gefaseerd kan worden aangelegd en mogelijk langer duurt dan 10 jaar. Dit is onacceptabel voor EZK en voor TenneT niet uitvoerbaar.

ZRO

Bij de aanleg van een kabel buitendijks is het vanwege de ZRO strook niet mogelijk om een buitendijkse dijkversterking te realiseren. Binnen de ZRO is volgens TenneT vastgelegd dat bouw en graafwerkzaamheden niet zijn toegestaan. Dit zou betekenen dat een buitendijkse versterking van de dijk niet mogelijk is. Een directe consequentie is dat de toekomstige versterking(en) slechts landinwaarts kunnen plaatsvinden. Uiteindelijk zal deze werkzaamheden beslag leggen op kostbare landbouwgrond.

Deelconclusie

Aanleg

De buitendijkse ruimte – buiten Natura 2000 gebied - is onvoldoende voor de aanleg van 1 of meerdere kabels. Bovendien is de bereikbaarheid van de buitendijkse teen complex vanwege de beperkte waterdiepte en de afstand over de kwelder die rijdend overbrugd dient te worden. Daarnaast zijn er seizoensbeperkingen (zowel broed- als stormseizoen) die de aanleg niet realistisch maken.

Beheer

Het is voor het Waterschap onacceptabel wanneer de aanwezigheid van infrastructuur de mogelijke toekomstige dijkversterking beperkt. Anderzijds is het voor TenneT niet acceptabel om de TenneT eisen in de ZRO aan te passen, en bouw- en graafwerkzaamheden wel toe te staan.

4 CONCLUSIE

Zowel op het gebied van aanleg als beheer sluiten de eisen voor de kabels en waterstofleidingen niet aan bij de eisen van het Waterschap en van TenneT. Daarnaast geldt dat het dijklichaam en de nabij omgeving resulteren in tijdelijke maatregelen die tot veel extra tijd, overlast en maatschappelijke kosten leiden. Hierbij kan het vraagstuk over doelmatigheid van kosten voor de ACM een rol spelen.

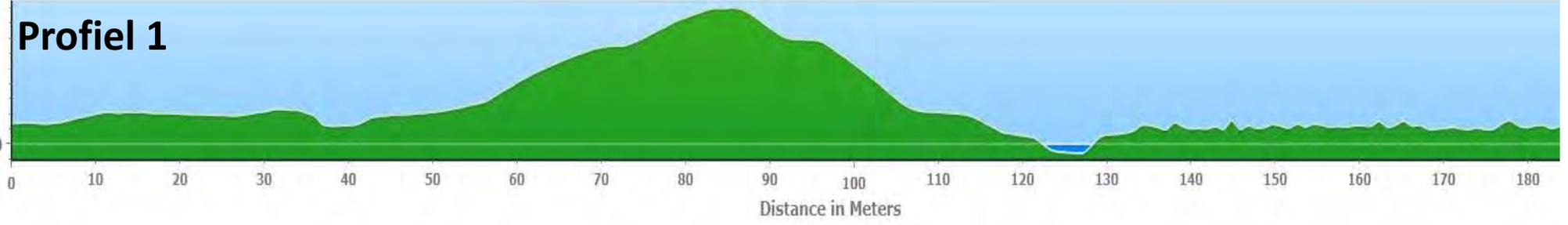
Verder is het voor TenneT onacceptabel als de kabel niet ten alle tijden bereikbaar is voor onderhoud of herstelwerkzaamheden. Dit doet zich met name voor bij de variant aan de kwelderzijde van de kering. Los van het voornoemde speelt dat de rechten gerelateerd aan de ZRO strook beperkend zijn voor de toekomstige dijkversterkingen. In het geheel beschouwd is het daarom niet realistisch om kabels en/of waterstofleidingen over een grote lengte parallel in/aan de primaire kering aan te leggen.



BIJLAGE: DWARSPROFIELEN DIJK

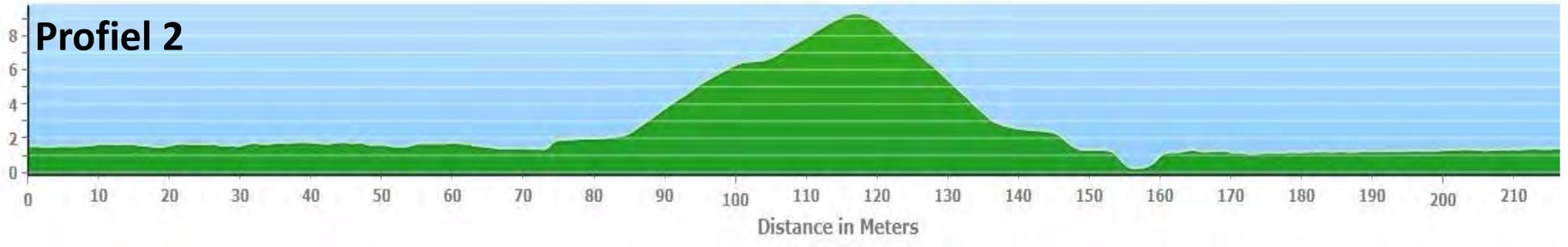
Elevation in Meters

Profil 1



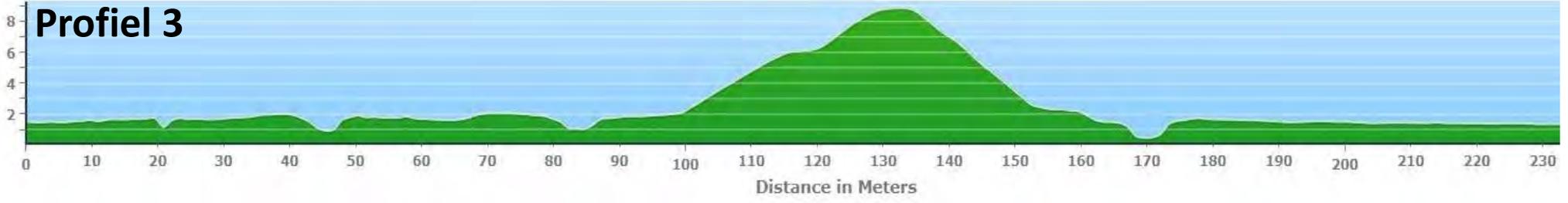
Elevation in Meters

Profil 2

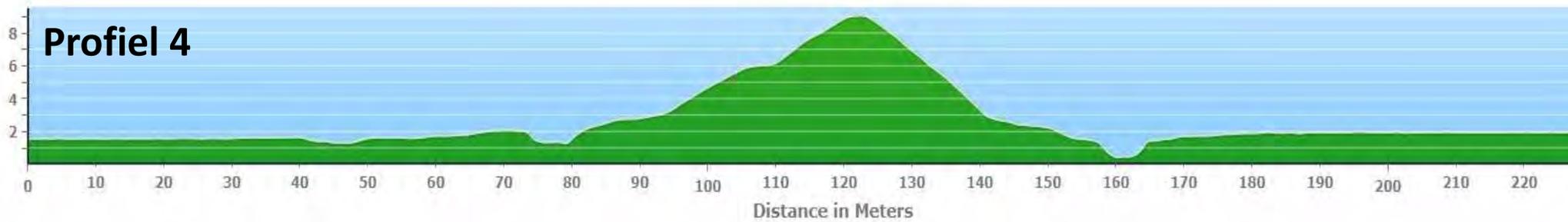


Elevation in Meters

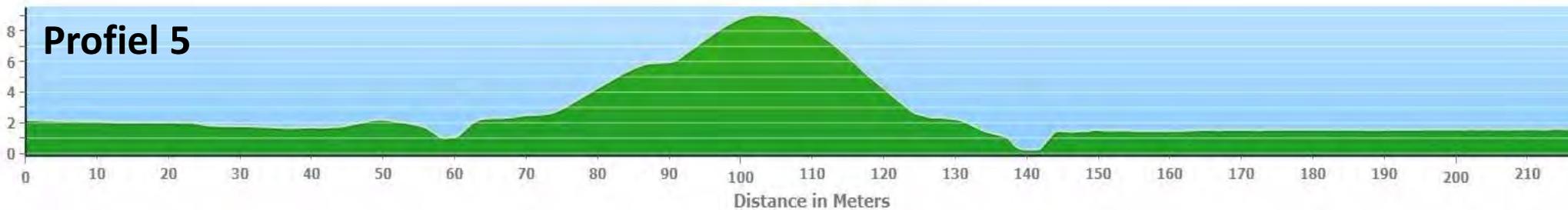
Profil 3



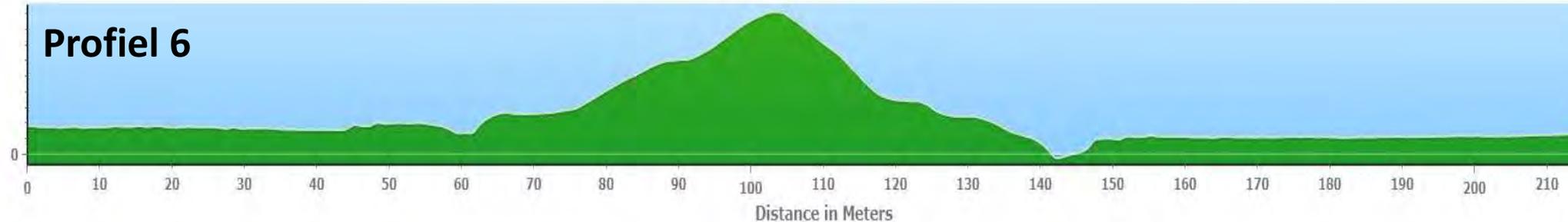
Elevation in Meters



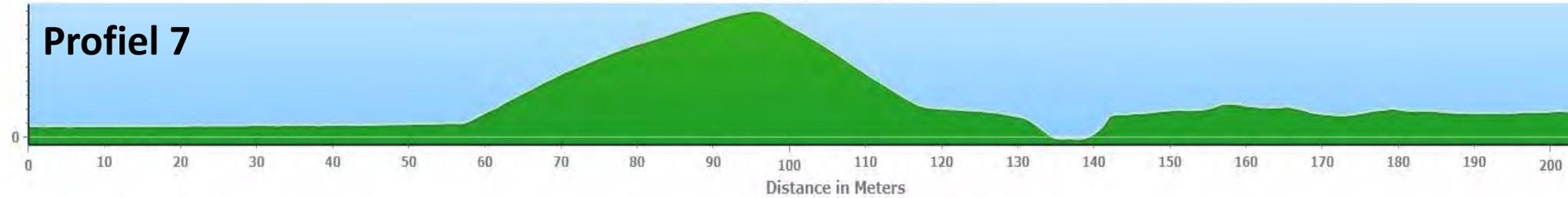
Elevation in Meters



Elevation in Mete



Elevation in Mete



V

BIJLAGE: LNV, III-HORSBORNGAT ROUTE EN IV-GEUL ROTTUMS ROUTE

Vergunbaarheidsinschatting PAWOZ routes III, IV en V, mede in relatie tot de op grond van de Wnb gesloten gebieden

Van: LNV Team Natuurvergunningen in nauwe samenspraak met de LNV Waddenunit

Aan: EZK, Directie Realisatie Energietransitie

1. Inleiding

In het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (hierna: PAWOZ) wordt onderzoek gedaan naar mogelijke routes om windparken op de Noordzee aan te sluiten in Eemshaven met elektriciteitskabels en/of waterstofleidingen.

Drie routes (routes III, IV en V) doorkruisen danwel naderen op korte afstand de tijdelijk en permanent gesloten gebieden (de sluitingen op grond van het Toegangbeperkend Besluit Waddenzee, vastgesteld op grond van artikel 2.5 Wnb). Permanent betekent in dit geval 'jaarrond' en tijdelijk 'een deel van het jaar'¹. Deze gebieden zijn op kaart 1 en 2 weergegeven.

Op dit moment bevindt PAWOZ zich in de fase van routeontwikkeling. Dit is de eerste fase in het planMER proces waarin routes kunnen afvallen omdat ze zeer waarschijnlijk onvergunbaar zijn. Dit wordt gebaseerd op de benodigde (aanleg)techniek, de beoogde route, beoogde periode van uitvoering en daaruit volgende milieu-impact, waaronder op de beschermde Natura 2000-waarden.

2. Toegangbeperkende besluiten (TBB)

Een TBB-status brengt met zich mee dat, daar waar in het TBB zelf niet reeds een bepaalde activiteit al bij voorbaat wordt uitgesloten, andersoortige activiteiten in of nabij een dergelijk gesloten gebied uiterst kritisch beoordeeld zullen worden, in directe relatie tot de beschermde natuurwaarden waarvoor dergelijke gebieden zijn vastgesteld.

Het betreffende artikel uit het betreffende TBB luidt als volgt:

Artikel 17

1. De toegang tot genoemde gebieden is verboden gedurende de bij de genoemde gebieden aangegeven periodes.
2. De toegangsbeperkingen gelden voor een ieder wiens aanwezigheid binnen deze gebieden niet noodzakelijkerwijs uit hoofde van de uitoefening van diens beroep of bedrijf voortvloeit.
3. Op grond van artikel 2.5, lid 2, van de Wnb geldt een verbod of beperking als bedoeld in artikel 2.5, lid 1, van de Wnb niet voor de eigenaar van een in het gebied gelegen onroerende zaak en voor degene die een zakelijk of persoonlijk gebruiksrecht heeft met betrekking tot die zaak, voor zover door het verbod of de beperking de toegang tot de onroerende zaak ernstig zou worden belemmerd.
4. Het uitoefenen van niet-beroepsmatige activiteiten (inclusief het recreatief bevaren, betreden of droogvallen) binnen deze gebieden is derhalve verboden. Voor het uitoefenen van niet-beroepsmatige activiteiten wordt geen vergunning verleend, vanuit de premisse dat niet-beroepsmatige activiteiten niet noodzakelijkerwijs binnen deze gebieden behoeven plaats te vinden.
5. Beroepsmatig uitgevoerde activiteiten waarvoor het gesloten gebied moet worden betreden danwel bevaren of binnen het gebied moet worden drooggevallen, kunnen, voor zover deze activiteiten noodzakelijkerwijs binnen of deels binnen deze gebieden moeten worden uitgevoerd, worden toegestaan, echter slechts voor zover een vergunning als bedoeld in artikel 2.7, lid 2, van de Wnb² is verleend.
6. In de te verlenen vergunning zullen alsdan aan de vergunde beroepsmatige activiteiten nadere voorschriften worden verbonden ter bescherming van de middels deze aanwijzing extra te beschermen natuurwaarden.
7. De aanwijzing ex. artikel 2.5 van de Wnb van het gebied kan, gezien de aard en het doel van deze toegangsbeperkende regeling, tevens de aanleiding vormen de aangevraagde vergunning te weigeren.

3. Actuele projectinformatie

Op basis van informatie afkomstig van EZK is qua techniek en werkruimte het navolgende aangeduid:

Er dienen aan de kaartbeelden van de onderscheiden routes aanpassingen gedaan te worden op basis van de bathymetrische surveys om dan ook de daadwerkelijk diepste delen te benutten. Ondanks het feit dat de kabel slechts een beperkte afmeting heeft, dient men zich te realiseren dat de schepen en pontons een lengte en breedte hebben die voldoende moet zijn om het gewicht en volume van een kabelsysteem te kunnen dragen.

¹ Tijdelijk betekent *niet* dat er een moment is waarin deze status vervalst.

² Artikel 2.7, lid 2, van de Wnb stelt: Het is verboden zonder vergunning van gedeputeerde staten een project te realiseren dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied.

Daarbij komt dat een dergelijk ponton of schip zich voort dient te bewegen in dit nauwe “vaar”water en dat hiervoor hulpschepen/kranen dienen te worden ingezet om het ponton met kabel op de juiste positie te houden tijdens alle getijden en weersomstandigheden. Na enig rekenen denken wij een breedte van 500 meter te moeten aanhouden om ankers te kunnen plaatsen. Omdat de geul vele bochten kent is het ankerpatroon ook vrij intensief. Met andere woorden; de ankers dienen veelvuldig verplaatst te worden. Hierbij dient men de oevers van het (tijdelijk) gesloten gebied te betreden.

Geconstateerd wordt dat vanuit EZK/initiatiefnemer nog geen indicatie gegeven is van beoogde periode van uitvoering, specifiekere wijze van uitvoering, fasering van uitvoering en looptijd van de onderscheiden werkzaamheden.

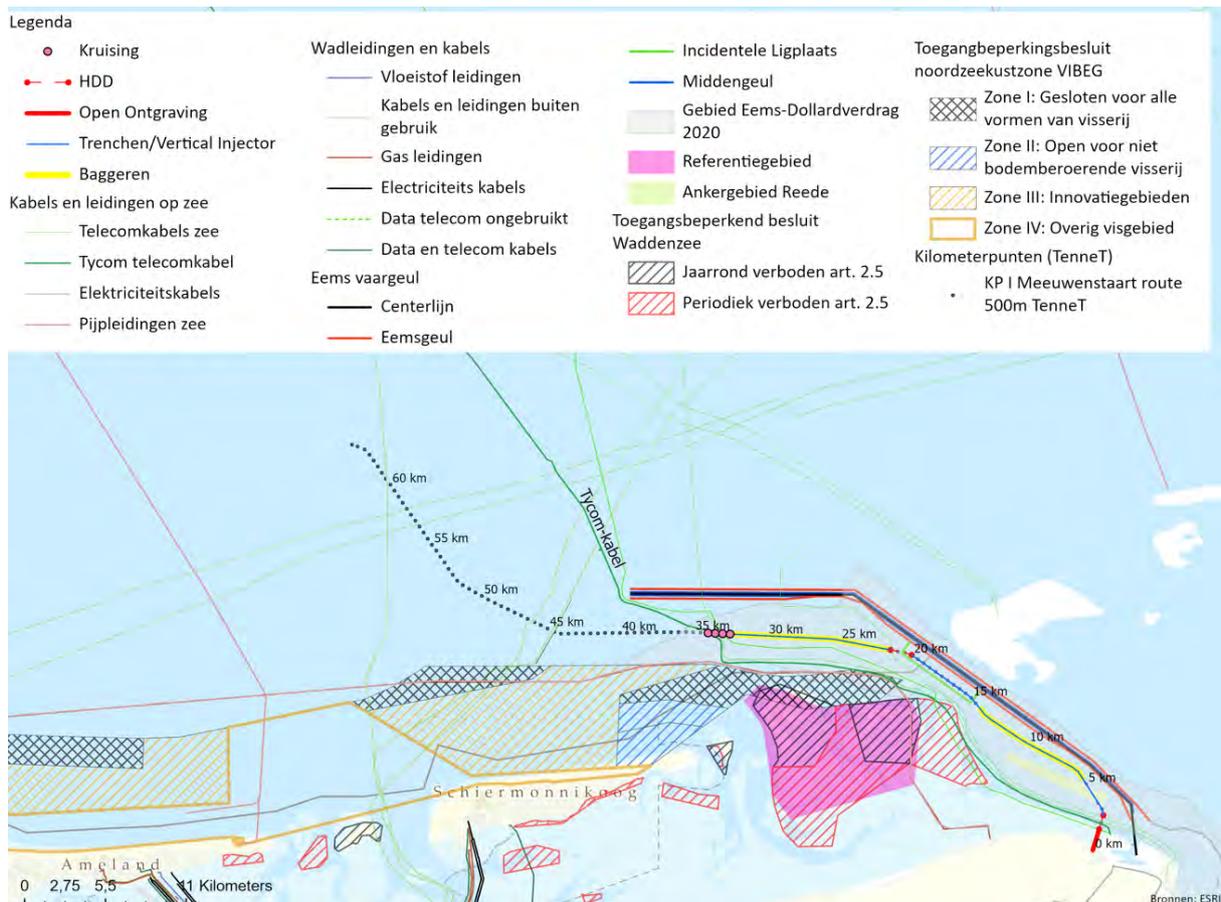
EZK heeft eerder aangegeven dat er, naar haar inschatting, geen mogelijkheid is tot vergunningverlening in relatie tot route V gezien de techniek (en de milieuimpact daarvan) die nodig is om hem aan te leggen. Daarom wordt deze route voor leidingen in ieder geval niet verder onderzocht, aldus EZK. Voor kabels zal deze route wel verder onderzocht worden.

Hiermee resteert, voor het navolgende, een analyse van de routes III en IV.

III: Hornsbornsgat-route

IV: Geulroute tussen Rottumeroog- en plaat

Kaart 2: het referentiegebied (roze) en de gesloten gebieden (zwart en oranje gearceerd).



5. Vergunbaarheid, ADC-traject en nadere projectdefinitie

De hierboven genoemde beroepsmatige uitzondering (artikel 17, lid 5 t/m lid 7, TBB Waddenzee) ziet feitelijk, vanuit het TBB Waddenzee, op al reeds plaatsvindende beroepsmatige activiteiten ten tijde van de sluiting. Elk TBB bevat zijn eigen specifieke regime, passend bij hetgeen met het TBB beoogd wordt. In het geval van het TBB Waddenzee zijn er dus enkele specificaties gemaakt in relatie tot beroepsmatige activiteiten.

Dit regime geldt overigens voor alle gesloten gebieden die onder dit bredere TBB vallen. In casu betreft het dus de gesloten gebieden die in dit deelgebied voor het beoogde project relevant zijn.

Juist de extra beschermde status van deze gesloten gebieden maakt dat er extra kritisch getoetst wordt in relatie tot een eventuele vergunningaanvraag die zorgt voor een impact op de beschermde natuurwaarden waarop de sluiting gebaseerd is. Dit ligt ook besloten in de term 'noodzakelijkerwijs'. Er zullen in de meeste gevallen immers afdoende alternatieven zijn qua locaties elders om dergelijke beroepsmatige activiteiten uit te voeren. Dat is ook hier het geval; of die alternatieven voor de initiatiefnemer reëel zijn, is ter beoordeling van diezelfde initiatiefnemer. Nog ten overvloede: ook op andere locaties buiten de TBB-gebieden geldt, algemeen genomen, (want afhankelijk van de voorgestelde activiteit) uiteraard het Wnb-vergunningregime.

Het antwoord op de vraag of een bepaald tracé misschien toch vergunbaar zou kunnen zijn (bijvoorbeeld omdat het op slechts enkele marginale punten het TBB-gebied nadert of tijdelijk raakt) ligt aan de beoogde uiteindelijke localisering en technische uitvoeringsparameters van de aanleg van de kabels/leidingen. Dat is voor een volgende fase dus en pas in die fase is een specifiek oordeel te geven en hangt ook direct samen met de inspanningen die de initiatiefnemer hierop wil plegen en de ruimte die hij heeft in de beoogde projectopzet om een bepaalde technische uitvoering en/of routing (iets) aan te passen. Ook de periode van uitvoering kan daarin meespelen.

Zeehonden en vogels kunnen worden verstoord door de activiteiten van de aanleg. Dergelijke verstoringen komen juist in dit gebied (als gevolg van de al jarenlang geldende beperkingen door de sluitingen) zelden voor, en hebben daardoor in potentie een grotere impact dan in vergelijkbare gebieden waar geen toegangsbeperkingen gelden.

Overall beschouwd, zonder nadere informatie over mogelijk alternatieve uitvoeringsparameters, lijken de nu voorgestelde tracés niet vergunbaar. Hierbij ook dus de herhaalde opmerking dat mogelijk toch, met diverse technische aanpassingen en beperkingen in uitvoering (o.a. periode) toch een klein deel van de TBB-gebieden geraakt zou kunnen worden en op die grondslag vergunbaar zou kunnen zijn. Of dat een reële optie voor de initiatiefnemer oplevert, is voor de inschatting van laatstgenoemde.

Bij een conclusie van een kans op een significant effect op de relevante beschermde natuurwaarden (een kans welke dus al snel zal worden aangenomen, zie voorgaande opmerking direct onder het kopje 'Toegangbeperkende besluiten'), en dus het niet kunnen uitsluiten van een aantasting van de natuurlijke kenmerken, staat eventueel nog vergunbaarheid open via een ADC-traject (artikel 2.8, lid 4, Wnb). Op het punt van de A (alternatieven) zijn er evenwel diverse mogelijkheden denkbaar. Hiermee lijkt een kansrijk beroep op het alsnog vergunbaar krijgen van de drie routes uiterst klein. Het is echter aan de initiatiefnemer zelf om hierop toch een sluitende onderbouwing en analyse op te stellen.

Bevindingen en suggesties van uit het veldbezoek

Op 11 mei 2023 heeft een veldbezoek plaatsgevonden met de MS Harder van de Waddenunit in het gebied waar de drie routes doorheen lopen. Beide routes lopen deels door TBB-gebieden (jaarrond/periodiek gesloten) en grenzen aan een langgerekt zeehonden- en zooggebied.

Tijdens de boottocht is ook geconcludeerd dat een kabel langs Route V mogelijk toch op een zodanige wijze geïnstalleerd kan worden dat de aanleg vergunbaar is (dit geldt niet voor een leiding), zoals ook beschreven in het verslag: *"Na overleg met de medewerkers van de Waddenunit lijkt het toch de moeite waard om de aanleg van een kabelsysteem in de geul [route V] te onderzoeken. Dit is op basis van een aantal peilingen en afstandmetingen die werden uitgevoerd tijdens het veldbezoek op 11 mei 2023."* Voor gebruik van deze route voor een kabel zal wel een Wnb-vergunningprocedure doorlopen moeten worden, waarbij extra aandacht zal moeten zijn voor het in relatieve nabijheid passeren van de artikel 2.5 gebieden, bijvoorbeeld qua periode van uitvoering.

Het is aan de initiatiefnemer om hierop actie te ondernemen. Dat geldt ook voor de, nu nog in de aangeleverde stukken, ontbrekende optie van de aanleg van een tunnel. Hierover is recent e.e.a. in de media verschenen.

VI

ANHANG: STUDIE MORPHOLOGISCHER PROFILENTWURF WATTENMEERTRASSEN



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Morfologisch ontwerpprofiel

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

16 MEI 2024

Project
Opdrachtgever
Titel
Organisatie
Werkpakket
Onderdeel
Soort
Discipline
Status
Voortgangpercentage
Projectnummer
Document Referentie
Datum

Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Morfologisch ontwerpprofiel
RHW - Combi RHDHV & W+B
4.2 Begraafdiepte morfologie
ZEE - Zee (Off en Near)
RP - Report
MR - MER
S3 - For client comments
90%
BI9148
BI9148-RHW-4.2-ZEE-RP-EN-
17 mei 2024

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087
3511 SW Utrecht
Nederland
www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132
3818 EX Amersfoort
Nederland
www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Programma PAWOZ - Eemshaven	7
1.2	Doel van dit rapport	8
1.3	Studiegebied en routes	8
1.4	Leeswijzer	9
2	METHODIEK	10
2.1	Algemeen	10
2.2	Aanpak bepaling morfologisch ontwerpprofiel	10
2.2.1	Morfologische gebiedsanalyse	10
2.2.2	Nadere analyse historische bodemhoogtedata	11
2.2.3	Bepaling morfologisch ontwerpprofiel	12
2.3	Uitgangspunten	12
2.4	Toelichting gebruikte data	13
2.4.1	Bodemhoogte	13
2.4.2	Moelijk erodeerbare lagen	16
3	BEPALING MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL PER ROUTE	18
3.1	Inleiding	18
3.2	Route II - Oude Westereems	18
3.2.1	Routebeschrijving en indeling in deelgebieden	18
3.2.2	Grootschalige ontwikkelingen nabij de route	21
3.2.3	Deelgebied A - Eemshaven en begin Oude Westereems (KP 0 - 8)	21
3.2.4	Deelgebied B - Oude Westereems en Westereems (KP 8 - 22)	30
3.2.5	Deelgebied C - Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 22 - 40)	41
3.2.6	Deelgebied D - Noordzeekustzone (KP 40 - 50)	49
3.2.7	Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel	53
3.3	Route V – Boschgat	55
3.3.1	Routebeschrijving en indeling deelgebieden	55
3.3.2	Grootschalige ontwikkelingen nabij de route	57
3.3.3	Deelgebied A – Wadplaten bij vasteland (KP 0- 7,0)	59
3.3.4	Deelgebied B - Zuidoost Lauwers en Boschgat (KP 7,0-25,0)	63
3.3.5	Deelgebied C - Buitendelta (KP 25.0-36.0)	70
3.3.6	Deelgebied D – Noordzeekustzone (variant A) (KP 36,0-45,0)	74
3.3.7	Deelgebied E - Variant A1 (KP 35,0 – 42,0)	77

3.3.8	Deelgebied F - Variant A2 (KP 0-3,3)	80
3.3.9	Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel	84
3.4	Route VII – Schiermonnikoog wantij	87
3.4.1	Routebeschrijving en indeling deelgebieden	87
3.4.2	Grootschalige ontwikkelingen nabij de route	89
3.4.3	Deelgebied A – Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2)	90
3.4.4	Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-13)	93
3.4.5	Deelgebied C – Schiermonnikoog en Noordzeezijde (KP 13-30)	102
3.4.6	Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel	107
3.5	Route VIII – Ameland wantij	111
3.5.1	Routebeschrijving en indeling deelgebieden	111
3.5.2	Grootschalige ontwikkelingen nabij de route	112
3.5.3	Deelgebied A - Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2)	115
3.5.4	Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-11)	117
3.5.5	Deelgebied C – Ameland en Noordzeezijde (KP 11-23)	125
3.5.6	Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel	129
3.6	Route IX - Zoutkamperlaag	130
3.6.1	Routebeschrijving en indeling deelgebieden	130
3.6.2	Grootschalige ontwikkelingen nabij de route	132
3.6.3	Deelgebied A - Oort en Westrak tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5)	134
3.6.4	Deelgebied B - Westrak, Westgat en getijde delta (KP 5 - 25)	139
3.6.5	Deelgebied C - Noordzeekustzone (KP 25 - 43.74)	146
3.6.6	Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel	148

REFERENTIES 150

Laatste pagina	151
----------------	-----

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Gaswinning	3
II	Scenario's verbinding Lauwers en Spruit	4
III	Diepte morfologisch ontwerpprofiel	9

1

INLEIDING

1.1 Programma PAWOZ - Eemshaven

Aanleiding voor het programma

Het Rijk heeft de afgelopen jaren onderzocht waar op de Noordzee ruimte is voor windparken. Uit deze onderzoeken blijkt dat op de Noordzee, onder andere noordelijk van de Waddeneilanden, ruimte is voor meerdere windparken. Al deze windparken samen kunnen veel duurzame energie opwekken. Een deel van deze energie kan via elektriciteitskabelsystemen (hierna: kabelsystemen) of via waterstofleidingen (hierna: leidingen), getransporteerd worden via de Noordzee, door het Waddengebied en via het vasteland naar het landelijk hoogspanningsnet of het Waterstofnetwerk Nederland (WNN) in of nabij de Eemshaven.

Doelstelling van het programma

Het Programma Aansluiting Wind Op Zee Eemshaven (hierna: PAWOZ) onderzoekt en prioriteert verschillende routes voor het transporteren van energie van windparken op zee naar aansluitpunten op land. De routes lopen van toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied via de Waddenkust door het vasteland naar het landelijke hoogspanningsnet bij de Eemshaven en naar het Waterstofnetwerk Nederland.

PAWOZ heeft tot doel om routes te onderzoeken op de beschikbaarheid van fysieke- en milieuruimte om kabelsystemen en/of leidingen aan te leggen. Voldoende fysieke ruimte houdt in dat de routes technisch uitvoerbaar zijn op basis van de technische vereisten en beperkingen van de kabelsystemen en/of leidingen. Voldoende milieuruimte houdt in dat de routes vergunbaar zijn op basis van effectonderzoeken.

Proces van het programma

Het proces van het opstellen van het Programma is verdeeld over 4 stappen:

- in stap 1 is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld. Dit is de onderzoeksagenda voor PAWOZ: welke routes worden onderzocht en wat moeten we van die routes weten? De onderzoeken zelf worden uitgevoerd in stap 3. Deze NRD is definitief vastgesteld op 30 januari 2023;
- in stap 2 zijn de routes uit de NRD verder uitgewerkt. Op basis van die uitwerking is bepaald welke routes wel en welke routes niet in de effectenonderzoeken in het Milieueffectrapport (planMER) en de Integrale effectenanalyse (IEA) worden onderzocht. De conclusies van deze stap staan in deze definitieve versie van de Notitie Routeontwikkeling (Deel 3);
- in stap 3 wordt onderzocht welke effecten het aanleggen van routes heeft, bijvoorbeeld op de natuur, op landbouw en op scheepvaart. In het Milieueffectrapport (planMER) en de Integrale effectenanalyse (IEA) worden de onderzochte effecten beschreven;
- in stap 4 wordt op basis van alle informatie uit stap 3 door de Minister van Klimaat en Energie, in afstemming met de regionale bestuurders, bepaald welke routes in welke volgorde gebruikt kunnen worden voor het aanleggen van kabelsystemen en/of waterstofleidingen. Dit wordt opgeschreven in het door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) op te stellen Programma-beleidsdocument.

In het planMER worden verschillende thema's onderzocht: bodem en water op land en op zee, natuur, landschap, cultuurhistorie en archeologie, veiligheid, scheepvaart en gebruiksfuncties. Thema's die in de IEA worden onderzocht: omgeving, landbouw, techniek, toekomstvastheid, planning, kosten. Elk thema wordt onderzocht aan de hand van meerdere criteria. Voorliggend rapport valt onder het thema 'Bodem en Water op Zee' en vormt input voor de PlanMER effect onderzoeken.

1.2 Doel van dit rapport

In dit rapport worden de morfologische randvoorwaarden voor de begraafdiepte afgeleid voor het deel van de routes in het Waddenzeegebied, het Noordzeedeel van de routes valt buiten de scope van dit rapport. Dit resulteert in een morfologisch ontwerpprofiel per route: de minimaal te verwachten bodemhoogte gedurende de levensduur van de kabels en leidingen. Het morfologisch ontwerpprofiel kan vervolgens gebruikt worden om de benodigde begraafdiepte te bepalen, waarbij ook rekening gehouden dient te worden met eventuele aanvullende eisen vanuit bijv. externe bedreigingen (bijvoorbeeld door scheepvaart) en vergunbaarheid. Het bepalen van de begraafdiepte zelf valt buiten de scope van dit rapport, alsmede het bepalen van installatiemethodes en baggervolumes.

1.3 Studiegebied en routes

Dit rapport richt zich op het deel van de routes in het Waddenzeegebied. De grens tussen de Noordzee routes en de Waddengebied routes wordt gemarkeerd door de 6-mijlsgrens. Onder het Waddenzeegebied vallen ook de Waddeneilanden en de Noordzeekust langs de Waddeneilanden tot ongeveer de 20 m dieptecontour. Met name het Waddenzeegebied is morfologisch gezien dynamisch. Deze dynamiek heeft effect op het morfologisch ontwerpprofiel.

Als uitgangspunt zijn de routes gebruikt zoals beschreven in Notitie Routeontwikkeling (Deel 3). Deze routes zijn vastgelegd in 'Baseline 3'. Baselines zijn momenten in de tijd waarop de routeontwerpen zijn 'bevoren'. Daarmee vormen de Baselines een gecontroleerde overgang van de ene stap naar de volgende stap.

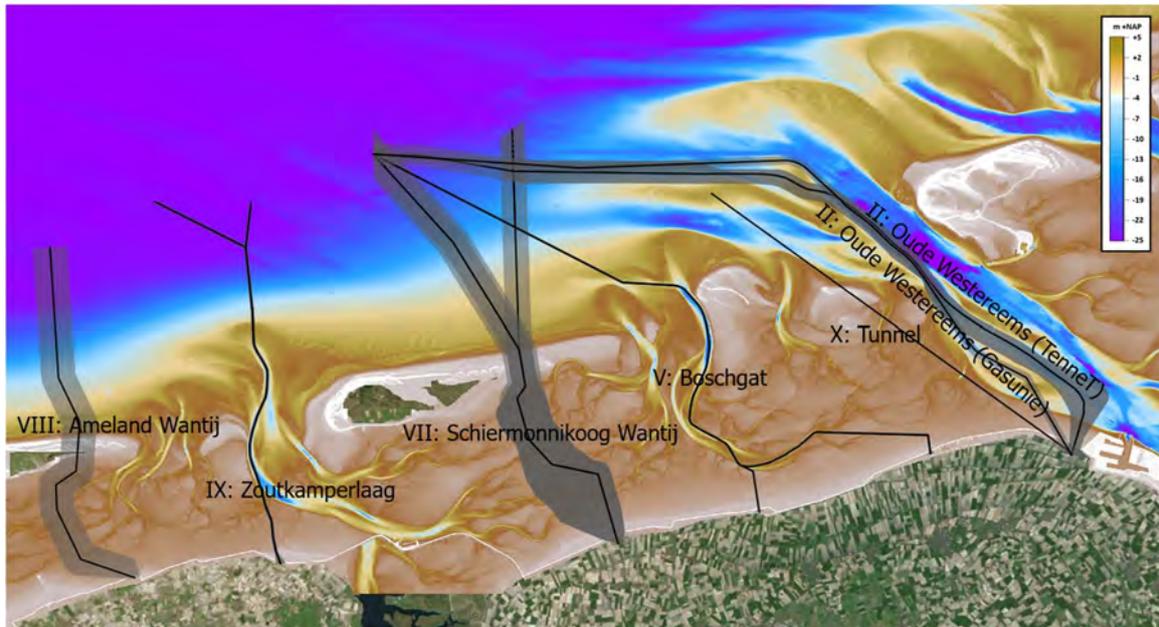
In het Waddengebied is per route een corridor gedefinieerd die in het planMER en de IEA wordt onderzocht. De corridorbreedte van de routes door het Waddengebied varieert per route. Leidend in het bepalen van de corridorbreedte is het routeprincipe. De middenlijn van de routes loopt ongeveer door het midden van de corridors. De corridors zijn aan weerszijde begrensd door zijlijnen. In Tabel 1.1 is een toelichting bij de verschillende routes opgenomen. De middenlijnen en corridors per route zijn weergegeven in Afbeelding 1.1.

Tabel 1.1 Toelichting bij routes (deel Waddenzee)

Naam route	Kabels en/of leidingen	Route principe	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II - Oude Westereems route variant TenneT	Deel van route overlapt, dus zowel kabels als leidingen.	Route door de Oude Westereems. Diepe delen volgen	- K+L: 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf
II - Oude Westereems route variant Gasunie		Route door de Oude Westereems. Diepe delen volgen	- 2 kabelsystemen en 1 leiding - K: 6 kabelsystemen - L: 3 leidingen
V - Boschgat route	Kabels	Route door het Boschgat. Diepe delen volgen	- K: 1 kabelsysteem
VII - Schiermonnikoog wantij route	Kabels en leidingen	Route over het wantij tussen Groningen en Schiermonnikoog. Morfologisch stabiele delen van het wad volgen	- K+L: 7 kabelsysteem en 3 leidingen óf - K: 7 kabelsystemen - L: 3 leidingen
VIII - Ameland wantij route	Leidingen	Route over het wantij tussen Friesland en Ameland. Morfologisch stabiele delen van het wad volgen	- L: 3 leidingen
IX - Zoutkamperlaag route	Leidingen	Route door de Zoutkamperlaag. Diepe delen volgen	- L: 3 leidingen

Naam route	Kabels en/of leidingen	Route principe	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
X - Tunnel	Kabels en leidingen	Tunnel vanaf omgeving Eemshaven naar de Ballonplaat	- 5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen

Afbeelding 1.1 Routes conform 'Baseline 3' in het Waddenzegebied waarvoor het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald, middenlijnen: zwart doorgetrokken, corridors per route: grijs gemarkeerd



De verschillende routes zijn in vorige fases uitgewerkt voor zowel kabelsystemen (TenneT) als leidingen (Gasunie) of een combinatie van beiden. Dit heeft geresulteerd in meerdere varianten per route. Deze varianten zijn vervolgens getrechterd. Dit heeft geleid tot varianten die zijn vastgelegd in Baseline 3 en waarvoor het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald:

- II: Oude Westereems route - A (TenneT);
- II: Oude Westereems route - A1 (TenneT);
- II: Oude Westereems route (Gasunie);
- V: Boschgat route - A (TenneT);
- V: Boschgat route - A1 (TenneT);
- V: Boschgat route - A2 (TenneT);
- VII: Schiermonnikoog wantij route (Gasunie);
- VII: Schiermonnikoog wantij route - A (TenneT);
- VII: Schiermonnikoog wantij route - A1 (TenneT);
- VIII - Ameland wantij route (Gasunie);
- IX: Zoutkamperlaag route - A1 (Gasunie);
- IX: Zoutkamperlaag route - A2 (Gasunie).

Voor route X (tunnel) is geen morfologisch ontwerpprofiel afgeleid.

1.4 Leeswijzer

- hoofdstuk 2: uitgangspunten, gebruikte data en methodiek;
- hoofdstuk 3: morfologische analyse en morfologisch ontwerpprofiel per route;
- hoofdstuk 4: referenties;
- hoofdstuk 5: bijlagen.

2

METHODIEK

2.1 Algemeen

Om het morfologisch ontwerpprofiel te bepalen zijn de morfologische ontwikkelingen langs de verschillende routes in kaart gebracht. Dit is gedaan aan de hand van een analyse van de (historische) bathymetrie en literatuuronderzoek.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de aanpak, uitgangspunten en gebruikte data verder toegelicht.

2.2 Aanpak bepaling morfologisch ontwerpprofiel

Het morfologische ontwerpprofiel wordt vastgesteld op basis van een morfologische gebiedsanalyse aangevuld met een nadere analyse van historische bodemhoogtedata nabij de routes.

De volgende stappen worden daarbij doorlopen:

- 1 morfologische gebiedsanalyse op basis van beschikbare literatuur, analyse van historische bodemhoogtedata en expert judgement;
- 2 nadere analyse van historische bodemhoogtedata:
 - het maken van langs- en dwarsprofielen van het bodemhoogteverloop langs de route in GIS;
 - bepaling van de meest recente bodemligging en de historisch minimale en maximale bodemligging;
 - beschouwing van eventuele trends in dwars- en langsprofielen;
- 3 bepalen van de verwachte minimale bodemligging langs de route (middenlijn en zijlijnen) in de komende 50 jaar (het morfologische ontwerpprofiel).

In de volgende paragrafen worden deze stappen nader toegelicht.

2.2.1 Morfologische gebiedsanalyse

Voor iedere route analyseren we de morfologisch ontwikkelingen/ het morfologisch gedrag van het gebied waar de route zich bevindt. Hierbij maken we gebruik van de kombergingsstudies uit de beheerbibliotheek van Deltares waarin de belangrijkste ontwikkelingen en trends in de verschillende kombergingsgebieden van de Waddenzee en Eems-Dollard staan beschreven. Naast de informatie uit de literatuur bekijken we voor de gebiedsanalyse de beschikbare historische bodemdata en maken we gebruik van expert judgement. Naast een analyse van het gebied als geheel verdelen we de route ook in deelgebieden die vergelijkbaar zijn in morfologisch gedrag of hierin samenhangen, die we vervolgens in meer detail analyseren.

De morfologische gebiedsanalyse dient om trends nabij de route te identificeren die in meer detail geanalyseerd dienen te worden om het morfologisch ontwerpprofiel te kunnen bepalen.

2.2.2 Nadere analyse historische bodemhoogtedata

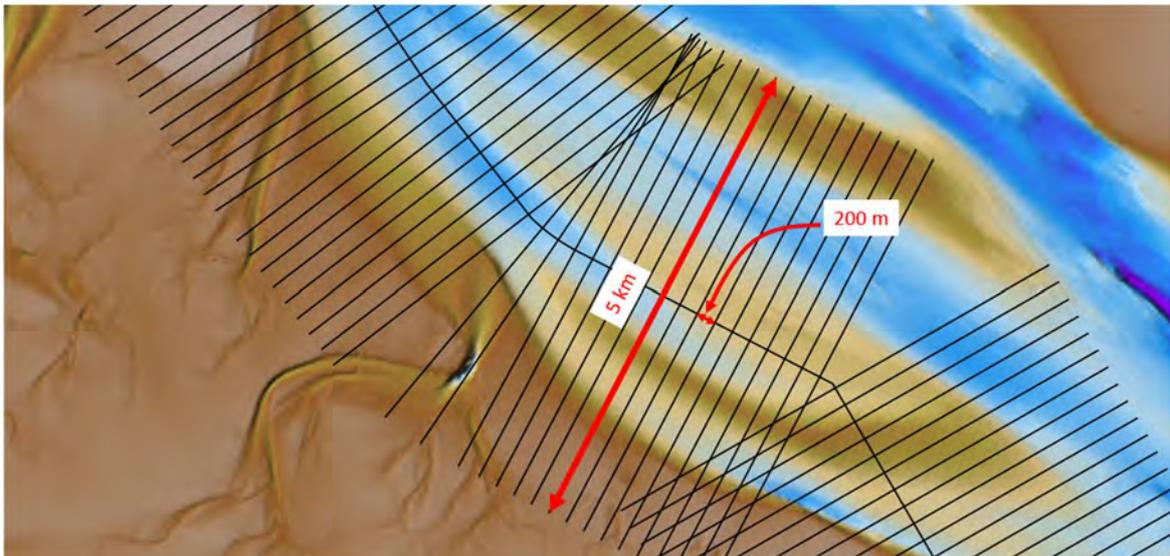
Na de morfologische gebiedsanalyse zijn de bodemhoogte ontwikkelingen op en nabij de route in meer detail geanalyseerd met een nadere analyse van historische bodemhoogtedata door middel van GIS.

Het maken van langs- en dwarsprofielen

Voor iedere route zijn langs- en dwarsprofielen gemaakt waarlangs het bodemhoogteverloop is bepaald (met interpolatie) voor iedere beschikbare peiling. Deze profielen hebben de volgende eigenschappen:

- langsprofielen:
 - bereik: vaste wal tot eindpunt offshore;
 - onderlinge afstand interpolatiepunten: 20 m;
- dwarsprofielen:
 - bereik: tot 2,5 km aan weerszijde van route middenlijn (totale breedte 5 km);
 - onderlinge afstand dwarsprofielen langs route: 200 m;
 - onderlinge afstand interpolatiepunten: 20 m.

Afbeelding 2.1 Voorbeeld van dwarsprofielen loodrecht op route II - Gasunie



De locatie langs de langsprofielen duiden we in het vervolg van het rapport aan met KP's (kilometerpunten: afstand in kilometer langs het langsprofiel).

Bepaling van de meest recente bodemligging en de historisch minimale en maximale bodemligging

Voor ieder profiel zijn het meest recente en de minimale en maximale historische bodemligging in beeld gebracht. Het verschil tussen de minimale en maximale bodemligging geeft inzicht in de grootst waargenomen veranderingen in bodemniveau.

Het meest recente bodemhoogteverloop bestaat uit een combinatie van de meest recente peilingen.

Voor het bepalen van de minimale en maximale historische bodemligging langs de dwars- en langsprofielen is gebruik gemaakt van alle beschikbare peilingen tot en met 2021 (meest recente peilingen). De peilingen voor 1989 worden als niet betrouwbaar geacht en zijn niet gebruikt om de minimale en maximale historische bodemligging te bepalen in verband met de grotere onnauwkeurigheid (zie H2.3).

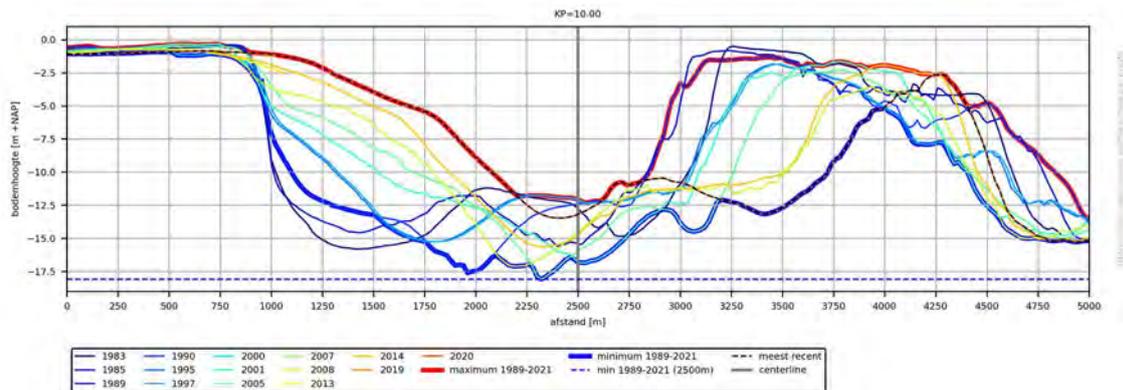
Beschouwing van eventuele trends in dwars- en langsprofielen

De historische bodemhoogteliggingen inclusief de meest recente bodemligging, historisch minimale en maximale bodemligging (op basis van data van voor 1989) wordt gezamenlijk geplott om trends te kunnen

analyseren (zie afbeelding 2.2 als voorbeeld). Bij het analyseren van de profielen en trends is er onder andere aandacht voor:

- migreren van geulen/wantij;
- verdieping/verbreding van geulen;
- ondieper worden van gebieden;
- aanwezigheid van harde lagen.

Afbeelding 2.2 Voorbeeld van dwarsprofielen loodrecht op route II - Gasunie



2.2.3 Bepaling morfologisch ontwerpprofiel

Op basis van de morfologische gebiedsanalyse en de nadere analyse van de historische bodemhoogtedata bepalen we het morfologisch ontwerpprofiel langs de route. Uiteindelijk nemen we daarbij dus de volgende informatie mee:

- literatuur en eerder onderzoek (onder andere kombergingsanalyses);
- de huidige bodemhoogte;
- diepste en ondiepste bodemniveau in de peilingen;
- historisch waargenomen veranderingen in bodemniveau;
- informatie over harde lagen;
- informatie over vaargeulen;
- trends (geulmigratie, locatie wantij, verdieping, verondieping, nieuwe geulvorming).

Naast het morfologisch ontwerpprofiel zelf geven we per route aandachtspunten en mogelijke optimalisaties aan ten behoeve van een goede interpretatie van het morfologisch ontwerpprofiel.

2.3 Uitgangspunten

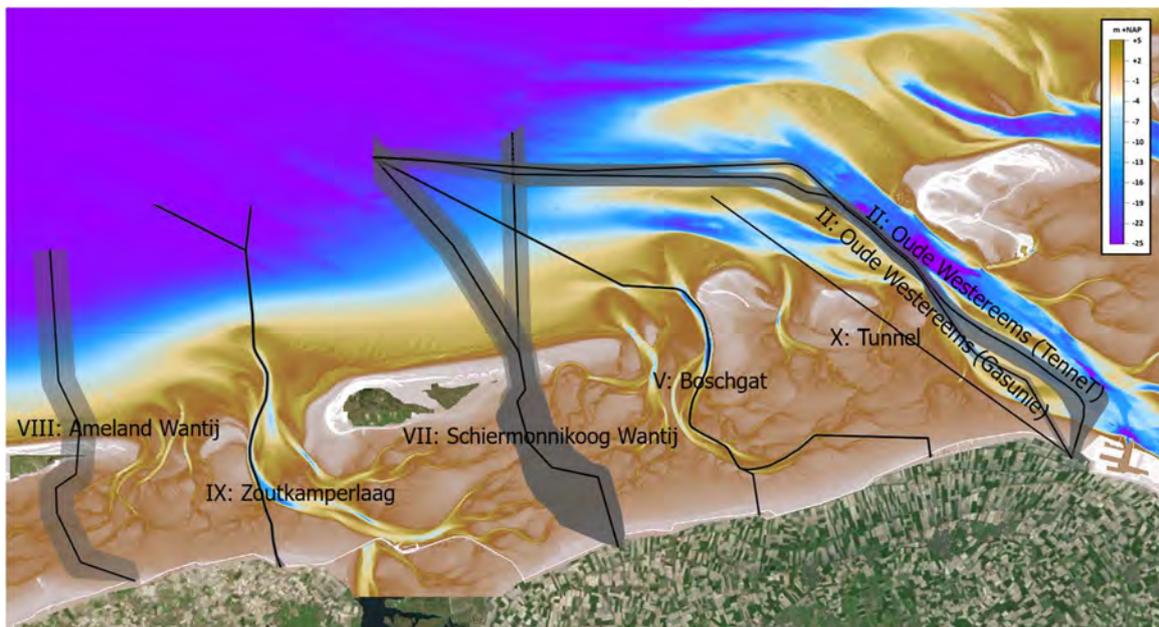
De belangrijkste uitgangspunten bij deze studie zijn als volgt:

- in dit rapport wordt uitgegaan van de routes conform Baseline 3 (Notitie Routeontwikkeling Deel 3);
- het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald voor de volgende routes (zie Tabel 1.1 en Afbeelding 2.3):
 - route II: Oude Westereems (variant 'Gasunie' en variant 'TenneT');
 - route V: Boschgat;
 - route VII: Schiermonnikoog Wantij;
 - route VIII: Ameland Wantij;
 - route IX: Zoutkamperlaag;
- er wordt uitgegaan van het principe 'bury and would like to forget': gedurende de levensduur van de kabels en leidingen dienen deze begraven te blijven. Mogelijkheden voor optimalisatie van het morfologische ontwerpprofiel worden per route benoemd;
- de levensduur van de kabels en leidingen is 40 jaar, maar voor het bepalen van de morfologisch ontwerpprofiel is de minimale bodemligging ingeschat voor de komende 50 jaar. Hiermee wordt

rekening gehouden met het feit dat de aanleg van de kabels en leidingen op z'n vroegst pas over enkele jaren zal plaatsvinden en dat voor sommige locaties de meest recente bodemdata al enkele jaren oud is. Het morfologisch ontwerpprofiel is dus gedefinieerd als: het minimale verwachte bodemniveau in de komende 50 jaar;

- het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald voor de middenlijn van de route en voor de zijlijnen van de corridors (zoals weergegeven in afbeelding 2.3). De middenlijn loopt (ongeveer) door het midden van de corridor waarbinnen de kabels en/of leidingen worden aangelegd. De breedte van deze corridor is afhankelijk van het aantal kabels of leidingen dat binnen de corridor wordt aangelegd en de onderlinge afstand tussen de kabels en leidingen;
- bij geulen die smal zijn t.o.v. het rooster waarop de bodempeilingen beschikbaar zijn (20 m x 20 m), wordt de maximale geuldiepte onderschat. Daarom tellen we 30 % op bij maximale geuldiepte (t.o.v. NAP) zoals volgt uit de bodempeilingen bij geulen die smaller zijn dan circa 100 m (5 maal de roosterafstand tussen bodemhoogtedata). Een onderbouwing van deze aanname is opgenomen in paragraaf 2.4.1);
- dit rapport is input voor een PlanMER en heeft het daarbij passende detailniveau. Dit houdt in dat het morfologisch ontwerpprofiel over langere strekkingen is bepaald met daarbij passende marges. De bodemhoogte langs het morfologisch ontwerpprofiel (minimale verwachte bodemniveau in de komende 50 jaar) wordt aangegeven in gehele meters.

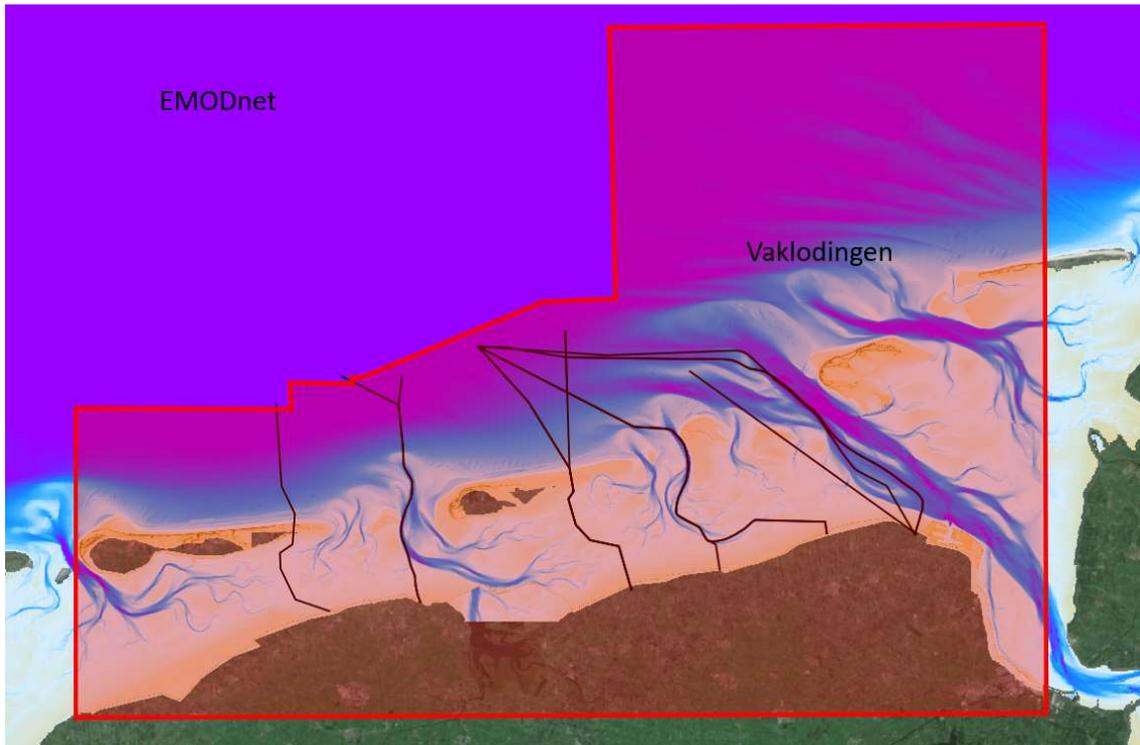
Afbeelding 2.3 Routes conform 'Baseline 3' waarvoor het morfologisch ontwerpprofiel is bepaald, middenlijnen: zwart doorgetrokken, corridors per route: grijs gemarkeerd



2.4 Toelichting gebruikte data

2.4.1 Bodemhoogte

Voor de analyse van de morfologische dynamiek in het projectgebied is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van vaklodingen (Rijkswaterstaat, 2020). Dat zijn peilingen uitgevoerd door of in opdracht van Rijkswaterstaat op de zoute wateren en op de grote zoete wateren. Op de zoute wateren (Noordzeekust, Waddenzee en Zeeuwse Delta) wordt in vastgelegde vakken de bodemhoogte van het areaal roulerend ingewonnen in cycli van 1x per 3 jaren of 1x per 6 jaren. De zeewaartse grens van de vakken langs de Noordzeekustzone reikt tot ongeveer -20 m NAP. Het offshore gebied dat niet gedekt wordt door vaklodingen (afbeelding 2.4) is aangevuld met bodemdata van EMODnet (EMODnet, 2020).



Nauwkeurigheid vaklodingen

De eerste vaklodingen dateren van 1925-1935 (exact jaar verschilt per komgebied) (Elias en Wang, 2013). Sinds 1987 wordt elk komgebied iedere 6 jaar ingemeten en de gebieden rond de buitendelta's iedere 3 jaar. Voor het (Duitse) deel ten noorden en oosten van Borkum zijn minder lodingen beschikbaar, maar dit gebied valt grotendeels buiten de analyse. Een overzicht van alle beschikbare vaklodingen data staat in De Kruif (2001). De meest recente data die voor deze studie is gebruikt komt uit 2021.

De ingemeten data is geïnterpoleerd op een 20 x 20 m rooster. In het algemeen geldt, dat Rijkswaterstaat vanaf 1985 de bodemdata digitaal heeft ingewonnen en opgeslagen. Data van voor 1985 bestaat hoofdzakelijk uit gedigitaliseerde bodemkaarten (Elias en Vermaas, 2019).

Eenduidige schattingen van de foutenmarge in de opnames is moeilijk te maken in verband met de vele verschillende opnametechnieken en verwerkingsmethoden die door de jaren heen zijn toegepast. De gedigitaliseerde bodemkaarten hebben een lagere resolutie en hogere onnauwkeurigheid dan meer recentere peilingen. De onnauwkeurigheid van vaklodingen vanaf jaren 80 is maximaal orde 0,5 m. In Perluca et al. (2006) en Wiegmann et al. (2005) wordt de verticale nauwkeurigheid geschat tussen de 0,11 en 0,40 m (Elias en Wang, 2013). De overgang van hoogtemetingen met waterhoogtecorrecties naar GPS in 2000 heeft geleid tot gemiddeld 0,10 m lagere bodemhoogtes (Lekkerkerk et al., 2007).

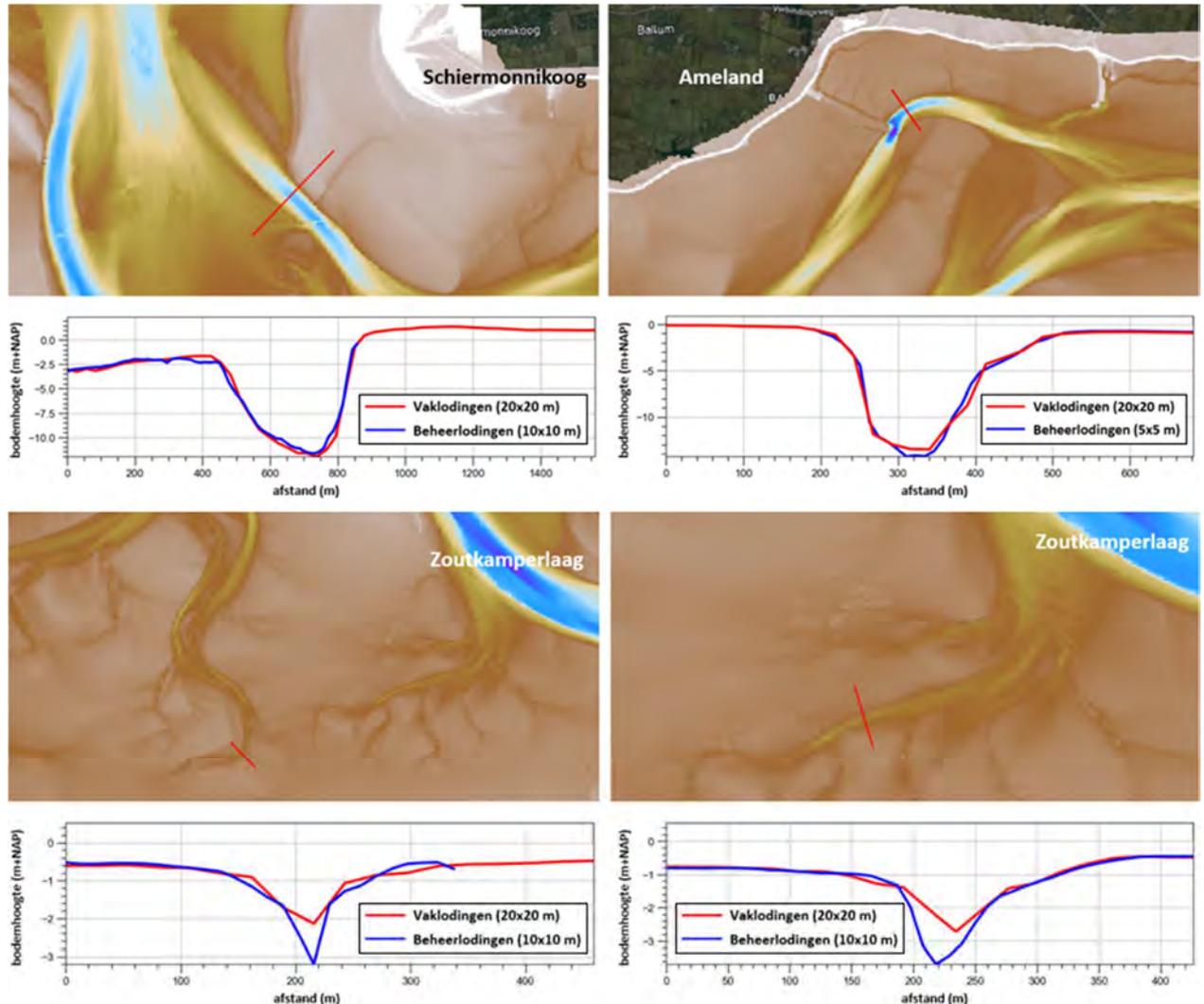
Bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel baseren we ons hoofdzakelijk op vaklodingen vanaf 1985 omdat de onnauwkeurigheid van vroegere lodingen niet geschikt is voor de door ons toegepaste analyses. Doordat we bij de morfologische analyse een relatief groot oppervlak beschouwen (tot enkele kilometers buiten de middenlijn van de routes), wordt de onnauwkeurigheid in de bodemhoogte voldoende meegenomen in het morfologisch ontwerpprofiel. Daarnaast wordt het morfologisch ontwerpprofiel (de minimale verwachte bodemligging in de komende 50 jaar) naar beneden afgerond tot gehele meters (zie uitgangspunten paragraaf 2.2).

Voor deze studie zijn de data uit alle vakken die in het projectgebied liggen verzameld. Aangezien de verschillende zones binnen het projectgebied niet allemaal op hetzelfde moment zijn ingemeten, zijn niet

voor iedere peiljaar gebied dekkende bodemhoogtebestanden beschikbaar. De eerste peilingen voor het projectgebied dateren uit 1926 en de meest recente uit 2021.

Uit een vergelijking tussen vaklodings data (20 x 20 m) en beheerlodingen van Rijkswaterstaat met een hogere resolutie (5 x 5 m of 10 x 10 m) op ongeveer een gelijk tijdstip blijkt dat de maximale diepte van geulen die smaller zijn dan circa 100 m (5 maal de roosterafstand) door de vaklodingen wordt onderschat (afbeelding 2.5). Deze onderschatting is in de orde van 30 %. Daarom hebben we als uitgangspunt opgenomen dat we 30 % optellen bij maximale geuldiepte (t.o.v. NAP) zoals volgt uit de vaklodingen bij geulen die smaller zijn dan circa 100 m (zie H2.2).

Afbeelding 2.5 Vergelijking tussen geulprofiel op basis van Vaklodingen data en beheerlodingen van Rijkswaterstaat



Nauwkeurigheid bodemdata van EMODnet

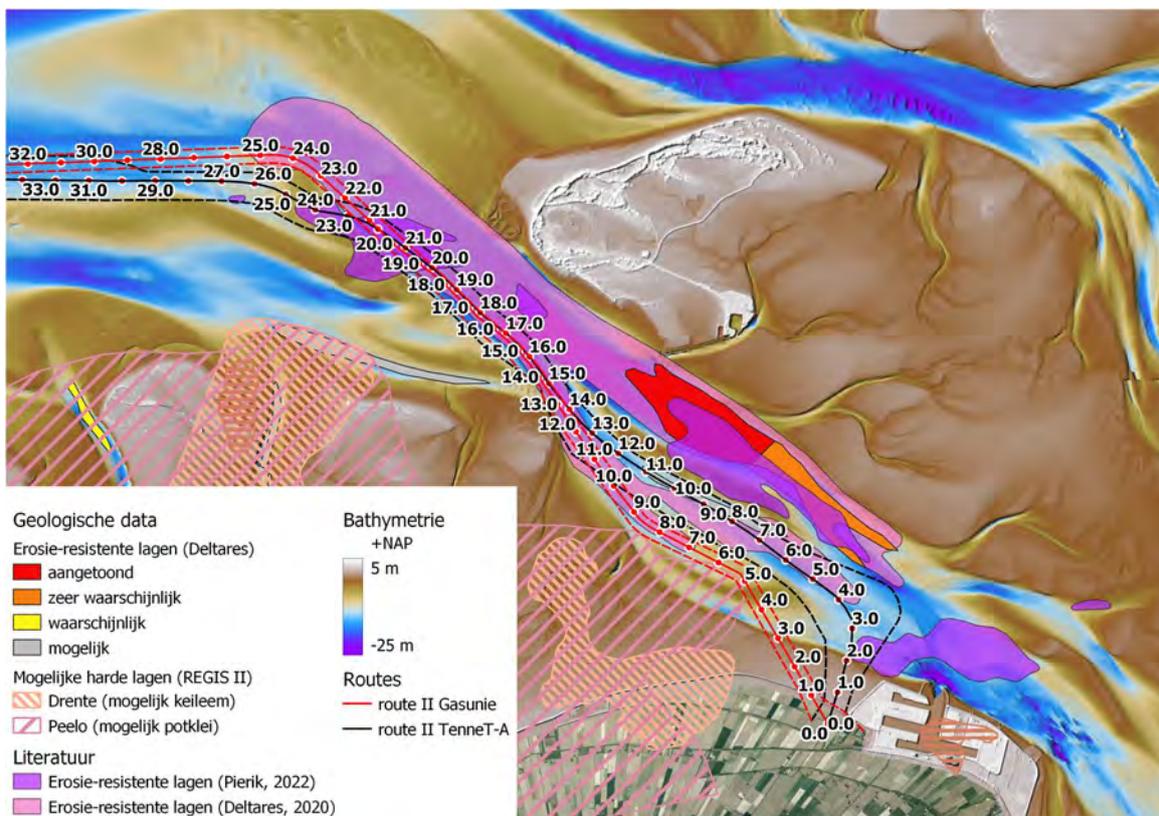
De bodemhoogtes uit de EMODnet dataset zijn gebruikt voor het Noordzeegebied daar waar er geen dekking is van de Vaklodingen. Deze data is representatief voor het meest recent beschikbare bodemniveau en heeft een horizontale resolutie van 5 x 5 m. Dit is hoog genoeg om de ruimtelijke variaties in bodemhoogte van de Noordzee nauwkeurig te representeren. Voor dit Noordzeegebied is historische data voor verschillende jaren niet beschikbaar waardoor het niet mogelijk is om morfologische veranderingen nauwkeurig te bestuderen.

2.4.2 Moeilijk erodeerbare lagen

In de Waddenzee, het Eems estuarium en op de Noordzee komen moeilijk erodeerbare voor (ook wel erosie-resistente of harde(re) lagen). Informatie hierover is overgenomen uit Deltares (2017), Deltares (2020) en Pierik et al., (2019).

Met name langs route II zijn moeilijk erodeerbare lagen aanwezig. Deze lagen bestaan uit potklei (zeer stijve en compacte klei, behorende tot de Peelo Formatie) of keileem (mengsel van grind/zand/klei/leem, behorende tot de Drente Formatie). Informatie hierover is in kaart gebracht op basis van openbare kaarten, grondonderzoek en recentelijke publicaties (Witteveen+Bos (2023a)). De resultaten daarvan zijn samengevat in onderstaande afbeelding. Er is weinig grondonderzoek beschikbaar in het gebied (boringen), dit maakt de exacte locatie en diepte van de harde lagen onzeker. Er zijn op verschillende locaties wel sterke aanwijzingen voor de aanwezigheid van deze lagen op basis van de beschikte informatie. Daarnaast biedt de analyse van bodemhoogteveranderingen in de afgelopen decennia inzicht. Zo zijn in de getijdedeulen van de Eems-Dollard verschillende gebieden aan te duiden waar de bodemhoogte weinig tot geen variatie vertoont of waar na een periode van erosie de bodem over grote afstanden op hetzelfde niveau blijft. Dit duidt op de aanwezigheid van moeilijk erodeerbare lagen. Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is de hoogteligging van moeilijk erodeerbare lagen gebaseerd op een analyse van de beschikbare bodemdata. Aanvullend grondonderzoek is noodzakelijk om de aanwezigheid en de bereik van de harde(re) lagen langs route II beter in beeld te brengen.

Afbeelding 2.6 Overzicht van moeilijk erodeerbare lagen in de Eemsmonding op basis van openbare kaarten, grondonderzoek en recentelijke publicatie (Witteveen+Bos (2023a))



Bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is het uitgangspunt gebruikt dat erosie bij harde lagen beperkt zal blijven (als dit ook in het verleden zo was). Het morfologisch ontwerpprofiel ligt dan per definitie aan de bovenzijde van de harde laag. Bij het bepalen van de begraafdiepte (buiten scope van dit rapport) moet rekening worden gehouden met het feit dat wanneer een erosieresistente laag over de volledige

hoogte wordt weggebaggerd daarna versnelde en diepe erosie optreden. Daarnaast is het begraven van een kabel of leiding in (of onder) dergelijke lagen waarschijnlijk lastig.

3

BEPALING MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL PER ROUTE

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk presenteert per route het morfologisch ontwerp-profiel. Per route volgt eerst de routebeschrijving en indeling in deelgebieden, daarna de morfologische gebiedsanalyse en vervolgens de nadere analyse van de bodemontwikkelingen bij de route. Aan het einde volgt steeds een morfologisch ontwerp-profiel inclusief een opsomming van bijbehorende aandachtspunten en mogelijke optimalisaties. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau. Deze diepte is niet per definitie gelijk aan de begraafdiepte. Het vaststellen van de begraafdiepte valt buiten de scope van dit rapport.

3.2 Route II - Oude Westereems

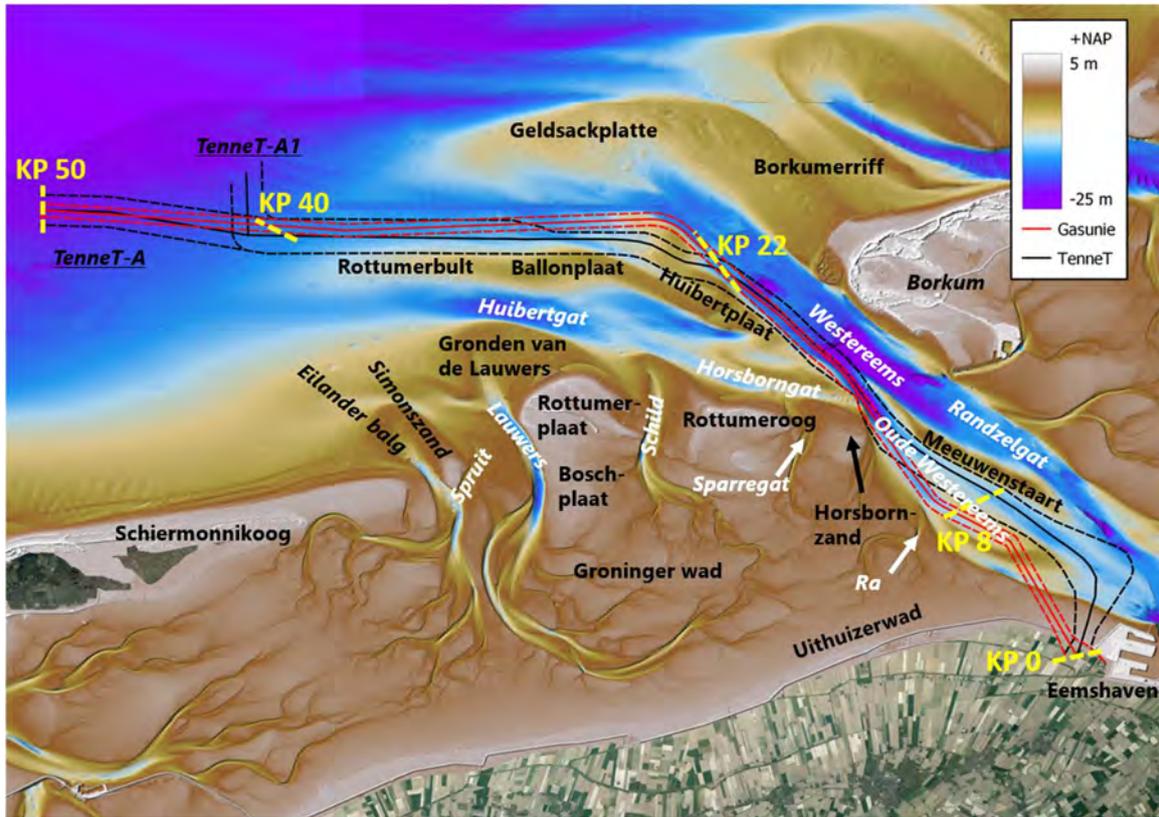
3.2.1 Routebeschrijving en indeling in deelgebieden

Voor route II zijn drie varianten beschouwd (afbeelding 3.1): variant 'Gasunie', variant 'TenneT-A' en variant 'TenneT-A1'. Deze routes lopen vanaf de Eemshaven door de Oude Westereems naar het noordoosten, langs het Horsborngat en over de Huibertplaat en vervolgens ten noorden van de Ballonplaat en Rottumerbult. De varianten 'TenneT-A' en 'TenneT-A1' verschillen alleen op de Noordzee en dus wordt voor het bepalen van het morfologisch ontwerp-profiel alleen variant 'TenneT-A' beschouwd.

Voor zowel de Gasunie als de TenneT varianten van route II onderscheiden we de volgende deelgebieden:

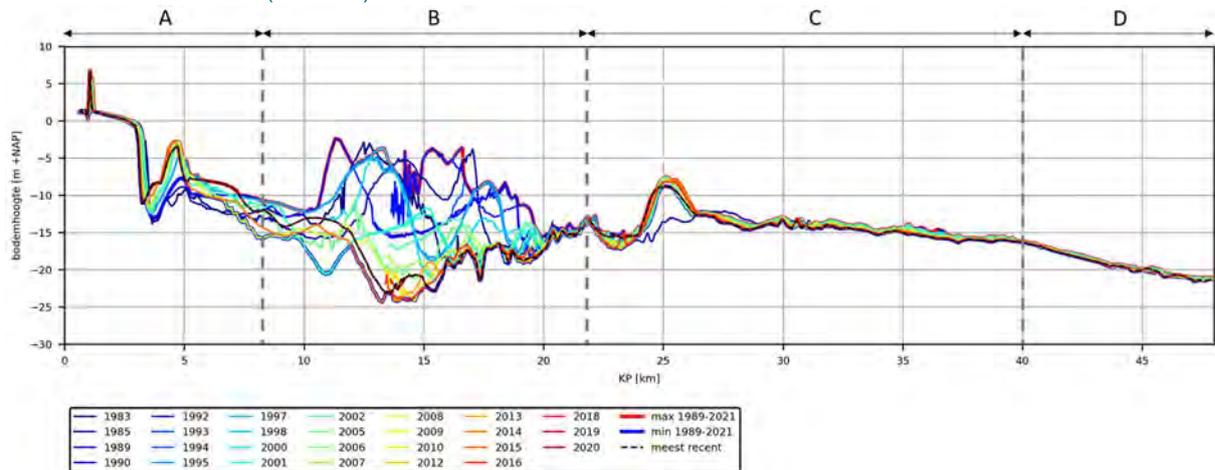
- Eemshaven en begin Oude Westereems (KP 0 - 8);
- Oude Westereems en Westereems (KP 8 - 22);
- Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 22 - 40);
- Noordzee (KP 40 - 50).

Afbeelding 3.1 Bovenaanzicht van de route II (Oude Westereems) met in rood: versie 'Gasunie' en in zwart: versie 'TenneT'

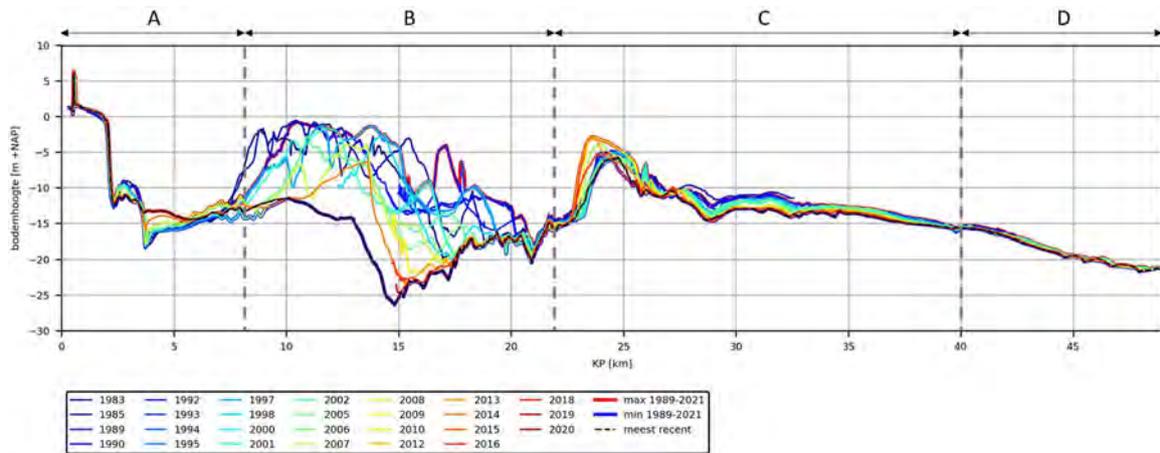


In Afbeelding 3.1 en Afbeelding 3.2 zijn de langsprofielen weergegeven van de middenlijnen van route II variant 'Gasunie' en variant 'TenneT-A', met daarin de bodemhoogte zoals waargenomen in alle beschikbare peilingen (1983-2020, betrouwbaar vanaf 1989).

Afbeelding 3.2 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant 'Gasunie' in de periode tussen 1983 en 2020 (peilingen betrouwbaar vanaf 1989). A = Het vasteland bij Eemshaven tot aan het begin van de Oude Westereems (KP 0 - 8), B = Oude Westereems (KP 8 - 22), C = Westereems (KP 22 - 40) en D = Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 40 - 50)

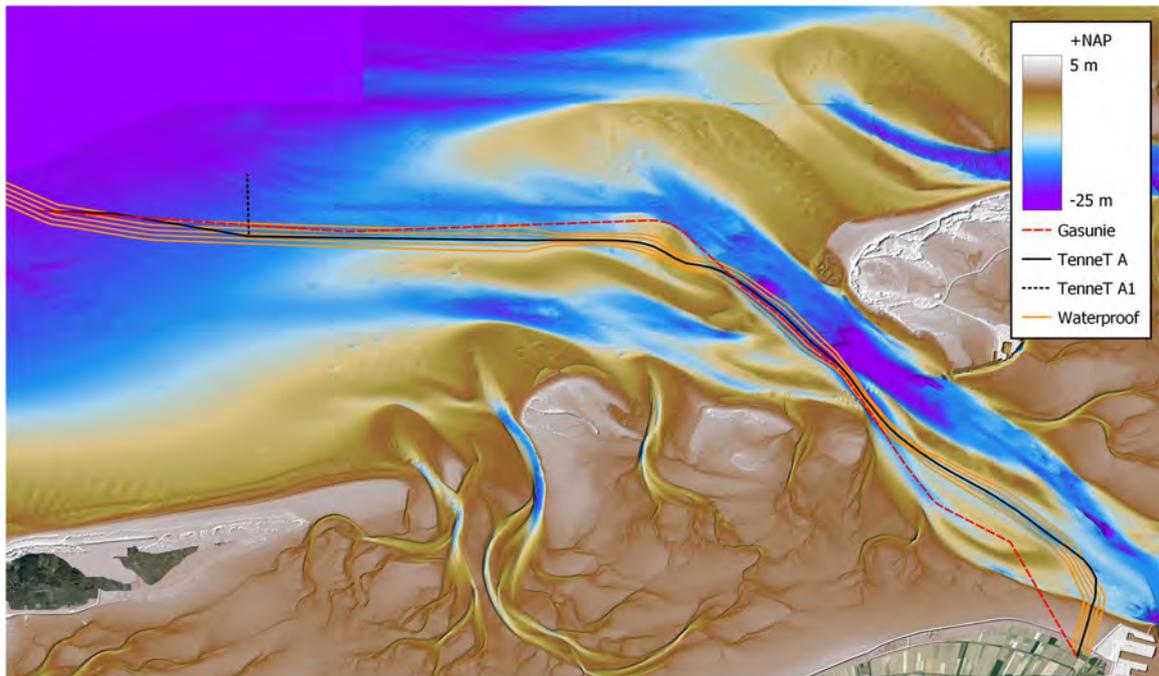


Afbeelding 3.3 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant 'TenneT-A' in de periode tussen 1983 en 2020 (peilingen betrouwbaar vanaf 1989). A = Het vasteland bij Eemshaven tot aan het begin van de Oude Westereems (KP 0 - 8), B = Oude Westereems (KP 8 - 22), C = Westereems (KP 22 - 40) en D = Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 40 - 50)



Route II variant 'TenneT' is gebaseerd op een kabelcorridor met 5 kabels, genaamd 'WP05', die eerder door Waterproof is uitwerkt (Waterproof, 2022). Variant 'TenneT' loopt grotendeels door deze uitgewerkte corridor, zie Afbeelding 3.4. Voor het bepalen van het morfologisch ontwerp-profiel is waar mogelijk gebruik gemaakt van de analyses van Waterproof. Daarbij moet worden opgemerkt dat Waterproof een ander zichtjaar heeft gebruikt (40 jaar in plaats van 50 jaar). Daarnaast wordt voor variant TenneT-A en TenneT-A1 lokaal afgeweken van de door Waterproof voorgestelde corridor om ankergebieden te mijden.

Afbeelding 3.4 Route II met variant 'Gasunie' (rood) en variant 'TenneT' (zwart) 'conform 'Baseline 3' zoals gebruikt in voorliggende studie en route WP05 die eerder is uitgewerkt door Waterproof (oranje lijnen, overgenomen uit [Waterproof, 2022])



In het vervolg van paragraaf 3.2 worden de belangrijkste morfologische kenmerken en ontwikkelingen per deelgebied beschreven. Dit wordt vervolgens gebruikt om het morfologische ontwerp-profiel per deelgebied

te bepalen (paragraaf 3.2.3 t/m 3.2.6). Het morfologische ontwerpprofiel wordt samengevat voor de gehele route in paragraaf 3.2.7.

3.2.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

In het 'Kombergingsrapport Lauwers en Groninger Wad' (Elias en Cleveringa, 2021) en in de studie door Waterproof naar een optimale corridor door de Eemsmonding (Waterproof, 2022) worden de grootschalige ontwikkelingen in het Eems-Dollard estuarium beschreven. De volgende ontwikkelingen zijn relevant voor de beschouwing van het morfologische ontwerpprofiel van route II:

- het Eems-Dollard estuarium importeert netto sediment. Dit blijkt uit studies door Elias et. al. (2021) en Pierik et al. (2022). Ondanks deze netto import is het oppervlak van diepe delen in het estuarium (bodemniveau onder -14 m NAP) sinds 1985 toegenomen;
- door zeespiegelstijging wordt de sedimentimport verder gestimuleerd. Naar verwachting is de import van zand naar de geulen echter niet groot genoeg om de zeespiegelstijging bij te houden (Van Maren, 2019). Dit kan leiden tot een toename van de geuldimensies (maar niet per definitie tot een daling van het bodemniveau van de geulen), hierdoor zal de baggerinspanning naar verwachting afnemen;
- moeilijk-erodeerbare of erosieresistente lagen hebben een sterke invloed op de morfologische ontwikkeling van met name het Randzelgat en de Westereems in de Eemsmonding. Op plekken met erosieresistente lagen is de ratio geulbreedte-geuldiepte relatief hoog. Er zijn in de afgelopen decennia geen grootschalige morfologische veranderingen in de Eemsmonding geweest. De geul Randzelgat - Westereems ligt stabiel langs het eiland Borkum en heeft daar een noordwestelijke oriëntatie;
- het bankencomplex waar de Huibertplaat en Ballonplaat deel van uit maken vormt de scheiding tussen de Westereems en het Huibertgat. De Ballonplaat en Rottumbult ten westen van de Huibertplaat zijn relatief stabiel.

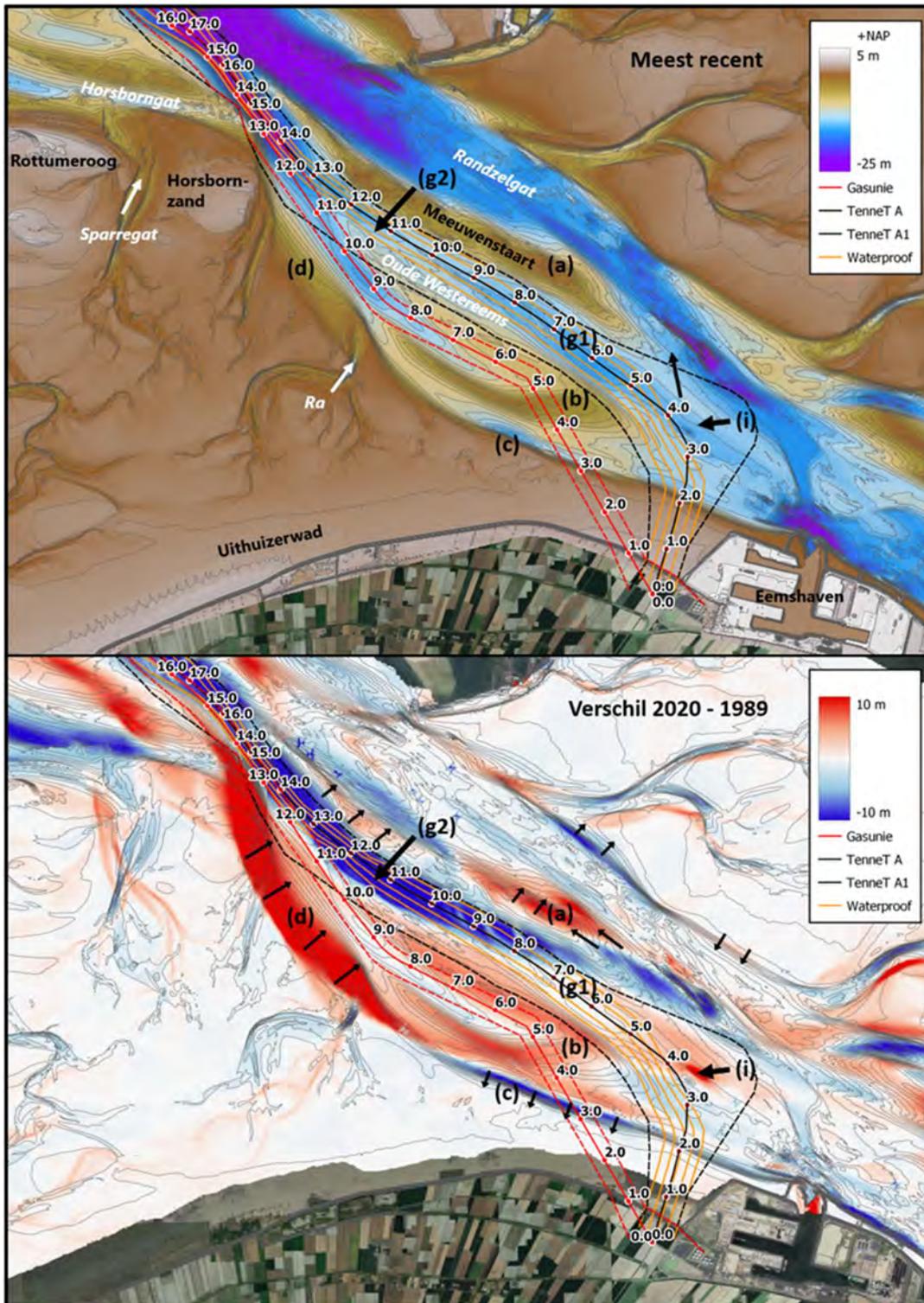
3.2.3 Deelgebied A - Eemshaven en begin Oude Westereems (KP 0 - 8)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.5 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A samengevat (aangepast naar Waterproof [2022]):

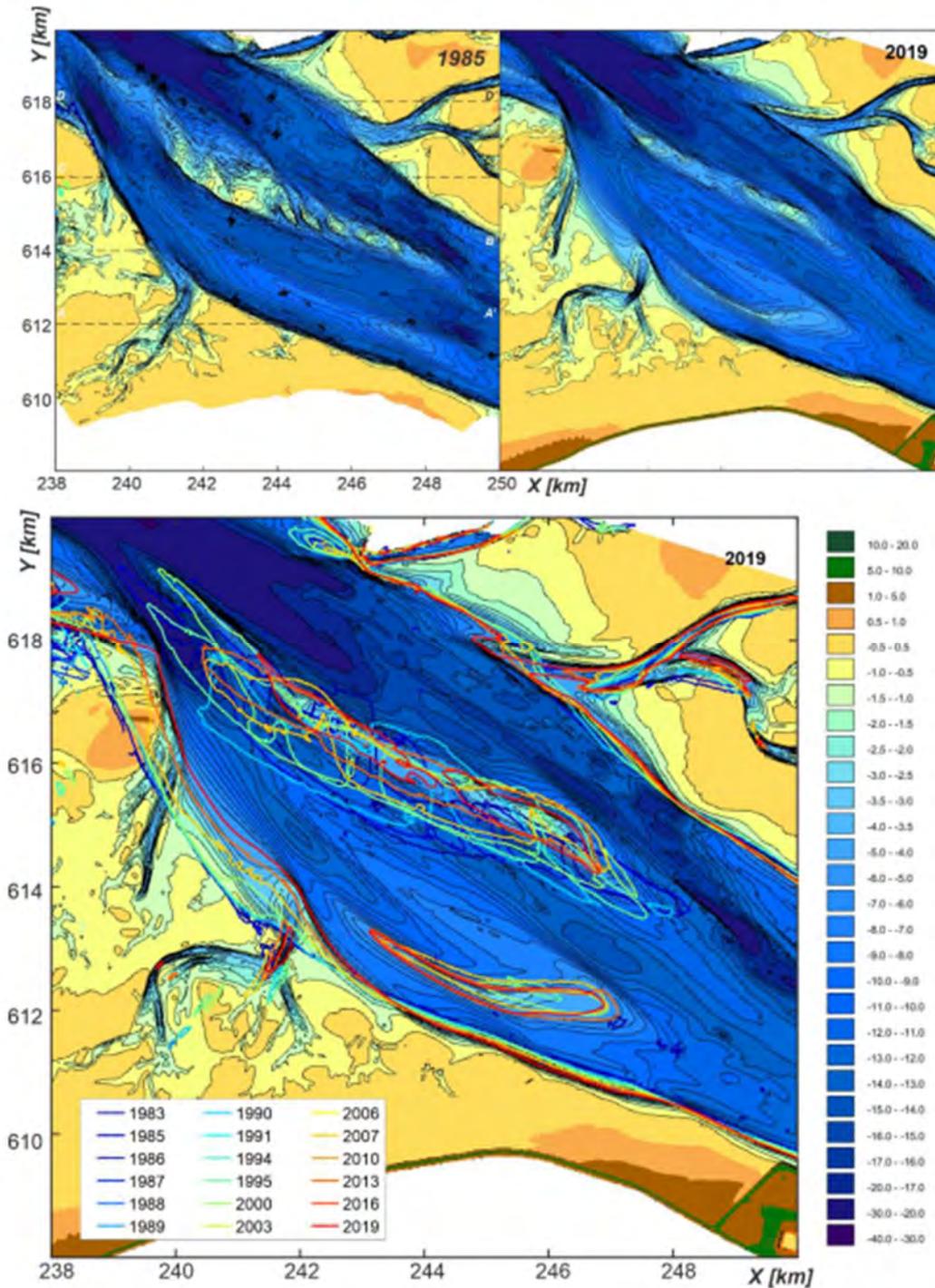
- (a): oostwaartse migratie en afname van de omvang van de Meeuwenstaart (ondiepte);
- (b): ontwikkeling van een nieuwe ondiepte;
- (c): plaat die zuidwaarts migreert;
- (d): plaat die naar het oosten migreert (waarschijnlijk gekoppeld aan de oostwaartse migratie van de Meeuwenstaart (a));
- (g1): deel van de Oude Westereems met relatief stabiele bodemligging (tussen circa KP 4 en KP 8 van variant 'TenneT');
- (g2): deel van de Oude Westereems met een sterk dynamische bodemligging (tussen circa KP 8 en KP 14 van variant 'TenneT');
- (i): erosiegat in het Randzelgat dat is opgevuld.

Afbeelding 3.5 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A (KP 0 - 8). Weergegeven zijn route II (variant Gasunie: rood, variant TenneT: zwart), kabels binnen de corridor van route WP05 (magenta lijnen). Afbeelding aangepast naar Waterproof (2022)



Afbeelding 3.6 toont ontwikkeling van de oostzijde van het Groningerwad en de oude Westereems tussen 1985 en 2019 en de verplaatsing van de -5 m NAP contourlijn in die periode.

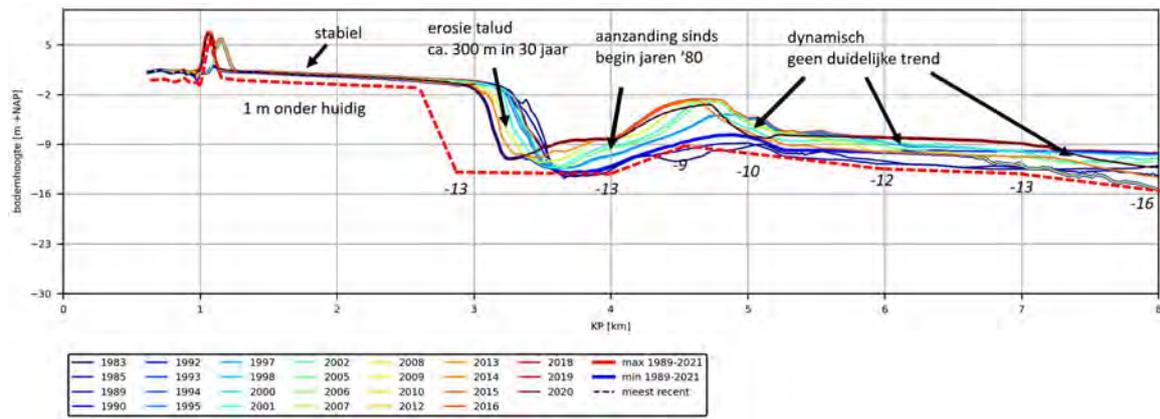
Afbeelding 3.6 Boven: ontwikkeling van de oostzijde van het Groningerwad en de oude Westereems 1985 en 2019. Onder: verplaatsing van de -5 m NAP contourlijn. Overgenomen uit Elias en Cleveringa (2021)



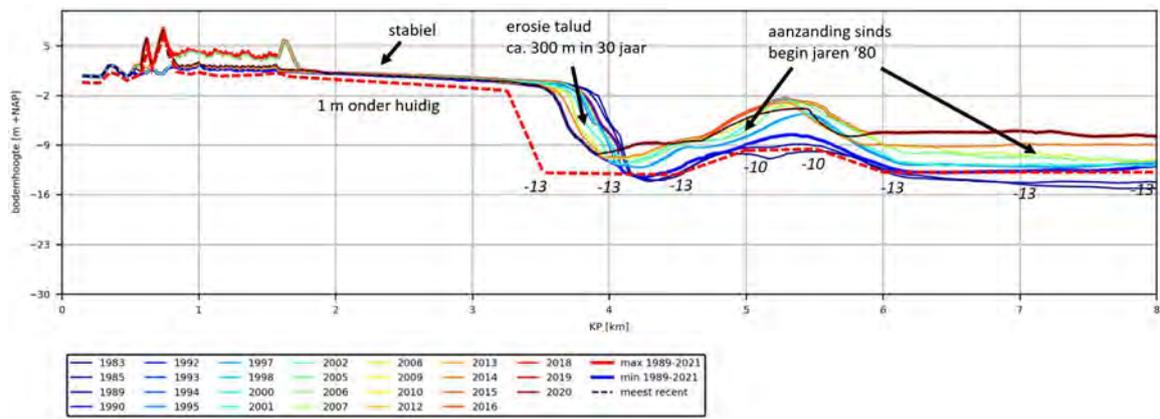
Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

In Afbeelding 3.7, Afbeelding 3.8 en Afbeelding 3.9 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant Gasunie binnen deelgebied A (KP 0 - KP 8). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

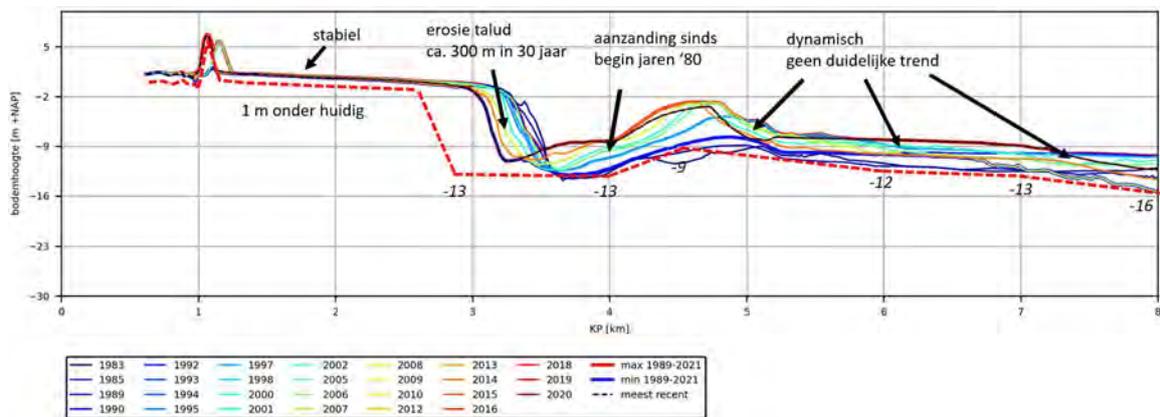
Afbeelding 3.7 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.8 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.9 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

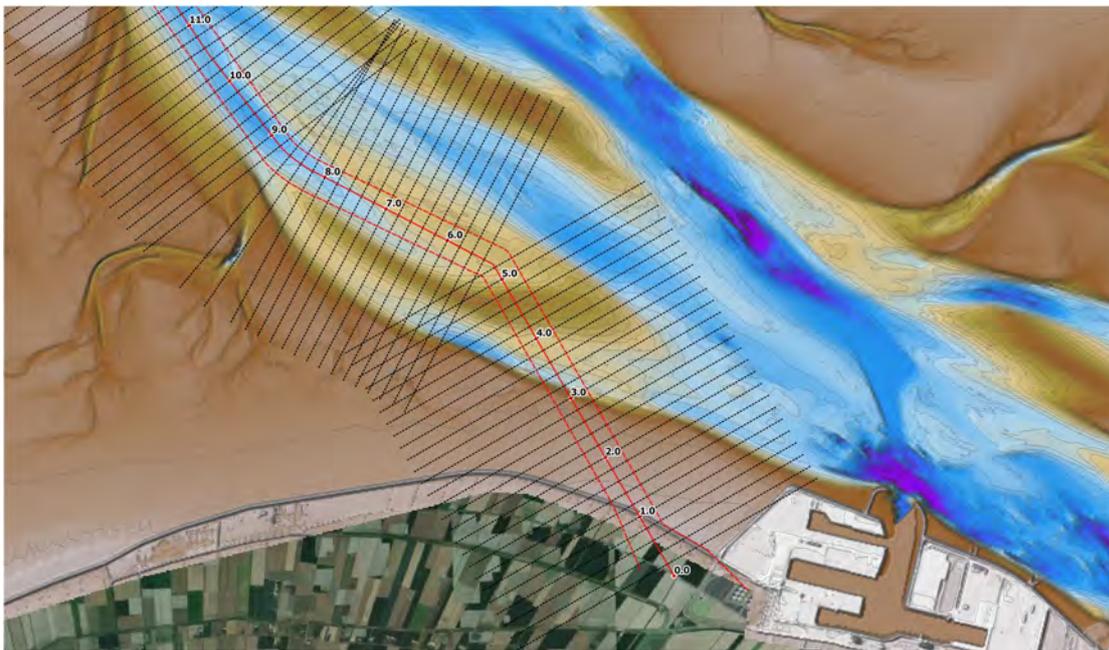


Binnen deelgebied A zijn langs route II Gasunie de volgende ontwikkelingen relevant (KP's voor middenlijn):

- KP 3 (Afbeelding 3.11): zuidwaartse migratie van de overgang geul-wad;
- KP 3.5-4.8 (Afbeelding 3.12): ondiepte die aanzand sinds begin jaren '80, echter kan erosie door het uitdiepen van de Oude Westereems in zuidoostelijke richting in de komende 50 jaar niet worden uitgesloten;
- KP 4.8-8 (Afbeelding 3.13): dynamisch gebied, geen duidelijke trend in het bodemniveau, verdieping kan optreden in de komende 50 jaar.

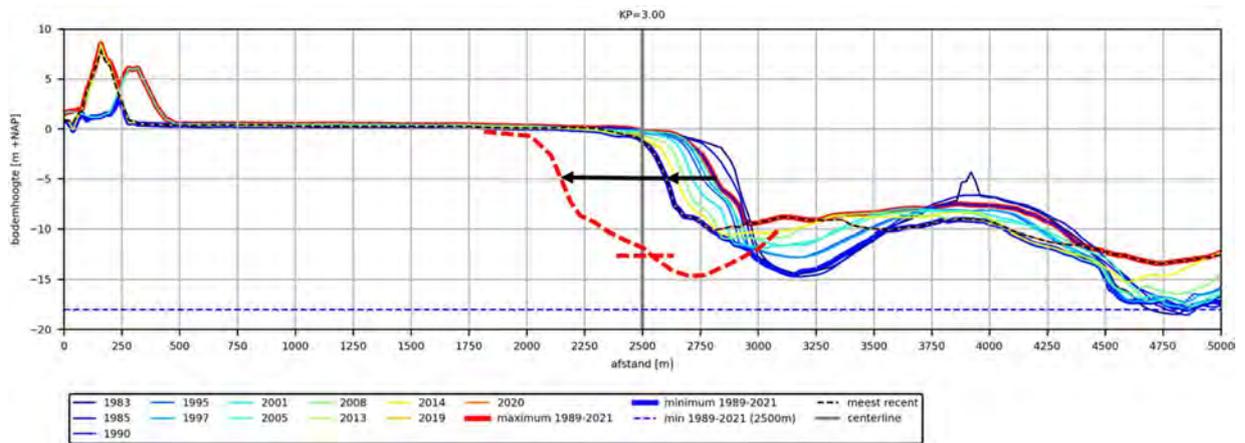
In Afbeelding 3.11 t/m Afbeelding 3.13 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel langs de middenlijn van de route aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.10. Op sommige locaties ligt het morfologisch ontwerpprofiel boven de meest recente bodemhoogte, omdat de trend op die locatie verondieping is.

Afbeelding 3.10 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'Gasunie' - deelgebied A



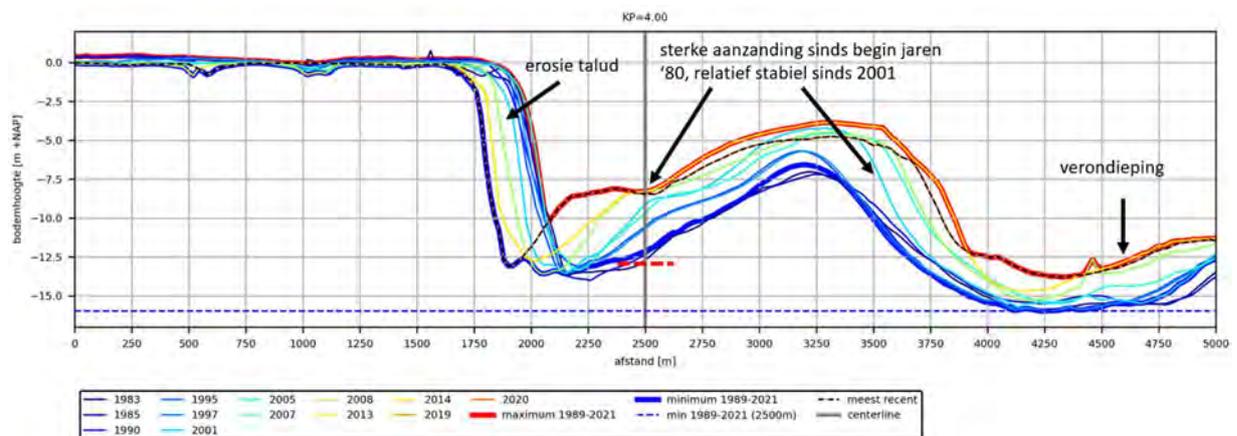
Afbeelding 3.11: Het talud op de overgang tussen geul en wad rond KP 3.0 is in de afgelopen decennia zuidwaarts gemigreerd (circa 300 m in 30 jaar), dit proces kan zich in de komende 50 jaar voortzetten (dat zou leiden tot circa 500 m migratie langs de middenlijn van de route). Daarnaast is het niet onwaarschijnlijk dat het bodemniveau van de geul één tot enkele meters zakt. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 3 gekozen op -13 m NAP.

Afbeelding 3.11 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 3,0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



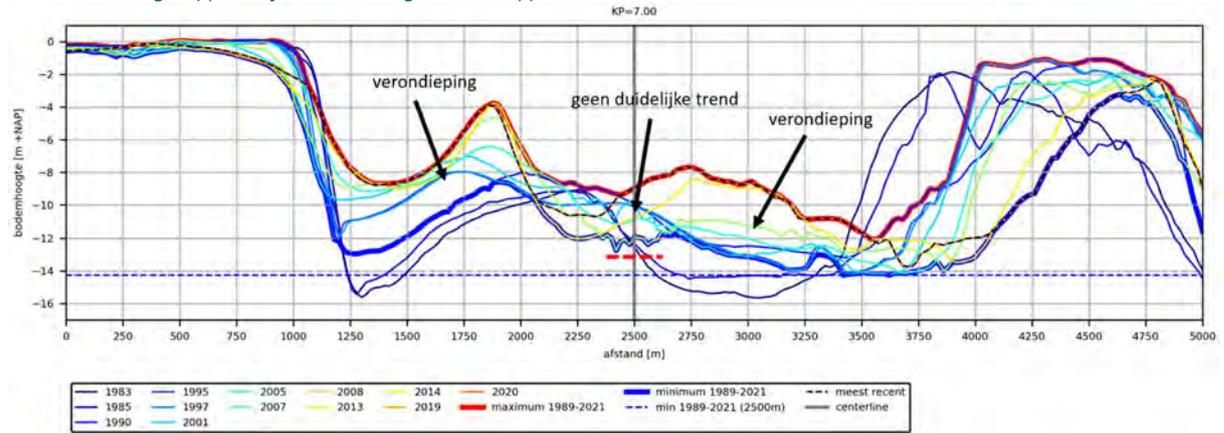
Afbeelding 3.12: Tussen KP 3,5 en KP 4,8 loopt de route door een ondiepte die aanzand sinds begin jaren '80. In de afgelopen 15 tot 20 jaar is de bodem hier vrij stabiel. Het kan niet worden uitgesloten dat de naastgelegen geul zich in zuidoostelijke richting gaat verdiepen in de komende 50 jaar. Dit zou leiden tot erosie van de ondiepte of verplaatsing daarvan in zuidoostelijke richting. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn van route II Gasunie tussen KP 3.5 en KP 4.8 gelijk gekozen aan het minimale bodemniveau sinds 1989, op -13 m NAP.

Afbeelding 3.12 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 4.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.13: Ter hoogte van KP 7 treedt aan weerszijden van de kabelroute verondieping op. Langs de middenlijn van de route is de variatie in het bodemniveau in de afgelopen 40 jaar orde 3 m, zonder een duidelijke trend van verdieping of verondieping. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 7 gelijk gekozen aan het minimale bodemniveau sinds 1989, op -13 m NAP. Voor het deel van de route tussen KP 4.8 en KP 8 is dezelfde redenatie gevolgd, wat heeft geleid tot een morfologisch ontwerpprofiel tussen -10 m NAP (KP 5) en -16 m NAP (KP 8).

Afbeelding 3.13 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 7.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

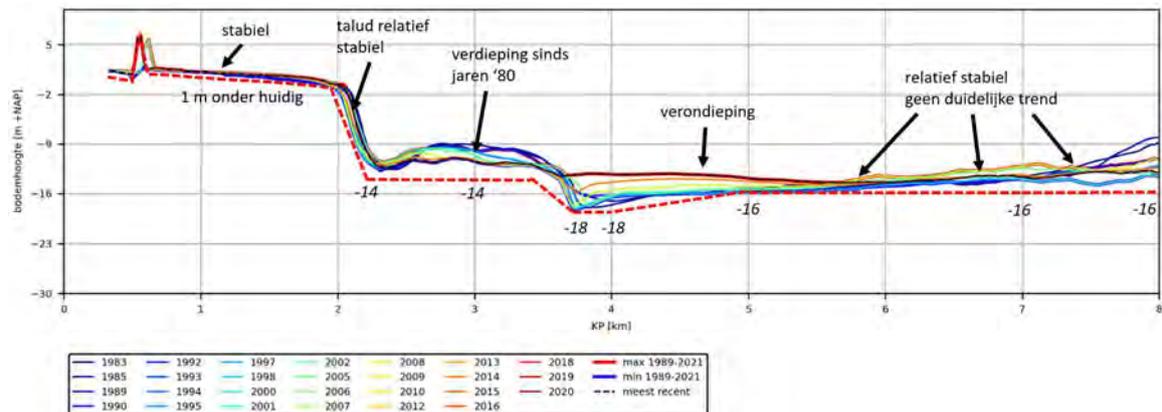


Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

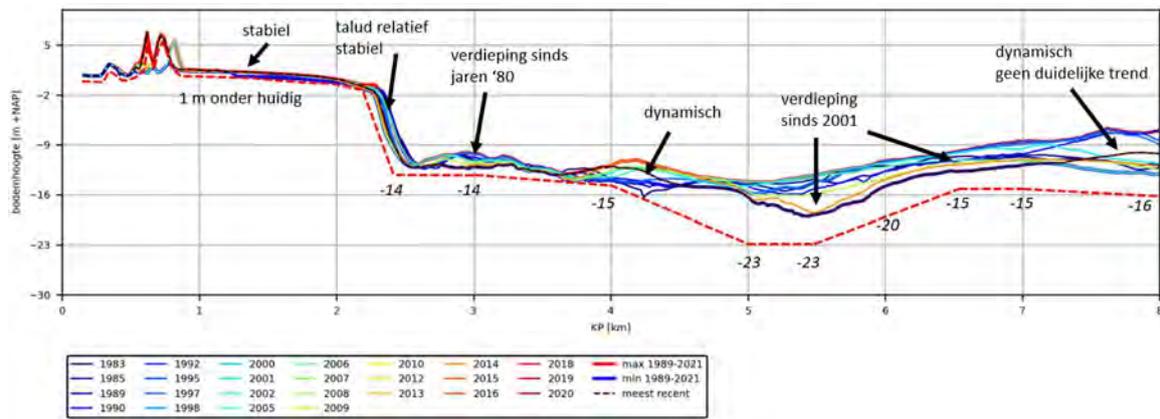
In Afbeelding 3.14, Afbeelding 3.15 en Afbeelding 3.16 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant TenneT-A binnen deelgebied A (KP 0 - KP 8). Ook weergegeven zijn de minimale bodemligging tussen 1989 en 2020 uit de dwarsprofielen (blauwe lijn) en het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

Ter hoogte van KP 3.5 bevindt zich tussen de middenlijn en de oostelijk zijlijn een locatie waar sinds begin jaren 80 een diep erosie gat aanwezig was wat sindsdien langzaam is opgevuld (zie Afbeelding 3.5). Hiermee is geen rekening gehouden bij het morfologisch ontwerpprofiel, omdat het gat aanzand. Echter, voor een route tussen de middenlijn en de oostelijke zijlijn kan dit wel tot zeer forse begraafdiepte leiden (> 10 m).

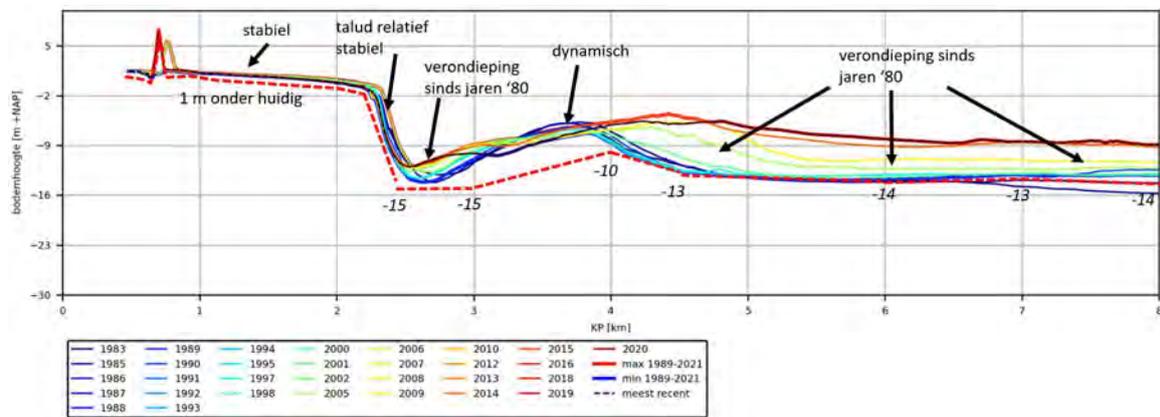
Afbeelding 3.14 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 10). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.15 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 10). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.16 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 10). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel

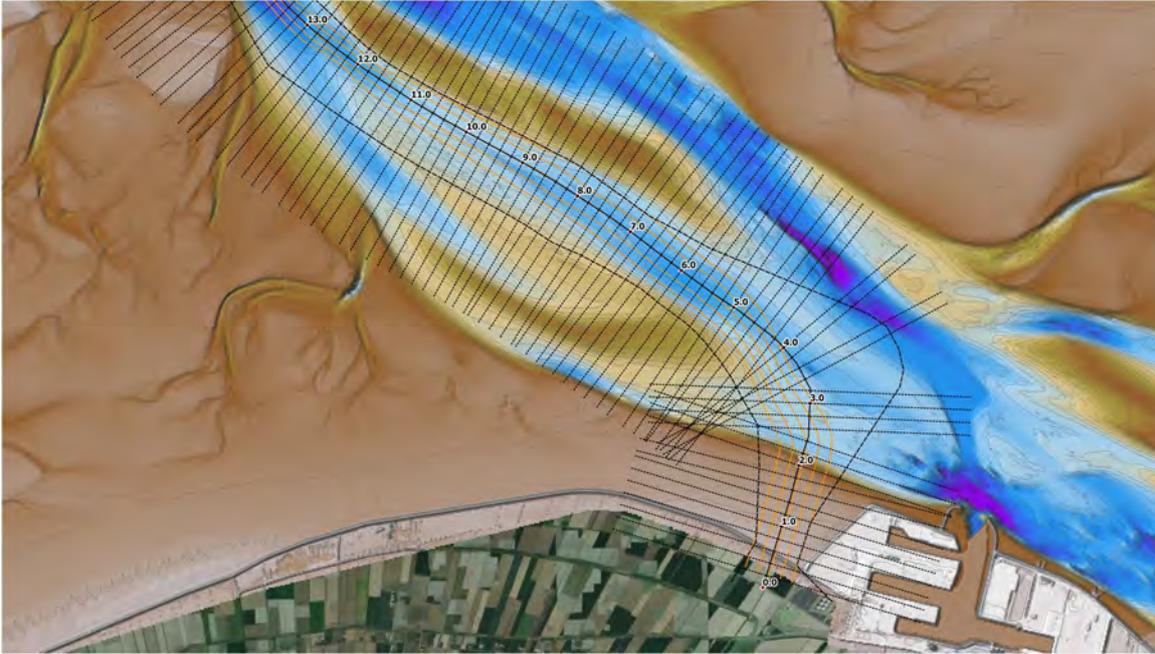


Binnen deelgebied A zijn langs route II TenneT-A de volgende ontwikkelingen relevant (KP's voor middenlijn):

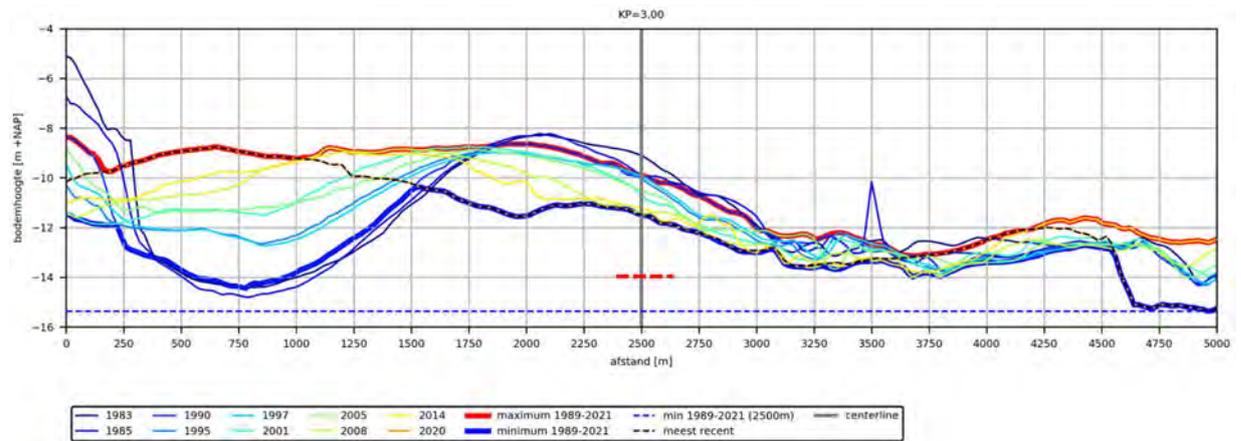
- KP 2 (Afbeelding 3.16): stabiel talud op overgang geul-wad;
- KP 2.3-3.6 (Afbeelding 3.18): verdieping sinds jaren '80, deze verdieping kan doorzetten in de komende 50 jaar;
- KP 3.6-5.5 (Afbeelding 3.19): verondieping sinds jaren '80, gebied kent lokale verdiepingen;
- KP 5.5-8.0 (Afbeelding 3.20): dynamisch gebied, relatief stabiel.

In Afbeelding 3.18 t/m Afbeelding 3.20 wordt de keuze voor het morfologische ontwerp-profiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.17.

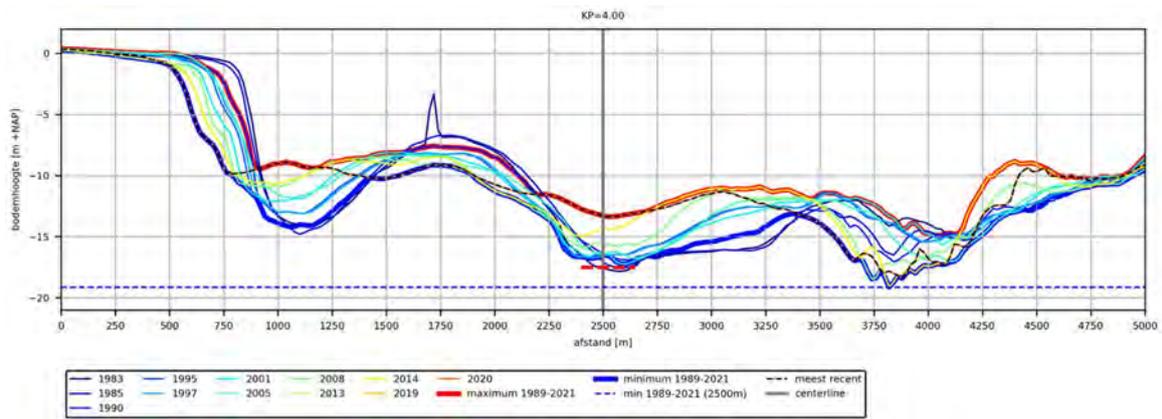
Afbeelding 3.17 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'TenneT-A' - deelgebied A



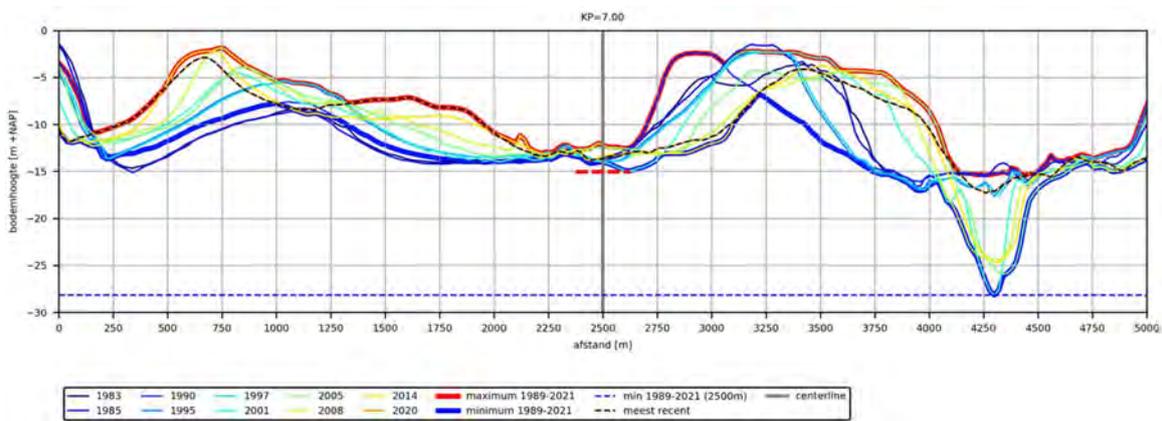
Afbeelding 3.18 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 3.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.19 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 4.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.20 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel op KP 7.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



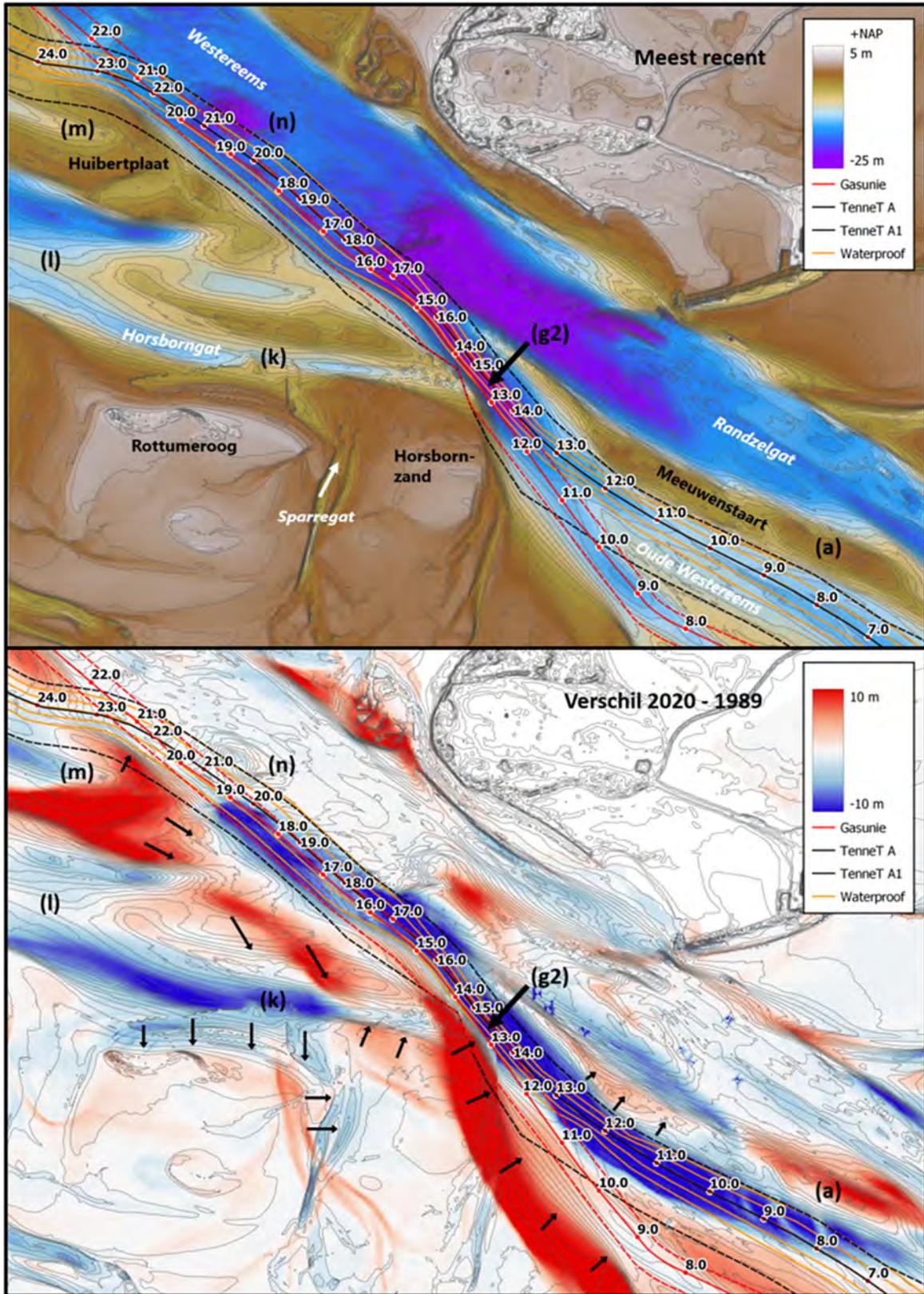
3.2.4 Deelgebied B - Oude Westereems en Westereems (KP 8 - 22)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.21 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B samengevat (aangepast naar Waterproof, 2022):

- (a): oostwaartse migratie en afname van de omvang van de Meeuwenstaart (ondiepte);
- (g2): deel van de Oude Westereems met grote veranderingen door een oostwaartse verplaatsing van de diepe getijdegeul die gepaard gaat met de oostwaartse uitbouw van het Horsbornzand;
- (k): zuidwaartse migratie van het Horsbornvat (getijdegeul);
- (l): zeer dynamisch gebied nabij het Huibertgat met in sommige jaren een 1- en andere jaren een 2-geulen systeem;
- (m): migratie van de oostkant van de Huibertplaat naar het zuidoosten;
- (n): gebied met dieptes van meer dan 25 m ten opzichte van NAP in de Westereems, ten oosten van Borkum.

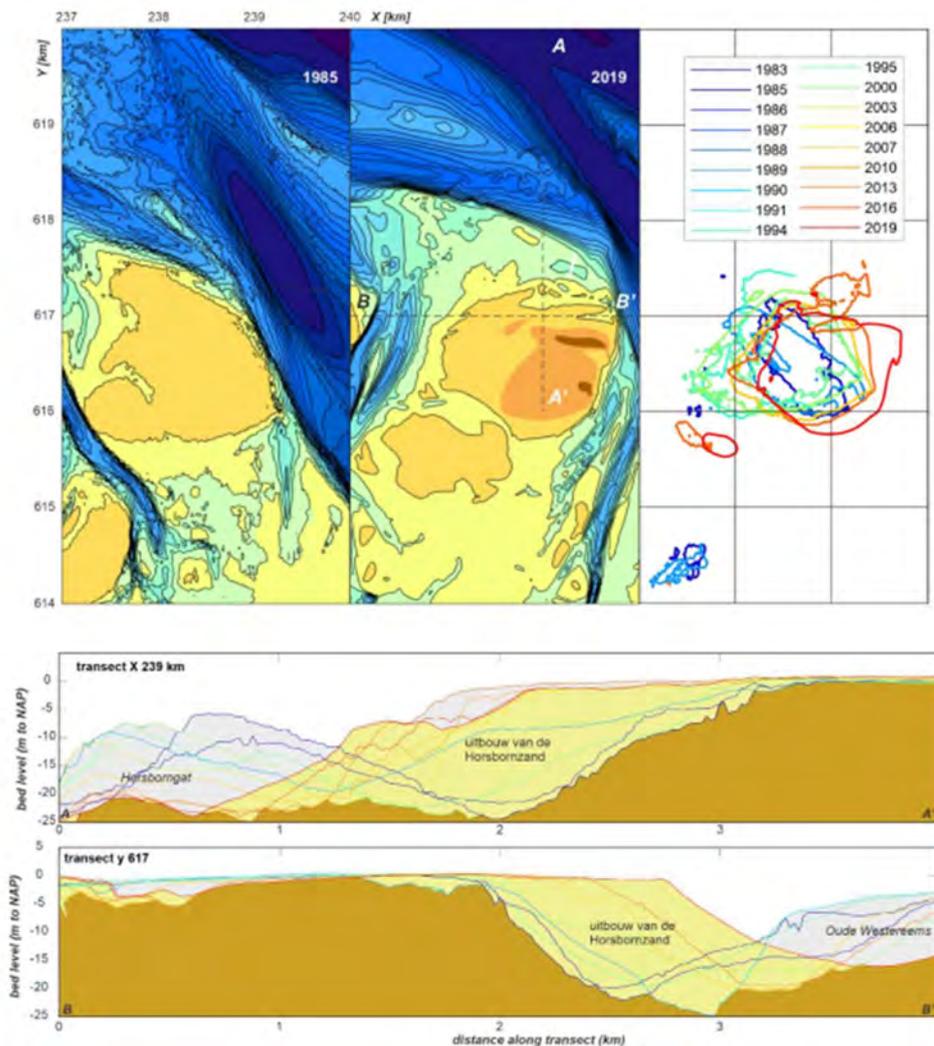
Afbeelding 3.21 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B (KP 8 - 22). Weergegeven zijn route II (variant Gasunie: rood, variant TenneT: zwart), kabels binnen de corridor van route WP05 (magenta lijnen). Afbeelding aangepast naar Waterproof, 2022



In 1989 was het Huibertgat een doorgaande geul met west-oost oriëntatie (tussen de Noordzee en het Eems estuarium), ter hoogte van de Rottums en het Horsbornzand (Elias et al. 2021). De meest zuidelijke uitstroomgeul in het oostelijke deel van het Huibertgat wordt dan ook al Horsborngat genoemd, maar is niet dezelfde geul als het huidige Horsborngat. De vorming van het huidige Horsborngat is eerst zichtbaar in de 1995 bodem en in 2001-2008 vormt dan een doorgaande geul. Deze geul blijft dan zichtbaar in de 2014 en 2020 bodemopnamen. Het oude Horsborngat neemt dan snel in diepte af en is dan in de 2001 bodem vrijwel verdwenen. Tussen 2001 en 2020 ontstaat een ondiep drempelgebied langs de westzijde van de Westereems/Randzelgat. Waarschijnlijk speelt de toegenomen sedimenttoevoer door uitschuring van Horsborngat hierbij een rol. Deze geul zorgt ervoor dat zand kustlangs kan worden afgevoerd richting de Westereems, dat zich vervolgens afzet in dit drempelgebied (Elias et al. 2021).

In Afbeelding 3.22 is de ontwikkeling van de Horsbornzand en het Horsborngat weergegeven tussen 1985 en 2019. Tussen 1989 en 2020 treden er grote veranderingen op in de geulen van Randzelgat en Oude Westereems. Dit gaat gepaard met de uitbouw van de Horsbornzand richting het noordoosten. Daardoor wordt het Horsborngat lokaal naar het noorden 'gedrukt'. In de 1989 bodem zijn deze twee geulen nog zichtbaar als aparte geulen gescheiden door een langgerekte drempel. Deze drempel trekt zich in zuidelijke richting terug.

Afbeelding 3.22 Boven: Ontwikkeling van Horsbornzand aan de hand van de 1985 en 2019 Vaklodging en 0 m NAP contourlijnen. Onderste afbeelding geeft de ontwikkeling van dwarsprofiel A-A' en langsprofiel B-B' weer. Donkerbruin geeft aan waar altijd sediment aanwezig is geweest (begrensd door de minimale bodemligging in alle jaren), geel geeft de meest recente bodemligging weer en grijs de envelop van bodemverandering. Gekopieerd uit Elias et al. (2021)

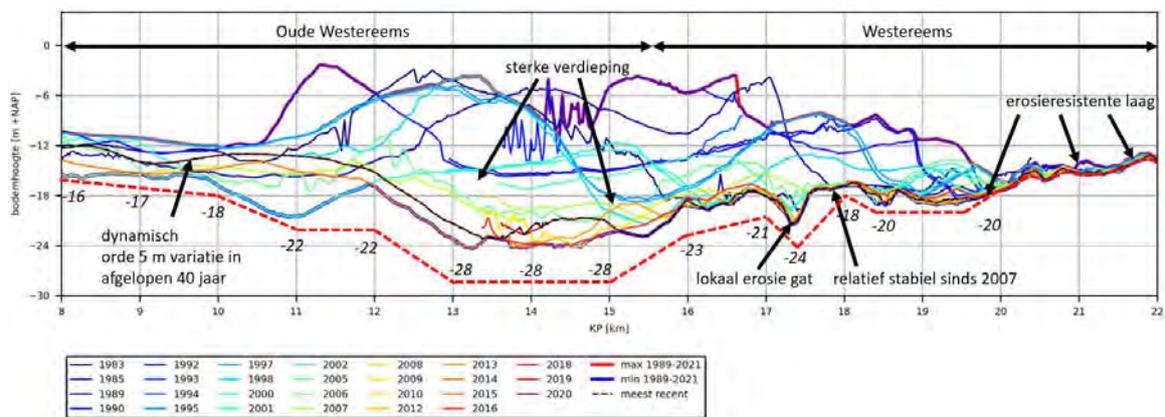


Er bestaat een kans dat het Huibertgat in de komende 50 jaar steeds meer water gaat afvoeren en als hoofdgeul gaat fungeren (expert judgement). De grootte van deze kans is niet met zekerheid te bepalen. Indien het Huibertgat als hoofdgeul gaat fungeren zal dit gepaard gaan met aanzienlijke erosie ten noorden van Rottumeroog en het Horsbornzand en verdieping van het Huibertgat. Mogelijk gaat hierdoor de Oude Westereems de functie van hoofdgeul overnemen van het Randzelgat, met verdieping van de Oude Westereems en verondieping van het Randzelgat tot gevolg (in het verleden was de Oude Westereems dieper en breder).

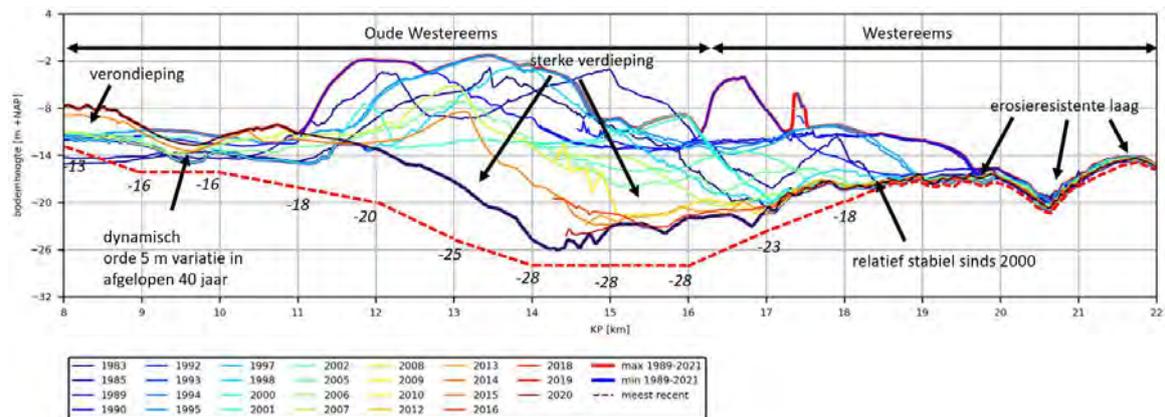
Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

In Afbeelding 3.23, Afbeelding 3.24 en Afbeelding 3.25 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant Gasunie - binnen deelgebied B (KP 8 - KP 22). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

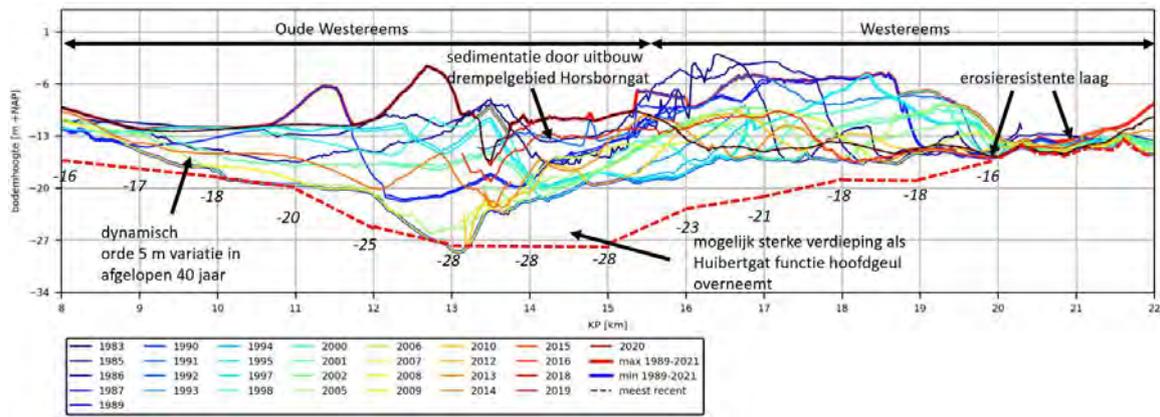
Afbeelding 3.23 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.24 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.25 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel

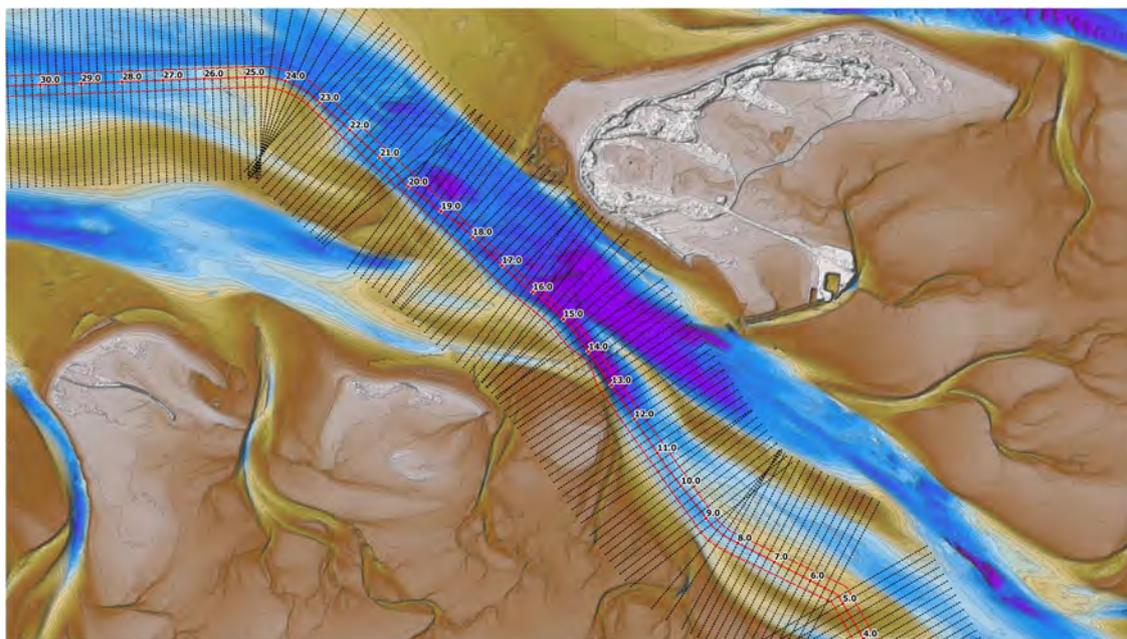


Langs dit deel van het morfologisch ontwerp-profiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 8-12 (Afbeelding 3.27): dynamisch deel Oude Westereems, geen duidelijke trend, variatie van circa 5 m in afgelopen 40 jaar, verdieping van orde 4-6 m kan optreden in komende 50 jaar;
- KP 12-15,5 (Afbeelding 3.28, Afbeelding 3.29): deel van Oude Westereems waar in de afgelopen decennia grote veranderingen zijn opgetreden door oostwaartse migratie van de Meeuwenstaart en het Horsbornzand. Dit deel van de Oude Westereems kan verder verdiepen. De kans bestaat dat het Huiwertgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen, dit zal gepaard gaan met sterke verdieping van het Horsbornzand ten westen van route II en mogelijk ook verdere verdieping van de Oude Westereems;
- KP 15,5-20 (Afbeelding 3.30): relatief stabiel deel Westereems met moeilijk erodeerbare lagen en lokale erosiegaten;
- KP 20-22 (Afbeelding 3.31): zeer stabiel deel Westereems met erosieresistente lagen.

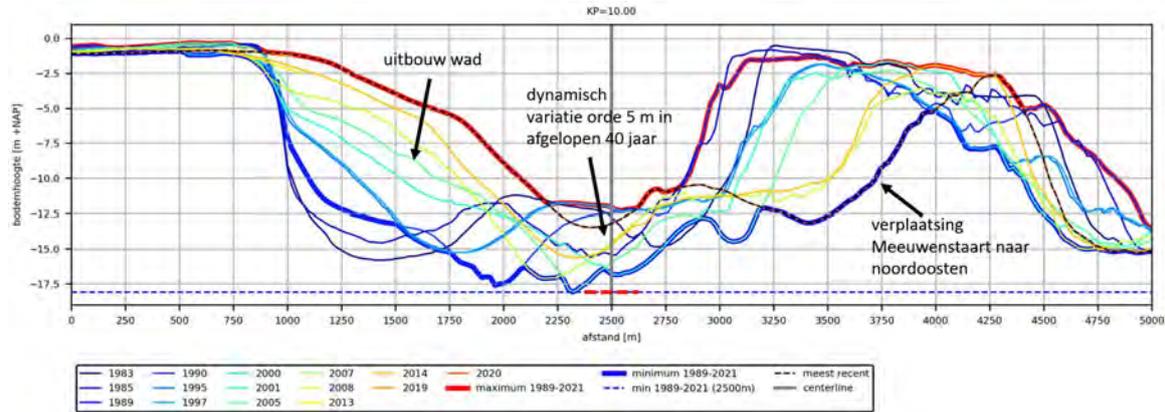
In Afbeelding 3.27 t/m Afbeelding 3.31 wordt de keuze voor het morfologische ontwerp-profiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.26.

Afbeelding 3.26 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'Gasunie' - deelgebied B



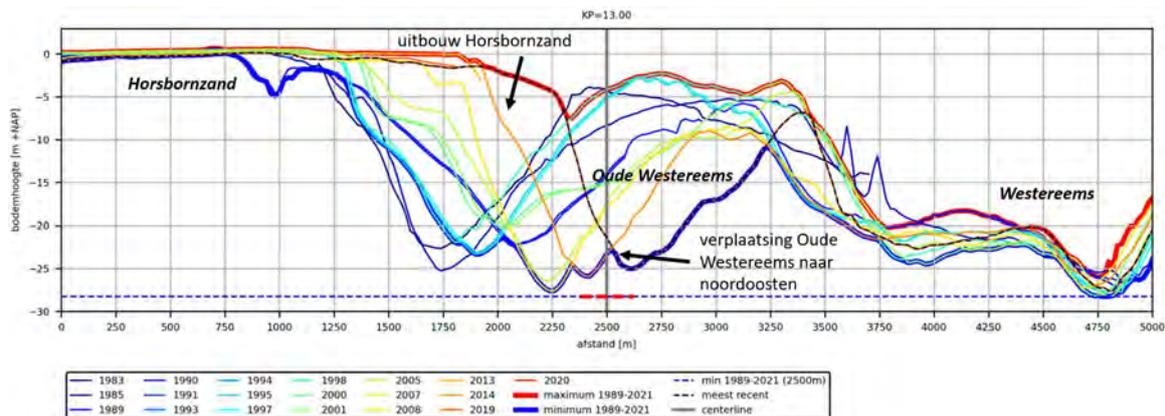
Bij KP 10 heeft het bodemniveau van de Oude Westereems de afgelopen 40 jaar gevarieerd met circa 5 m. Het is niet onwaarschijnlijk dat de Oude Westereems hier op termijn dieper wordt dan de diepte waar hij nu op ligt. Op basis van de geobserveerde variatie in de bodemhoogte zou in de komende 50 jaar circa 4-6 m verdieping kunnen optreden. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel gekozen op -18 m NAP (ongeveer 4 m beneden het meest recente bodemniveau en ongeveer gelijk aan het laagst gemeten bodemniveau).

Afbeelding 3.27 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 10.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



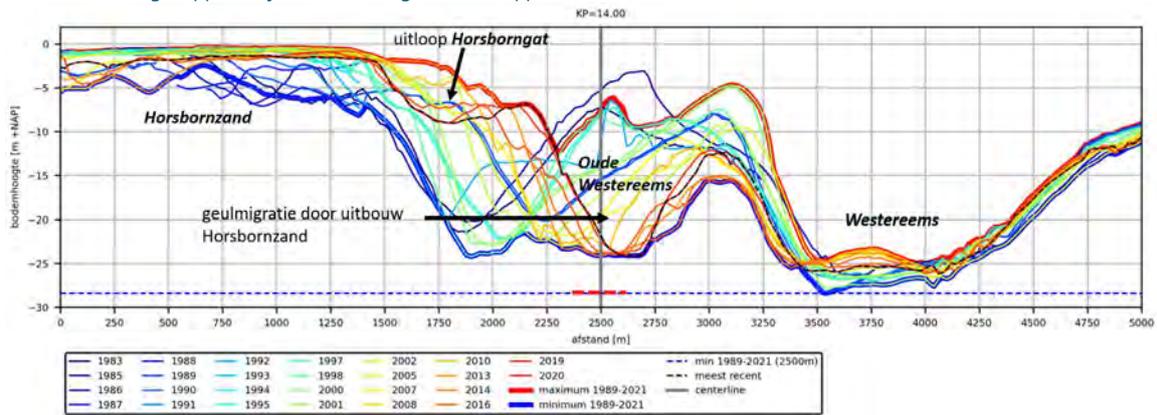
De Horsbornzand bouwt uit naar het noordoosten (Afbeelding 3.22), daardoor verplaatst ook het talud van de Oude Westereems naar het oosten. Dit proces kan stoppen of omdraaien. Daarnaast bestaat de kans dat het Huiwertgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen, dit zal gepaard gaan met sterke verdieping van het Horsbornzand ten westen van route II en mogelijk ook verdere verdieping van de Oude Westereems. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 13 gekozen op -28 m NAP, dit is gelijk aan het diepste punt van de Oude Westereems langs het dwarsprofiel ter hoogte van deze locatie in de afgelopen 40 jaar.

Afbeelding 3.28 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 13.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



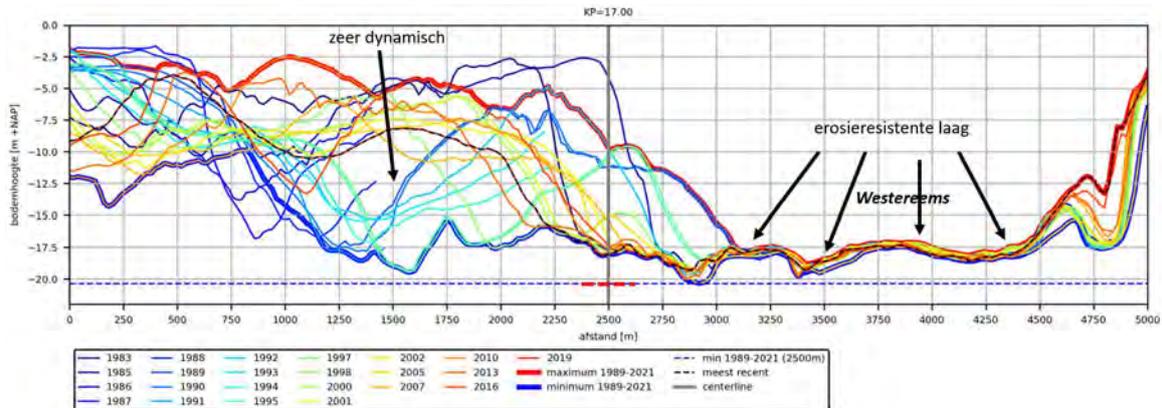
Ter hoogte van KP 14 loopt de route langs een uitloper van het Horsborngat, op de overgang naar de Oude Westereems. De bodem van de Oude Westereems is hier nooit lager dan -24 m NAP geweest en lijkt afgevlakt te zijn, wat duidt op de mogelijke aanwezigheid van een niet- (of moeilijk) erodeerbare laag op deze diepte, de aanwezigheid hiervan is echter onzeker. De bodem van de naastgelegen Westereems ligt dieper, op -28 m NAP. Het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 14 is gekozen op -28 m NAP omdat niet kan worden uitgesloten dat de Oude Westereems verder verdiept tot het bodemniveau van de Westereems.

Afbeelding 3.29 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 14.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



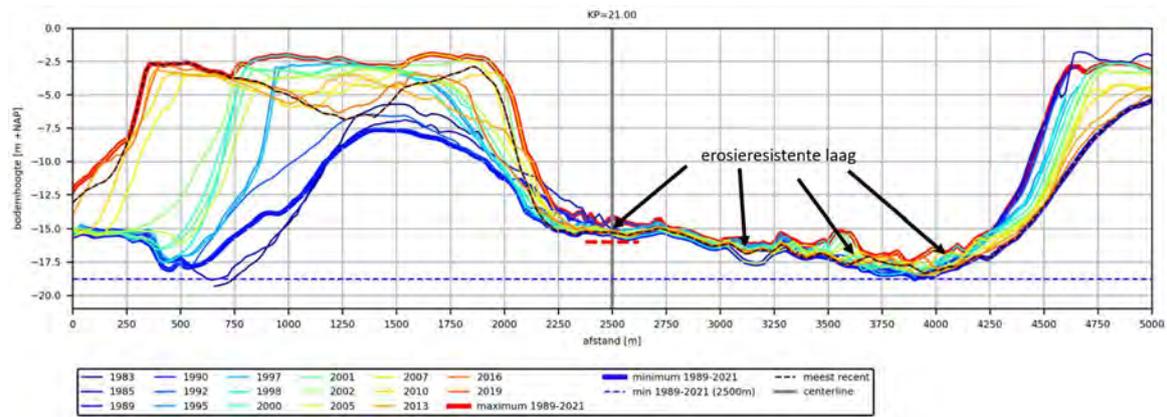
Ter hoogte van KP 17 loopt route II variant Gasunie door de Westereems, vlak langs het drempelgebied dat bij de uitstroom van het Huibertgat aanwezig is. Ten oosten van de route zijn overduidelijk erosieresistente lagen aanwezig, zo blijkt uit het dwarsprofiel. Het is zeer waarschijnlijk dat ook langs de middenlijn van de route een erosieresistente laag aanwezig is. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 17 gekozen op -21 m NAP, dit is gelijk aan de minimale geobserveerde bodemhoogte in het dwarsprofiel.

Afbeelding 3.30 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 17.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Ter hoogte van KP 22 is in de Westereems overduidelijk een erosieresistente laag aanwezig. Langs de middenlijn van route II ligt deze laag op circa -16 m NAP, en verder naar het oosten op circa -19 m NAP. Het morfologisch ontwerpprofiel is bij KP 21 gekozen op -16 m NAP, gelijk aan de bovenkant van de erosieresistente laag.

Afbeelding 3.31 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 21.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



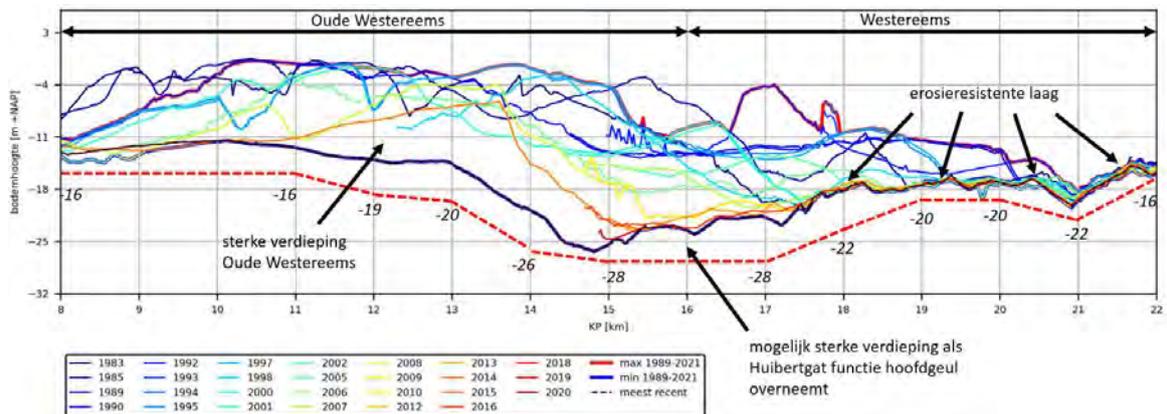
Aandachtspunten

- het wordt sterk aanbevolen om de aanwezigheid en diepteligging van erosieresistente lagen in de Westereems langs route II te verifiëren middels nieuwe boringen. Met name tussen KP 7.0 en KP 14.0 kan nieuwe informatie over de aanwezigheid van harde lagen de begraafdiepte mogelijk sterk beperken;
- het begraven van kabels of leidingen in erosieresistente lagen leidt mogelijk tot versnelde diepe erosie als door de laag heen wordt gebaggerd. Daarnaast is aanleg in deze lagen mogelijk uitvoeringstechnisch lastig. Met deze aspecten is geen rekening gehouden bij het vaststellen van het morfologisch ontwerpprofiel.

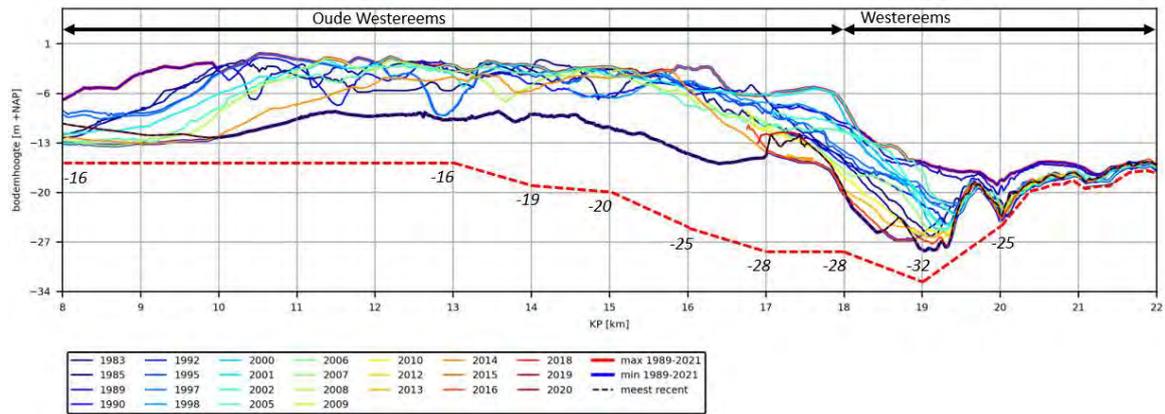
Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

In Afbeelding 3.32, Afbeelding 3.33 en Afbeelding 3.34 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant TenneT-A binnen deelgebied B (KP 8 - KP 22). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

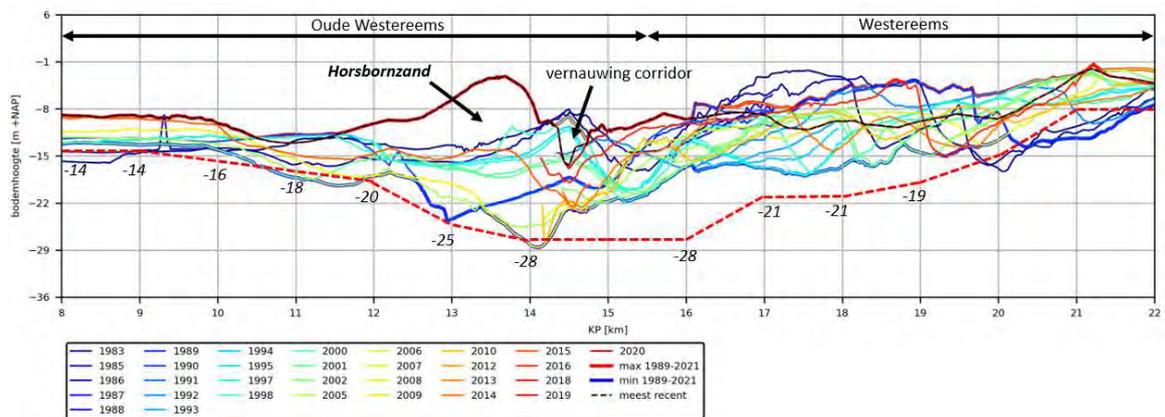
Afbeelding 3.32 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.33 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.34 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 8 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

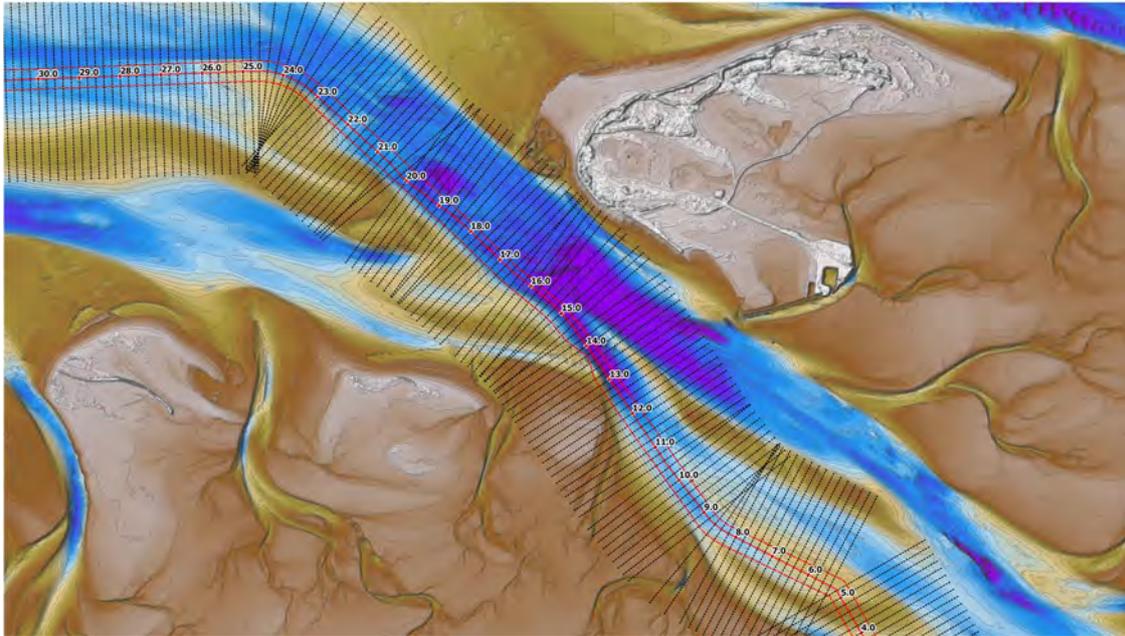


Langs dit deel van het morfologisch ontwerpprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 8-13 (Afbeelding 3.36): deel Oude Westereems dat in de afgelopen 20 jaar sterk is verdiept, verdere verdieping kan niet worden uitgesloten;
- KP 13-18 (Afbeelding 3.37, Afbeelding 3.38): overgang van Oude Westereems naar Westereems, dit deel is in de afgelopen decennia sterk verdiept en nog verder kan verdiepen, de kans bestaat dat het Huijbertgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen, dit zal gepaard gaan met sterke verdieping van het Horsbornzand ten westen van route II en mogelijk ook verdere verdieping van de Oude Westereems;
- KP 18-22 (Afbeelding 3.39): stabiel deel Westereems met erosieresistente lagen.

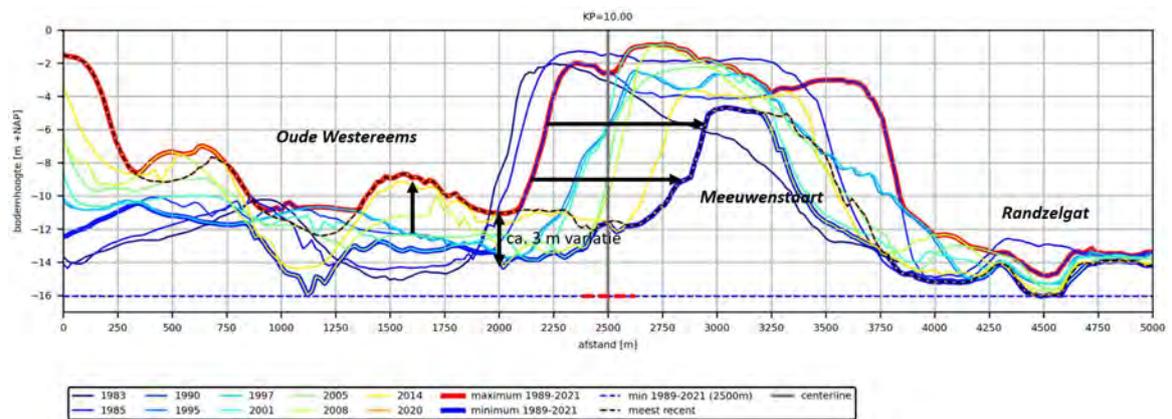
In Afbeelding 3.36 t/m Afbeelding 3.39 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.35.

Afbeelding 3.35 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'TenneT-A - deelgebied B



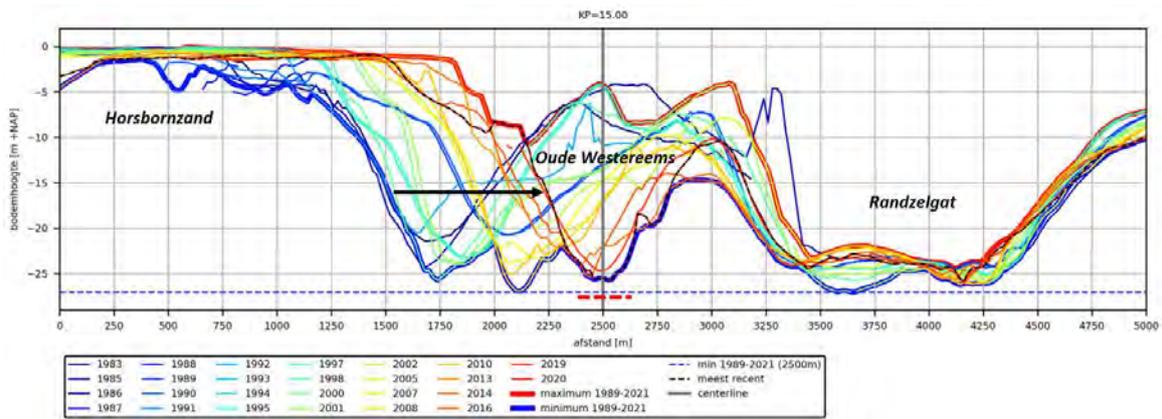
Bij KP 10 langs route II TenneT is de Oude Westereems in de afgelopen decennia sterk verdiept door de oostwaartse verplaatsing van de Meeuwenstaart. Het is niet onwaarschijnlijk dat de Oude Westereems hier op termijn dieper wordt. De Oude Westereems is langs dit dwarsprofiel nooit dieper geweest dan -16 m NAP. Op basis van de geobserveerde variatie in de bodemhoogte zou in de komende 50 jaar circa 4 m verdieping kunnen optreden. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel gekozen op -16 m NAP (ongeveer 4 m beneden het meest recente bodemniveau en ongeveer gelijk aan het laagst gemeten bodemniveau).

Afbeelding 3.36 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 10.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



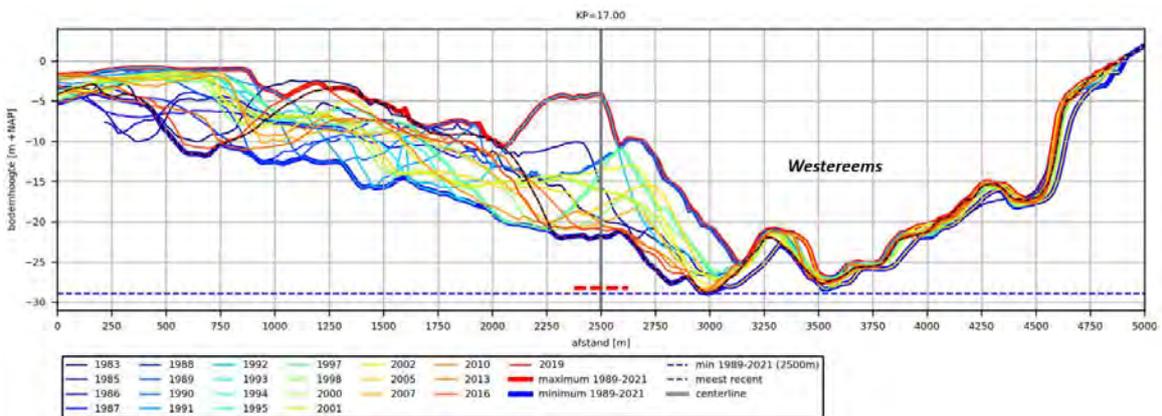
Ter hoogte van KP 15 loopt de route langs het Horsborggat, op de overgang naar de Oude Westereems. De bodem van de Oude Westereems en het naastgelegen Randzelgat is hier nooit lager dan -27 m NAP geweest. Het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 15 is gekozen op -28 m NAP omdat niet kan worden uitgesloten dat de Oude Westereems verder verdiept.

Afbeelding 3.37 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 15.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



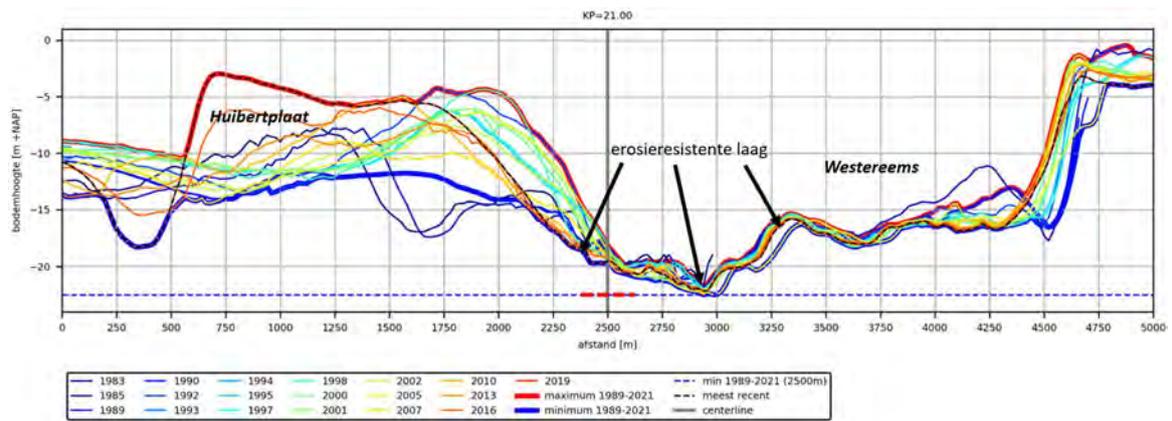
Ter hoogte van KP 17 loopt route II variant TenneT-A door de Westereems, vlak langs het drempelgebied dat bij de uitstroom van het Huibertgat aanwezig is. Ten oosten van de route zijn overduidelijk erosieresistente lagen aanwezig, zo blijkt uit het dwarsprofiel. Het is waarschijnlijk dat ook langs de middenlijn van de route een erosieresistente laag aanwezig is, maar onduidelijk is op welke diepte. Het morfologisch ontwerp-profiel is bij KP 17 gekozen op -28 m NAP, dit is ongeveer gelijk aan de minimale geobserveerde bodemhoogte in het dwarsprofiel.

Afbeelding 3.38 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 17.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Ter hoogte van KP 21 is in de Westereems een erosieresistente laag aanwezig. De laagst gemeten bodemligging langs het dwarsprofiel is -23 m NAP. Langs de middenlijn van de route lijkt ook een moeilijk erodeerbare laag aanwezig te zijn. Het morfologisch ontwerp-profiel is bij KP 21 gekozen op -23 m NAP, gelijk aan diepste ligging van de erosieresistente laag in het dwarsprofiel. De erosieresistente laag ter hoogte van de middenlijn ligt bij KP 17 naar verwachting ongeveer 3 m beneden de huidige bodem, dus kan een verdieping van 3 m in de komende 50 jaar niet worden uitgesloten.

Afbeelding 3.39 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 21.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



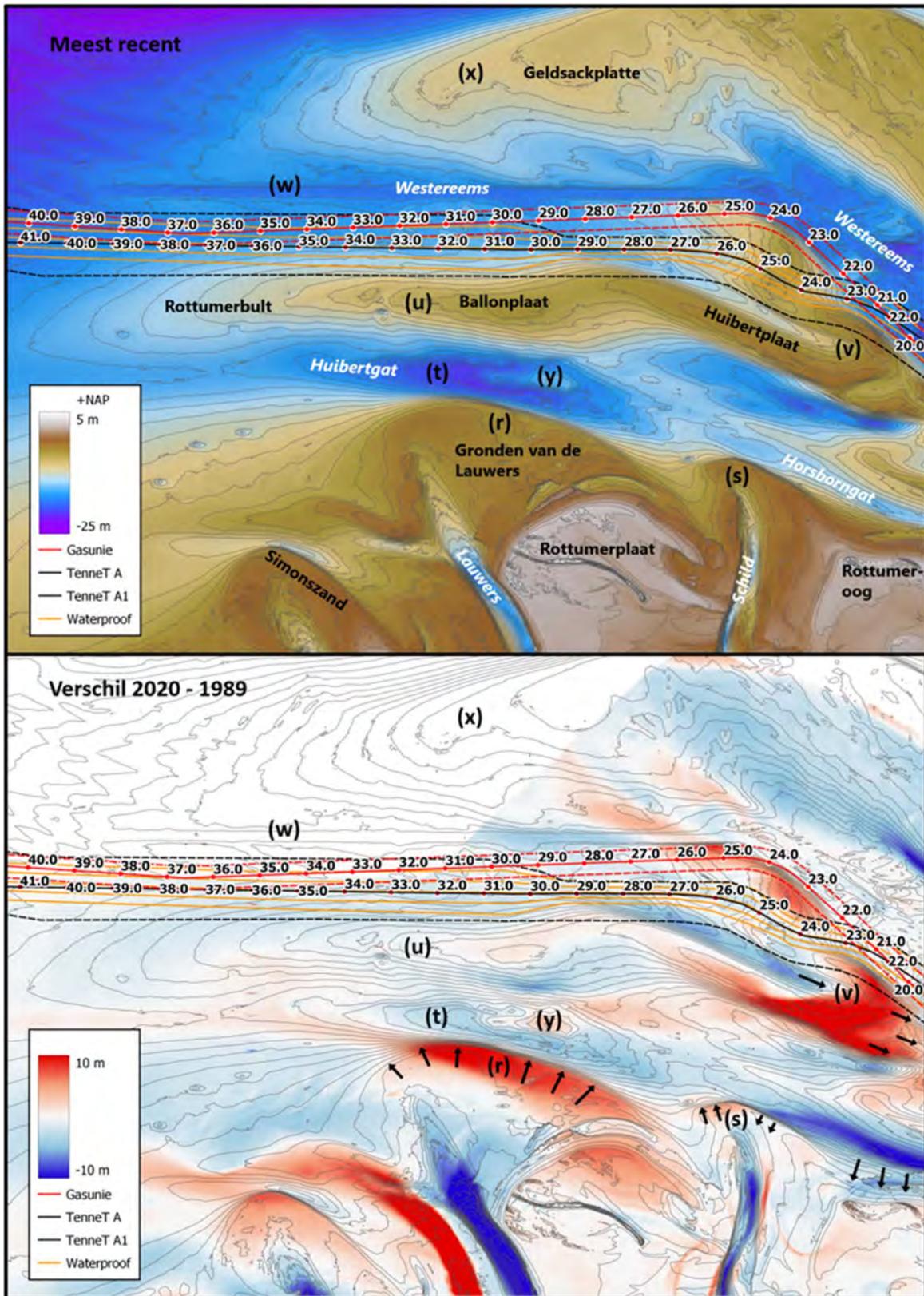
3.2.5 Deelgebied C - Huibertplaat, Ballonplaat en Rottumerbult (KP 22 - 40)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.40 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied C samengevat (aangepast naar Waterproof, 2022):

- (r): uitbouw van de buitendelta bij Lauwers (Gronden van de Lauwers) ten Noorden van Rottumerplaat;
- (s): uitbouw van de buitendelta bij Schild;
- (t): door de uitbouw van de getijdedeltas (r) en (s) richting het noorden wordt het Huibertgat vanuit het zuiden iets versmald, aan de noordzijde (langs de Ballonplaat) is het Huibertgat stabiel. Omdat het Huibertgat ook verdiept blijft het doorstroomoppervlak vrij constant;
- (u): de westzijde van de Ballonplaat is relatief stabiel, het bodemniveau varieert hier met enkele decimeters per jaar (geen duidelijke trend), de maximale variatie in de afgelopen 40 jaar is orde 2 m;
- (v): aan de oostzijde van de Ballonplaat zorgen de sedimenttransporten ervoor dat de zandplaat richting het zuidoosten migreert. Er vormt zich daar een nieuwe geul;
- (w): ten noorden van Ballonplaat, waar de vaargeul naar de Eems ligt bedraagt de variatie in bodemhoogte enkele centimeters per jaar (verdieping);
- (x): de Geldsackplatte vertoont beperkte dynamiek;
- (y) verspreidingslocatie waar sediment is gestort dat vrij is gekomen bij de verdieping van de vaargeul naar Eemshaven.

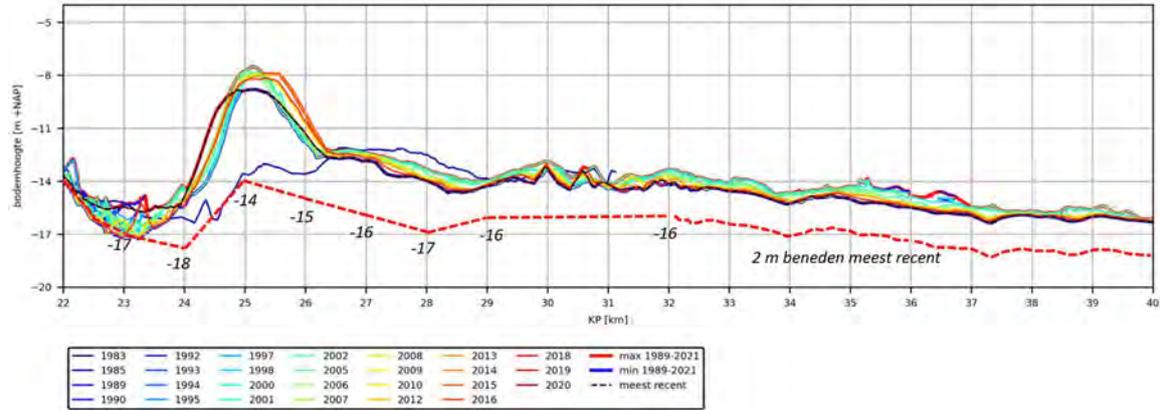
Afbeelding 3.40 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B (KP 8 - 22). Weergegeven zijn route II (variant Gasunie: rood, variant TenneT: zwart), kabels binnen de corridor van route WP05 (magenta lijnen). Afbeelding aangepast naar Waterproof, 2022]



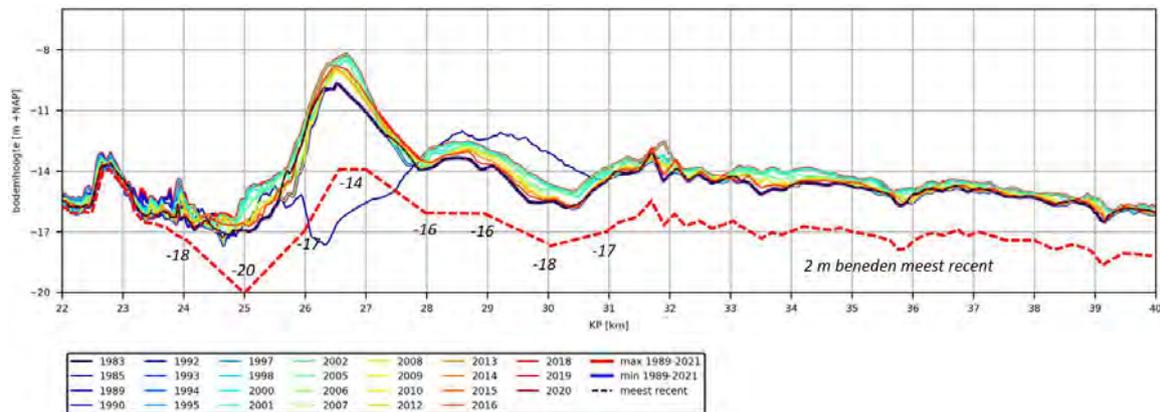
Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

In Afbeelding 3.41, Afbeelding 3.42 en Afbeelding 3.43 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant Gasunie - binnen deelgebied C (KP 22 - KP 40). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

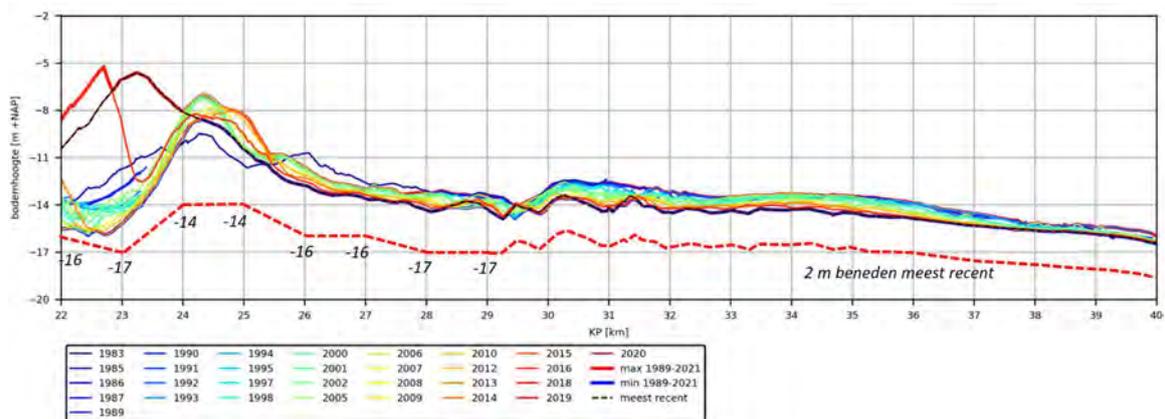
Afbeelding 3.41 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.42 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.43 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

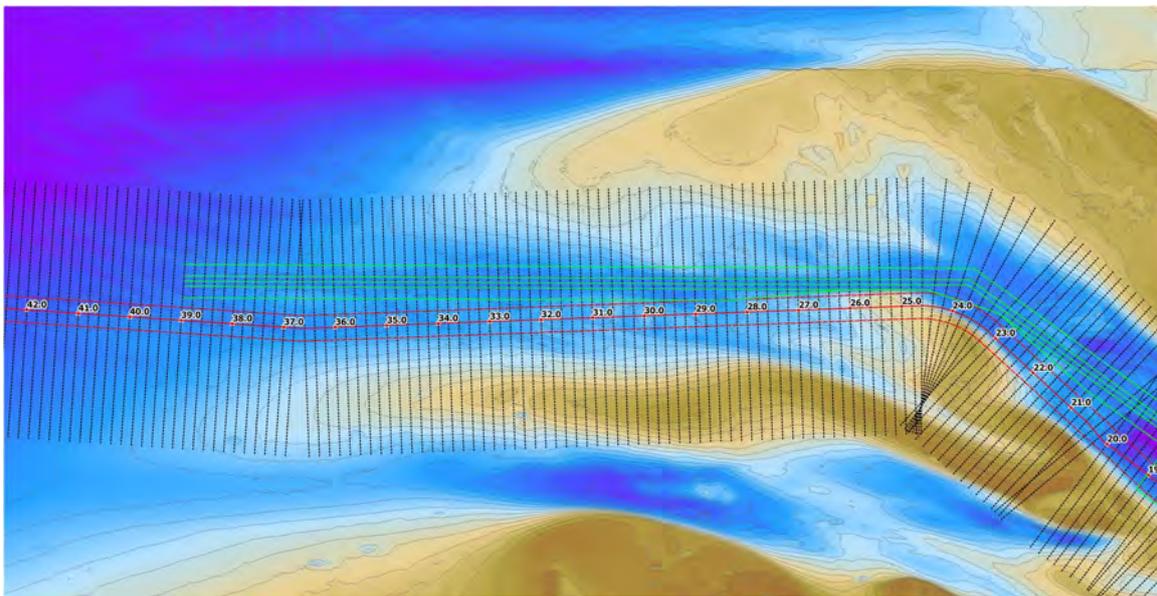


Langs dit deel van het dwarsprofiel zijn de volgende onderdelen relevant (KP's voor middenlijn):

- KP 22-24 (Afbeelding 3.45): deel van de Westereems met erosieresistente lagen;
- KP 24-27 (Afbeelding 3.46): ondiepte grenzend aan de vaargeul (noordzijde van Huibertplaat), het bodemniveau is hier relatief stabiel, maar het is niet onwaarschijnlijk dat deze ondiepte verdwijnt gedurende de levensduur van de kabels of leidingen;
- KP 27-40 (Afbeelding 3.47): gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul, het bodemniveau is hier in de afgelopen 40 jaar ongeveer 1 m gedaald. In de komende 50 jaar wordt conservatief rekening gehouden met een verdieping van 2 m.

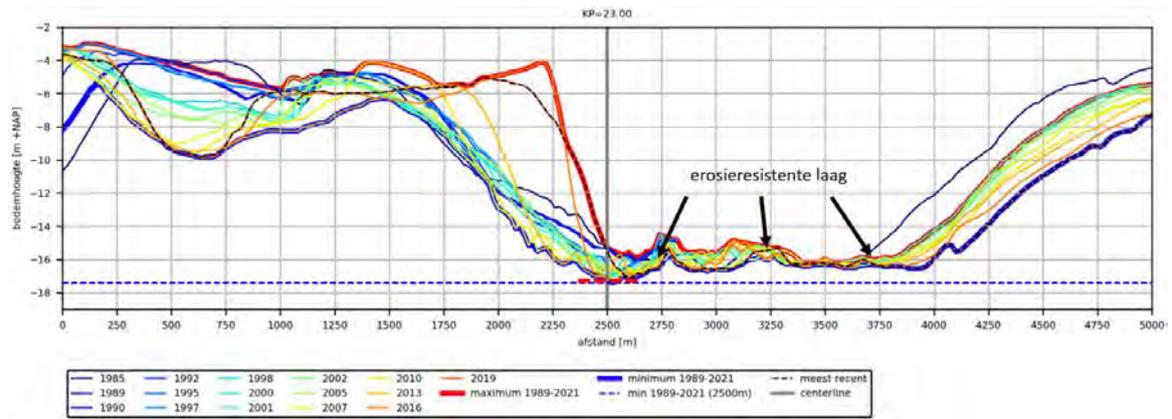
In Afbeelding 3.45 t/m Afbeelding 3.47 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.44.

Afbeelding 3.44 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'Gasunie' - deelgebied C, tevens weergegeven zijn de contouren van de vaargeul (groene lijnen)



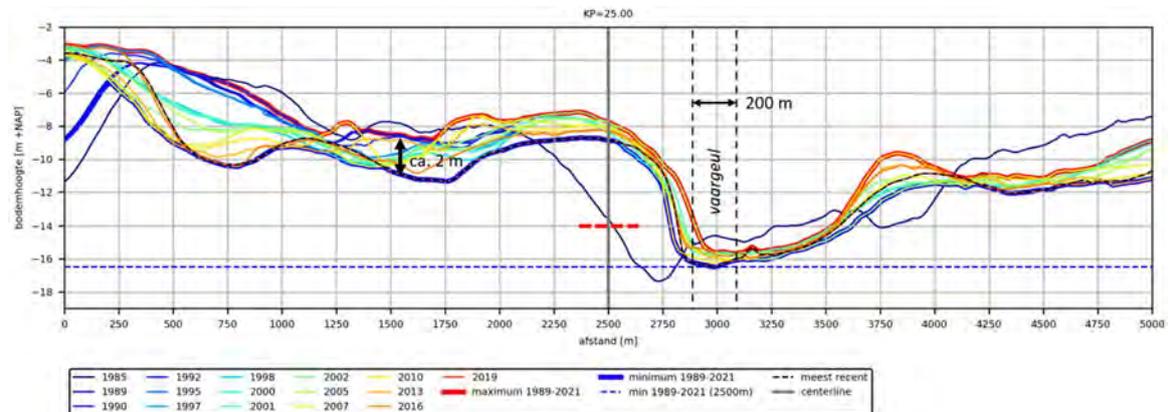
Ter hoogte van KP 23 loopt route II variant Gasunie door de Westereems, de bodemhoogte is hier erg stabiel en heeft in de afgelopen 40 jaar niet meer dan 1 m gevarieerd. Dit maakt de aanwezigheid van een erosieresistente laag zeer waarschijnlijk, dit komt ook overeen met de beschikbare informatie over erosieresistente lagen in de Westereems (zie paragraaf 2.4.2). Het morfologisch ontwerpprofiel is hier gekozen op -17 m NAP (bovenzijde vermoedelijk erosieresistente laag).

Afbeelding 3.45 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 23.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



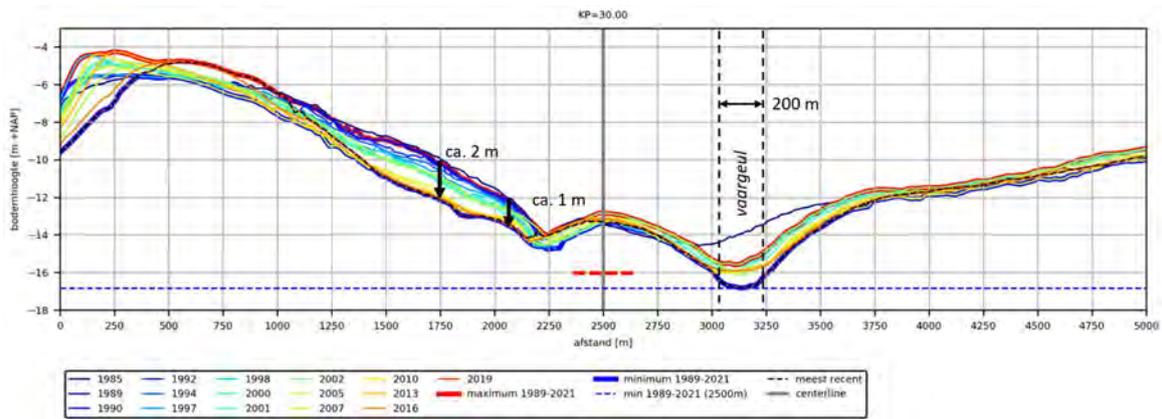
Tussen KP 24 en KP 27 kruist de middenlijn van route II variant Gasunie een ondiepte aan de noordzijde van Huibertplaat, direct grenzend aan de vaargeul. Het bodemniveau van is hier relatief stabiel (variatie van orde 2 m in 40 jaar). Op basis van de historische variatie is 3-5 m verdieping niet uit te sluiten. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel hier gekozen op -14 m NAP, dat is circa 5 m beneden de meest recente bodemhoogte.

Afbeelding 3.46 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 25.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Tussen KP 27 en KP 40 (gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul) is het bodemniveau in de afgelopen 40 jaar ongeveer 1-2 m gedaald. In de komende 50 jaar moet rekening worden gehouden met een verdieping van 3 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 30 gekozen op -16 m NAP (circa 3 m beneden het meest recente bodemniveau).

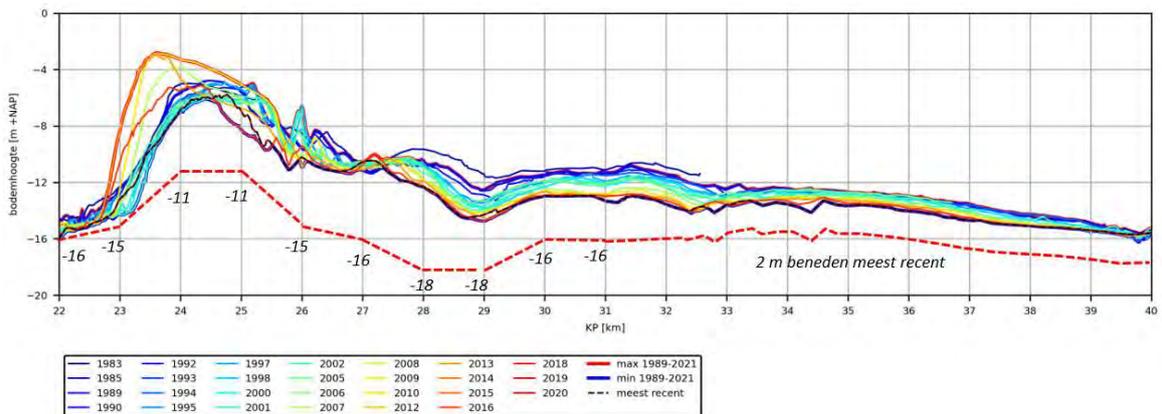
Afbeelding 3.47 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 30.0 van route II variant Gasunie - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



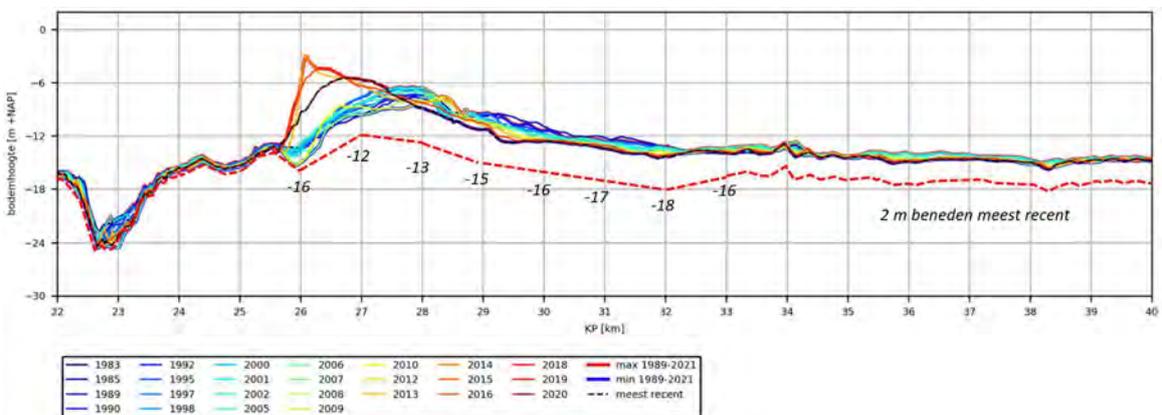
Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

In Afbeelding 3.48, Afbeelding 3.49 en Afbeelding 3.50 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route II - variant TenneT-A - binnen deelgebied C (KP 22 - KP 40). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

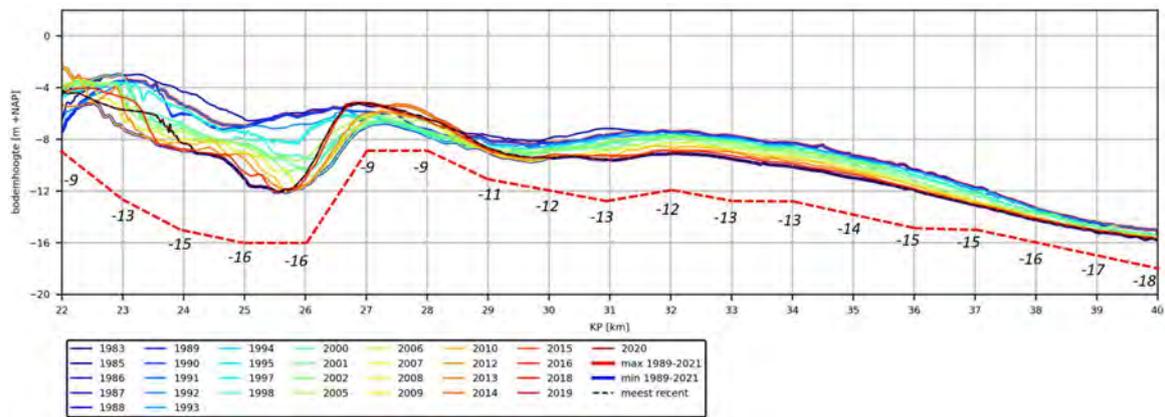
Afbeelding 3.48 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.49 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.50 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 22 - 40). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

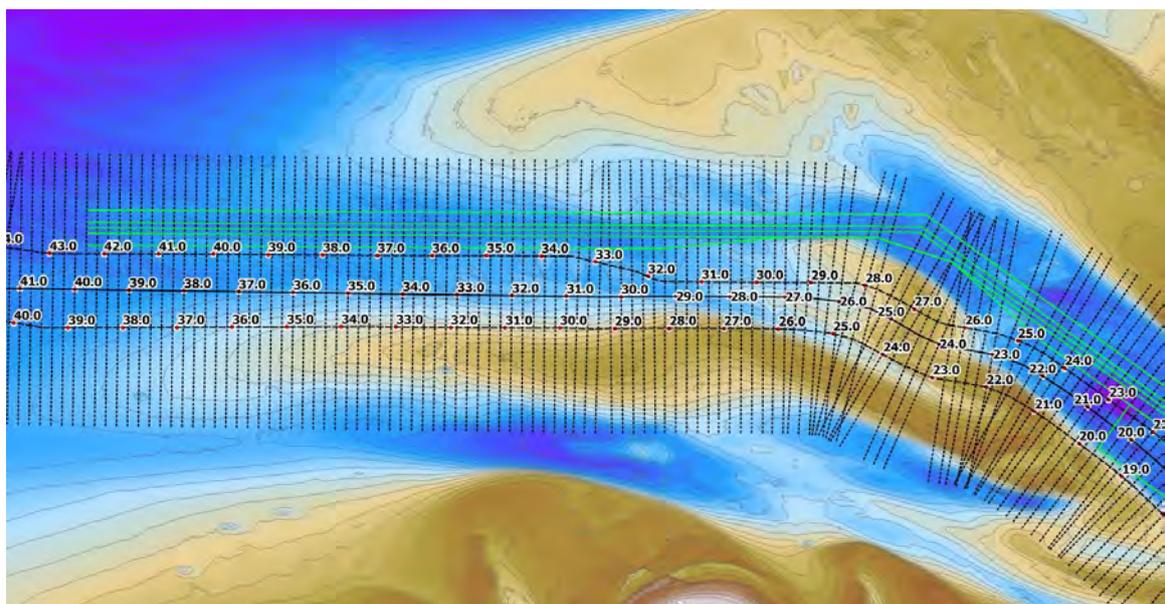


Langs dit deel van het dwarsprofiel zijn de volgende onderdelen relevant (KP's voor middenlijn):

- KP 22-23 (Afbeelding 3.52): deel van de Westereems met erosieresistente lagen;
- KP 23-27 (Afbeelding 3.53): ondiepte grenzend aan de vaargeul (noordzijde van Huibertplaat), deze ondiepte migreert naar het zuidoosten, wat leidt tot verdieping langs de route, deze verdieping kan zich in de komende decennia voortzetten;
- KP 27-33 (Afbeelding 3.54): gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul waar in de afgelopen 40 jaar ongeveer 2 m verdieping heeft plaatsgevonden, op basis hiervan wordt rekening gehouden met een verdere verdieping met 3 m in de komende 50 jaar;
- KP 33-40 (Afbeelding 3.55): gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul, het bodemniveau is hier in de afgelopen 40 jaar ongeveer 1 m gedaald. In de komende 50 jaar wordt conservatief rekening gehouden met een verdieping van 2 m.

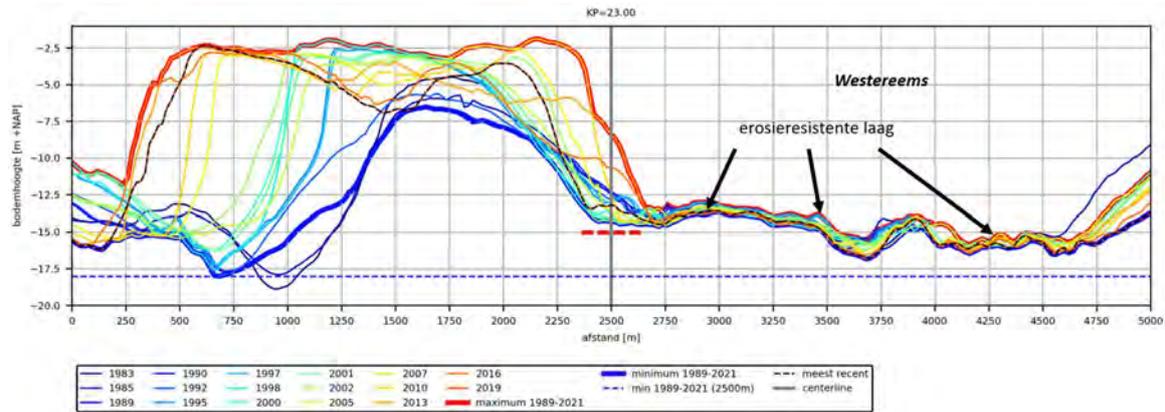
In Afbeelding 3.52 t/m Afbeelding 3.55 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.51.

Afbeelding 3.51 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route II variant 'TenneT-A' - deelgebied C, tevens weergegeven zijn de contouren van de vaargeul (groene lijnen)



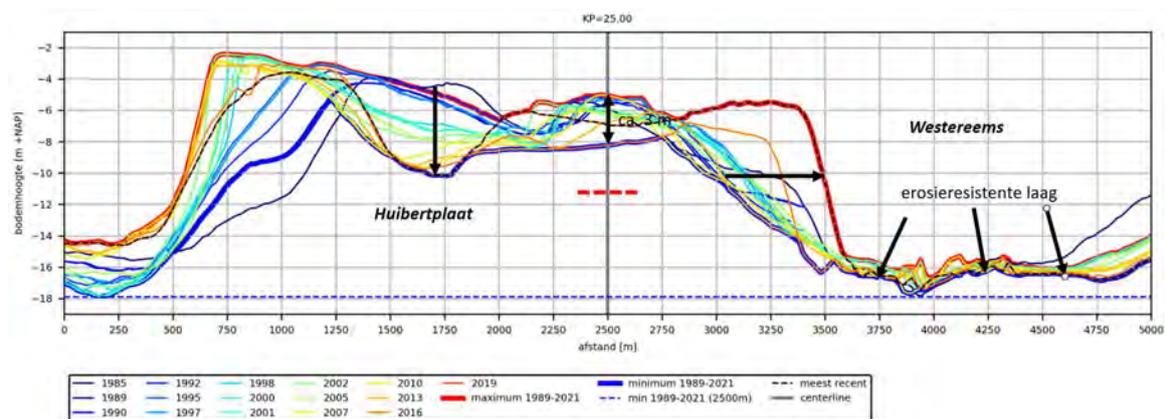
Bij KP 23 loopt route II TenneT-A door de Westereems, langs de rand van de Huibertplaat. Het bodemniveau van de Westereems is hier sinds begin jaren '80 erg stabiel. Daarom is de aanwezigheid van erosieresistente lagen hier zeer waarschijnlijk, ook onder de middenlijn van de route. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel gekozen op -15 m NAP (bovenzijde erosieresistente laag).

Afbeelding 3.52 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 23.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



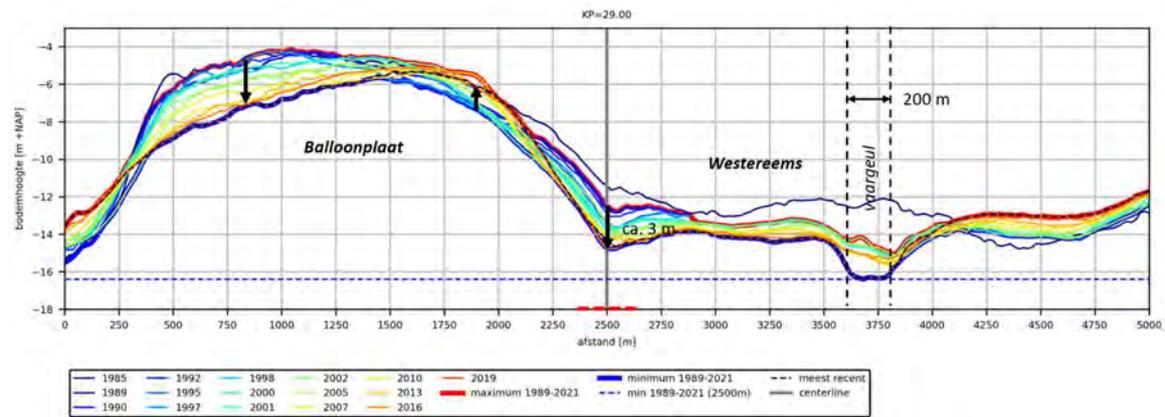
Tussen KP 23 en KP 27 snijdt route II de ondiepte aan de noordzijde van de Ballonplaat. Deze ondiepte migreert naar het zuidoosten, wat leidt tot verdieping langs de route. Deze verdieping kan zich in de komende decennia voortzetten. Bij KP 25 heeft het bodemniveau in de afgelopen 40 jaar met ongeveer 3 m gevarieerd. Op basis daarvan wordt rekening gehouden met een mogelijk daling van 4 m in de komende 50 jaar. Daarom is het morfologische ontwerpprofiel bij KP 25 gekozen op -11 m NAP (4 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.53 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 25.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



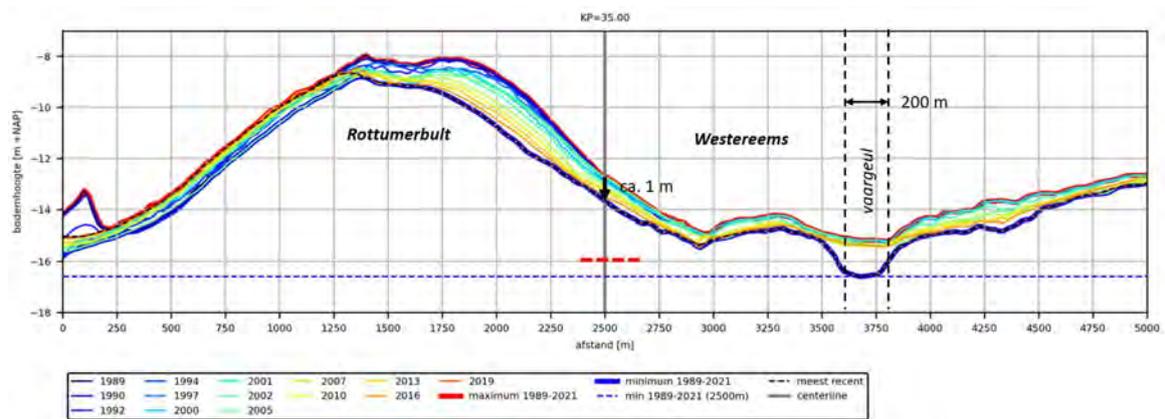
Bij KP 29 loopt de middenlijn van route II TenneT-A lang de noordzijde van de Ballonplaat. Op basis van een waargenomen verdieping van circa 3 m de afgelopen 40 jaar wordt in de komende 50 jaar rekening gehouden met een verdere verdieping van 4 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 29 gekozen op -18 m NAP (circa 4 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.54 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 29.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 35 loopt de middenlijn van route II TenneT-A lang de noordzijde van de Rottumerbult (ten westen van de Ballonplaat). Op basis van een waargenomen verdieping van ca. 1 m de afgelopen 40 jaar wordt in de komende 50 jaar rekening gehouden met een verdere verdieping van 2 m. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 35 gekozen op -16 m NAP (circa 2 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.55 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 35.0 van route II variant TenneT-A - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

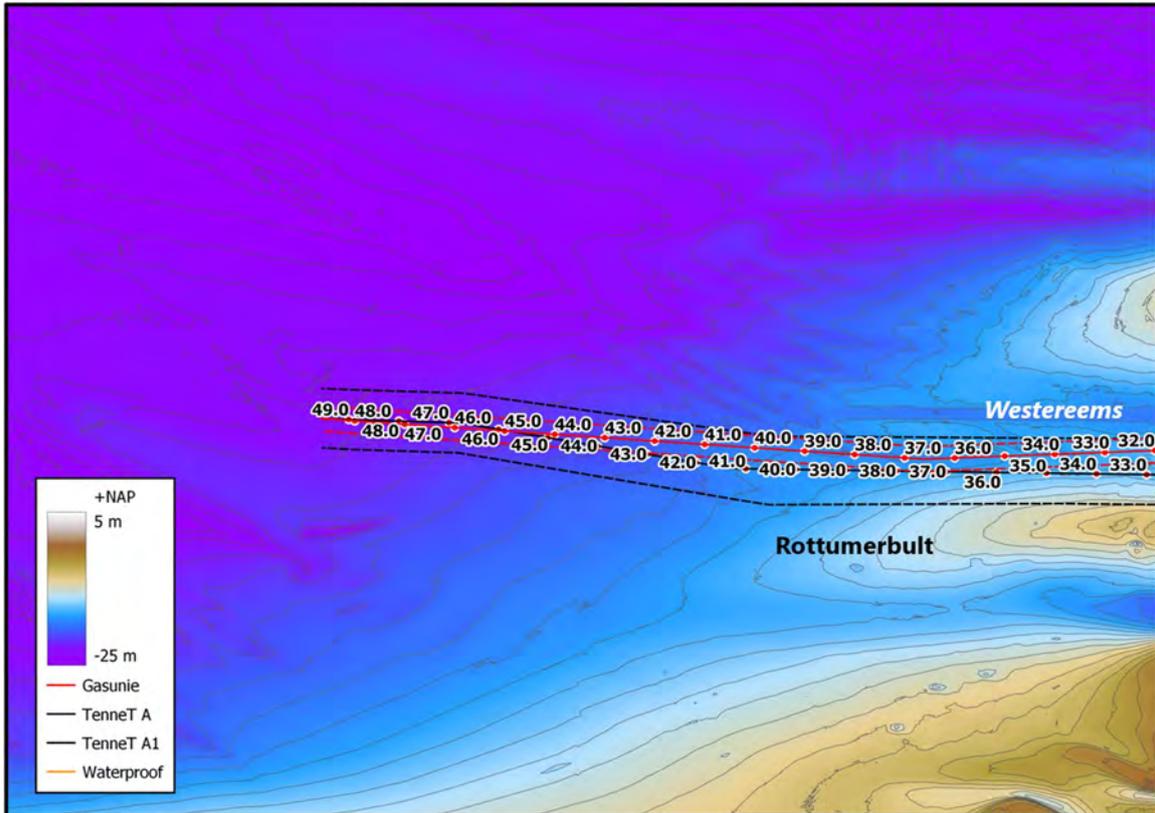


3.2.6 Deelgebied D - Noordzeekustzone (KP 40 - 50)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- binnen dit gebied is maar beperkt bathymetrische data beschikbaar. De vaklodingen dekken het gebied t/m KP 48,6, vanaf KP 48,6 is uitsluitend de meest recente bodemligging van EMODnet (EMODnet, 2020) beschikbaar. De beschikbare vaklodingen beslaan de periode van 1989 t/m 2019;
- de bodemligging in dit gebied is relatief stabiel (max. bodemhoogteverschillen langs het tracé sinds 1989 verticaal circa 0,5 m);
- tussen 1989 en 2019 is de bodemhoogte ongeveer 0,5 m afgenomen. Er lijkt sprake van een trend van verlaging van de bodemhoogte (circa 0,02 m/jaar).

Afbeelding 3.56 Meest recente bodemhoogte langs route II variant Gasunie en variant TenneT-A tussen KP 40 en KP 50



Morfologisch ontwerpprofiel - variant Gasunie

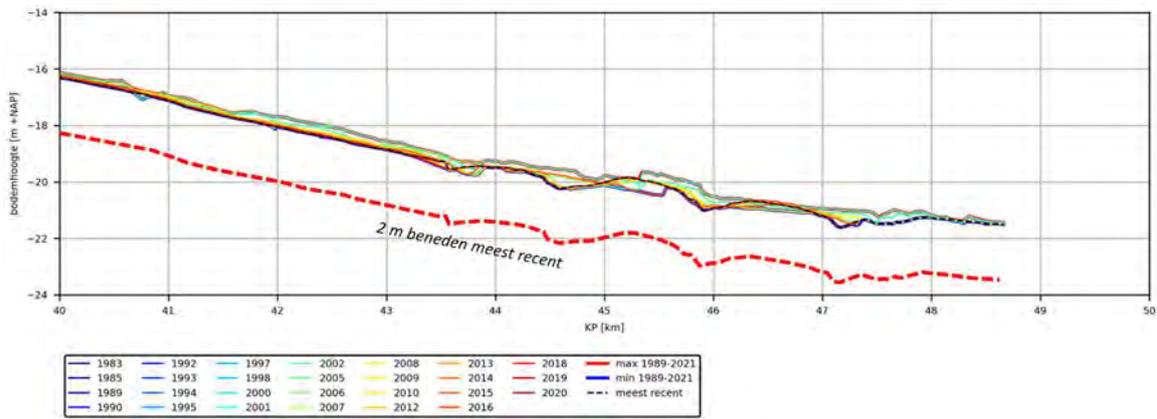
In Afbeelding 3.57, Afbeelding 3.58 en Afbeelding 3.59 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route II variant Gasunie binnen deelgebied D (KP 40 - KP 50). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippeld lijn).

Als de trend van verdieping (circa 2 cm/jaar) zich voortzet zou dit kunnen leiden tot max. 1 m verdieping over 50 jaar. Omdat niet kan worden uitgesloten dat zich verdere variatie zal voordoen en doordat er weinig data beschikbaar is (met name vanaf KP 48) is hier bovenop 1 m extra begraafdiepte opgenomen. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt daarmee 2 m beneden het meest recente bodemniveau tussen KP 41 en KP 50.

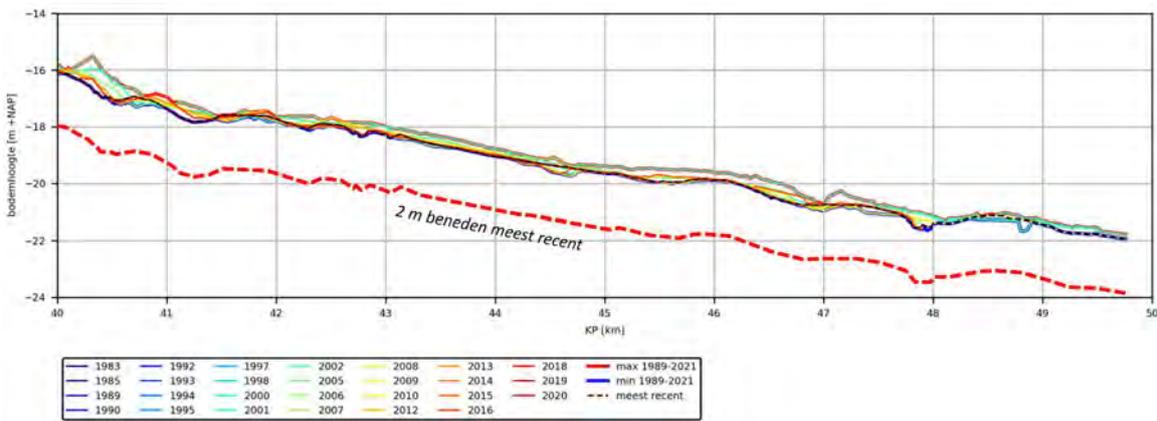
Aandachtspunten:

- vanaf KP 48 is er beperkt bodemdata beschikbaar en vanaf KP 51 is de bodemhoogte ingeschat op basis van maar 1 moment van inmeten (exacte moment onbekend) waardoor het afleiden van trends niet mogelijk is.

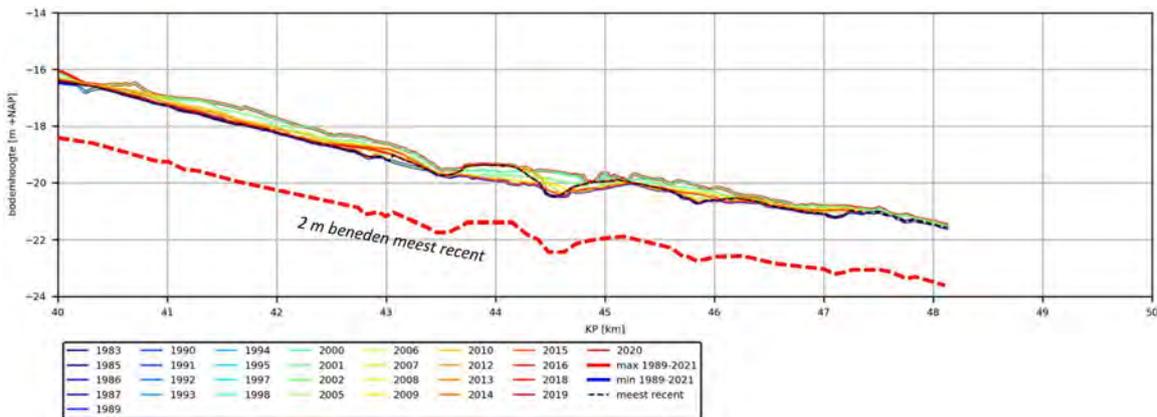
Afbeelding 3.57 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.58 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.59 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant Gasunie door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Morfologisch ontwerpprofiel - variant TenneT-A

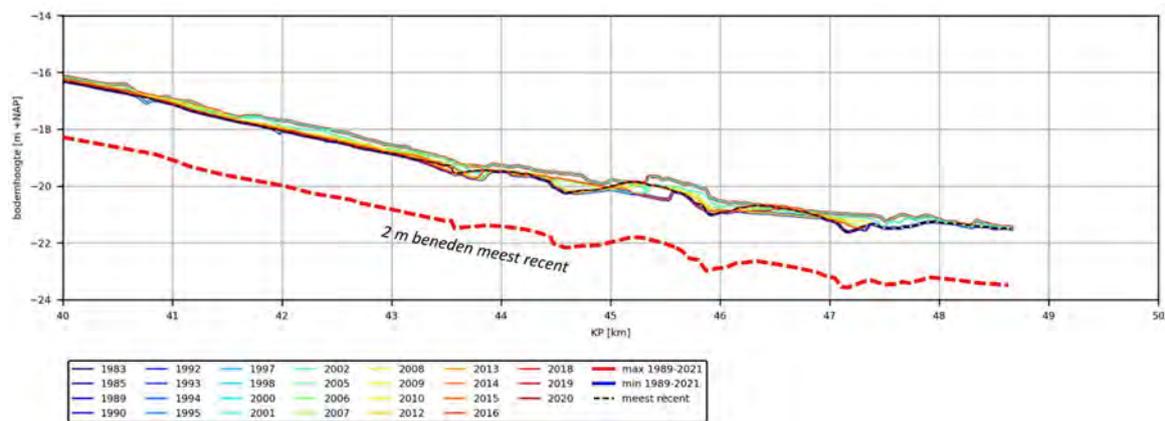
In Afbeelding 3.60, Afbeelding 3.61 en Afbeelding 3.62 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route II variant TenneT-A binnen deelgebied D (KP 40 - KP 50). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippeld lijn).

Als de trend van verdieping (circa 2 cm/jaar) zich voortzet zou dit kunnen leiden tot max. 1 m verdieping over 50 jaar. Omdat niet kan worden uitgesloten dat zich verdere variatie zal voordoen en doordat er weinig data beschikbaar is (met name vanaf KP 48) is hier bovenop 1 m extra begraafdiepte opgenomen. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt daarmee 2 m beneden het meest recente bodemniveau tussen KP 41 en KP 50.

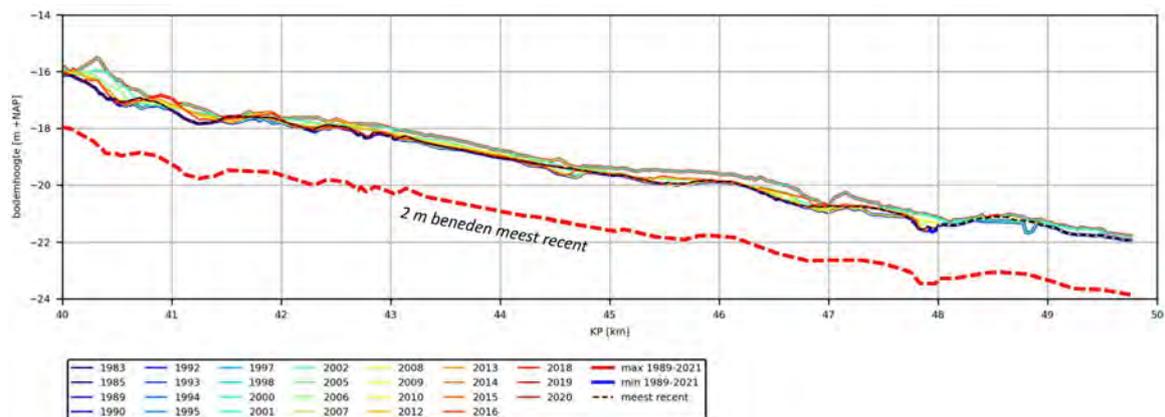
Aandachtspunten:

- vanaf KP 48 is er beperkt bodemdata beschikbaar en vanaf KP 51 is de bodemhoogte ingeschat op basis van maar 1 moment van inmeten (exacte moment onbekend) waardoor het afleiden van trends niet mogelijk is.

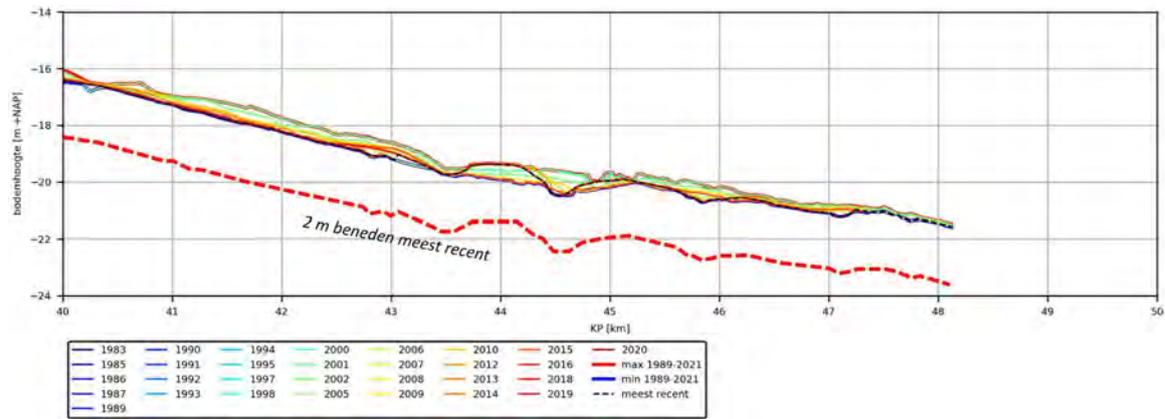
Afbeelding 3.60 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.61 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.62 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route II variant TenneT-A door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 40 - 50). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



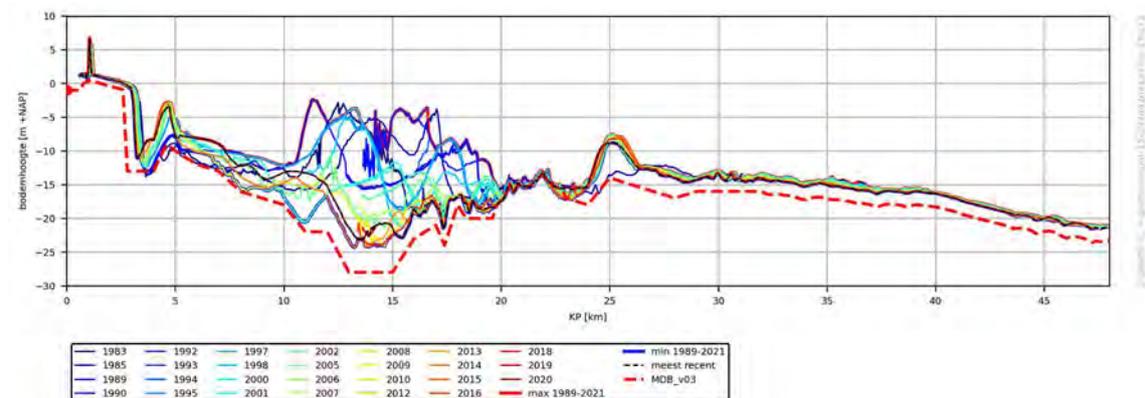
3.2.7 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Afbeelding 3.63 t/m Afbeelding 3.68 geven het morfologisch ontwerpprofiel weer van de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijk zijlijn van route II variant Gasunie en variant TenneT-A. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

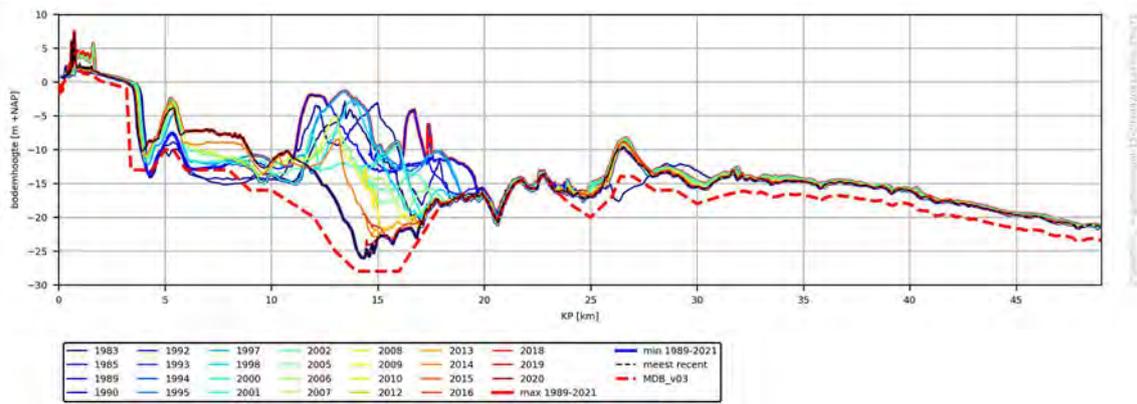
Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- het wordt sterk aanbevolen om de aanwezigheid en diepteligging van erosieresistente lagen in de Westereems langs route II (op basis van de beschikbare informatie zijn er aanwijzingen voor harde lagen tussen grifweg KP 7 en KP 26) te verifiëren met nieuwe boringen;
- het begraven van kabels of leidingen in erosieresistente lagen leidt mogelijk tot versnelde diepe erosie als door de laag heen wordt gebaggerd. Daarnaast is aanleg in deze lagen mogelijk uitvoeringstechnisch lastig. Met deze aspecten is geen rekening gehouden bij het vaststellen van het morfologisch ontwerpprofiel;
- vanaf KP 48 is er beperkt bodemdata beschikbaar en vanaf KP 51 is de bodemhoogte ingeschat op basis van maar 1 peiling.

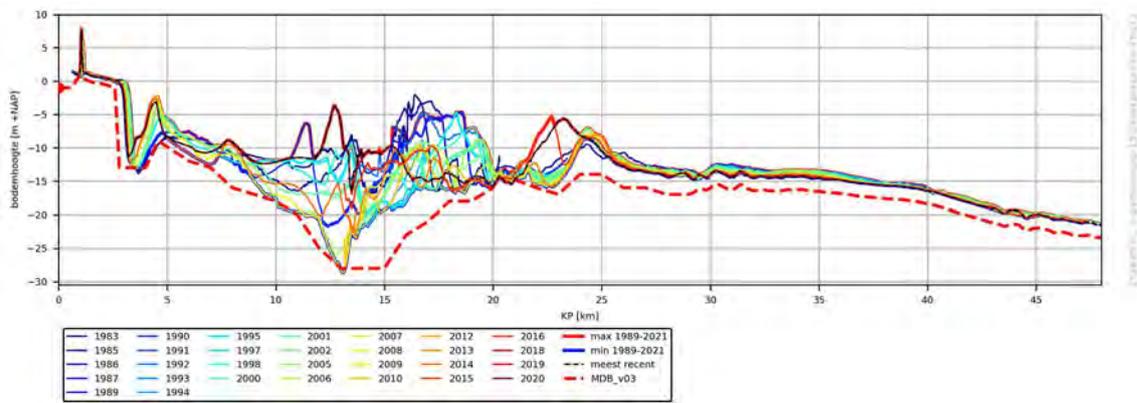
Afbeelding 3.63 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (rode lijn) voor de middenlijn van route II variant Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



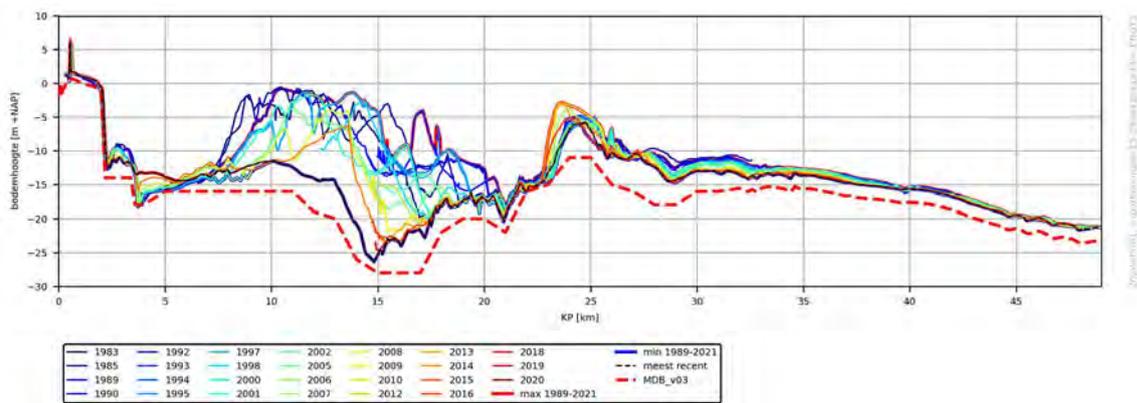
Afbeelding 3.64 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (rode lijn) voor zijlijn oost van route II variant Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



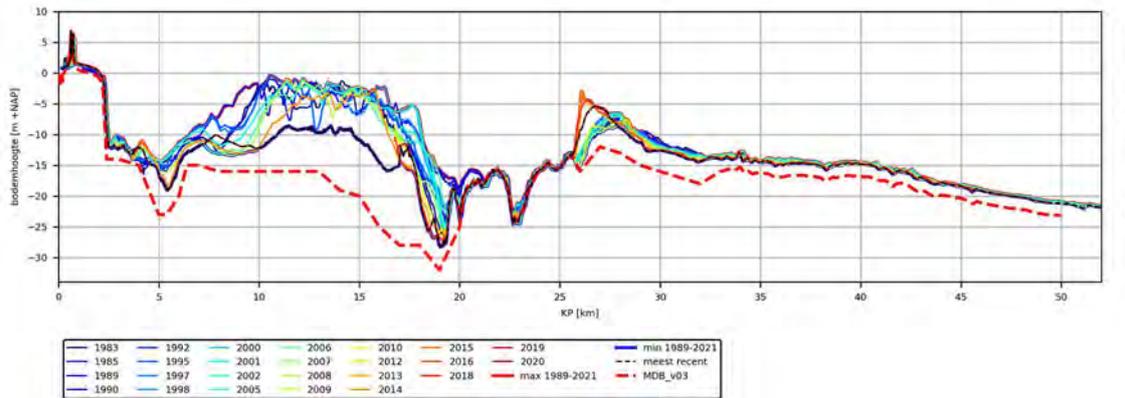
Afbeelding 3.65 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (rode lijn) voor zijlijn west van route II variant Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



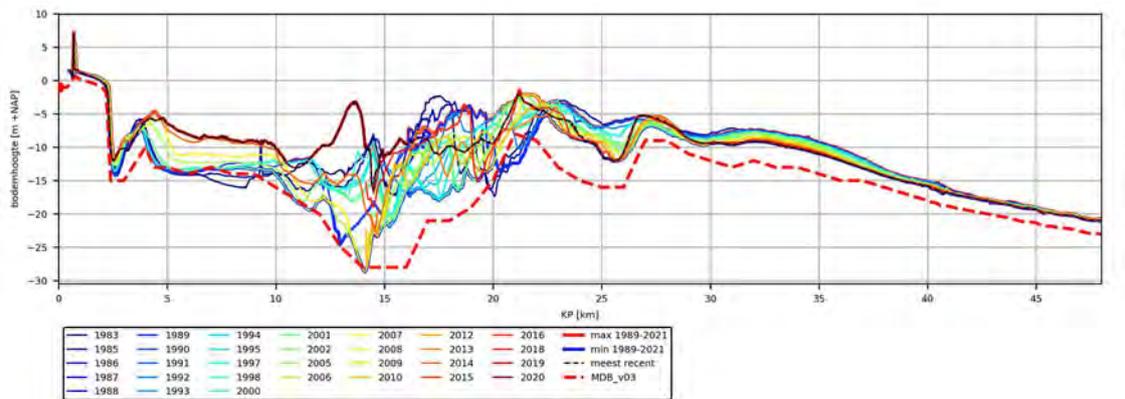
Afbeelding 3.66 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (rode lijn) voor de middenlijn van route II variant TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding 3.67 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (rode lijn) voor zijlijn oost van route II variant TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding 3.68 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (rode lijn) voor zijlijn west van route II variant TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



3.3 Route V – Boschgat

3.3.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Route V Boschgat wordt alleen overwogen voor leidingen. Route A loopt vanaf het vasteland van Groningen, door het Boschgat en de geul Lauwers, richting de buitendelta ten oosten van Schiermonnikoog om vervolgens af te buigen richting het platform op zee (Afbeelding 3.69). Variant A1 wijkt af van A in de Noordzeekustzone. Vanaf KP 35,7 loopt variant A1 noordwaarts, i.p.v. richting het noordwesten. Variant A2 start 10 kilometer westelijker en steekt rechtdoor het wad over in het verlengde van het zeegat en volgt vanaf KP 12,5 van variant A (KP 3,3 van variant A2) hetzelfde tracé als route A.

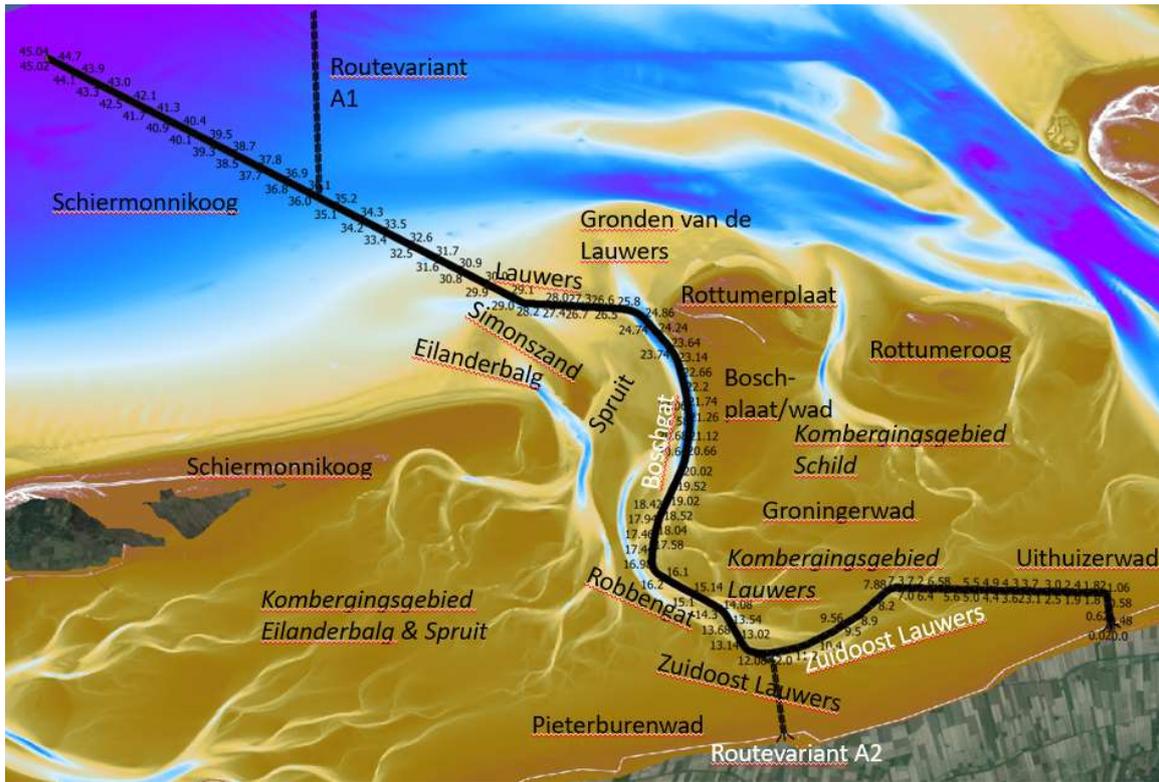
Voor Route A onderscheiden we langs de route de volgende deelgebieden:

- A Wadplaten bij vasteland (KP 0-7,0);
- B Zuidoost Lauwers en Boschgat (KP 7,0-25,0);
- C Buitendelta (KP 25,0-36,0);
- D Noordzeekustzone (KP 36,0-45,0) (voor route A1 KP 36,0-41,4);

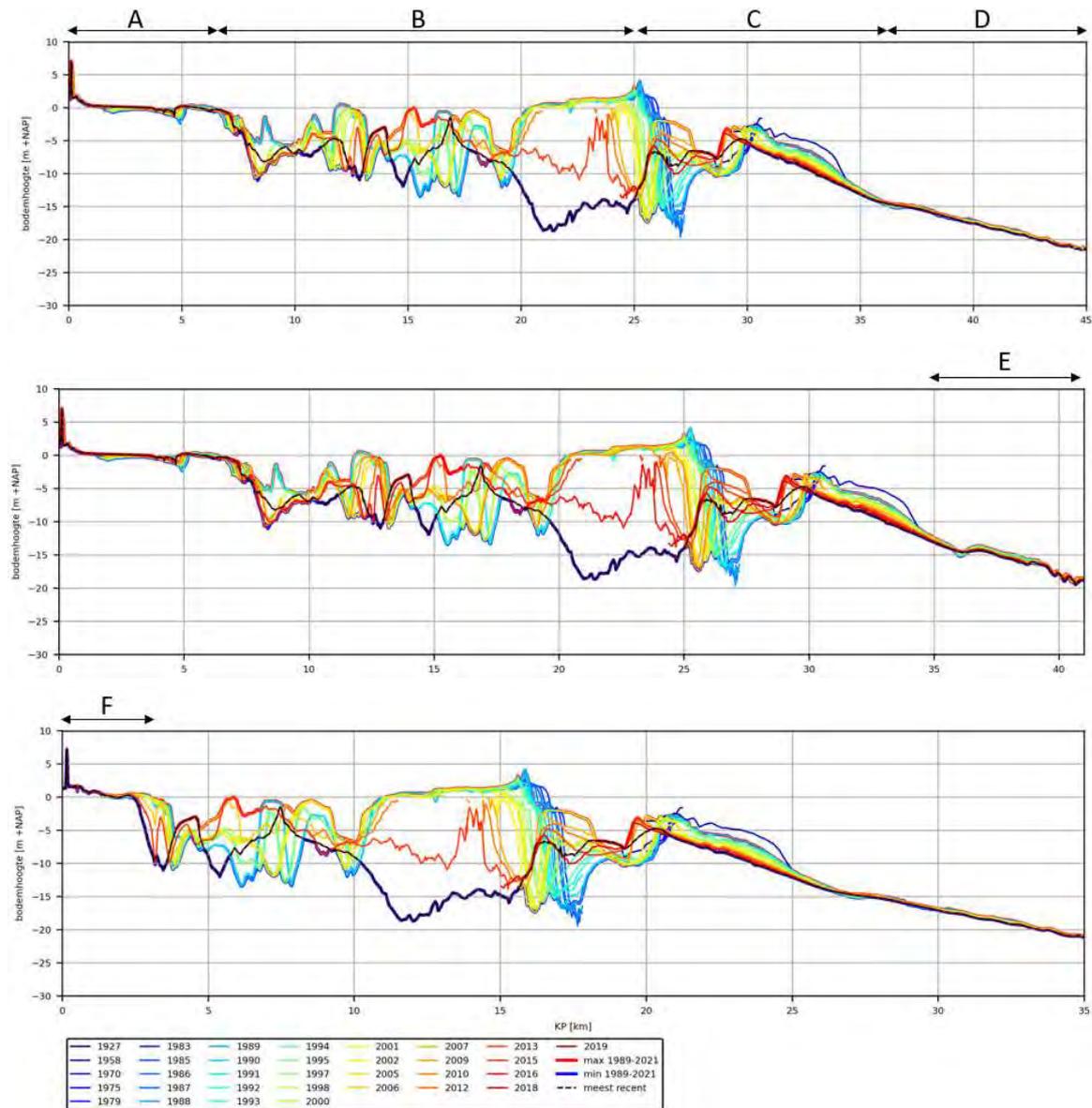
Voor variant A1 en A2 zijn extra deelgebieden gedefinieerd:

- E Variant A1 (KP 35,0 – 42,0);
- F Variant A2 (KP 0,0 – 3,3).

Afbeelding 3.69 Bovenaanzicht en langsprofiel route V A (Boschgat) inclusief variant A1 en A2 en naamgeving geulen, platen, kwelders



Afbeelding 3.70 Waargenomen bodemligging langs route V door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: route A, variant A1 en variant A2



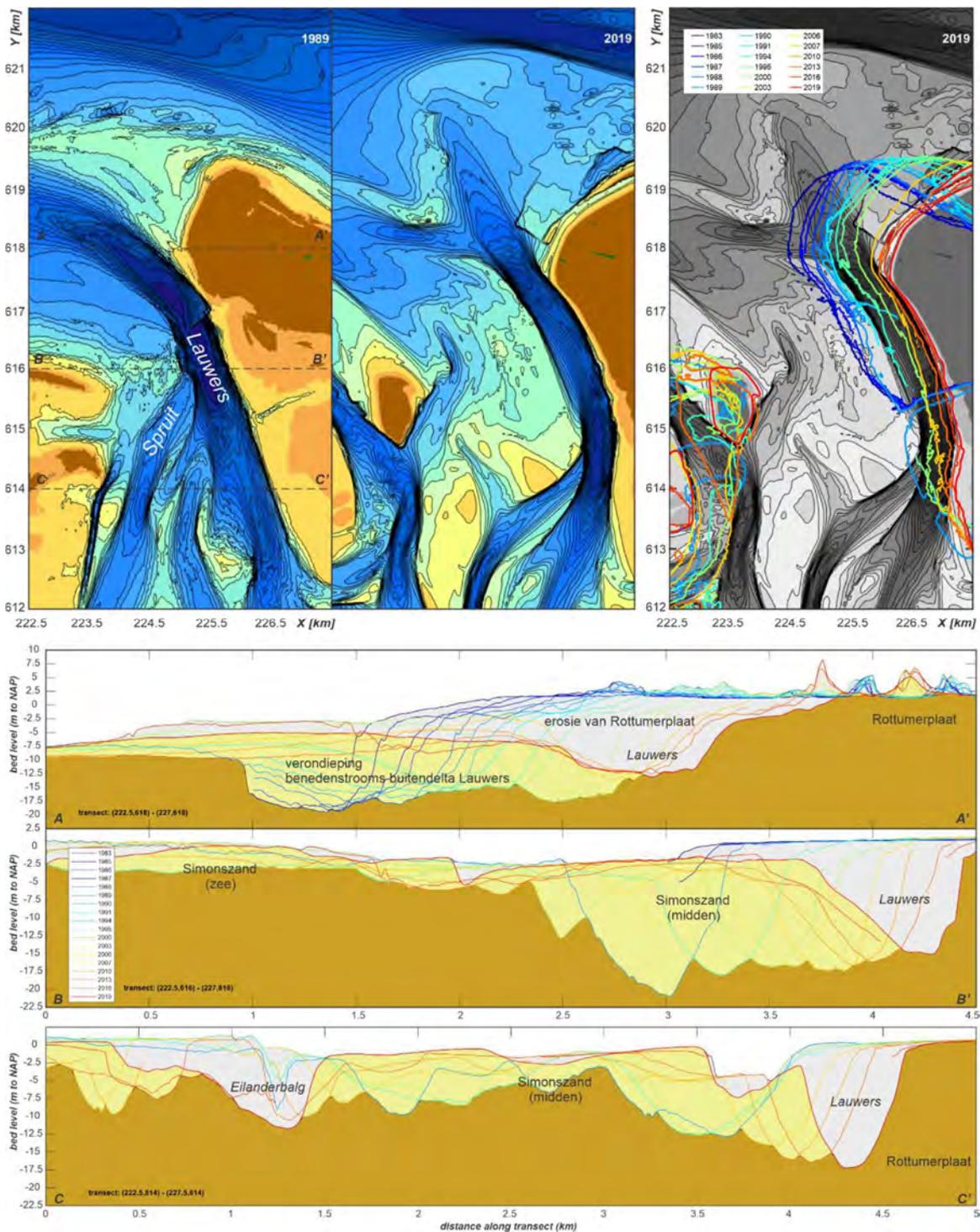
3.3.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

Vanuit de kombergingsstudie (Elias en Cleveringa, 2021) zijn er een aantal grootschalige ontwikkelingen langs het tracé die van belang kunnen zijn voor het bepalen van het morfologisch ontwerp-profiel (voor namen van geulen en platen zie Afbeelding 3.69):

- de configuratie van het geulstelsel Lauwers is sinds 1950 niet sterk veranderd. De geulen Lauwers en Spruit vertoonden tussen 1949 en 1989 vooral een rotatie: het zeewaartse deel verplaatst daarbij oostelijk, het landwaartse deel vertoont een kleine westelijke verplaatsing. Het diepste deel van de geul Lauwers is sinds 1989 ca. 1 km naar het oosten verplaatst, gezamenlijk met het uitbreiden van de oostelijk punt van Schiermonnikoog. De doorstroomoppervlakte varieerde, waarschijnlijk als gevolg van ontwikkelingen in het naastgelegen kombergingsgebied Schild en van de zandbank Simonszand. In diezelfde periode (1989 en 2019) veranderde de uitstroom van de Lauwers in de buitendelta van een westelijke naar een noord-noordwestelijke oriëntatie;
- de geul Lauwers bocht midden in het kombergingsgebied uit naar het westen waardoor er een kans is dat deze een verbinding gaat vormen met het geulstelsel van Spruit;

- rond 1950 startte intensief beheer van de Rottumerplaat met onder andere de aanleg van een stuifdijk in de periode tussen 1952 en 1980. Na 1980 is het ontstane strand gestabiliseerd. Sinds de jaren negentig worden Rottumerplaat en Rottumeroog niet meer actief beheerd. De eilanden zijn echter nog steeds aanwezig en aan verandering onderhevig (Afbeelding 3.71). De omvang van het aangrenzende Boschwad neemt gaandeweg af door de verplaatsing van de Lauwers naar het oosten.

Afbeelding 3.71 Boven: een detailoverzicht van de hoogteligging van de Lauwers bij Rottumerplaat in 1985 en 2019 en de verplaatsing van de 0m contourlijn. Onder: bodemontwikkeling in geselecteerde langsdorsneden. Overgenomen uit Elias en Cleveringa (2021)

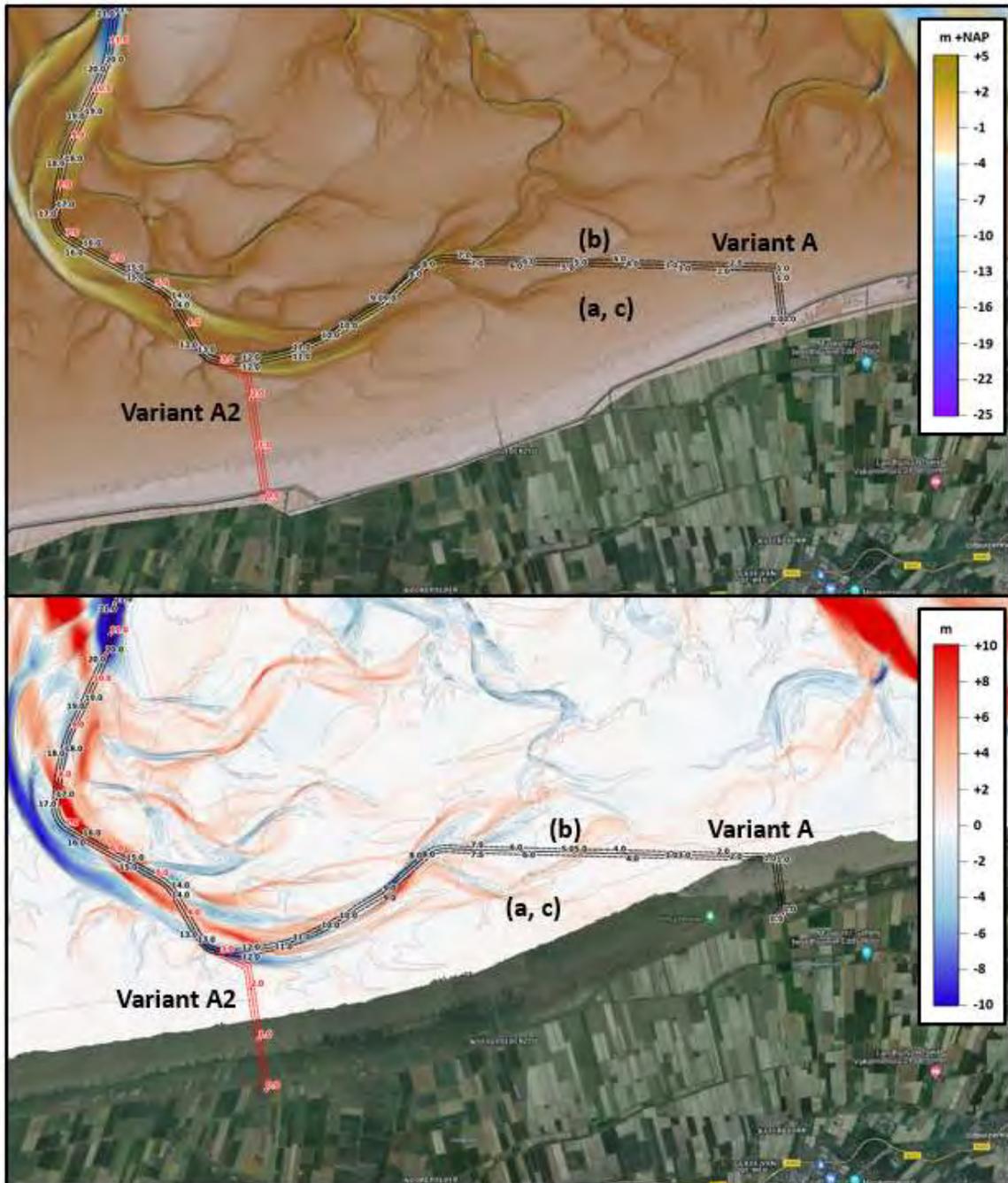


3.3.3 Deelgebied A – Wadplaten bij vasteland (KP 0- 7,0)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) tussen KP 0,0 en 7,0 loopt de route over het wad aan de vastelandszijde;
- (b) tussen KP 4,0 en 5,5 doorsnijdt het tracé een kleine geul (-1,2 m NAP), waarbij de minimale bodemligging in de waarnemingen -2,5 m NAP is;
- (c) de bodemhoogte in dit gebied is relatief stabiel m.u.v. de bodemhoogte bij de geul tussen KP 4,0 en 5,5 en vanaf KP 6,5 waar het tracé de geul Zuidoost Lauwers nadert.

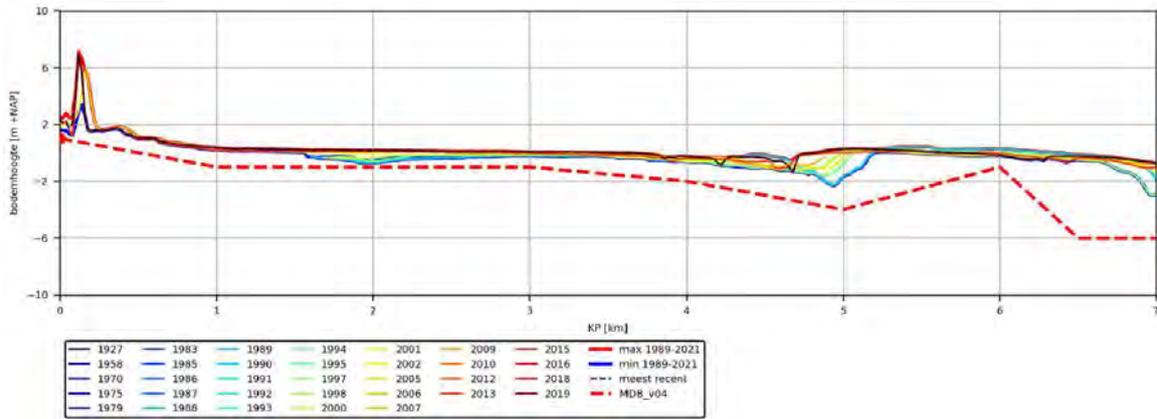
Afbeelding 3.72 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V (Variant A) deelgebied A



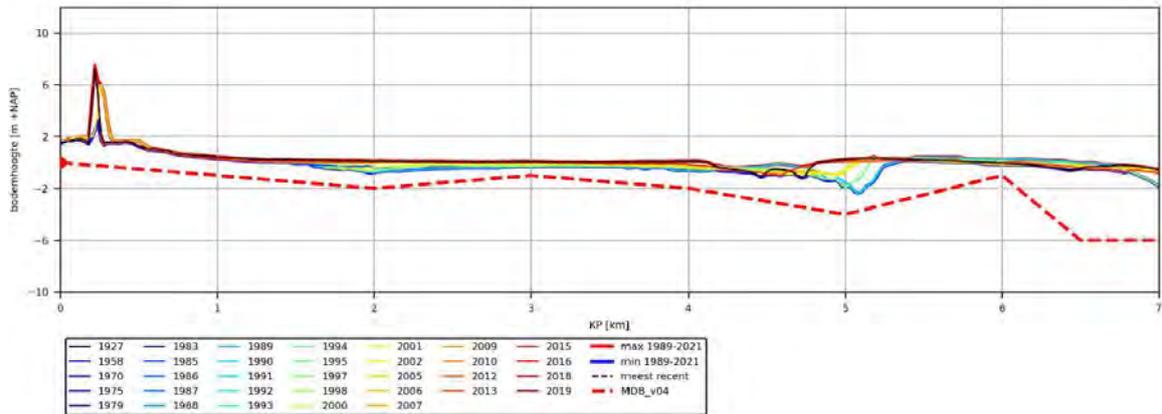
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.73 t/m Afbeelding 3.75 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 7,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

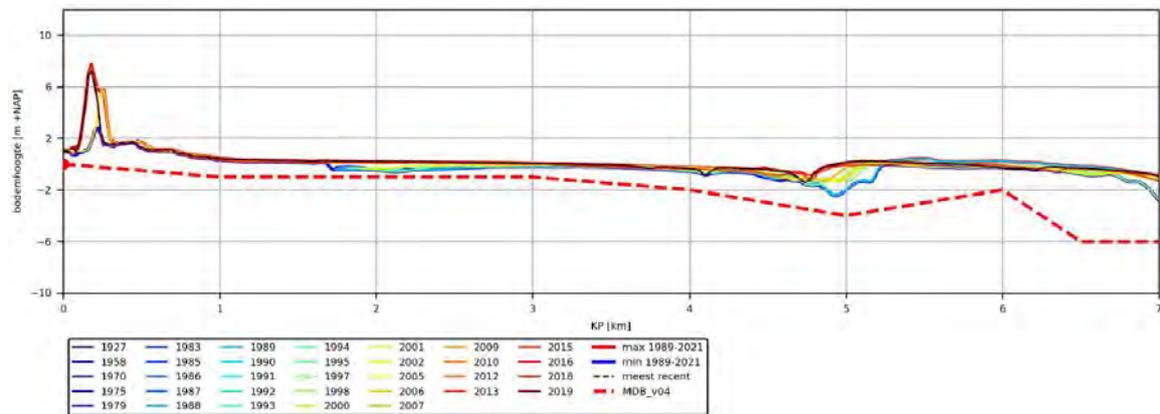
Afbeelding 3.73 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.74 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.75 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel.



Doordat de bodemligging in het gebied over het algemeen stabiel is ligt het morfologisch ontwerpprofiel dicht tegen de huidige en minimale bodemligging aan.

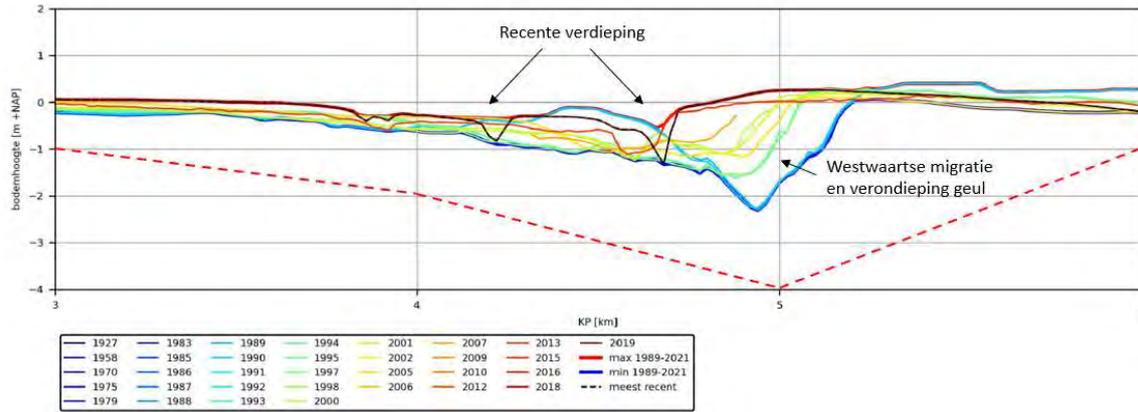
Nabij KP 5,0 doorkruist het tracé een geul. Op het moment is deze geul relatief ondiep (circa -1,5 m NAP), maar in het verleden zijn bodemhoogtes van rond -3 m NAP voorgekomen. Kleine geulen kunnen over de loop van de tijd wat verlengen of verkorten. Daarom kan niet worden uitgesloten dat dieptes tot -4,0 m NAP in de komende 50 jaar kunnen voorkomen nabij KP 5,0.

In het gebied tussen de kleinere geul en Zuidoost Lauwers bij KP 6,0 ligt een relatief stabiele wadplaat (Afbeelding 3.77). Daarom kan het morfologisch ontwerpprofiel hier op -1,0 m NAP worden gezet.

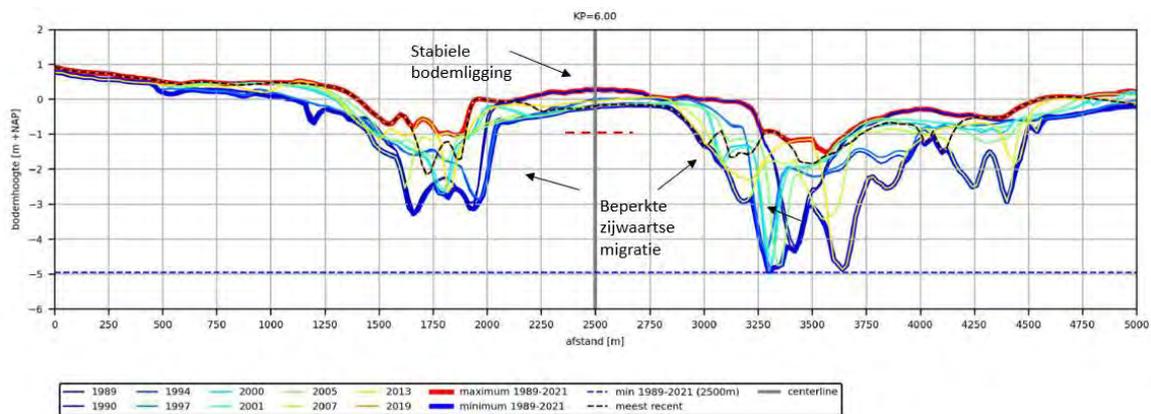
Rond KP 6,5-7,0 nadert het tracé de geul Zuidoost Lauwers. Hier dient rekening gehouden te worden met bodemveranderingen door het verlengen van de geul en zijwaartse migratie. In het lengteprofiel is te zien dat diepteveranderingen beperkt zijn (Afbeelding 3.73), verlengen/verkorten van de geul heeft dus relatief weinig effect op de diepte ter hoogte van KP 6,5/7,0. In het dwarsprofiel is zijwaartse migratie van de geul zichtbaar over een zone van circa 500-750m (Afbeelding 3.78) Binnen een afstand van 750m van het profiel zijn dieptes voorgekomen tot -5,5 m. Dieptes in het omliggende gebied zijn niet veel groter en daarom wordt voor het morfologisch ontwerpprofiel -6,0 m NAP als voldoende beschouwd.

In principe bepalen we het morfologisch ontwerpprofiel voor ieder kilometerpunt. Met het morfologisch ontwerpprofiel op -1,0 m NAP bij KP 6,0 en -6,0 m NAP bij KP 7,0 zou het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 6,5 op -3,5 m NAP komen te liggen (gemiddelde waarde). Echter kan niet worden uitgesloten dat de geul hier in de toekomst insnijdt waarbij dieptes tot -6,0 m NAP zouden kunnen voorkomen. Omdat het onnodig om ook een diepte van -6,0 aan te houden voor KP 6,0 is een extra punt aan het morfologisch ontwerpprofiel toegevoegd bij KP 6,5 met diepteligging -6,0 m NAP.

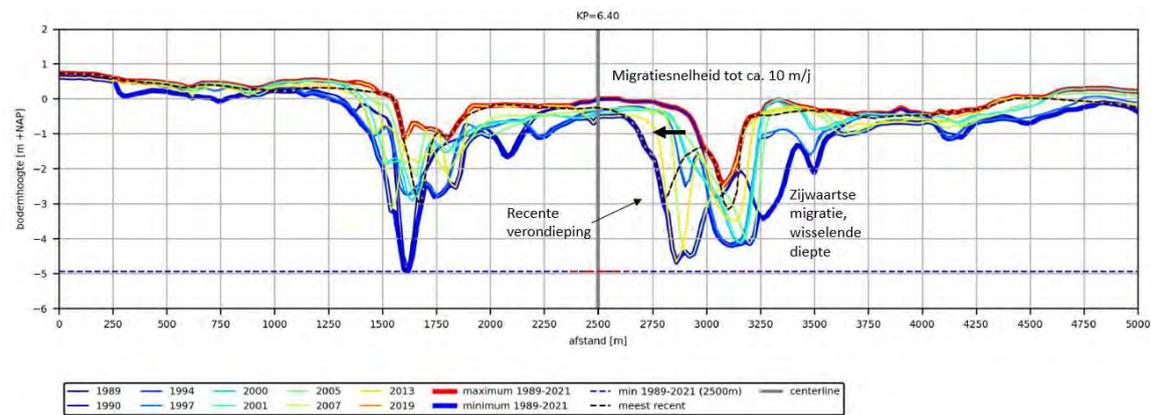
Afbeelding 3.76 Waargenomen bodemligging langs route V – A (KP 3-6). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.77 Waargenomen bodemligging langs route V – A ter hoogte van KP 6,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.78 Waargenomen bodemligging langs route V – A ter hoogte van KP 6,4. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn oost ligt tussen KP 0,0 en 2,0 op 0,5 tot 1,0 m lager dan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn. Net als bij de middenlijn is de bodemligging hier stabiel, alleen ligt deze iets lager.

Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west wijkt af van het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn bij KP 0,0 en KP 6,0. Bij KP 0,0 is de bodemligging net als bij de middenlijn stabiel, maar ligt wat lager. Bij KP 6,0 is ervoor gekozen om het morfologisch ontwerpprofiel 0,5 m lager te leggen dan bij de

middenlijn, omdat de zijlijn west zich wat meer aan de zijkant van de stabiele plaat bevindt. Daar is meer variatie in de hoogteligging.

Aandachtspunten

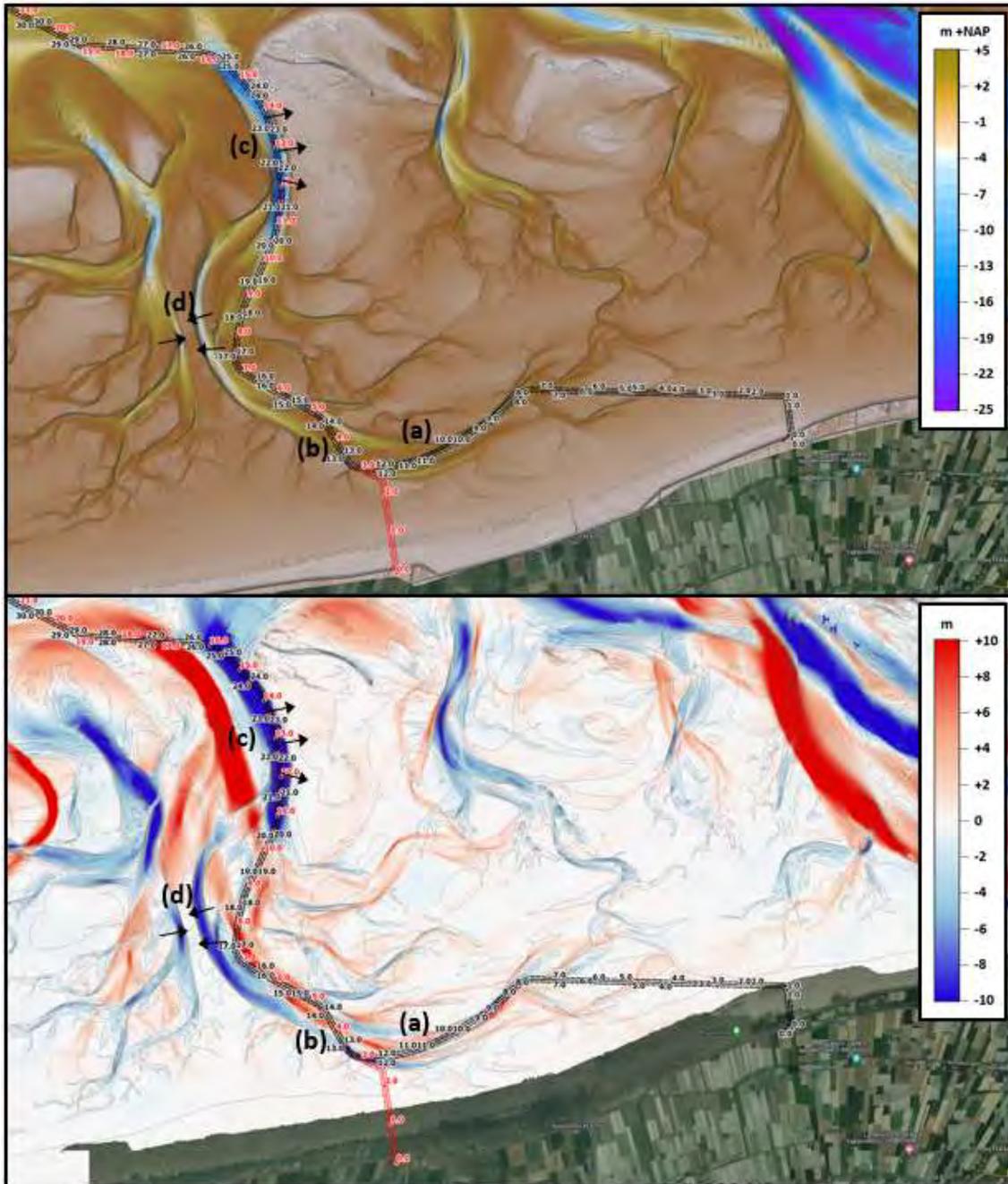
- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

3.3.4 Deelgebied B - Zuidoost Lauwers en Boschgat (KP 7,0-25,0)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): tussen KP 7 en KP 17 volgt het tracé de geul de Zuid Oost Lauwers, die zowel in diepte als in locatie varieert (Afbeelding 3.69);
- (b): rond KP 17 ligt een drempel (ondiepte) tussen Zuid Oost Lauwers en Boschgat.
- (c): het tracé volgt tussen KP 20,0 en KP 25,0 het diepste deel van de geul Boschgat. Het Boschgat is hier tussen 1979 en 2021 langzaam richting het oosten gemigreerd (Afbeelding 3.79);
- (d): de geulen Robbengat en Spruit zijn sinds 2000 steeds dichterbij elkaar komen te liggen (zie bijv. Bijlage B uit Elias en Cleveringa, 2021). Op basis van de waargenomen migratiesnelheden kan niet worden uitgesloten dat op termijn een verbinding ontstaat tussen het geulstelsel van Robbengat en Spruit.

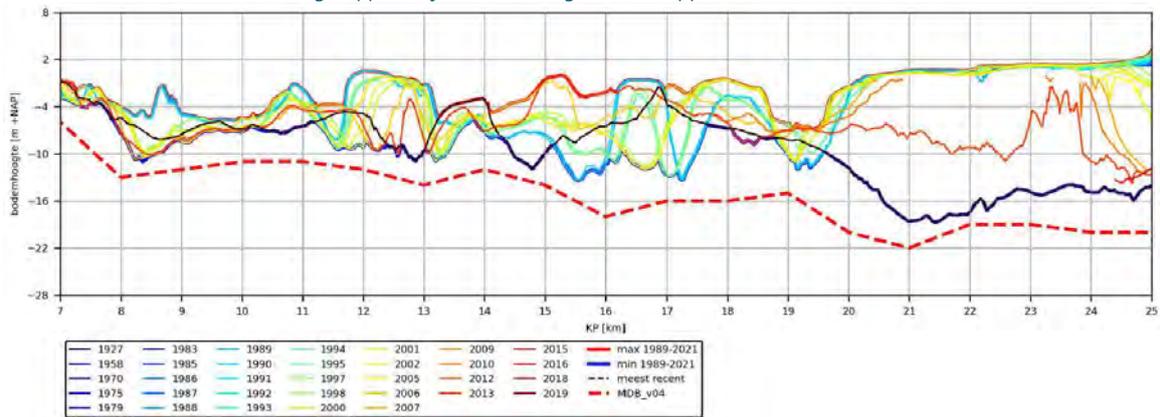
Afbeelding 3.79 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V deelgebied B



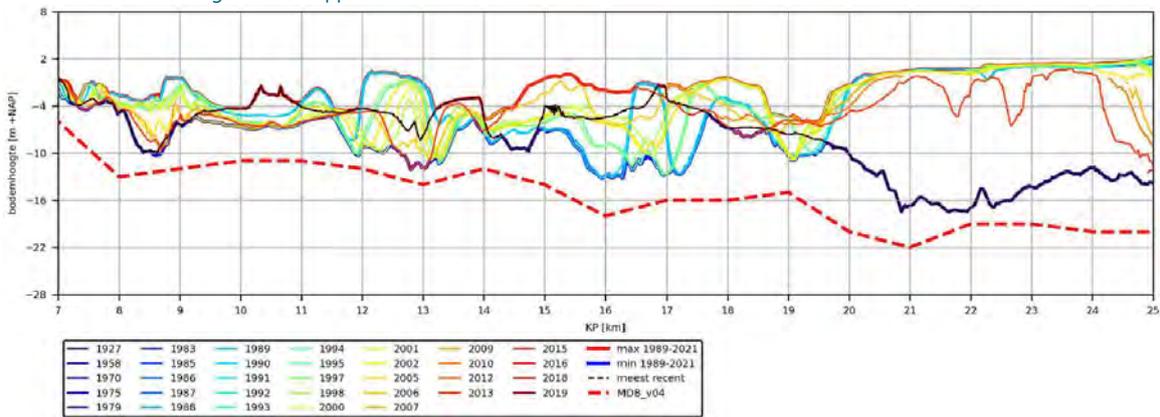
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.80 t/m Afbeelding 3.82 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 7,0-25,0). Ook weergegeven zijn de minimale bodemligging tussen 1989 en 2020 uit de dwarsprofielen (blauwe lijn) en het morfologisch ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

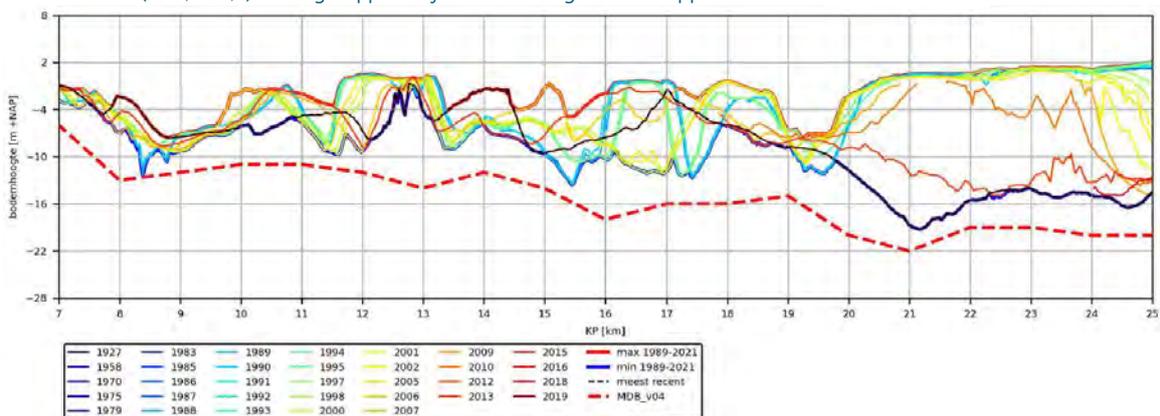
Afbeelding 3.80 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-25,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.81 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-25,0). Blauwe lijn: minimale bodemligging sinds 1989 uit de dwarsprofielen, rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.82 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-25,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

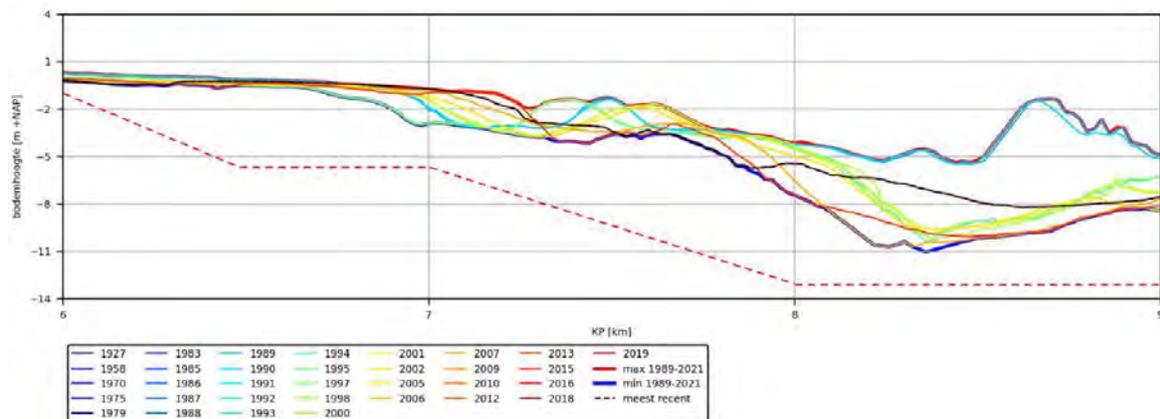
- de geul Zuidoost Lauwers is binnen een zone van 500 tot 750 zuidwaarts gemigreerd. Er kan niet worden uitgesloten dat de geul in de komende vijftig jaar binnen deze zone heen en weer migreert en daarom is het ontwerpprofiel gebaseerd op de diepst voorkomende ligging binnen deze zone;

- langs het tracé liggen een aantal drempels (overgang tussen geulen en wat hoger gelegen gebieden binnen de geul). Bij Zuidoost Lauwers zijn de hoger gelegen gebieden van de geul relatief stabiel over tijd. De drempels nabij Robbengat/Boschgat zijn dat niet. Daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel bij de drempels nabij het Robbengat/Boschgat relatief diep;
- er kan niet worden uitgesloten dat in de komende 50 jaar een verbinding wordt gevormd tussen de geulsystemen Spruit en Robbengat. In bijlage II staan de mogelijke effecten hiervan beschreven. Uit de analyse in de bijlage is gebleken dat voor deze ontwikkeling geen extra diepte hoeft te worden opgenomen in het morfologisch ontwerpprofiel van route V;
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m) ten opzichte van de ruimte waarbinnen de geulen heen en weer migreren. Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied B gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

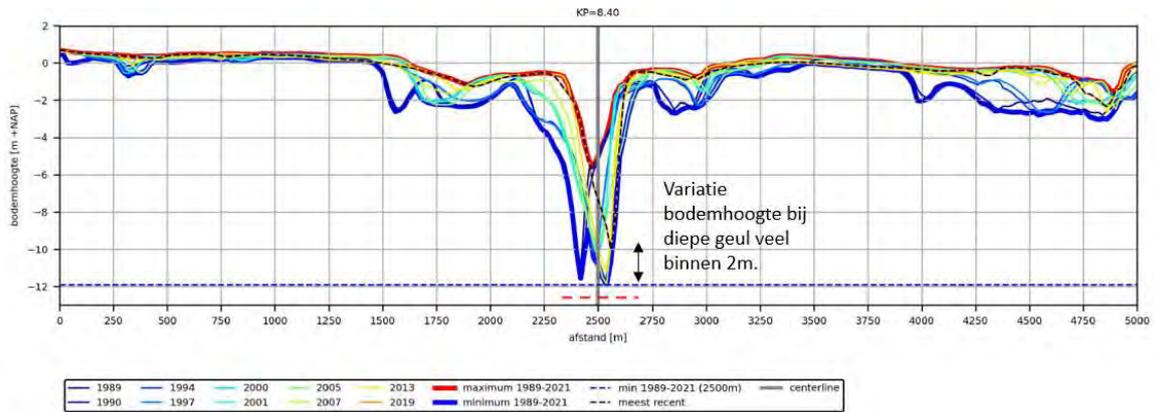
Van KP 7,0 tot en met KP 9,0 ligt het tracé op de overgang van het wad naar de geul waarbij de diepte geleidelijk toeneemt. Naast zijwaartse migratie van de geul zou verkorten/uitbreiden van de geul ook effect kunnen hebben op variatie in bodemligging. Dit zou het best te zien zijn rond KP 7,8-8,3 waar de geul ondieper wordt. Uit het langspoor rond KP 7,0 t/m 8,3 lijkt het verkorten/verlengen van de geul op de locatie van het tracé echter geen groot effect te hebben op de diepteligging (Afbeelding 3.83). Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel zijn zijwaartse verschuivingen van de geul binnen een zone van 500 tot 750 m vanaf de huidige ligging van het tracé leidend.

Afbeelding 3.83 Waargenomen bodemligging langs middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 6,0-9,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



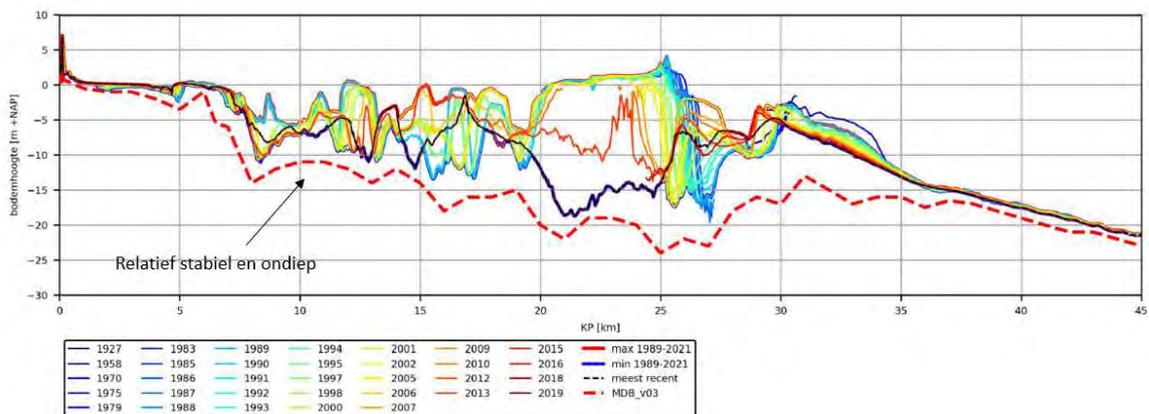
Nabij KP 8 is de laagste ligging van de geul -12,0 m NAP (bij middenlijn KP 8,40, Afbeelding 3.84). De diepteligging van de geul varieert hier veelal tussen -10 m NAP en -12 m NAP. Gezien de variatie in diepte van de geul kan niet worden uitgesloten dat de geul ergens in de komende 50 jaar nog iets dieper zou kunnen worden. De geul is op deze locatie ook nog niet zo smal als elders wat verder aannemelijk maakt dat verdere verdieping nog zou kunnen plaatsvinden (in plaats van alleen verbreding). Als morfologische ontwerpdiepte is daarom -13,0 m NAP aangenomen.

Afbeelding 3.84 Bodemligging langs route V-A rondom KP 8,4. Migratie geul zichtbaar over een zone van circa 100-150 m. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

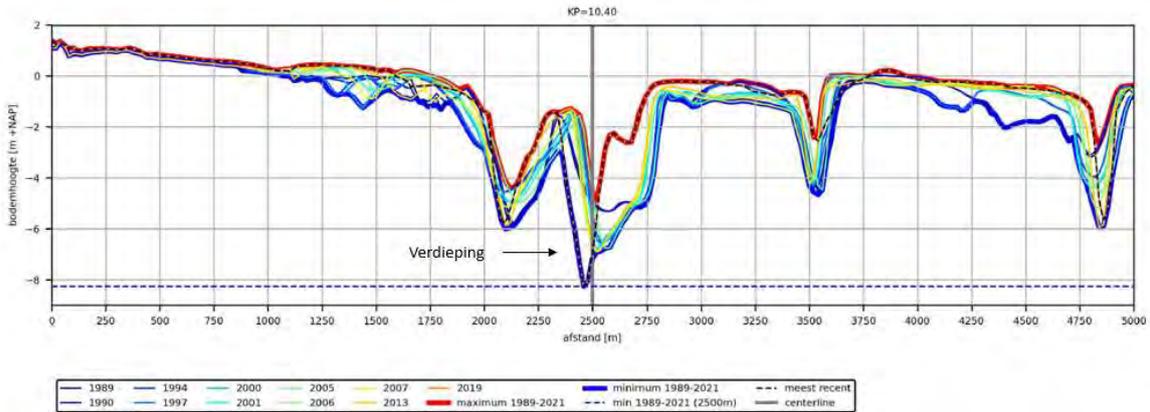


Rondom KP 10 en 11 ligt de bodemhoogte gemiddeld over de gehele periode wat hoger dan rondom KP 8 en KP 12 (Afbeelding 3.85). Het kan echter niet worden uitgesloten dat de bodemhoogte in de toekomst lager komt te liggen. De laagste waargenomen bodemhoogte tussen KP 10,0 en 11,0 is circa -8,5 m NAP bij KP 10,4 (Afbeelding 3.86). Op die locatie heeft verdieping van de geul plaatsgevonden en het is niet uit te sluiten dat deze verdieping doorzet. Echter i.v.m. de waargenomen bodemhoogtes in het omliggende gebied uit de afgelopen tientallen jaren (veelal -8 m NAP, nergens dieper dan rond -10 m NAP) beschouwen we voor het morfologisch ontwerpprofiel -11 m NAP als voldoende.

Afbeelding 3.85 Ontwikkeling bodemhoogte langs route V-A. Bodemhoogte ligt relatief hoog nabij KP 10-11

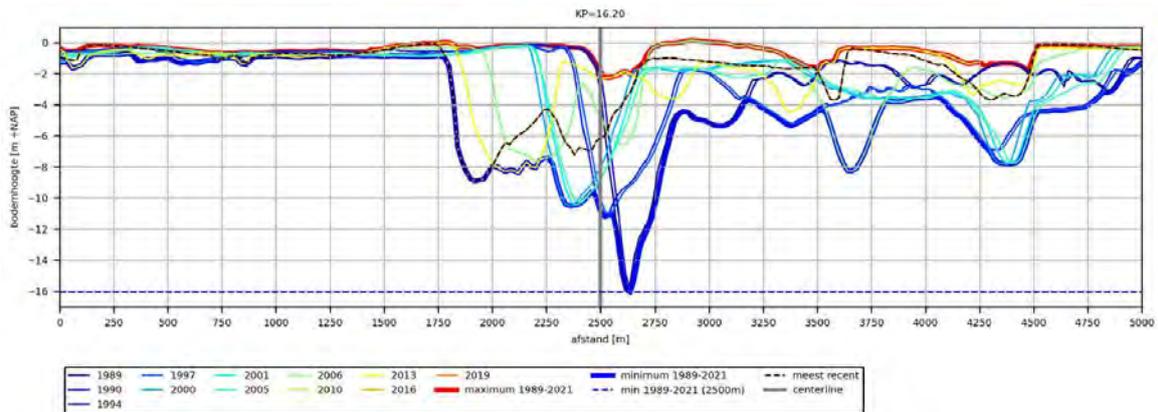


Afbeelding 3.86 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 10,4



Vanaf KP 16 komen grotere geuldieptes voor en is de geul dynamischer. Bij KP 16,2 is een bodemhoogte van -16,0 m NAP waargenomen (Afbeelding 3.87). Op dit moment is de geul ondieper geworden nabij het tracé, maar er kan niet worden uitgesloten dat de geul in de toekomst weer verder gaat uitslijten. Doordat de bodemhoogte relatief veel varieert op de locatie (geulsysteem dynamischer dan bij locatie dichterbij het vasteland) en omdat de bodemhoogtedata niet verder teruggaat dan 1987 nemen we een buffer op van 2 m en komt het morfologisch ontwerpprofiel op -18 m NAP.

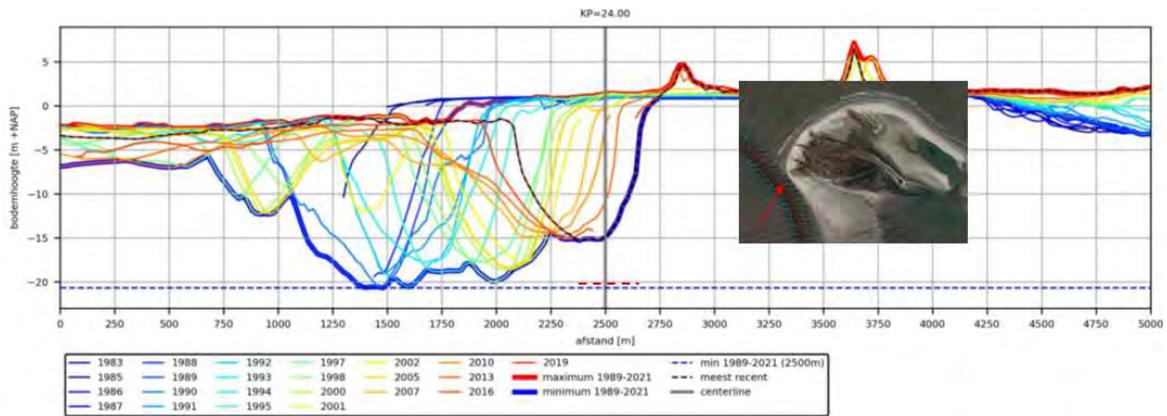
Afbeelding 3.87 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 16,2



Tussen KP 20,0 en KP 27,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel relatief laag. Hier treden grote stroomsnelheden op waardoor de bodemligging laag is en dynamisch.

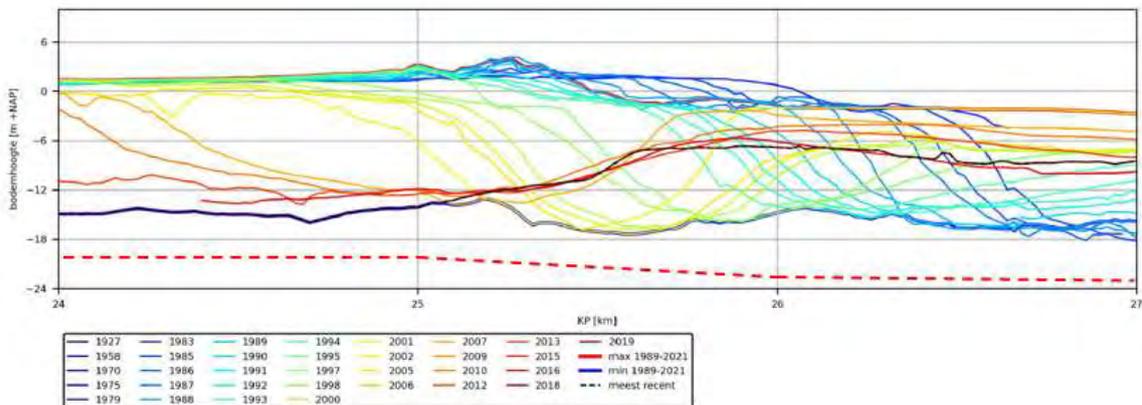
Bij KP 24,0 migreert de geul Boschgat richting Rottumerplaat en lijkt de geulwand te versteilen (Afbeelding 3.88). Doordat Rottumerplaat verdere migratie bemoeilijkt is het mogelijk dat de geul hier verder gaat verdiepen. Het valt verder op dat de geulbodem de laatste jaren niet dieper dan -15,0 m is komen te liggen. Mogelijk ligt hier een harde laag. Dit is echter niet met zekerheid te zeggen. Wanneer de harde laag beschadigd raakt bij aanleg van de kabels kan hier lokaal sterke erosie optreden. Omdat niet met zekerheid te zeggen is of een harde laag aanwezig is en omdat bij beschadiging van de harde laag ook erosie kan optreden ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -20,0 m NAP.

Afbeelding 3.88 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 24,0. De geul migreert richting de Rottumerplaat (locatie rode pijl). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

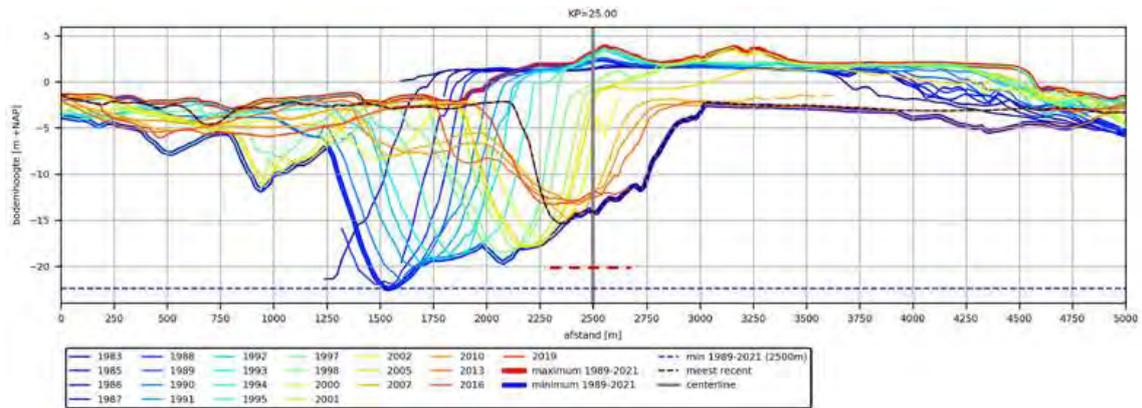


Nabij KP 25,0 liggen de waargenomen bodemhoogte tot -18 m NAP (Afbeelding 3.89). Op dit moment is de bodemhoogte ongeveer -15 m NAP, maar recent, sinds 2016 is wel verdieping zichtbaar. Het kan niet worden uitgesloten dat de geul in de toekomst verder gaat verdiepen. Op ongeveer 1 km westwaarts zijn in het verleden dieptes tot ca. -22 m NAP voorgekomen. De verwachting is echter dat deze dieptes niet op het tracé zullen voorkomen omdat de geul bij een meer oostelijke liggen naar verwachting minder water trekt. Vanwege de relatief grote dynamiek en recente verdieping nemen we een marge van 2 m t.o.v. de laagste ligging op het tracé zelf waarmee het morfologisch ontwerpprofiel op -20,0 m NAP komt te liggen (Afbeelding 3.90).

Afbeelding 3.89 Ontwikkeling bodemhoogte langs route V-A. Bodemhoogte bij KP 24,0-27,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.90 Ontwikkeling bodemhoogte dwars op route V-A. Bodemhoogte bij KP 25,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten:

- nabij Rottumerplaat zou de geul in de toekomst sterk kunnen gaan verdiepen doordat Rottumerplaat relatief erosieresistent is. Daarnaast is het mogelijk dat een harde laag in de ondergrond aanwezig is, wat bij ontgraven lokaal tot sterke erosie kan leiden wanneer zachtere lagen bloot komen te liggen. Om beide redenen heeft het de voorkeur om de route iets meer aan de binnenzijde (westen) van de bocht te laten lopen in plaats van zeer dicht tegen Rottumerplaat aan (circa 500 m verplaatsing naar het westen);
- het tracé loopt op dit moment niet overal door het diepste deel van de geul. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een optimalisatie van de begraafdiepte door kleine wijzigingen van het tracé is mogelijk.

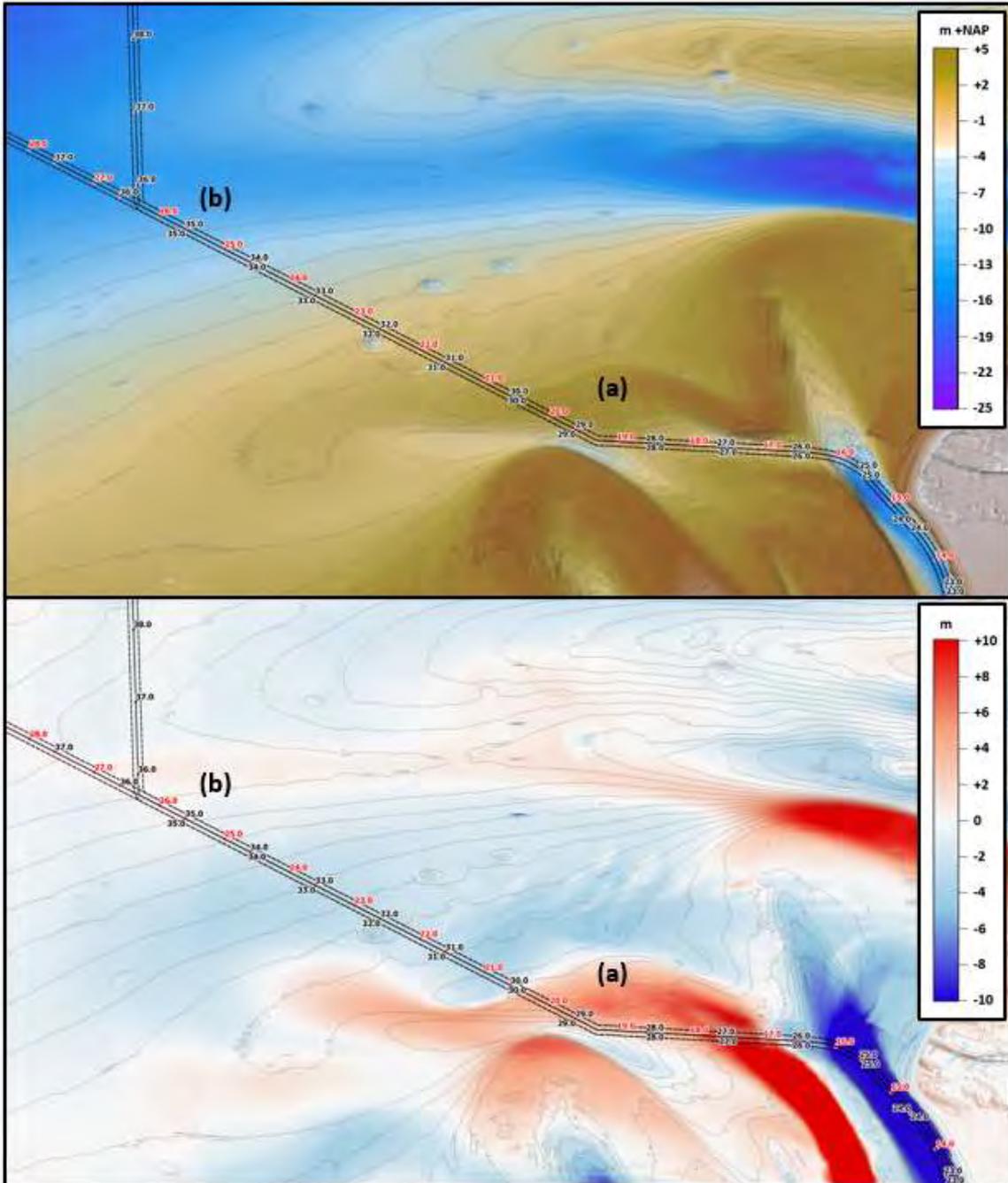
3.3.5 Deelgebied C - Buitendelta (KP 25.0-36.0)

Tussen KP 25,0 en KP 38,0 volgt het tracé de geul door de buiten delta, door de Lauwers en vervolgens richting het platform op zee.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): Buitendelta's zijn zeer veranderlijk. De geul die hier gevolgd wordt kan tijdens de levensduur van de kabel sterk verplaatsen;
- (a) De uitstroom van Lauwers is in de afgelopen 30 jaar veranderd van een westelijke naar een noord-noordwestelijke oriëntatie. Dit lijkt het gevolg van de oostelijke verplaatsing van de geul Eilanderbalg wat weer gerelateerd is aan de uitbouw van de eilandstaart van Schiermonnikoog als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee. Deze oriëntatie zou daarom in de toekomst, bijvoorbeeld bij erosie van de eilandstaart, weer kunnen veranderen;
- (b): Vanaf KP 30 is een continue afname van de bodemhoogte over de tijd zichtbaar.

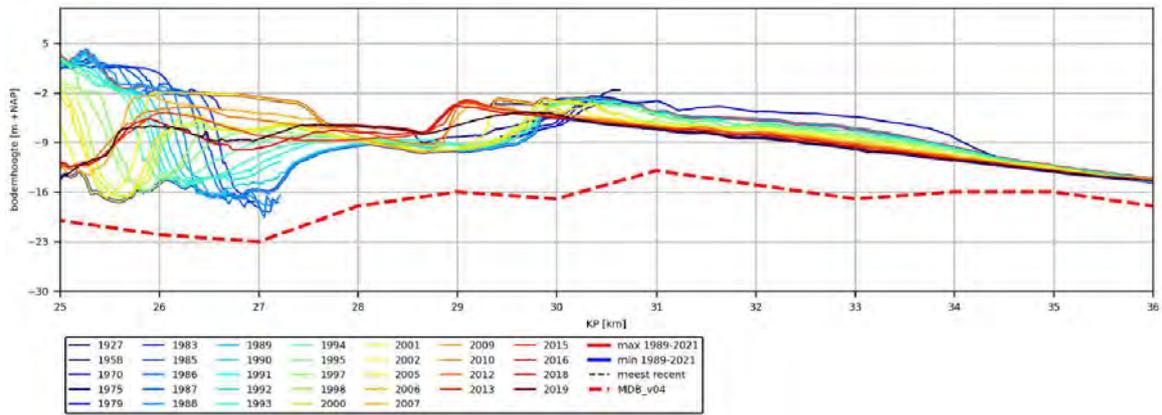
Afbeelding 3.91 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V deelgebied C



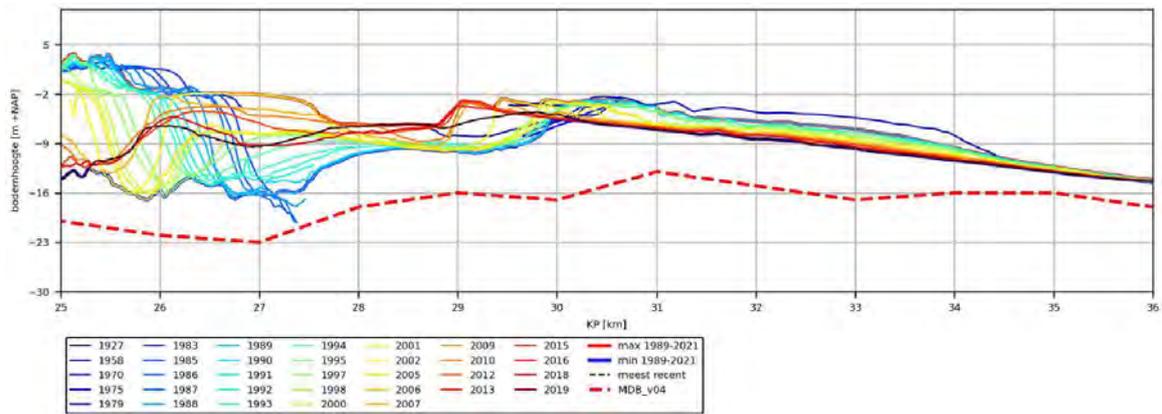
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.92 t/m Afbeelding 3.94 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 25,0-36,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

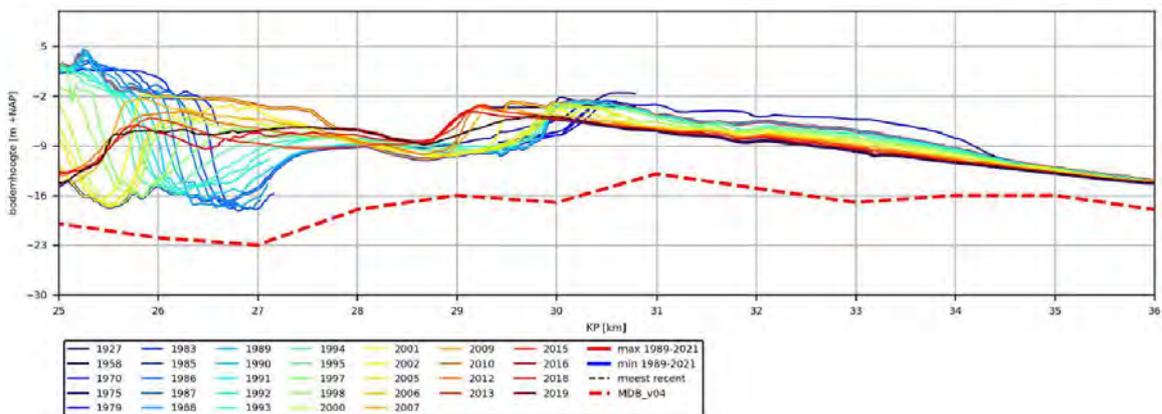
Afbeelding 3.92 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 25,0-36,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.93 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 25,0-36,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.94 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 25,0-36,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



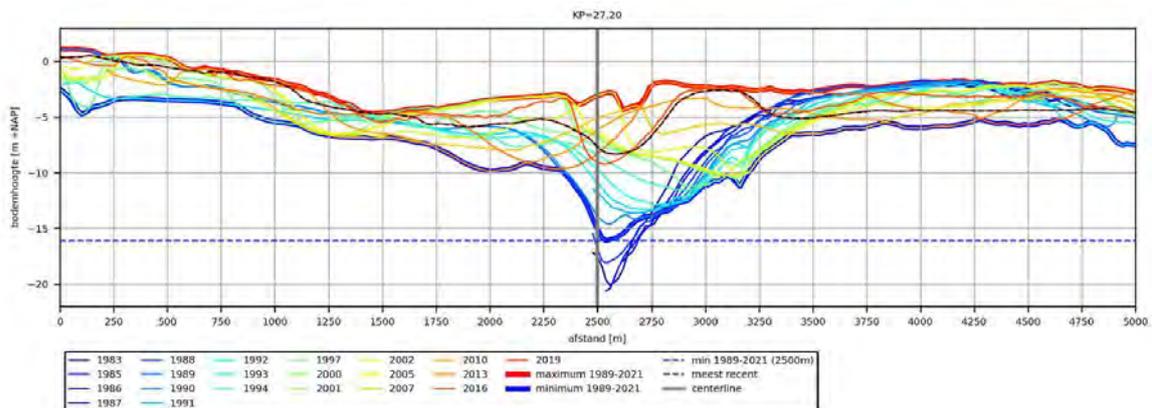
Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- nabij KP 29 lijkt de geul te worden ingeklemd tussen twee zandige platen. De geul kan in de toekomst mogelijk gaan verdiepen;
- vanaf KP 30 is er een eroderende trend zichtbaar in de bodemhoogte (Afbeelding 3.92). Gezien de snelheid (ordegrootte 5-10 cm per jaar) en ligging is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is aan kusterosie/ erosie van de buitendelta (en niet alleen aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de erosie van de bodem over de komende 50 jaar met een vergelijkbare snelheid;
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m) ten opzichte van de ruimte waarbinnen de geulen heen en weer migreren. Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied C gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

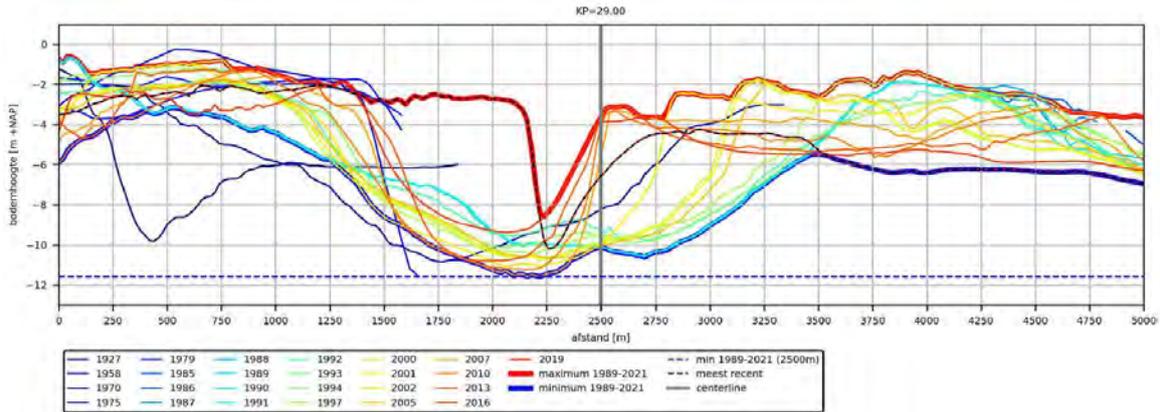
Bij KP 26-27 is de laagst waargenomen bodemhoogte binnen 500 m van het tracé ongeveer -21 m NAP. Aangezien de ligging van de geul in de ruimte relatief stabiel is, terwijl de diepte wel sterk verandert door de tijd (Afbeelding 3.95) kan niet worden uitgesloten dat een dergelijke diepte in de toekomst opnieuw voorkomt. Gezien de grote dynamiek nemen we een buffer op van 2 m waarmee de minimale bodemligging op 22-23 m NAP komt te liggen.

Afbeelding 3.95 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 27,2. De geul verplaatst relatief weinig zijwaarts



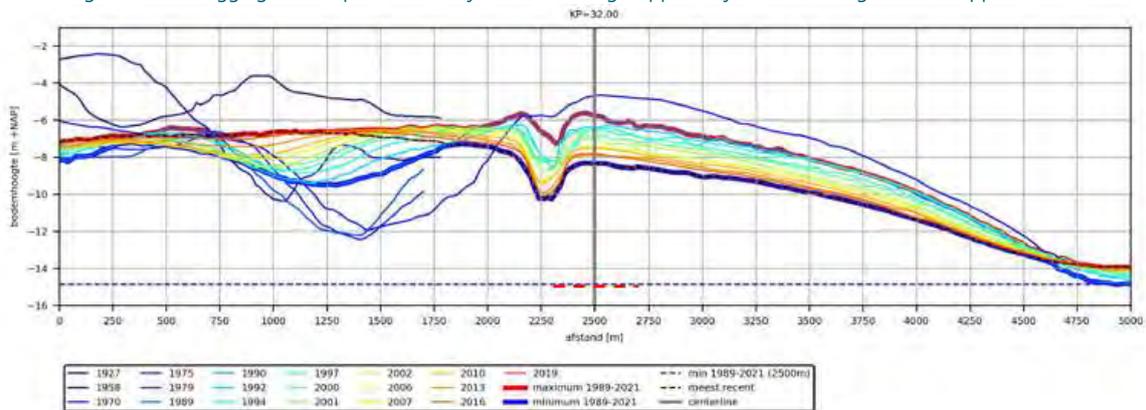
Bij KP 29,0 is een recente versmalling van de geul nabij het tracé zichtbaar (Afbeelding 3.96). Op dit moment ligt de geul op -10 m NAP, maar verdere verdieping kan niet worden uitgesloten. Bij KP 29,4 komen dieptes tot -14 m NAP voor. I.v.m. de relatief grote dynamiek nemen we daarbij een buffer op van 2 m. Daarmee komt het morfologisch ontwerpprofiel op -16 m NAP.

Afbeelding 3.96 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 29,0. Recent is versmalling van de geul zichtbaar



Bij KP 32,0 is de continue daling van de bodemhoogte over de tijd goed zichtbaar (Afbeelding 3.97). De snelheid van de daling is net iets minder dan 3 m over 30 jaar (10 cm per jaar). Over een periode van 50 jaar is daarom de verwachting dat de bodemhoogte nog ca. 5 m verder afneemt. Aangezien het naar verwachting gaat om erosie i.p.v. verdieping vanuit de diepere ondergrond is 5 m buffer opgenomen in het morfologisch ontwerpprofiel. De diepte naast het tracé heeft een relatief stabiele ligging en migreert geleidelijk verder van het tracé. Echter valt niet geheel uit te sluiten dat deze in de komende 50 jaar richting het tracé migreert. Daarom is als laagste bodemligging -10 m NAP aangehouden. Met 5 m buffer voor de dalende trend komt het ontwerpprofiel bij KP 32,0 daarmee op -15 m NAP.

Afbeelding 3.97 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 32,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten:

- de route ligt momenteel niet op de diepste locatie in de buitendelta. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een aanpassing van het tracé kan mogelijk wel leiden tot een flink kleinere begraafdiepte.

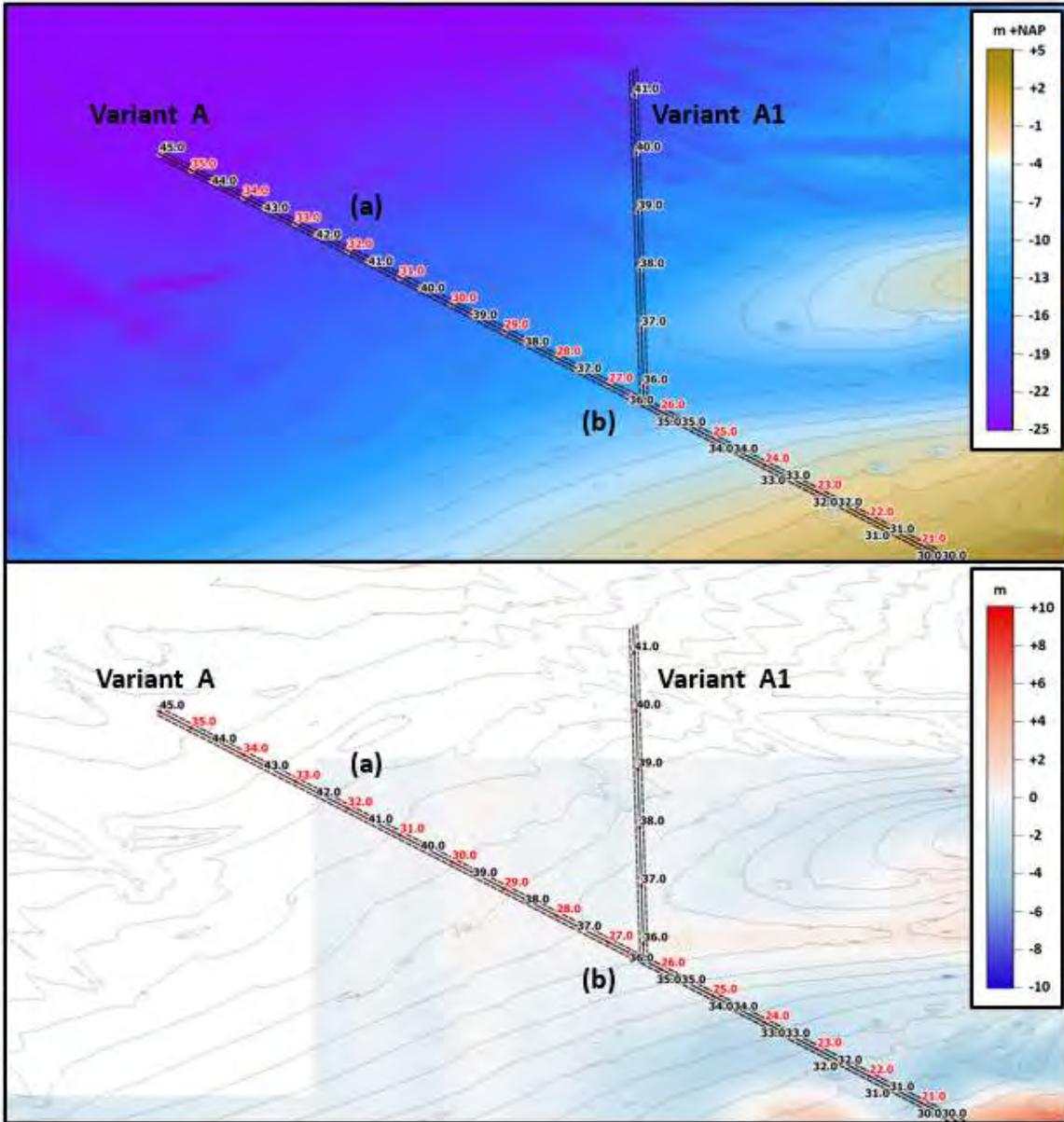
3.3.6 Deelgebied D – Noordzeekustzone (variant A) (KP 36,0-45,0)

Het tracé loopt hier richting het noordwesten.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) de bodemligging is relatief stabiel en de bodemhoogte loopt geleidelijk af langs het tracé (Afbeelding 3.98);
- (b) er is continue (beperkte) afname van de bodemhoogte over de tijd zichtbaar.

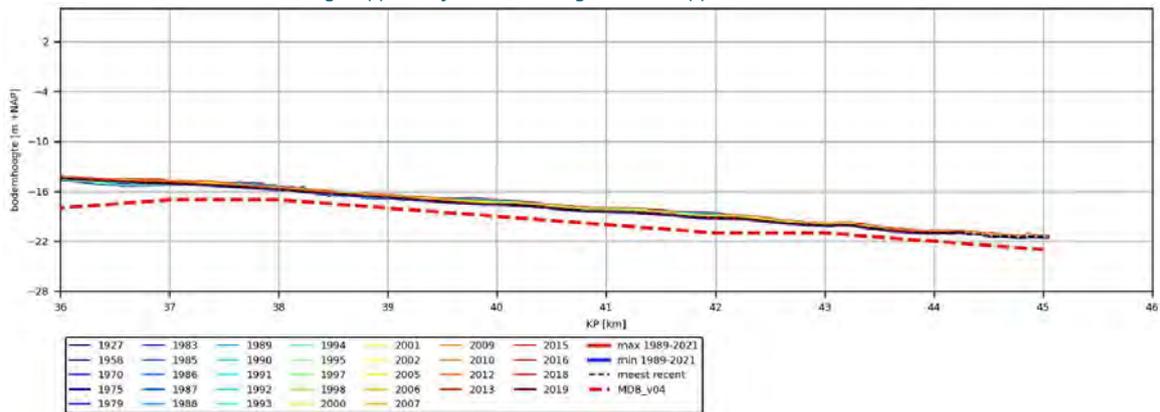
Afbeelding 3.98 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V variant A deelgebied D



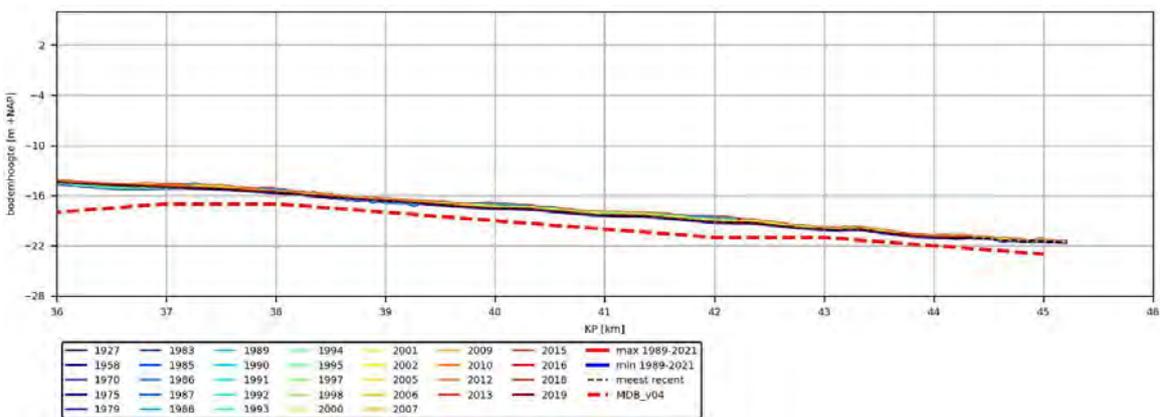
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.99 t/m Afbeelding 3.101 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A binnen deelgebied A (KP 36,0-45,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

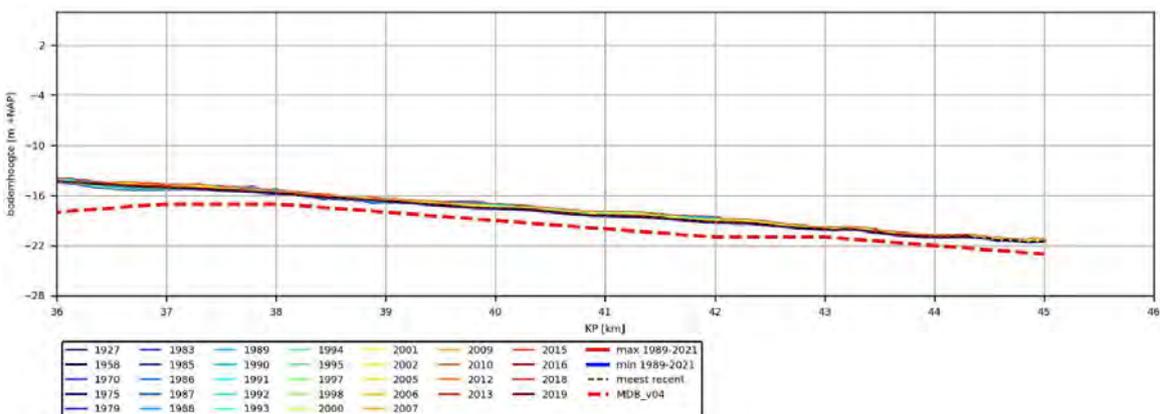
Afbeelding 3.99 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 36,0-45,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.100 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 36,0-45,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.101 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 36,0-45,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

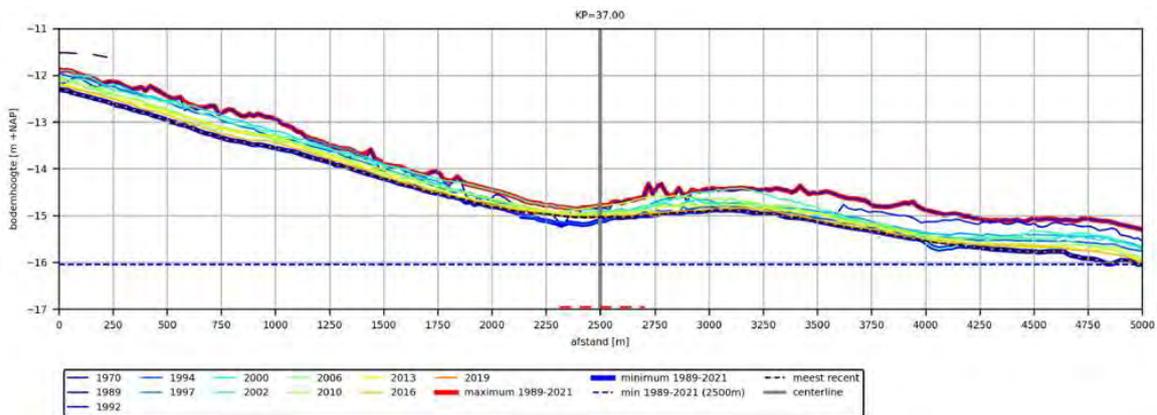
- er is een dalende trend zichtbaar in de bodemhoogte. Vanaf KP 36,0 is de snelheid daarvan wel beperkter dan tussen KP 30,0 en KP 36,0 (Afbeelding 3.99). De snelheid van de daling is maximaal 3-4 cm per jaar. Gezien de snelheid en ligging is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is

aan kusterosie/ erosie van de buitendelta (en niet alleen te wijten aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de daling van de bodem over de komende 50 jaar;

- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m). Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied D gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Vanwege de beperkte dynamiek is de bepaling van het morfologisch ontwerpprofiel vanaf KP 36,0 voor iedere locatie vergelijkbaar. Bij KP 37,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel bijvoorbeeld op -17,0. De minimale bodemligging ligt tussen -15,0 en -15,5 m NAP (Afbeelding 3.102). Met 1 m buffer i.v.m. de daling van de bodemhoogte (circa 0,5 m daling over 30 jaar) (en afronding op hele meters) wordt dit -17,0 m NAP.

Afbeelding 3.102 Bodemligging dwars op route V-A bij KP 37,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



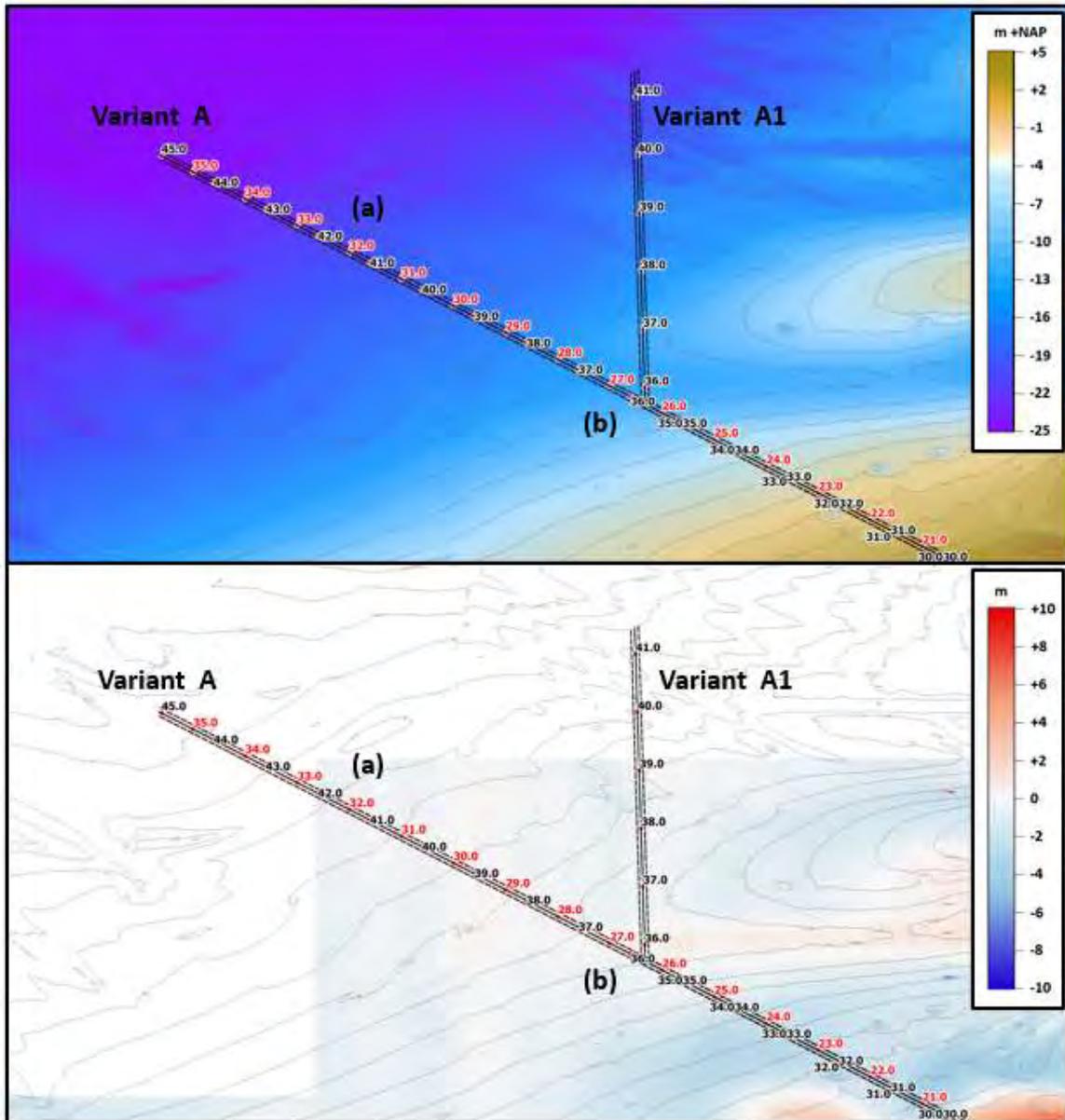
3.3.7 Deelgebied E - Variant A1 (KP 35,0 – 42,0)

Het tracé loopt hier verder richting het noorden.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) de bodemligging is relatief stabiel en de bodemhoogte loopt geleidelijk af langs het tracé (Afbeelding 3.103);
- (b) er is continue (beperkte) afname van de bodemhoogte over de tijd zichtbaar.

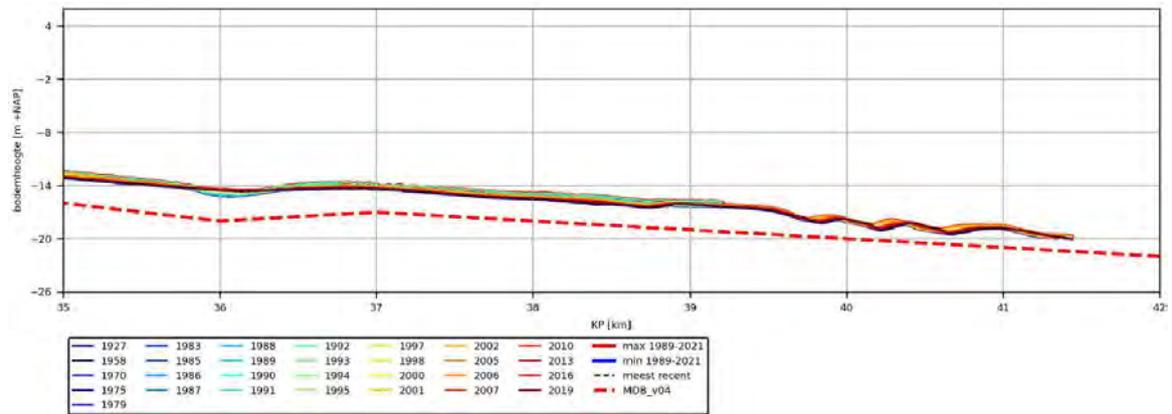
Afbeelding 3.103 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V variant A1 deelgebied E



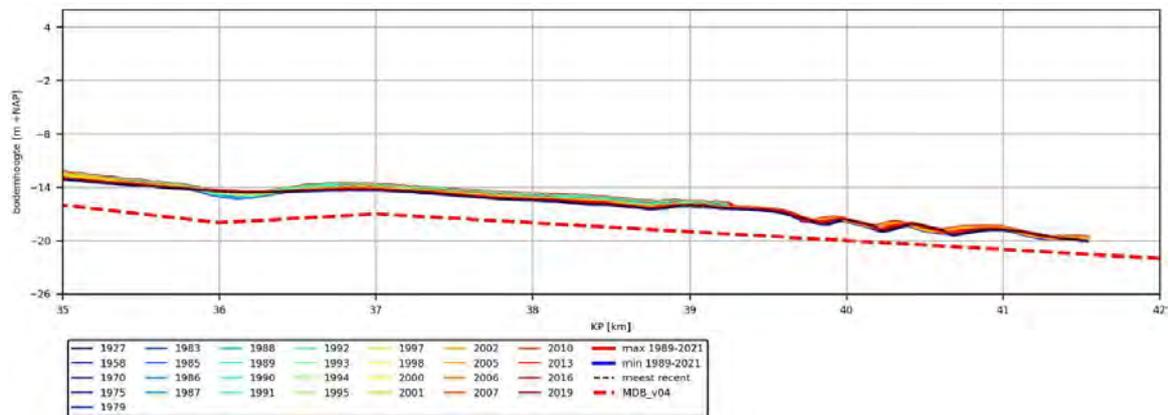
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.104 t/m Afbeelding 3.106 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A1 binnen deelgebied A (KP 35,0-42,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

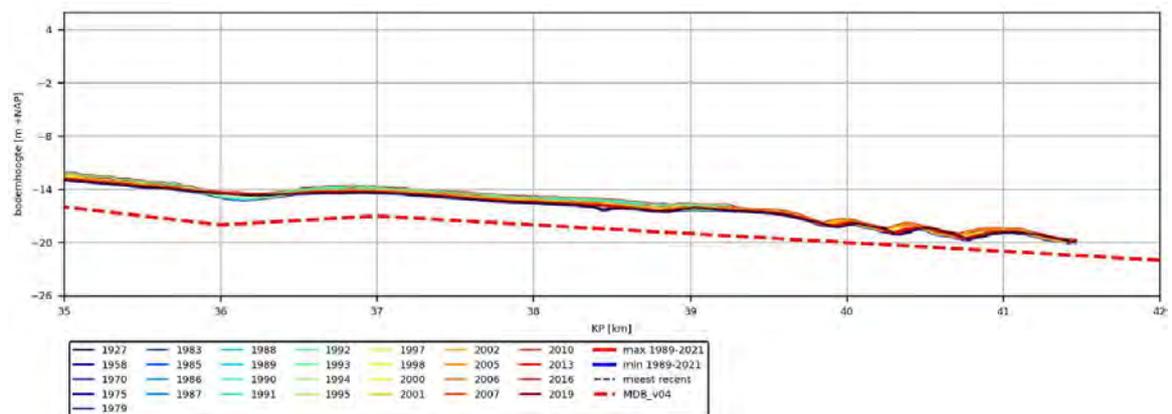
Afbeelding 3.104 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 35,0-42,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.105 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 35,0-42,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.106 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 35,0-42,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Binnen deelgebied E zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerp-profiel:

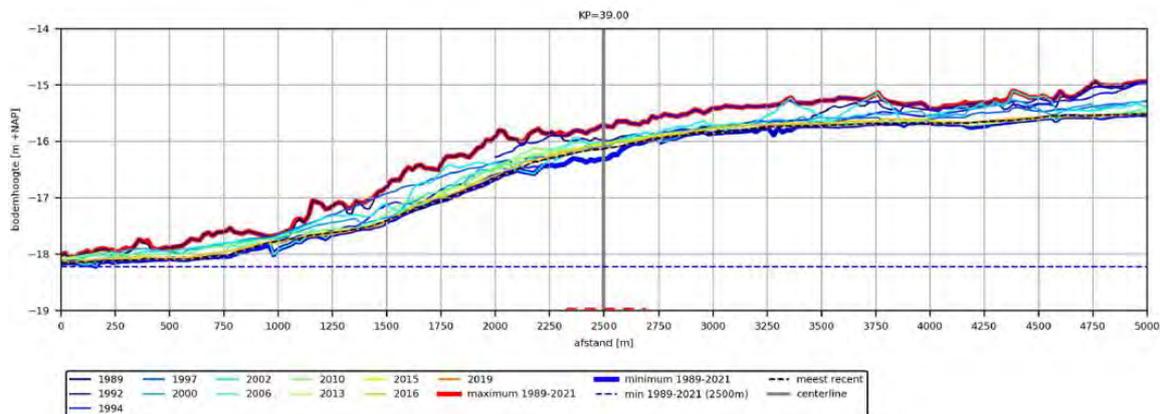
- er is een dalende trend zichtbaar in de bodemhoogte. De bodemhoogte nam geleidelijk ongeveer 1 m af over 30 jaar (snelheid wordt over het algemeen lager verder van de kust af). Gezien de snelheid en

ligging is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is aan kusterosie/ erosie van de buitendelta (en niet alleen aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de erosie van de bodem;

- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m). Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied E gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Vanwege de beperkte dynamiek is de bepaling van het morfologisch ontwerpprofiel vanaf KP 35,0 voor iedere locatie vergelijkbaar. Bij KP 39,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel bijvoorbeeld op -19,0 m NAP. De minimale bodemligging is circa -16,5 NAP (Afbeelding 3.107). Met 1 m buffer in verband met de daling (circa 0,5 m over 30 jaar maakt maximaal 1 m voor de komende 50 jaar van de bodemhoogte wordt dit -18,0 m NAP. Vanwege variatie zichtbaar in de bodemligging is een meter extra diepte aangenomen en komt het morfologisch ontwerpprofiel op -19,0 m NAP.

Afbeelding 3.107 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn van route V variant A1 door de jaren van 1989 t/m 2019 (KP 39,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

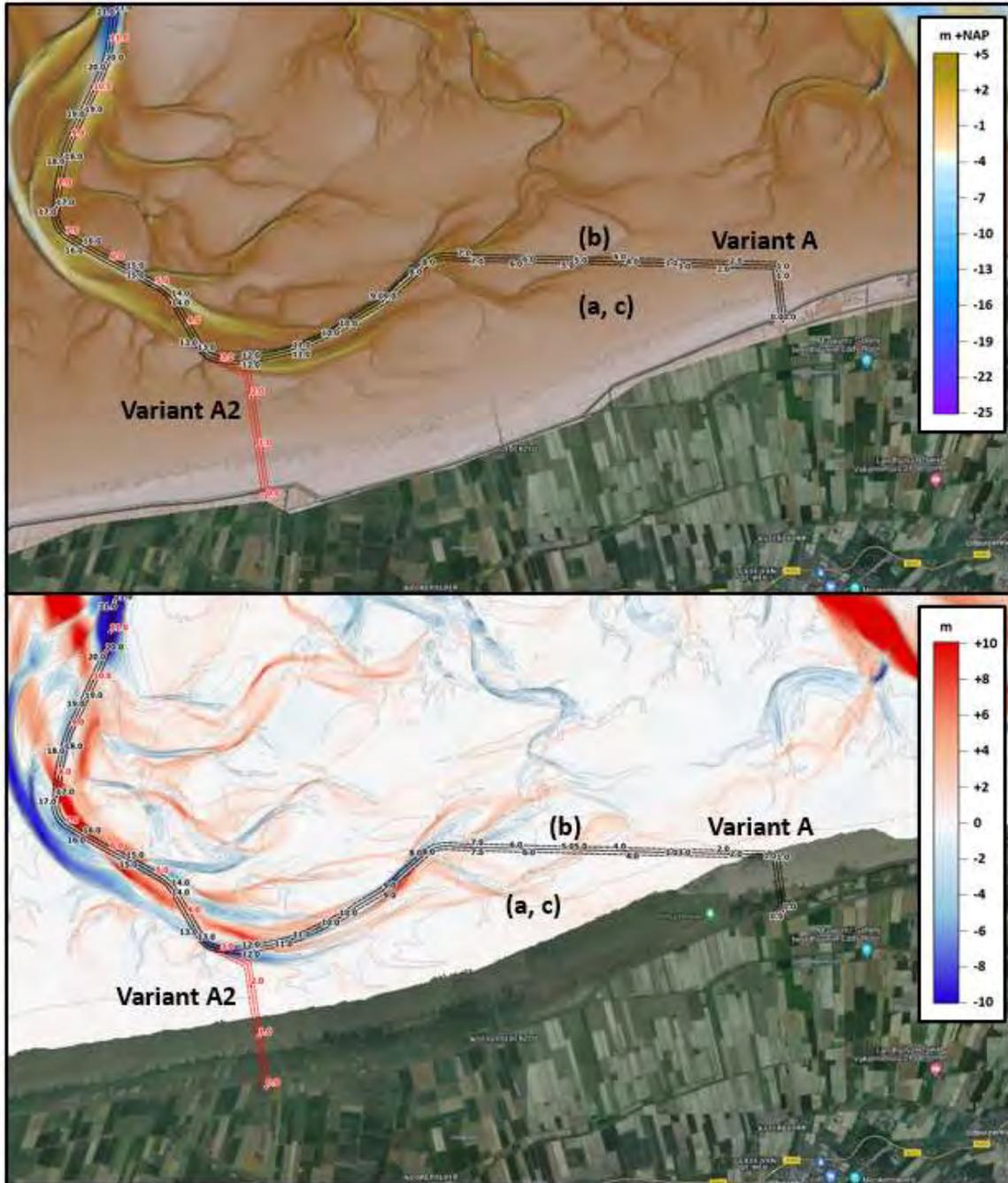


3.3.8 Deelgebied F - Variant A2 (KP 0-3,3)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a) tussen KP 0,0 en 2,2 loopt de route over het vasteland en het wad aan de vastelandszijde, waar de bodemligging relatief stabiel is;
- (b) vanaf KP 2,3 loopt het tracé richting de geul Zuidoost Lauwers en neemt de bodemdynamiek toe.

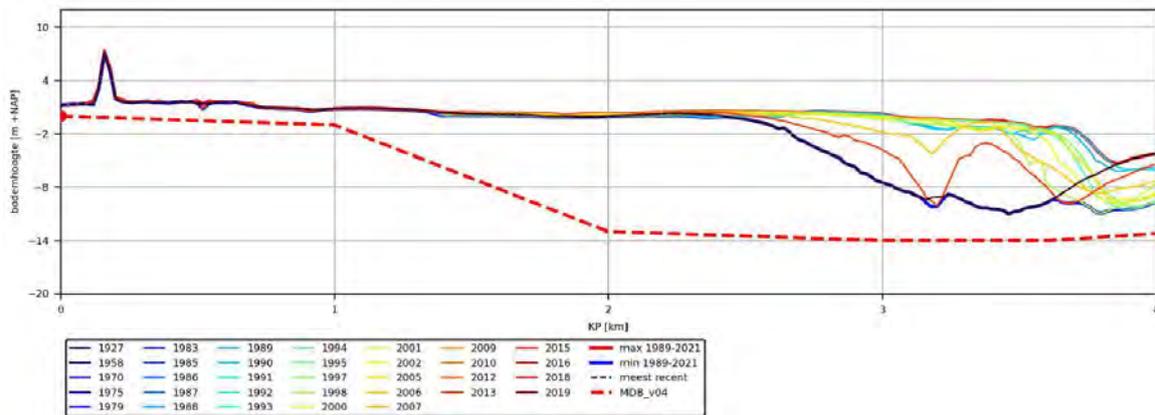
Afbeelding 3.108 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route V (variant A2) deelgebied A



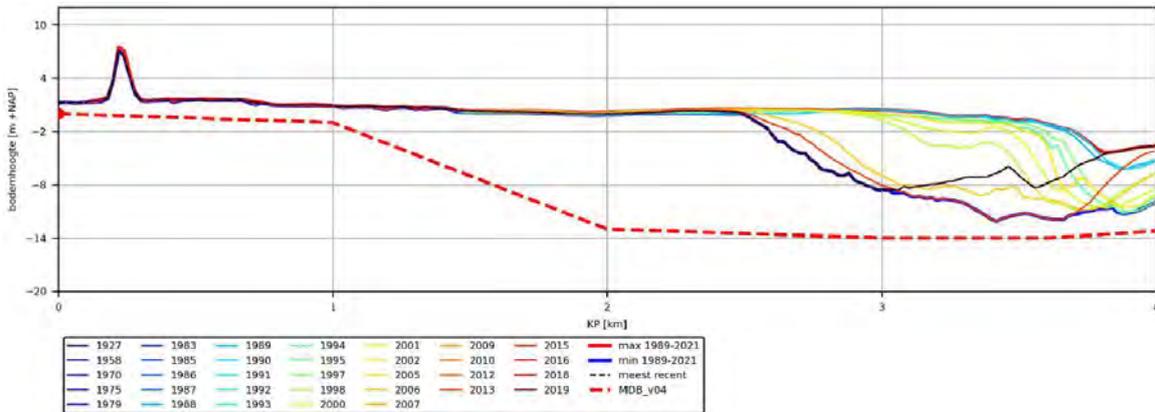
Morfologisch ontwerp-profiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.109 t/m Afbeelding 3.111 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A2 binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 4,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerp-profiel.

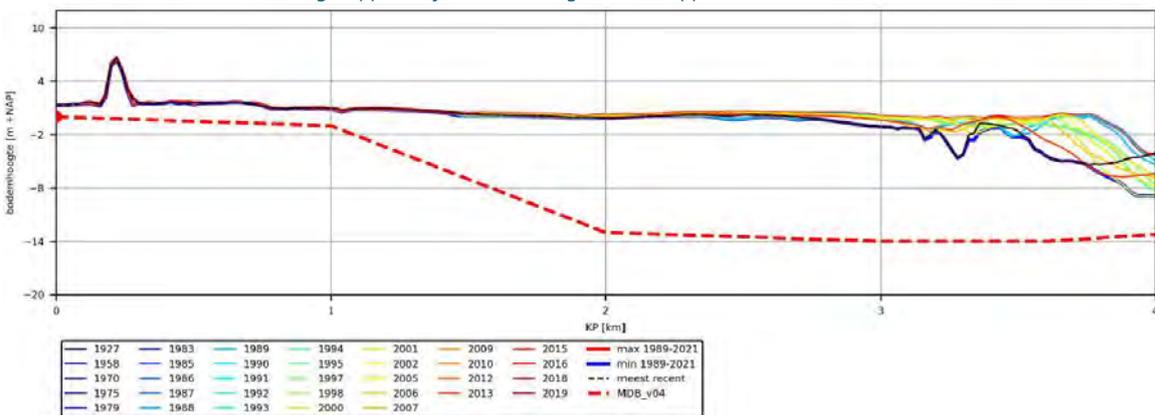
Afbeelding 3.109 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 4,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.110 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 4,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.111 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 4,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

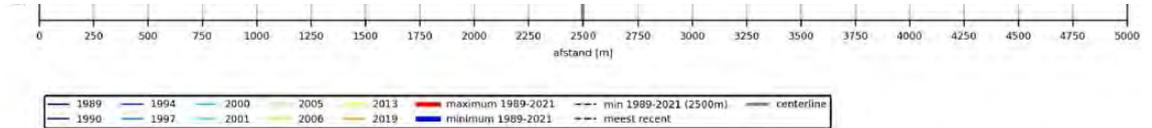


Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- de geul Zuidoost Lauwers migreert richting het vasteland met een gemiddelde snelheid van ongeveer 12m per jaar (Afbeelding 3.112). Over 50 jaar zou de geul ongeveer 600 m richting het vasteland kunnen migreren. Voor het bepalen van de begraafdiepte bij KP 2,0 en 3,0 is daarom rekening gehouden met maximale dieptes van Zuidoost Lauwers nabij KP 12 aan de hand van het lengteprofiel en de

- dwarsprofielen van route V – variant A (zowel KP 2,0 als 3,0 liggen binnen 600 m van het diepste deel van de huidige geul);
- de zijlijnen van de corridor liggen relatief dicht bij de middenlijn (65 m) t.o.v. de ruimte waarbinnen de geulen heen en weer migreren. Het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn west en oost is daardoor in deelgebied B gelijk aan het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn.

Afbeelding 3.112



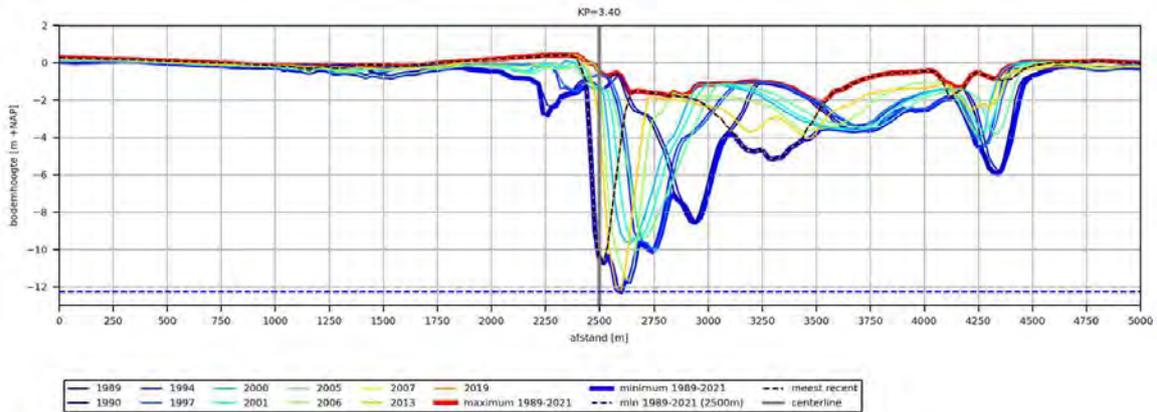
Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

Bij KP 0,0 en 1,0 loopt de route over het vasteland en de kwelderwerken en is de bodemligging stabiel. Het morfologisch ontwerpprofiel ligt op respectievelijk 0 en -1,0 m NAP. Uitgangspunt hierbij is dat het onderhoud van de kwelderwerken vergelijkbaar is met het onderhoud in de afgelopen 20 jaar.

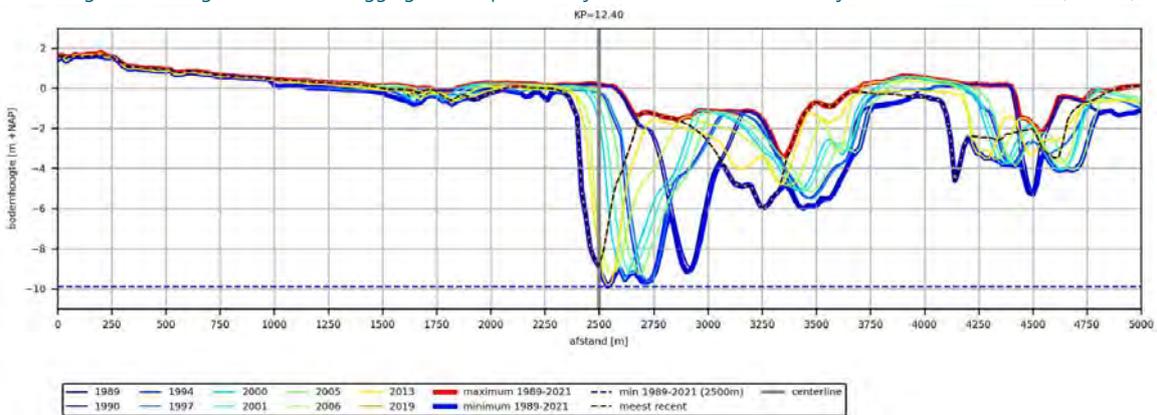
Nabij KP 2,0 heeft de bodemhoogte niet lager gelegen dan -1,0 m NAP. Echter kan het niet uitgesloten worden dat de geul Zuidoost Lauwers verder richting het land migreert waarbij sterke erosie kan optreden. Op basis van de analyse van route A rondom KP 12,0 komt het morfologisch ontwerpprofiel daarom op -12,0 m NAP. Het is lastig inschatten hoe verder geul zich hier zou kunnen insnijden, omdat de geul de afgelopen 50 jaar op een andere locatie heeft gelegen en er dus geen recente waarnemingen zijn om vanuit te gaan in de voorspelling. Daarom nemen we één meter extra buffer op en komt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Nabij KP 3,0 heeft de bodem in het verleden tot -12,5 m NAP gelegen (Afbeelding 3.113), maar vindt momenteel verondieping plaats. Verder zijn in het dwarsprofiel van route A KP 12,4 (op dezelfde locatie als KP 3,0 van route A2) geen lagere bodemliggingen zichtbaar (de diepte is hier in het verleden nooit dieper geweest dan -10,0 m NAP, zie Afbeelding 3.114). Met deze twee waarnemingen is de verwachting dat de geul op deze locatie zich niet dieper dan -13,0 m NAP zal gaan insnijden. Hiermee komt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Afbeelding 3.113 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route V variant A2 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 3,4)



Afbeelding 3.114 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route V variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 12,4)



Aandachtspunten

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. In verband met dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

3.3.9 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Routevariant A

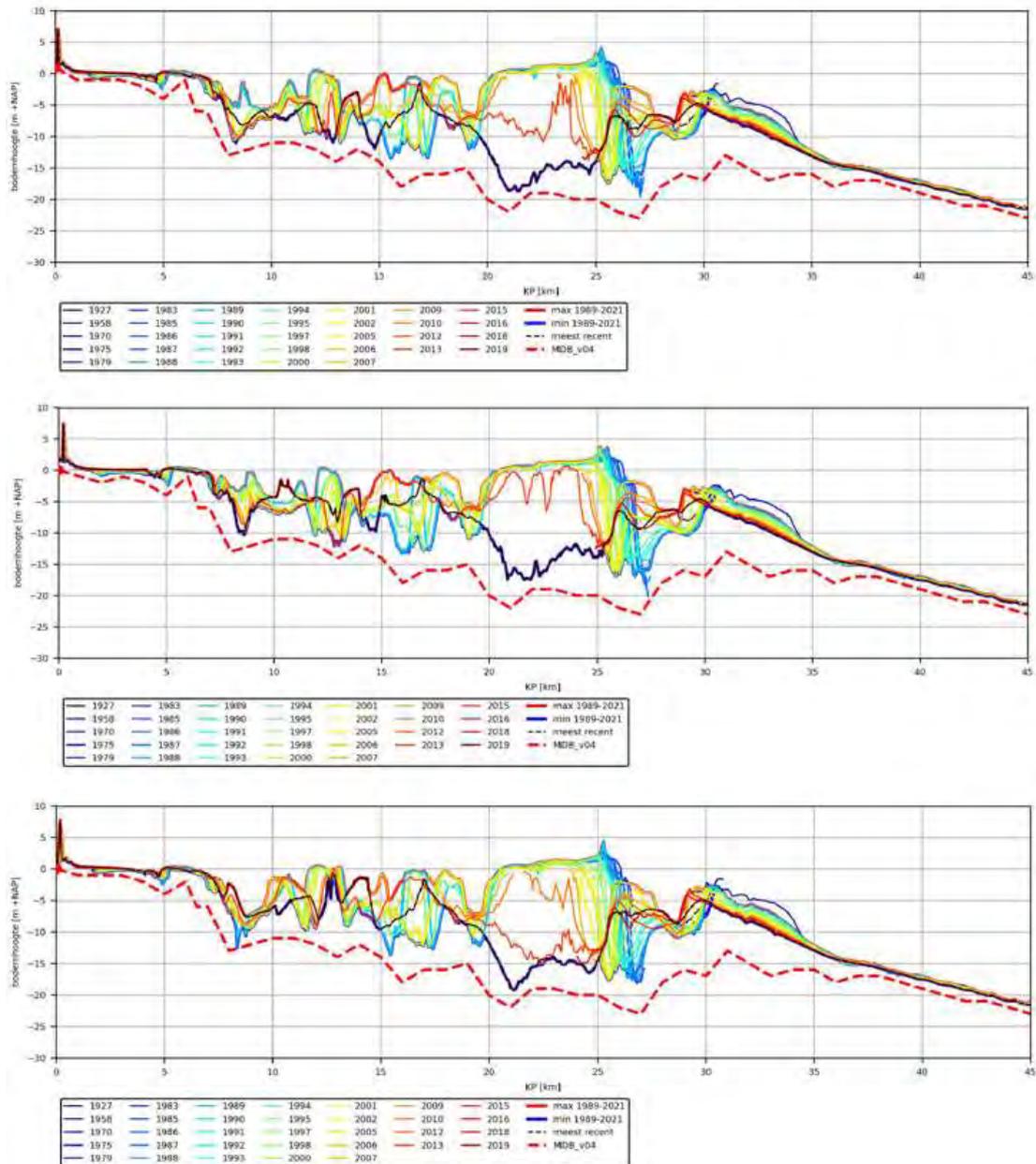
Afbeelding 3.115 geeft het morfologische ontwerpprofiel voor route V variant A. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd. Het tracé loopt op dit moment niet overal door het diepste deel van de geul. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een optimalisatie van de begraafdiepte door kleine wijzigingen van het tracé is mogelijk;
- nabij Rottumerplaat zou de geul in de toekomst sterk kunnen gaan verdiepen omdat Rottumerplaat relatief erosieresistent is. Daarnaast is het mogelijk dat een harde laag in de ondergrond aanwezig is, wat bij ontgraven lokaal tot sterke erosie kan leiden wanneer zachtere lagen bloot komen te liggen. Om

- beide redenen heeft het de voorkeur om de route iets meer aan de binnenzijde (westen) van de bocht te laten lopen in plaats van zeer dicht tegen Rottumerplaat aan (circa 500 m verplaatsing naar het westen).
- de route ligt momenteel niet op de diepste locatie in de buitendelta. Dit heeft geen effect op het morfologisch ontwerpprofiel, maar een aanpassing van het tracé kan mogelijk wel leiden tot een flink kleinere begraafdiepte;
 - er kan niet worden uitgesloten dat in de komende vijftig jaar een verbinding vormt tussen het geulsysteem Spruit en het Robbengat. In bijlage II staan de mogelijke effecten hiervan beschreven. Uit de analyse in de bijlage is gebleken dat voor deze ontwikkeling geen extra diepte hoeft te worden opgenomen in het morfologisch ontwerpprofiel van route V. Het is wel aan te raden om deze ontwikkeling verder te monitoren en bij beschikbaarheid van nieuwe data te kijken in hoeverre dit effect heeft op omliggende geulen.

Afbeelding 3.115 Morfologisch ontwerpprofiel (rood gestippelde lijn) en waargenomen bodemligging langs route A door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west

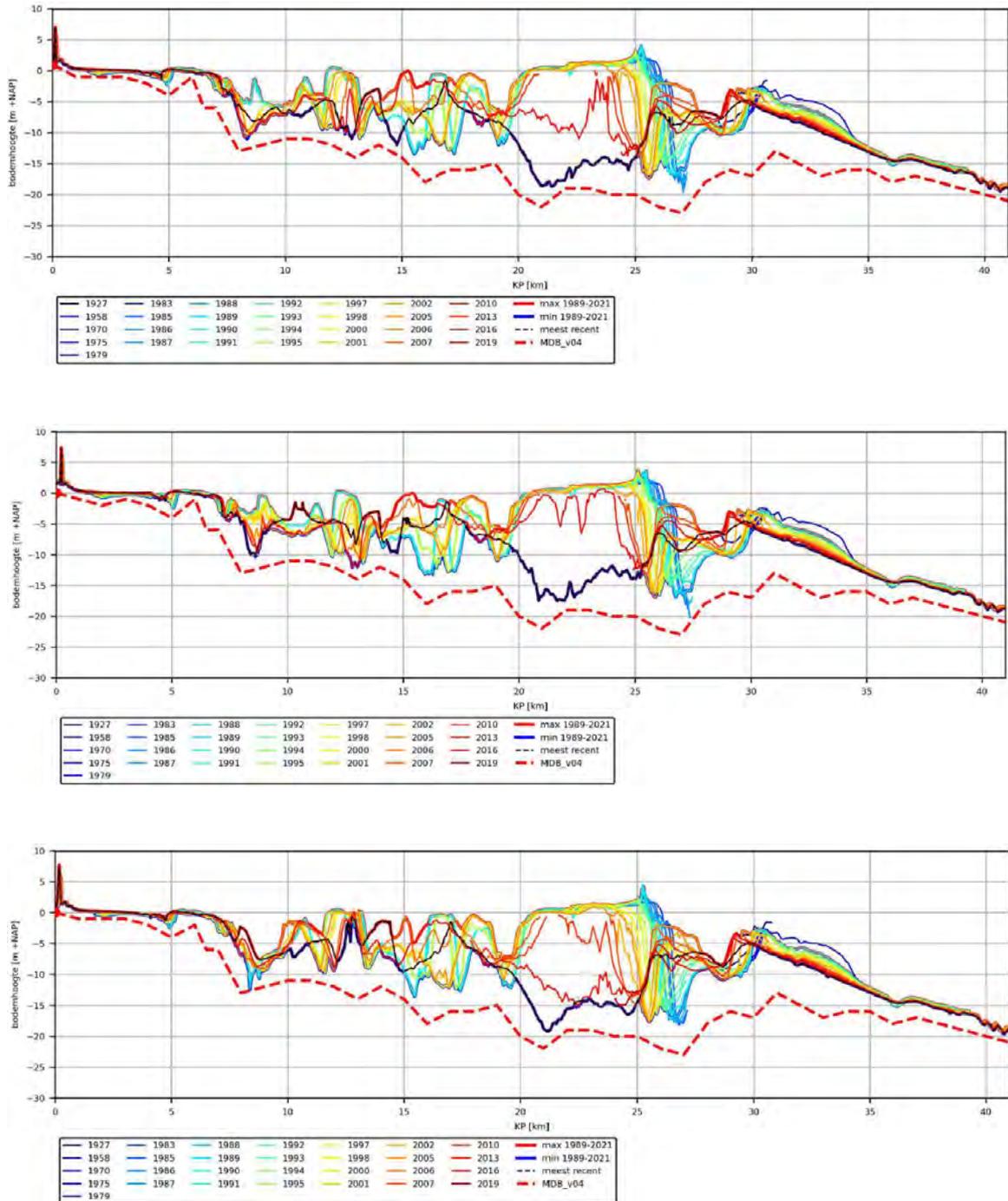


Routevariant A1

Afbeelding 3.116 geeft het morfologische ontwerpprofiel voor route V variant A1.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn gelijk aan die bij variant A.

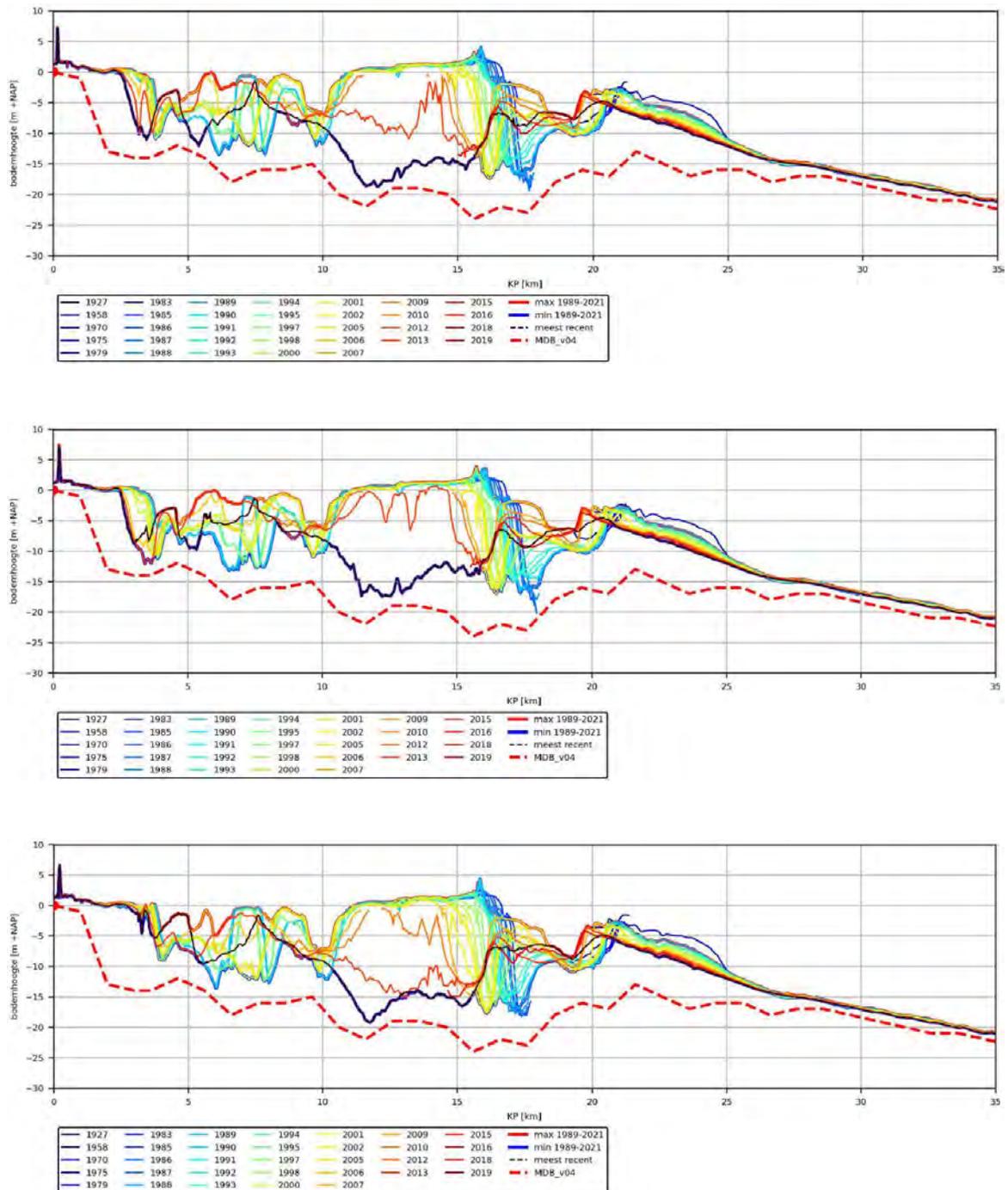
Afbeelding 3.116 Morfologisch ontwerpprofiel (rood gestippelde lijn) en waargenomen bodemligging langs route A1 door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west



Routevariant A2

Afbeelding 3.117 geeft het morfologische ontwerpprofiel voor route V variant A2. Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn gelijk aan die bij variant A.

Afbeelding 3.117 Morfologisch ontwerp-profiel (rood gestippelde lijn) en waargenomen bodemligging langs route A2 door de jaren van 1927 t/m 2020. Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west



3.4 Route VII – Schiermonnikoog wantij

3.4.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

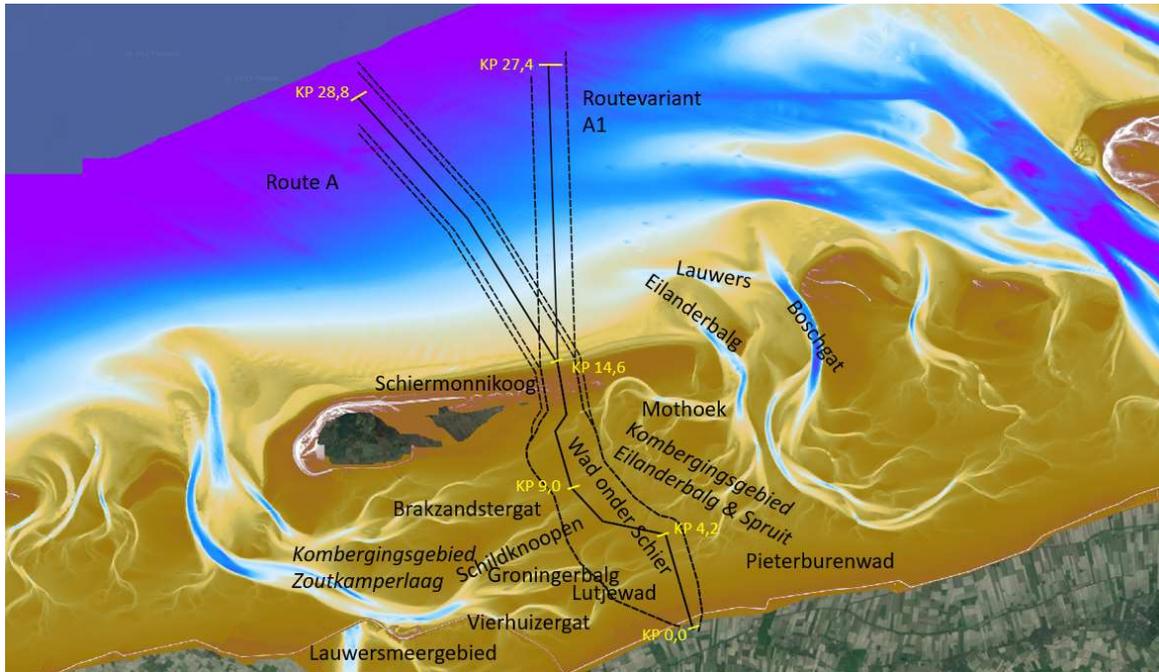
Route VII loopt vanaf het vasteland bij Bokum over het wantij onder Schiermonnikoog, onder Schiermonnikoog door richting het platform op zee (Afbeelding 3.118). Vanaf het zeegat richting de Noordzee splitst de route zich, waarbij variant A doorloopt naar het noordwesten en variant A1 naar het

noorden. Op dit deel van route A is er ook nog onderscheid in een route met corridorbreedte 1500 m of 2000 m afhankelijk van of alleen kabels, leidingen of een combinatie van de twee wordt aangelegd.

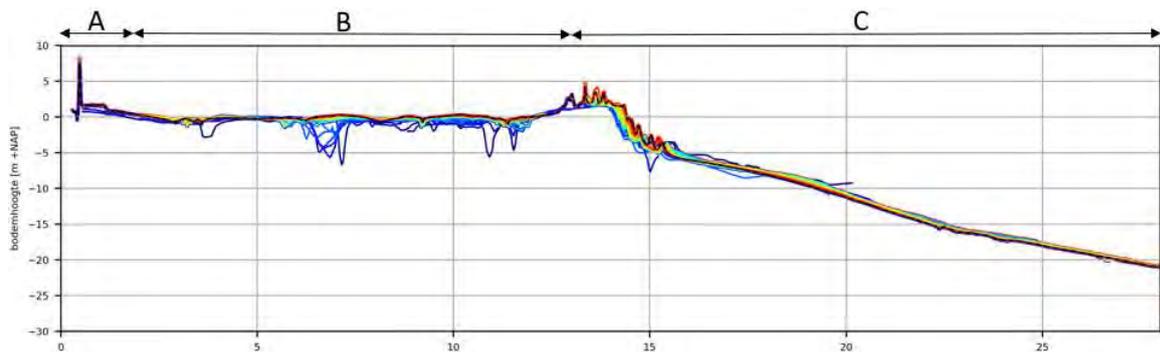
Langs de route onderscheiden we de volgende deelgebieden:

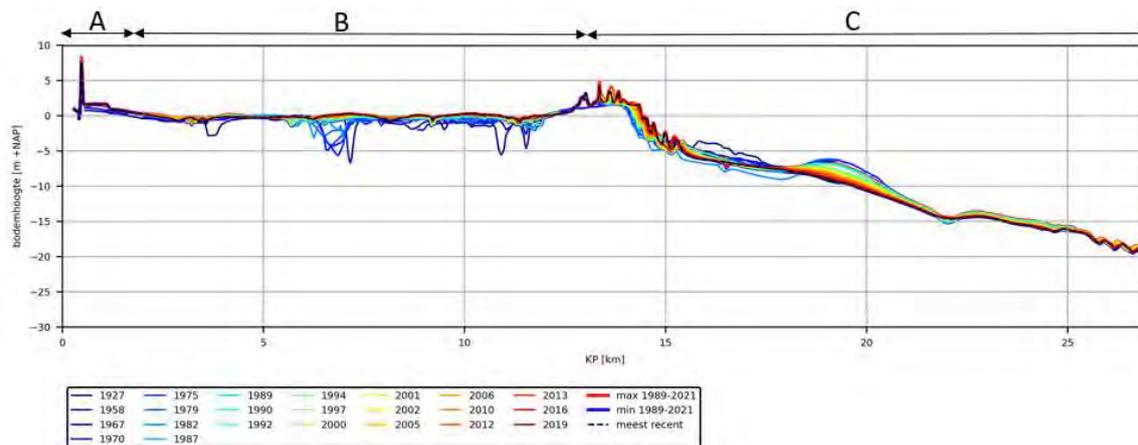
- A. het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2);
- B. de wadplaten en eilandkwelder (KP 2-13);
- C. Schiermonnikoog en Noordzeezijde (KP 13-42).

Afbeelding 3.118 Bovenaanzicht en langspiegel route VII (Schiermonnikoog wantij) incl. geulen, platen, kwelders langs route VII



Afbeelding 3.119 Waargenomen bodemligging langs route VII door de jaren van 1927 t/m 2019 (boven: route A, onder: routevariant A1)



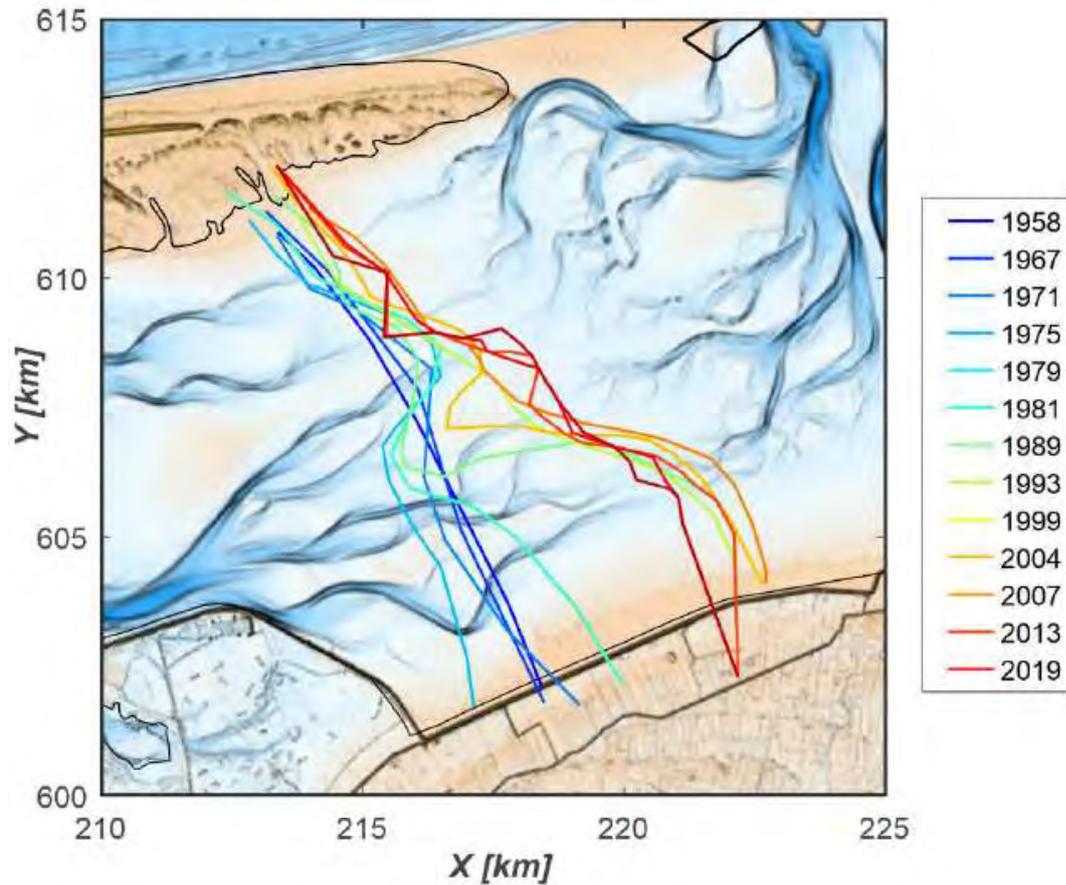


3.4.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

De route loopt over het wantij dat de kombergingsgebieden Zoutkamperlaag/Friesche Zeegat en Eilanderbalg & Spruit van elkaar scheidt. In de betreffende kombergingsstudies (Oost et al., 2020; Elias en Cleveringa, 2021) zijn een aantal grootschalige ontwikkelingen langs het tracé beschreven die van belang zijn bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel:

- tussen 1989 en 2020 is de eilandstaart van Schiermonnikoog zo'n 3,4 km oostwaarts uitgebouwd. De oorsprong van deze uitbouw ligt waarschijnlijk in de enorme aanvoer van zand die heeft plaatsgevonden vanaf de buitendelta van de westelijke gelegen Zoutkamperlaag, na de afsluiting van de Lauwerszee. Sinds 2015 lijkt de ligging te stabiliseren;
- tegelijkertijd met de uitbouw van de eilandstaart van Schiermonnikoog is de geul Eilanderbalg oostwaarts verplaatst. In 2014 was de Eilanderbalg zo ver oostelijk verplaatst dat in het bekken verbinding is gemaakt met de geul Spruit. In de meting van 2020 is een gezamenlijke geul gevormd met een dominante uitstroom via de Eilanderbalg en is Spruit niet langer zichtbaar als apart geulensysteem;
- uitbochting van de geul Eilanderbalg zorgt voor sterke erosie aan de Waddenzijde van de eilandstaart van Schiermonnikoog. De breedte van het eiland is hierdoor lokaal afgenomen tot ongeveer 1 km. De uitbochting lijkt zich ook in de meer recente meetdata nog door te zetten. Er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt waardoor een nieuwe connectie tussen Noordzee en Waddenzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015). Als dit gebeurt dan zullen ten noorden en zuiden van deze doorbraak nieuwe geulen en platen vormen in de Noordzee en Waddenzee. Bovendien leidt dit waarschijnlijk tot een westelijke verplaatsing van (een deel van) het wantij;
- het wantij onder Schiermonnikoog heeft zich na de afsluiting van de Lauwerszee (1969) meerdere kilometers oostwaarts verplaatst (afbeelding 3.58). Sinds 2007 lijkt het wantij zich iets westelijk te verplaatsen. Dit is een gevolg van het herstel van het morfologische evenwicht van de Zoutkamperlaag. De geulen zijn daar ondieper geworden sinds de afsluiting van de Lauwerszee;
- de hoofdgeul in het kombergingsgebied Zoutkamperlaag heeft een vrij stabiele configuratie. Hierbij speelt zowel de waterbeweging als aanwezigheid van erosiebestendige lagen een rol.

Afbeelding 3.120 Schatting van de ligging van het morfologische wantij onder Schiermonnikoog op basis van de bodemhoogte tussen 1926 en 2019. De onderliggende bodem geeft de 2019 bodem weer. (Elias en Cleveringa, 2021). De afsluiting van de Lauwerszee vond plaats in 1969



3.4.3 Deelgebied A – Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2)

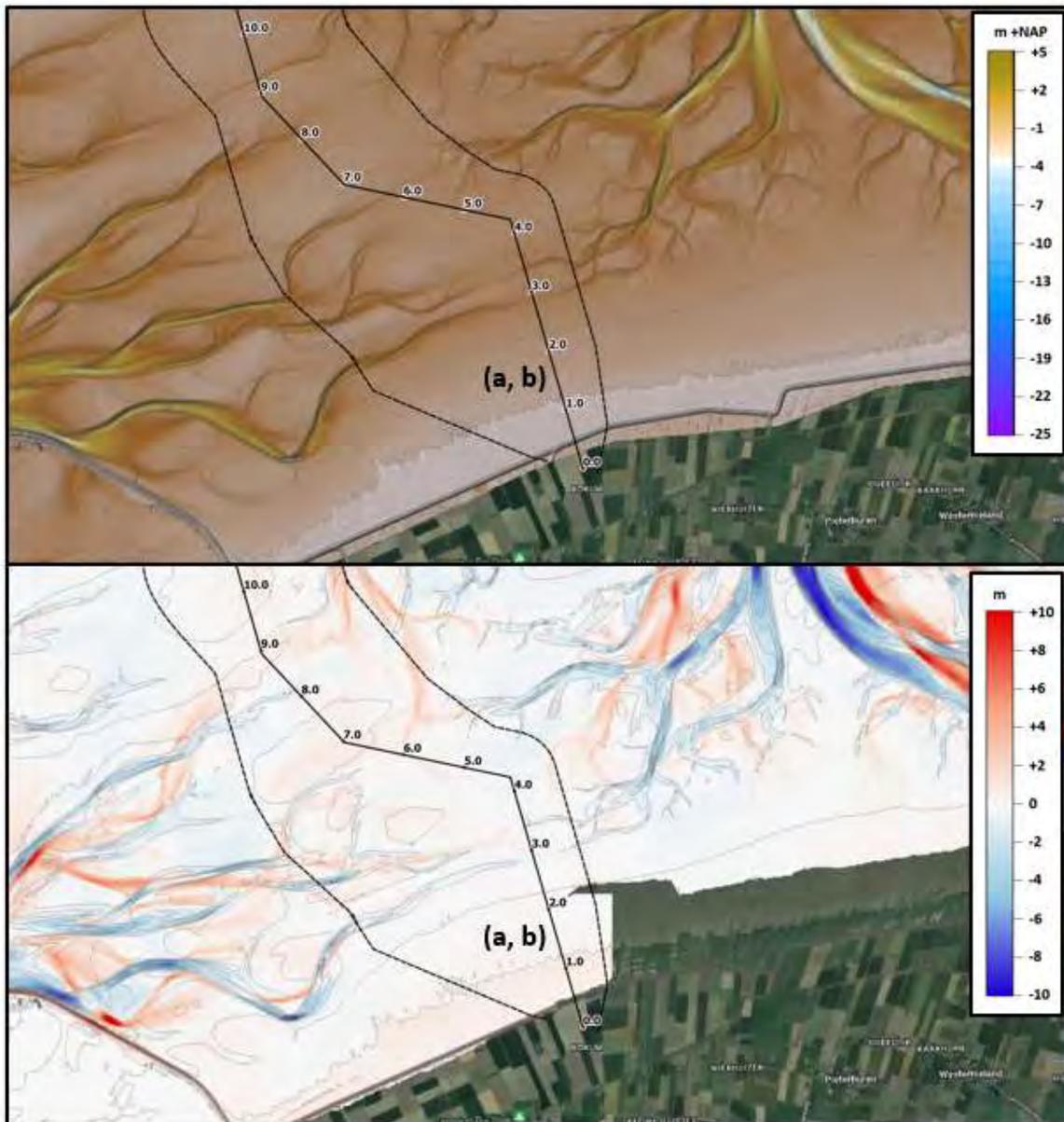
Het vasteland en de vastelandskwelder loopt van KP 0 tot KP 2,0. De route loopt hier vanaf de dijk schuin door de kwelderwerken.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

Middenlijn en corridorlijnen:

- (a): de bodemdynamiek in dit gebied is zeer beperkt;
- (b): tussen KP 0,0 en 2,0 komen geulen voor die smaller zijn dan 80 m.

Afbeelding 3.121 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VII deelgebied A

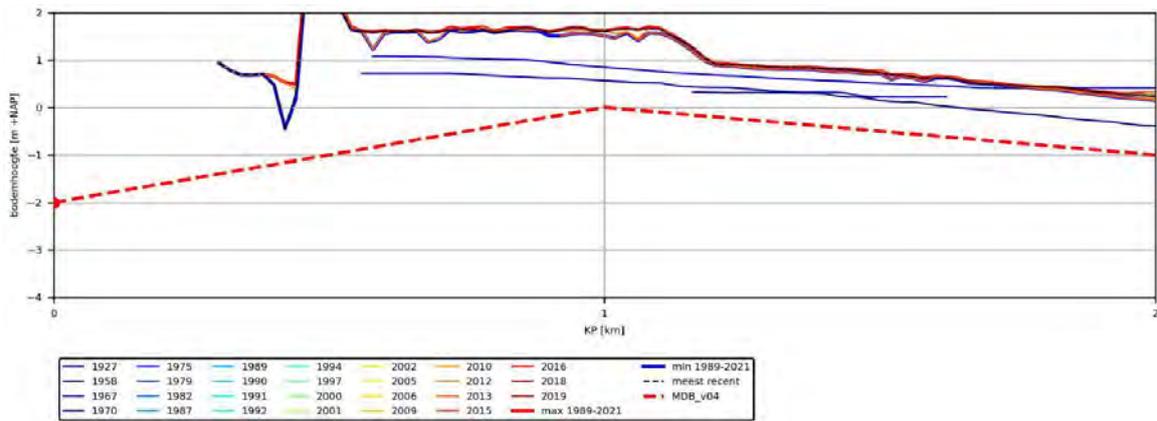


Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

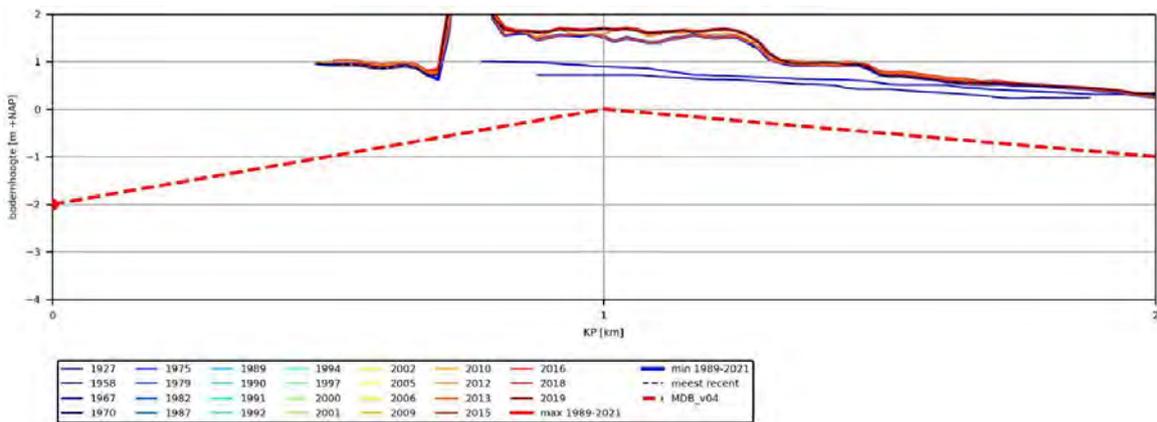
In Afbeelding 3.122 t/m Afbeelding 3.124 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VII - variant A binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 2,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel.

NB Het tracé van route A en A1 ligt in dit deelgebied op dezelfde locatie en daarmee het morfologisch ontwerpprofiel ook.

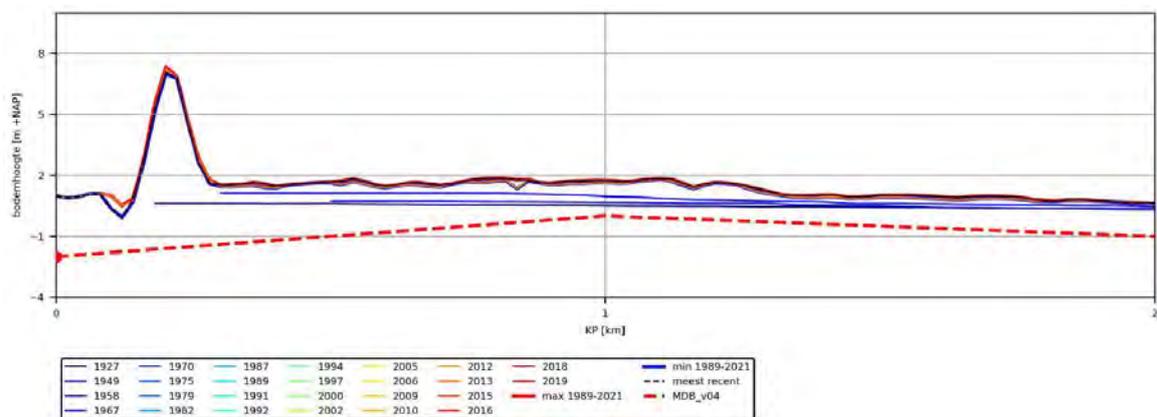
Afbeelding 3.122 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 2,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.123 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 2,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.124 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Omdat de bodemligging in het gebied over het algemeen stabiel is ligt het morfologisch ontwerpprofiel dicht tegen de huidige en minimale bodemligging aan.

De routes lopen nabij KP 0 onder een ringsloot door met een diepte van -1,35 m (Legger Waterschap Noorderzijlvest). Daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel hier op -2,0 m. Bij KP 1-2 lopen de routes onder de kwelderwerken door. De bodemligging is hier relatief stabiel. Het morfologisch ontwerpprofiel loopt hier onder de laagste bodemligging van na 1960. Op oude kaarten is te zien dat vóór 1960 de kwelder hier nog niet ver ontwikkeld was (bron: topotijdreis.nl). De verwachting is niet dat de lagere bodemliggingen van vóór die periode in de komende 50 jaar gaan voorkomen (mits het onderhoud van de kwelderwerken wordt doorgezet).

Aandachtspunten

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. In verband met dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

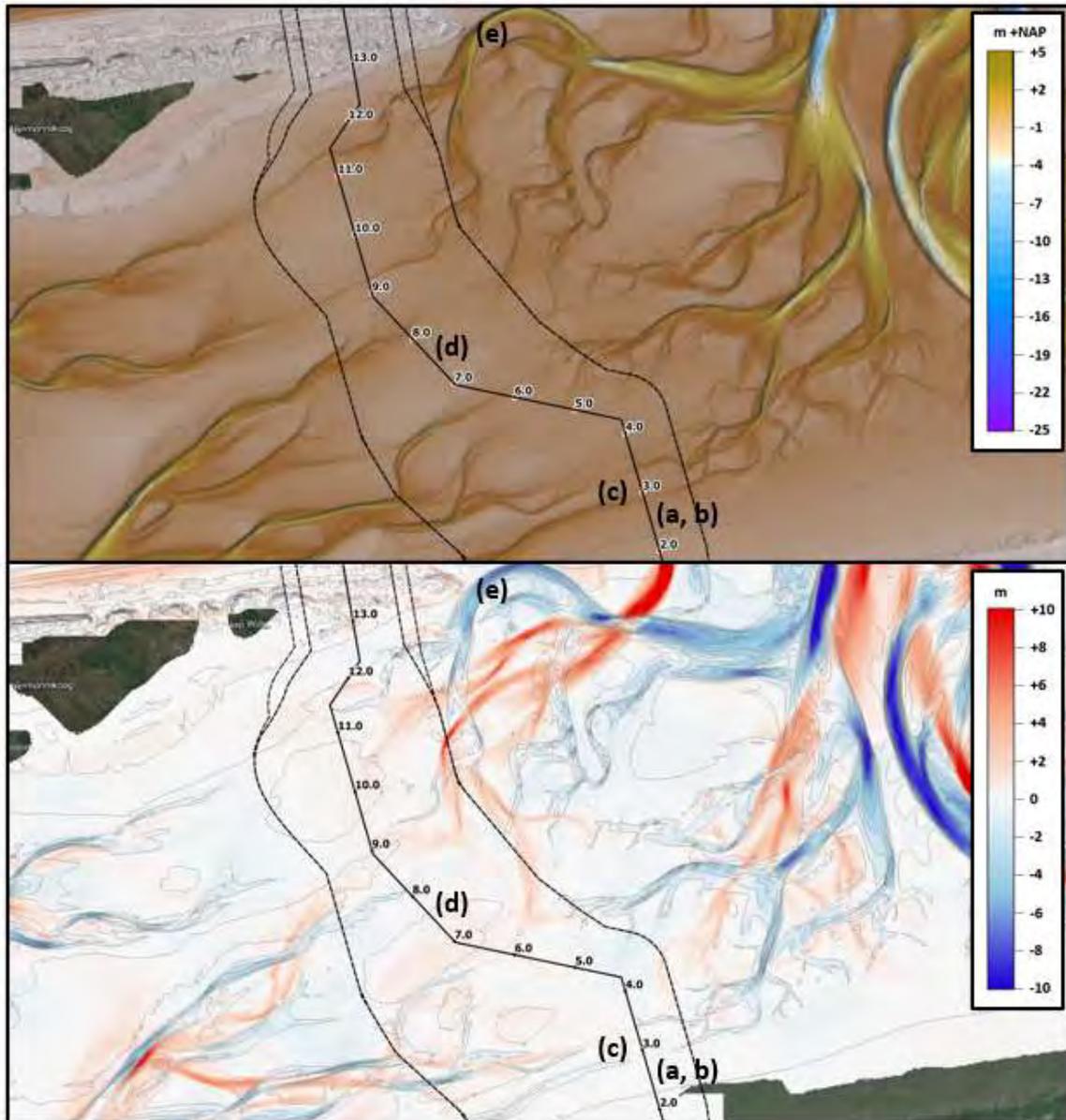
3.4.4 Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-13)

De route loopt hier over het wantij tussen Schiermonnikoog en het vasteland.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- de bodemhoogte neemt langzaam af vanaf de vastelandszijde richting het wad en neemt daarna weer toe richting de eilandkwelder en uiteindelijk het eiland Schiermonnikoog;
- (a): nabij het wantij is de bodemligging relatief stabiel. Iets verder van het wantij af zijn geulen aanwezig van enkele meters diep;
- na de afsluiting van de Lauwerszee is het wantij oostwaarts verplaatst (Afbeelding 3.120). Pas sinds 1989 ligt het wantij ongeveer op de locatie waar deze zich nu bevindt;
- (b): tussen KP 2,0 tot KP 2,5 is de bodemhoogte ruimtelijk homogeen en beperkt dynamisch;
- (c): bij KP 3,0 doorsnijdt de route kleine getijdegeulen;
- (d): tussen KP 5,5 en KP 12,5 doorsnijdt de route meerdere geulen. Zowel de diepte als de locatie van de geulen varieert sterk;
- (e): er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt en er een nieuwe geul tussen Waddenzee en Noordzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015).

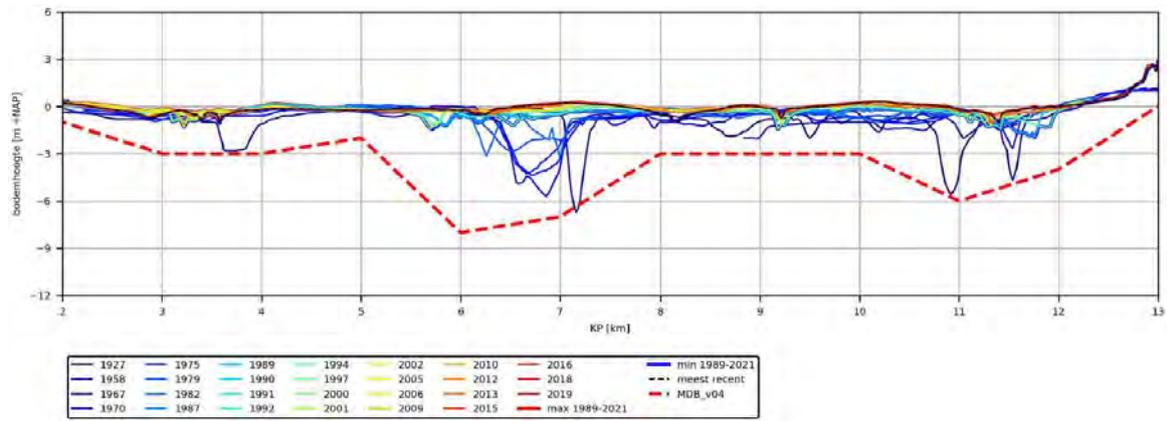
Afbeelding 3.125 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VII deelgebied B



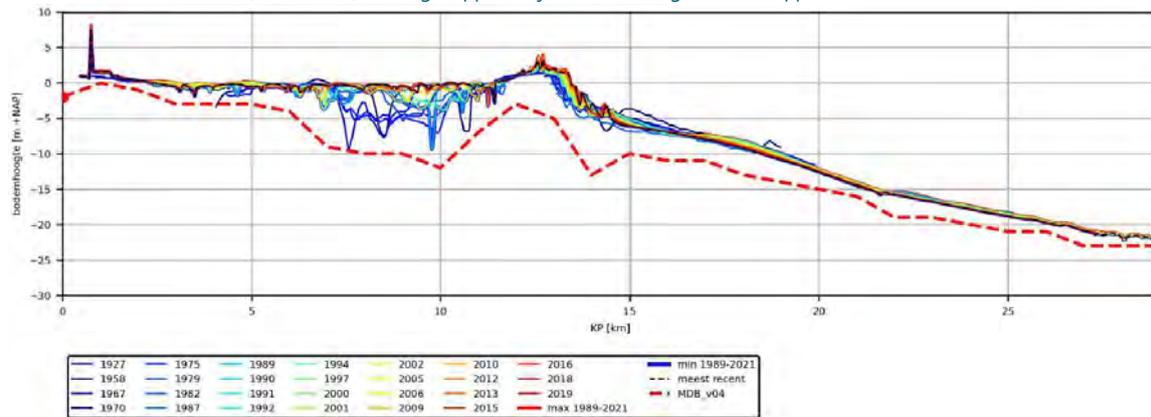
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.126 t/m Afbeelding 3.130 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VII - variant A en A1 binnen deelgebied B (KP 2,0-13,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven. Deze lopen grotendeels hetzelfde maar wijken af vanaf KP 10. NB Het tracé van route A en A1 ligt in dit deelgebied op dezelfde locatie en daarmee het morfologisch ontwerpprofiel ook.

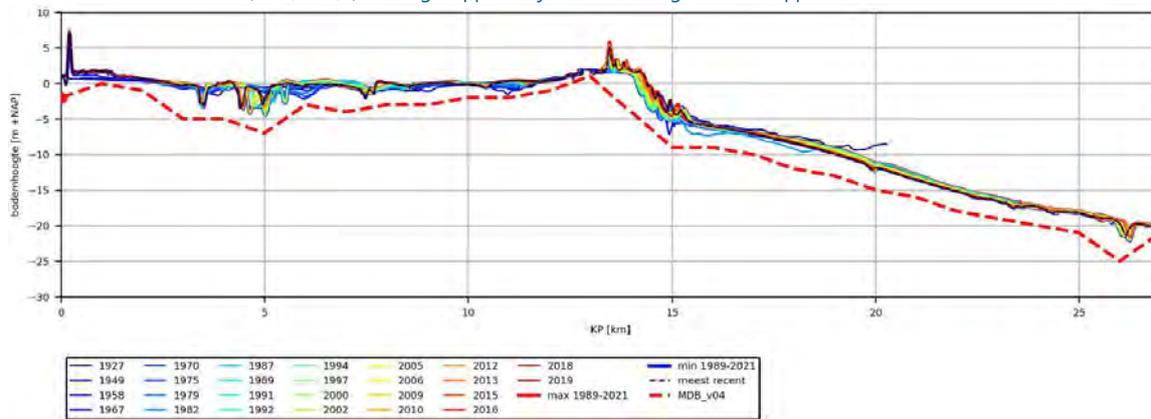
Afbeelding 3.126 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



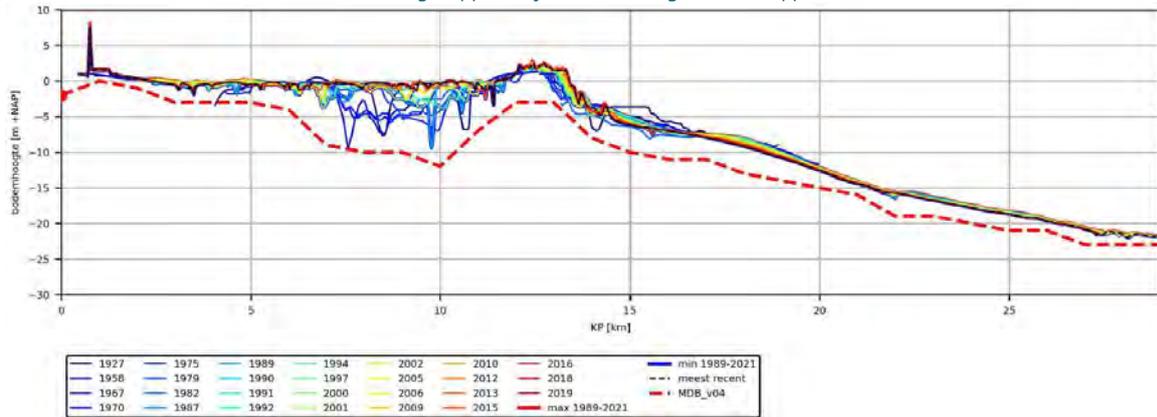
Afbeelding 3.127 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (1500m) van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



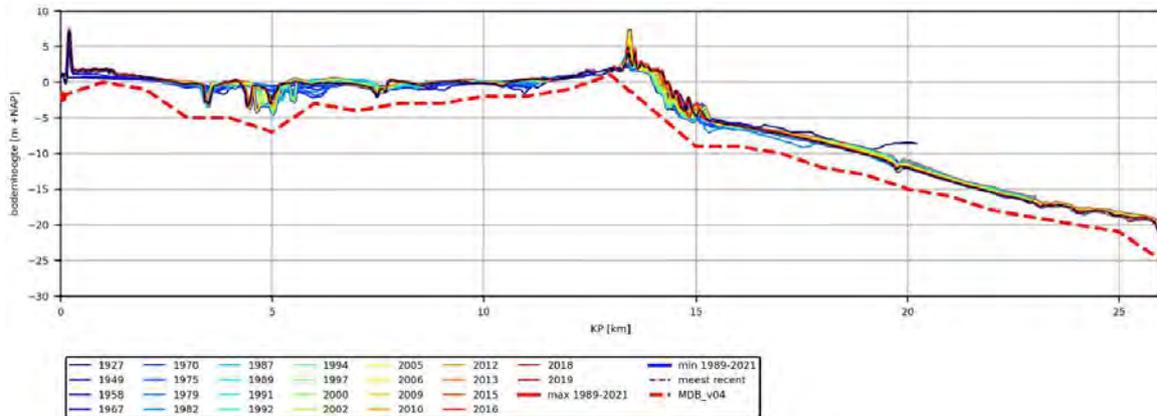
Afbeelding 3.128 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (1500m) van route VII variant A1 (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 7,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.129 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (2000m) van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.130 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (2000 m) van route VII variant A (en A1) door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0-13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt waardoor een nieuwe connectie tussen Noordzee en Waddenzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015). Als dit gebeurt dan zullen nieuwe geulen en platen vormen in het komgebied ten zuiden van Schiermonnikoog en leidt dit waarschijnlijk tot een westelijke verplaatsing van (een deel van) het wantij. Vóór ca. 1980 lag de oostelijke punt van Schiermonnikoog ongeveer op de locatie waar nu mogelijk de doorbraak kan plaatsvinden (topotijdreis.nl). We gaan er in het morfologisch ontwerpprofiel daarom vanuit dat geuldieptes die voorkomen in de bodemliggingen van vóór 1980 representatief zijn voor wanneer de eilandstaart doorbreekt;
- in topografische kaarten (topotijdreis.nl) is zichtbaar dat het diepste deel van de Eilanderbalg in ieder geval sinds 1934 continu op dezelfde plek heeft gelegen en niet verder westwaarts heeft gelegen. Ook niet toen de eilandpunt wel verder westwaarts lag. Voor de komende 50 jaar valt het echter niet uit te sluiten dat het diepste deel van de Eilanderbalg zich verplaatst naar waar de eilandstaart mogelijk wordt doorsneden. Dit in verband met het feit dat er bij doorsnijding van de eilandstaart veel zand voor de kust van Schiermonnikoog zal komen te liggen wat oostwaarts verplaatst richting de huidige Eilanderbalg en er mogelijk voor zorgt dat deze geuldoorgang zal sedimenteren en in omvang zal afnemen;
- ondanks dat zich een diepere geul zou kunnen vormen bij de eilandstaart, dieper dan in de periode 1934-1980 het geval was, is het niet de verwachting dat de geulen in het komgebied onder Schiermonnikoog verder zullen verdiepen dan in de periode voor 1980. Dit in verband met het gegeven dat de oppervlakte van het gebied dat afwatert op de Eilanderbalg niet verandert (en het volume water dat door de geulen stroomt daarmee ook niet);

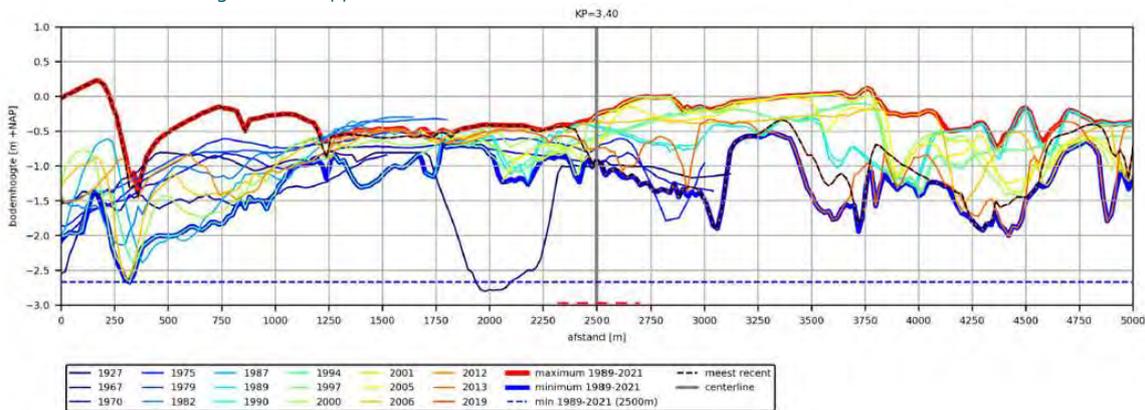
- in de komende 50 jaar kan een verbinding worden gevormd tussen de geulen Spruit en Robbengat (zie beschrijving bij route V en Bijlage IV). Als dat gebeurt dan zou het stroomgebied van de geul Zuidoost Lauwers kunnen gaafwateren via de Eilanderbalg. Dit kan ertoe leiden dat extra erosie optreedt in het zeeget van de Eilanderbalg.

Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel. We starten hierbij met een toelichting op de middenlijn van variant A en benoemen daarna nog enkele opvallende punten voor de zijlijnen en route A1.

Route A/A1 - middenlijn

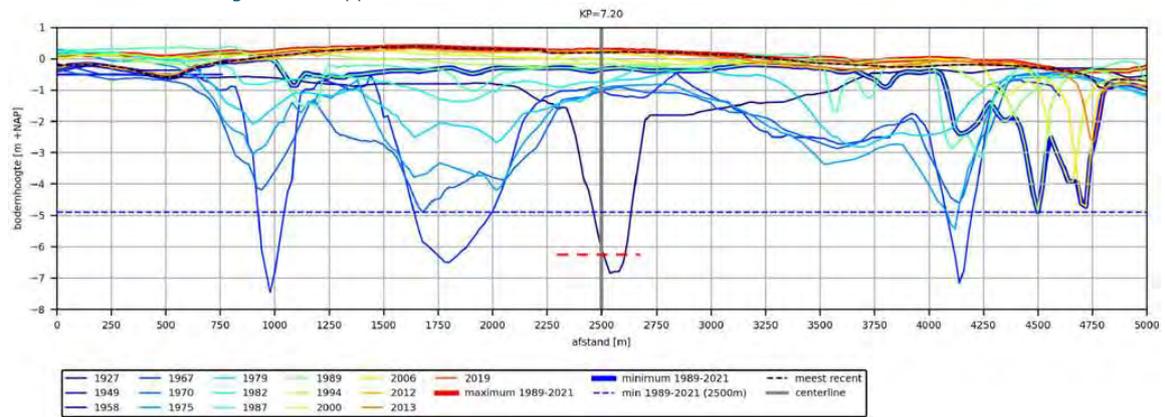
Bij KP 3,0 en 4,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -3,0 m NAP en bij KP 5,0 op -2,0 m NAP. In dit gebied is de bodemligging dynamischer en doorkruisen een aantal kleine geulen het tracé. De kans dat deze precies op het tracé dieper dan -2 m NAP insnijden is klein, maar kan niet worden uitgesloten aangezien zeer recent binnen 250 m al dieptes tot nabij -2 m NAP zijn voorgekomen (Afbeelding 3.131).

Afbeelding 3.131 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 3,4. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 6,0 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -8,0 m NAP en bij KP 7,0 op -7 m NAP. Op en nabij het tracé zijn hier in het verleden dieptes tot -8 m NAP (KP 6,2) en -7 m NAP (KP 7,0 en 7,2) voorgekomen, toen de eilandstaart korter was en het wantij verder naar het westen lag (zie bijv. Afbeelding 3.132). Aangezien het niet kan worden uitgesloten dat doorsnijding van het eiland zal plaatsvinden en het wantij verschuift zouden deze dieptes ter hoogte van het tracé ook kunnen optreden door (zuid)westwaartse uitbreiding van de Eilanderbalg. Ondanks de grote diepteverschillen die zichtbaar zijn uit het verleden is verder geen extra buffer opgenomen. Omdat de geulen van de Zoutkamperlaag sinds de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 hier meer ruimte innemen is het namelijk onwaarschijnlijk dat het wantij in de komende vijftig jaar verder naar het westen zal komen te liggen dan de meest westelijke ligging tussen 1927 en nu. Daarmee zal de Eilanderbalg op deze locatie dus ook niet dieper worden dan waargenomen tussen 1927 en nu.

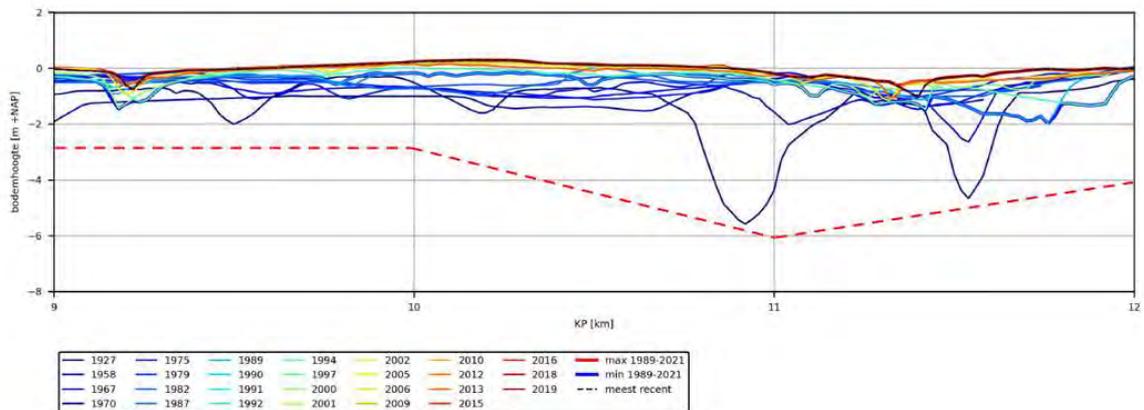
Afbeelding 3.132 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 7,2. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



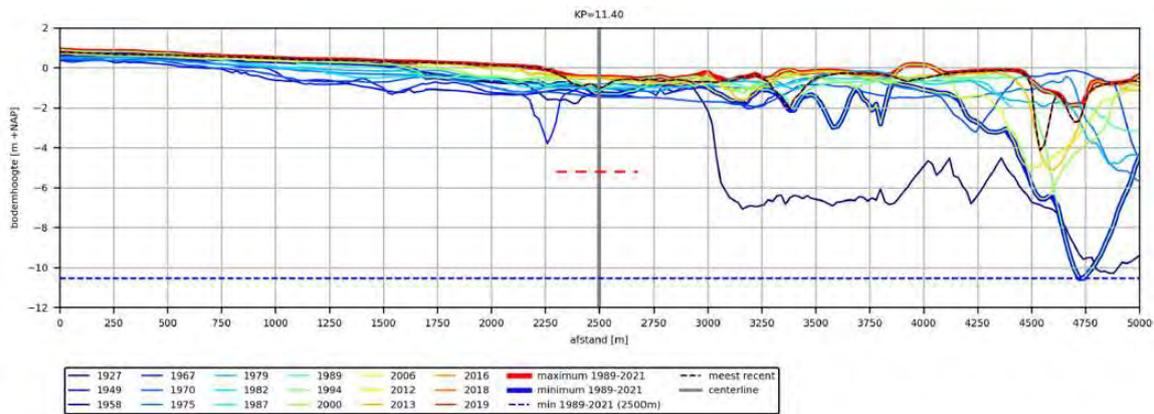
Bij KP 9-10 is het wad relatief stabiel over langere tijd en ligt het ontwerp-profiel op -3,0 m NAP.

Bij KP 11 ligt het morfologisch ontwerp-profiel op -6 m NAP. In het langspand-profiel is te zien dat alleen in 1927, toen de eilandstaart korter was, insnijdingen hebben plaatsgevonden tot -6,0 m NAP (Afbeelding 3.133). Recenter zijn insnijdingen tot -4,0 m NAP zichtbaar. Binnen 2 km van het tracé zijn veel grotere dieptes voorgekomen tot -11 m NAP (Afbeelding 3.134). Het is echter niet de verwachting dat op het tracé dieptes groter dan -6,0 m NAP zullen voorkomen omdat uit het verleden zichtbaar is dat zelfs bij een kortere eilandstaart deze dieptes niet ter plaatste van het tracé voorkwamen.

Afbeelding 3.133 Bodemligging langs de middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 9,0-12,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel

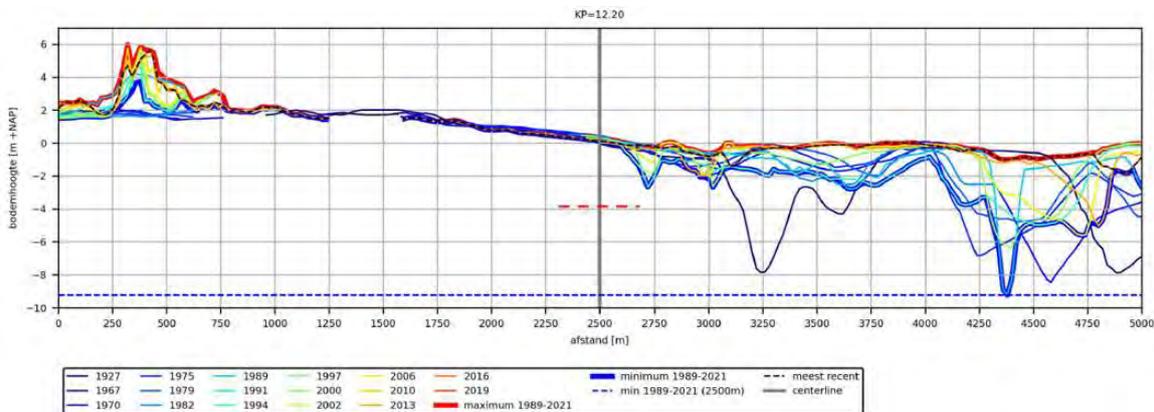


Afbeelding 3.134 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 11,4. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Bij KP 12 ligt het morfologisch ontwerp-profiel op -4 m NAP. Op deze manier ligt het ontwerp-profiel onder de dieptes tot -3 m NAP die bij KP 12,2 voorgekomen binnen 250 m van het tracé (Afbeelding 3.135) en net onder de dieptes tot -5 m NAP bij KP 11,5. Het is niet de verwachting dat de geul nog dichter tegen het eiland zal aan komen te liggen, omdat dit sinds 1927 niet is voorgekomen. Dit wijst erop dat ofwel de bodemsamenstelling ofwel het verhang dichter tegen het eiland aan ongunstig is voor verdere verplaatsing van de geul. Een extra marge is daarom niet opgenomen.

Afbeelding 3.135 Bodemligging dwars op middenlijn route VII door de tijd ter hoogte van KP 12,2. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel

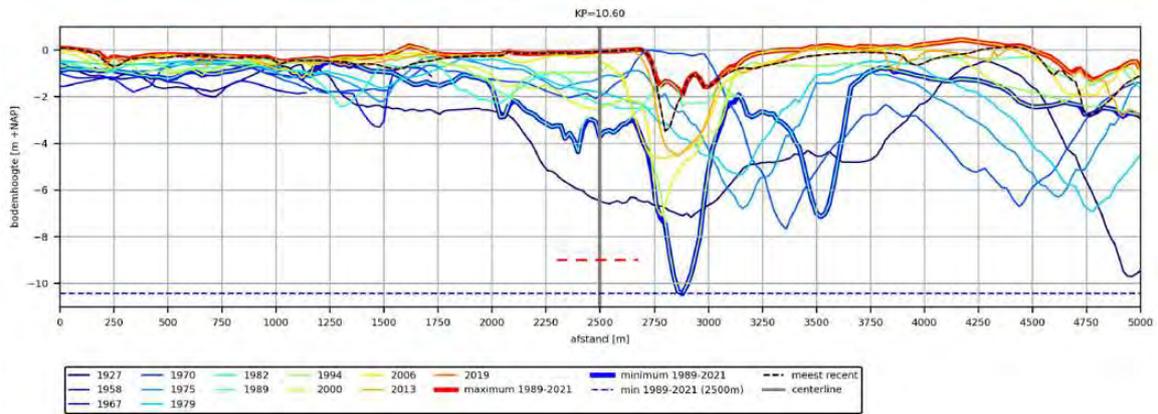


Bij KP 13 ligt het morfologisch ontwerp-profiel op 0 m NAP. Dit punt ligt midden op het begroeide deel van het eiland waar de bodemligging stabiel is. Op basis van de topografische kaarten sinds 1927 is de verwachting dat dit deel van het eiland ook bij het eventueel doorsnijden van de eilandstaart stabiel zal blijven.

Route A – zijlijn (2000 m) oost

Het morfologisch ontwerp-profiel van zijlijn oost wijkt met name af van de middenlijn bij KP 8-10. Hier ligt het ontwerp-profiel van zijlijn oost op -10 tot -12 m NAP in plaats van -3 m NAP. Hier ligt de zijlijn dicht bij het huidige eilandpunt en de locatie waar de eilandpunt in de toekomst doorsneden kan worden en zijn lagere bodemliggingen waargenomen (bijv. Afbeelding 3.136).

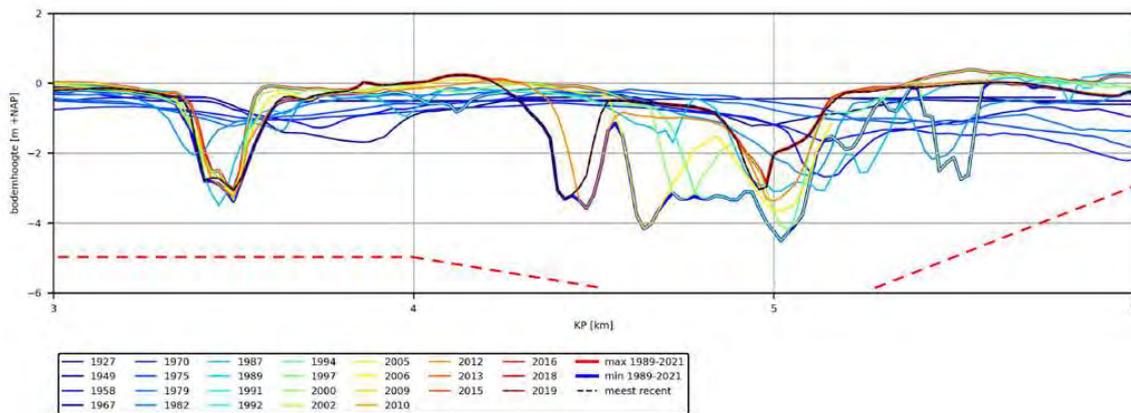
Afbeelding 3.136 Bodemligging dwars op zijlijn oost (2000 m) route VII door de tijd ter hoogte van KP 10,6. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Route A – zijlijn (2000 m) west

Het morfologisch ontwerpprofiel van zijlijn west ligt bij KP 3-5 op -5 tot -7 m NAP (2-3,5 m lager dan bij de middenlijn). Het tracé ligt hier verder bij het wantij vandaan dan bij de middenlijn waardoor grotere geuldieptes voorkomen (zie bijv. Afbeelding 3.137).

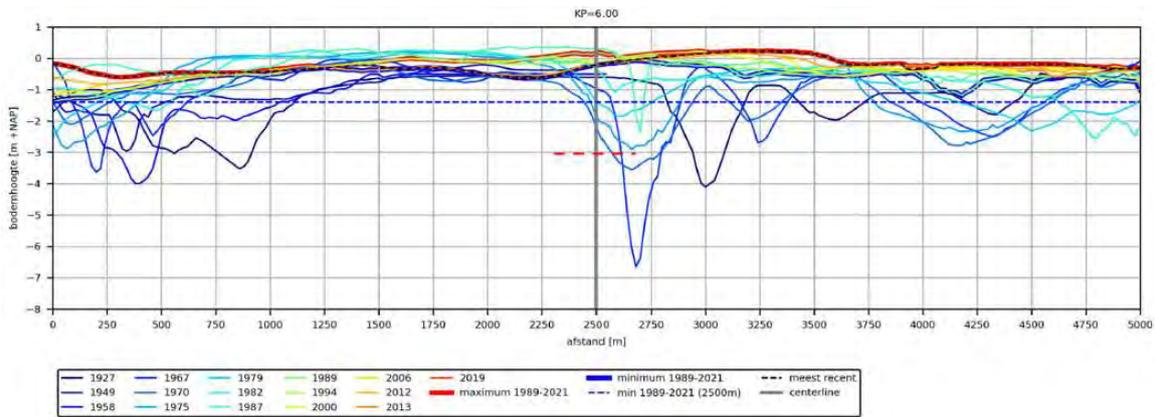
Afbeelding 3.137 Bodemligging langs zijlijn west (2000 m) route VII van KP 3,0 tot 6,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 6-7 en KP 11 ligt het morfologisch ontwerpprofiel juist veel ondieper dan bij de middenlijn.

Bij KP 6-7 ligt het morfologisch ontwerpprofiel van zijlijn west op -3,0 / -4,0 m NAP (in plaats van -7,0/-8,0 m NAP bij middenlijn). Uit het verleden zijn diepere insnijdingen zichtbaar van de geulen die aftakken op de Zoutkamperlaag (Afbeelding 3.138). Echter, het is niet de verwachting dat dit in de komende 50 jaar nog zal optreden aangezien de ligging van deze geulen is veranderd sinds het afsluiten van de Lauwerszee.

Afbeelding 3.138 Bodemligging dwars op zijlijn west (2000 m) route VII bij KP 6,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel

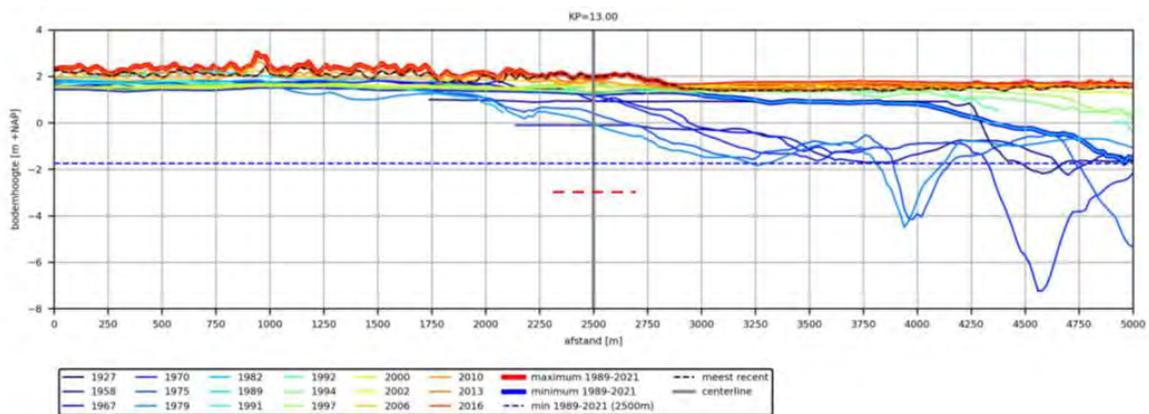


Bij KP 11 ligt het morfologisch ontwerp-profiel van zijlijn west op -2,0 m NAP i.p.v. -6,0 m NAP. Zijlijn west ligt bovendien een stuk verder bij de oostelijke punt van Schiermonnikoog en de locatie waar mogelijk de eilandstaart in de toekomst doorsneden kan worden vandaan. Ook uit het verleden zijn hier geen diepe (zij) geulen van de Eilanderbalg zichtbaar. Daarom is het de verwachting dat op dit tracé, ook bij het eventueel doorsnijden van de eilandstaart, geen heel diepe insnijding van geulen zal plaatsvinden.

Route A / A1 – zijlijnen (1500 m)

Tussen KP 10 en 13 lopen de routes van zijlijnen 1500 m anders dan die van 2000 m. Het morfologisch ontwerp-profiel is hier nog steeds grotendeels gelijk aan het morfologisch ontwerp-profiel van de 2000 m zijlijnen. Alleen bij zijlijn oost KP 13 ligt het morfologisch ontwerp-profiel op -3 m NAP in plaats van -5 m NAP omdat de diepere insnijdingen op grotere afstand voorkomen dan bij de zijlijn op 2000 m (Afbeelding 3.139).

Afbeelding 3.139 Bodemligging dwars op zijlijn oost (1500 m) route VII bij KP 13,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Aandachtspunten

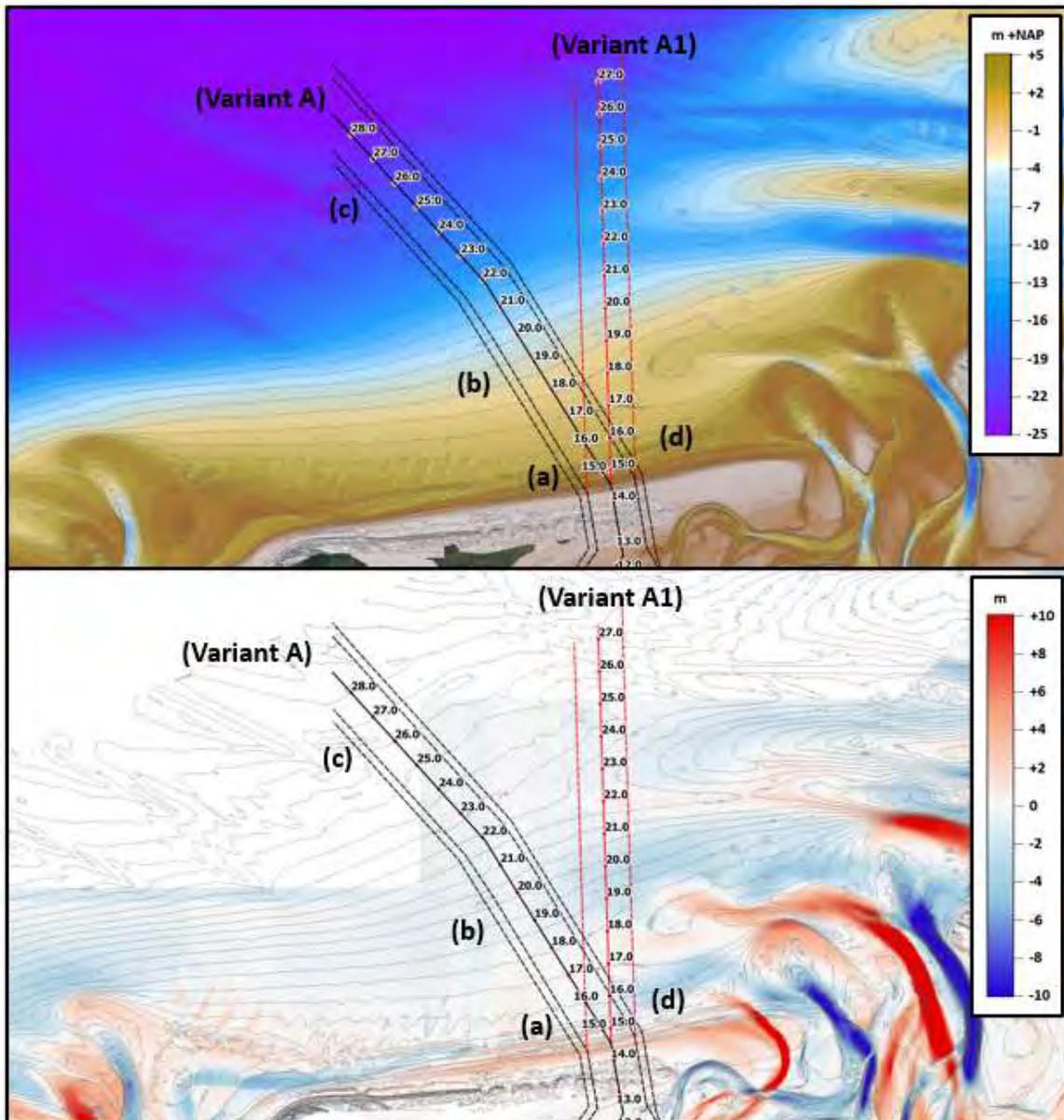
- geen aandachtspunten.

3.4.5 Deelgebied C – Schiermonnikoog en Noordzeezijde (KP 13-30)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): tussen circa KP 14 en 16 is er veel bodemdynamiek door het verplaatsen van zandbanken;
- (b): bij het eiland en verder richting de Noordzee is de minimale bodemligging relatief stabiel;
- (c): dalende trend bodem (en lokaal stijgend);
- (d): er kan niet worden uitgesloten dat de eilandstaart van Schiermonnikoog in de komende 50 jaar doorbreekt en er een nieuwe geul tussen Waddenzee en Noordzee ontstaat (zie e.g. De Groot et al., 2015). Hierbij kan ook een buitendelta ontstaan.

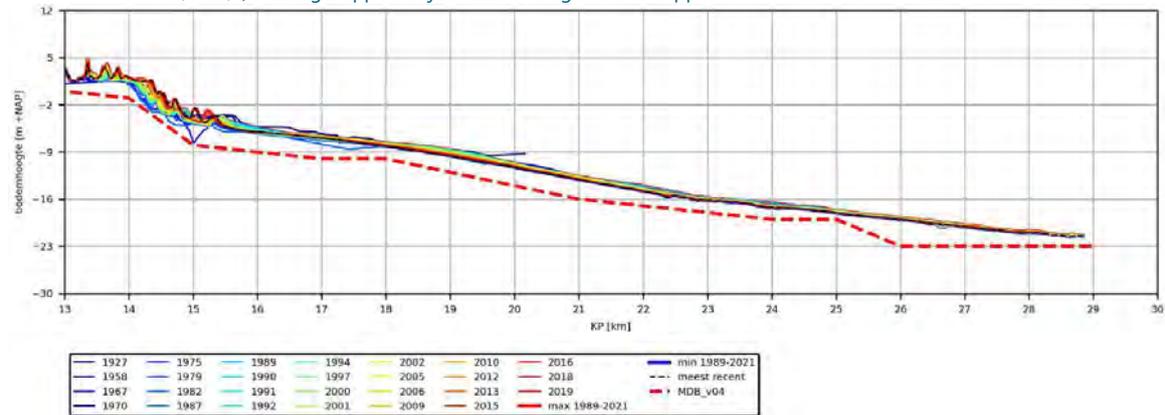
Afbeelding 3.140 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VII, deelgebied C



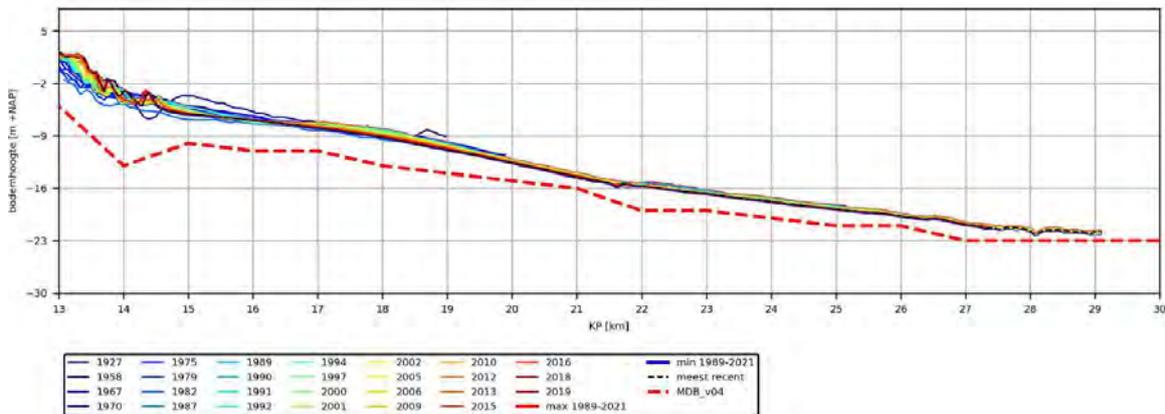
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.141 t/m Afbeelding 3.148 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route V - variant A en A1 binnen deelgebied C (KP 13,0-30,0). De rood gestippelde lijn geeft het morfologisch ontwerpprofiel. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven.

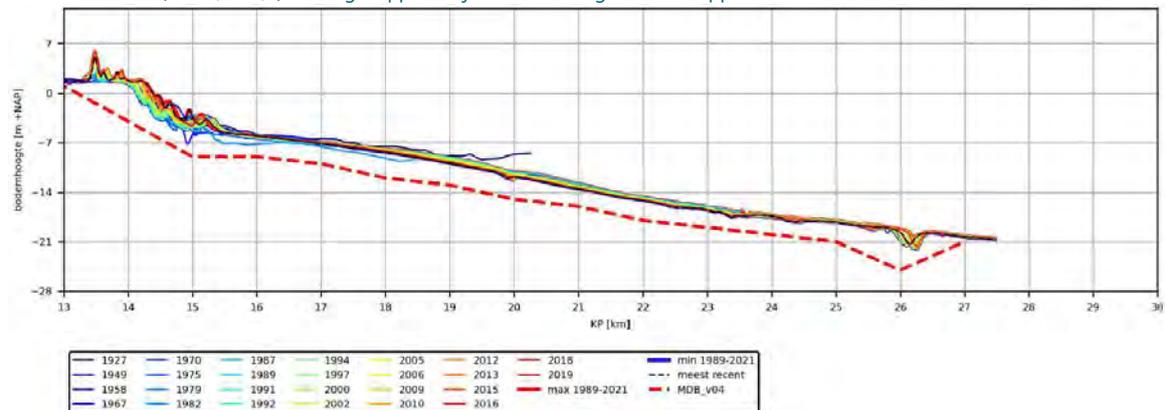
Afbeelding 3.141 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



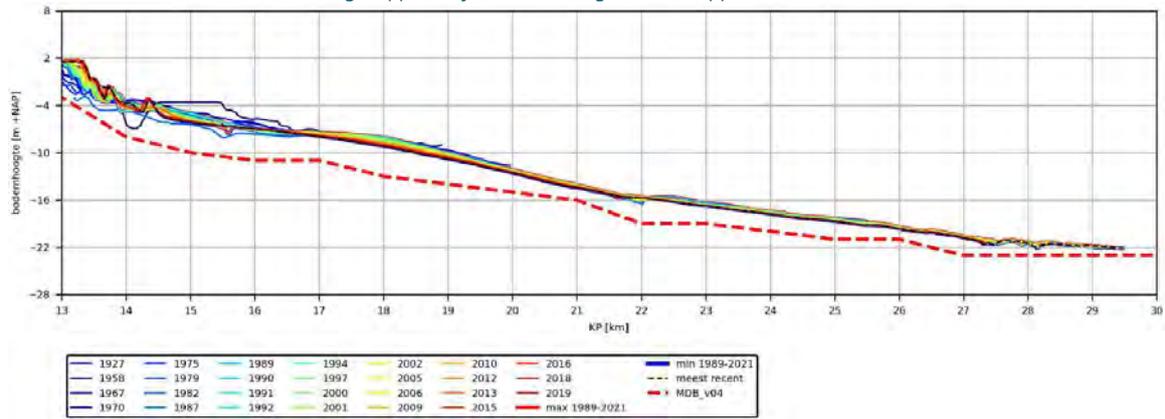
Afbeelding 3.142 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (1500 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



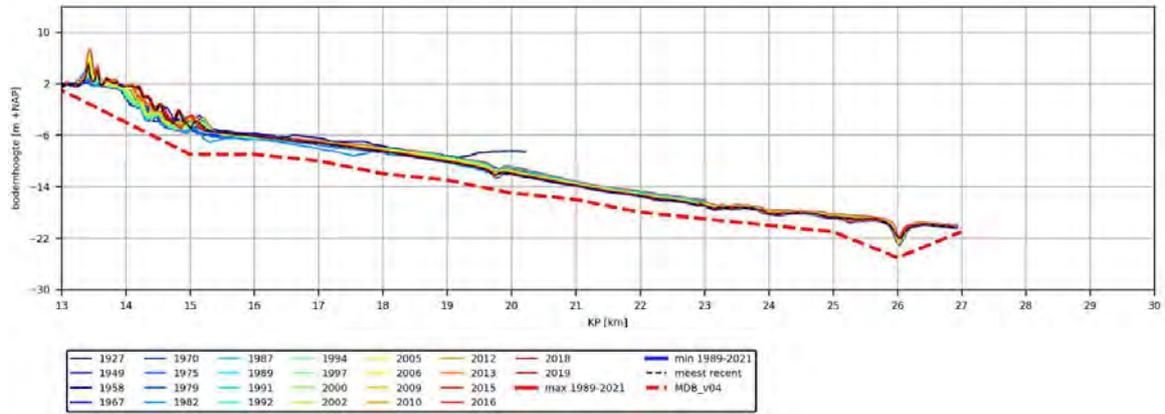
Afbeelding 3.143 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (1500 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



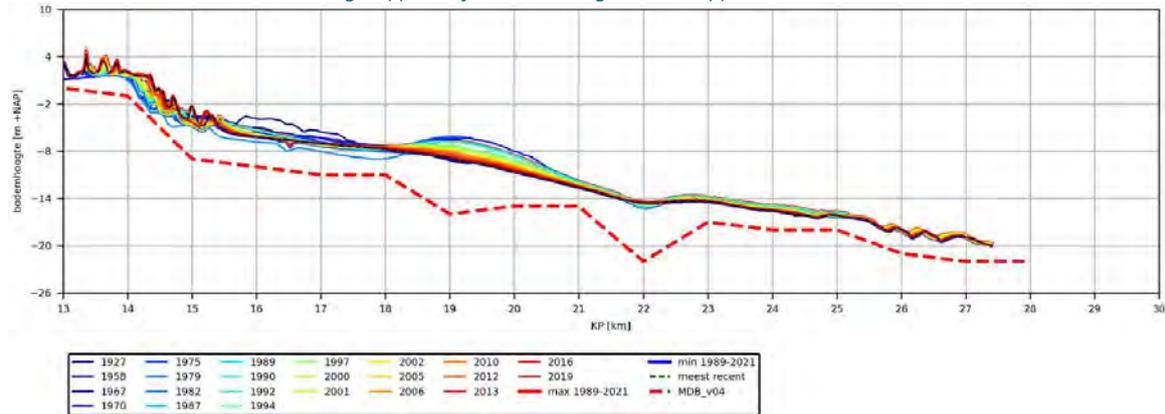
Afbeelding 3.144 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (2000m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



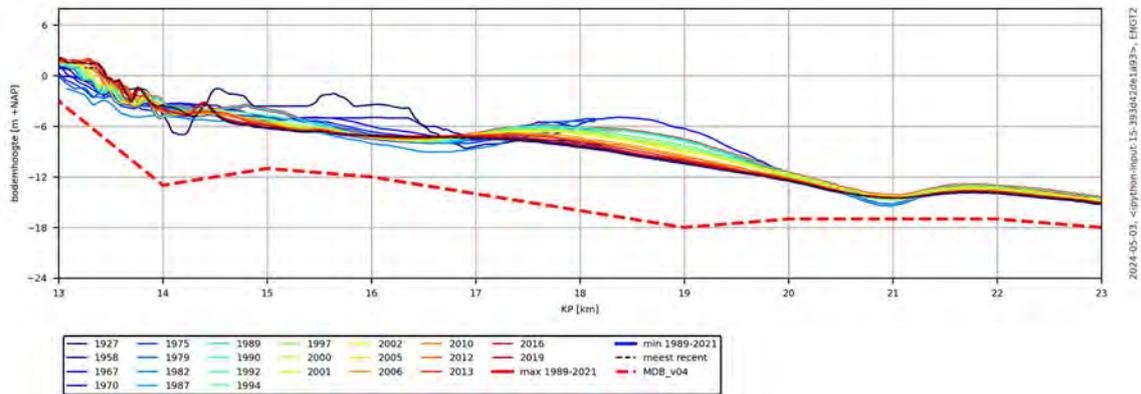
Afbeelding 3.145 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (2000 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



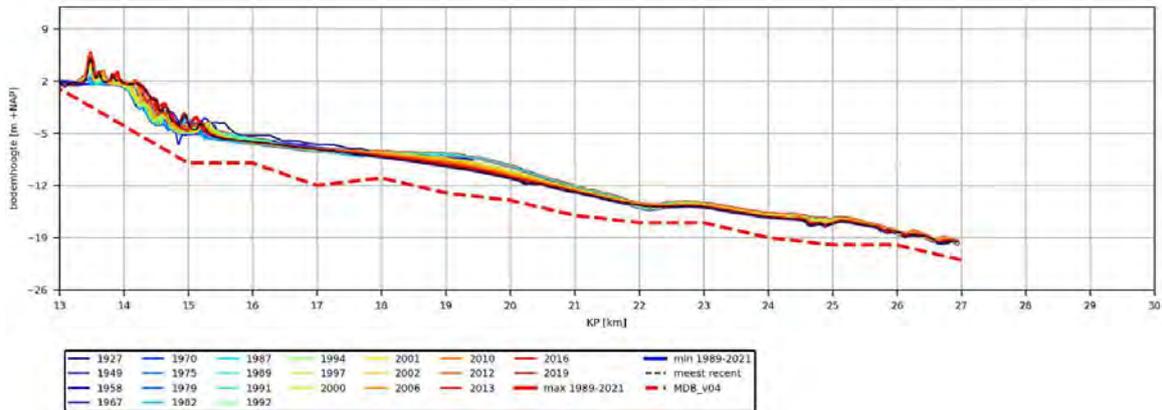
Afbeelding 3.146 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.147 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.148 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0-30,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

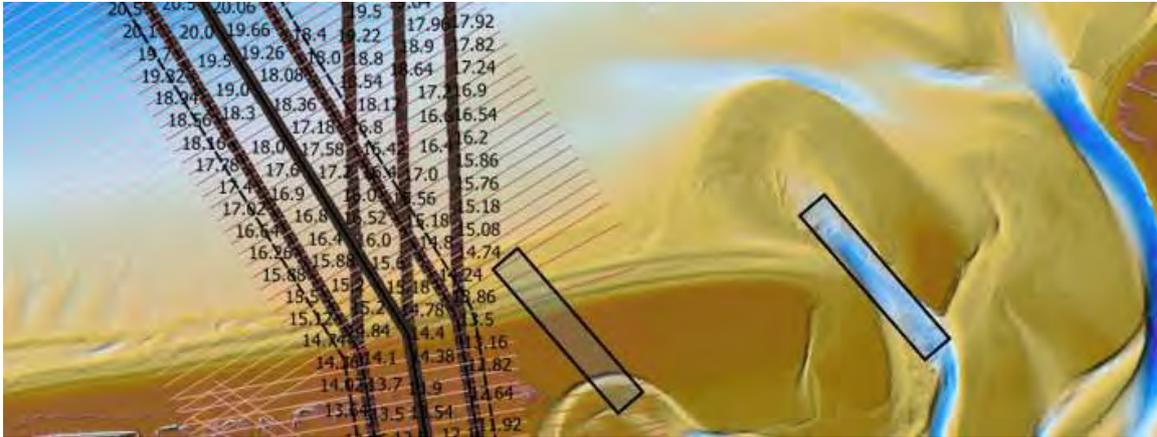


Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- het ondiepe kustprofiel (boven NAP -5 m) is in de afgelopen decennia sterk uitgebouwd. Het profiel werd gevoed vanuit de buitendelta van de Zoutkamperlaag als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee (1969). De erosie van de buitendelta van de Zoutkamperlaag en daarmee het tempo van zandaanvoer neemt naar verwachting af doordat een nieuw evenwicht ontstaat bij de buitendelta van de Zoutkamperlaag. Aangezien op de locatie van de kustkruising geen Basiskustlijn wordt onderhouden kan de kustlijn hier op termijn wat teruglopen. In het morfologisch ontwerpprofiel is daarom rekening gehouden met mogelijke erosie van de kustlijn in de komende 50 jaar;
- in de beschrijving bij deelgebied B is aangegeven dat in de komende 50 jaar de eilandstaart kan worden doorsneden. In topografische kaarten (topotijdreis.nl) is zichtbaar dat het diepste deel van de Eilanderbalg in ieder geval sinds 1934 continu op dezelfde plek heeft gelegen en niet verder westwaarts heeft gelegen. Ook niet toen de eilandpunt wel verder westwaarts lag. Voor de komende 50 jaar valt het echter niet uit te sluiten dat het diepste deel van de Eilanderbalg zich verplaatst naar waar de eilandstaart mogelijk wordt doorsneden. Dit kan niet worden uitgesloten omdat er bij doorsnijding van de eilandstaart veel zand voor de kust van Schiermonnikoog zal komen te liggen (ontstaan buitendelta). Dit zand zal zich vervolgens oostwaarts verplaatsen richting de huidige Eilanderbalg als gevolg van de getijstrooming langs de Nederlandse kust. Dit kan vervolgens leiden tot (gedeeltelijke) verstopping van de huidige geuldoorgang door sterke sedimentatie. Om een inschatting te kunnen maken voor wat dit doet met de bodemligging op het tracé zijn dieptes die voorkomen bij de geul en buitendelta van de huidige eilanderbalg geprojecteerd op de locatie waar mogelijk de eilandstaart doorsneden zal worden (Afbeelding 3.149). Op basis van deze projectie is de verwachting dat extra erosie kan optreden bij zijlijn oost (2000 m) van route A en bij zijlijn oost van route A1 nabij KP 14;

- bij route V en Bijlage IV staat beschreven dat zich in de komende 50 jaar een verbinding kan vormen tussen de geulen Spruit en Robbengat. Als dat gebeurt dan zou het stroomgebied van de geul Zuidoost Lauwers kunnen gaan afwateren via de Eilanderbalg. Dit kan ertoe leiden dat extra erosie optreedt in het zeegat van de Eilanderbalg.

Afbeelding 3.149 Projectie van zeegat Eilanderbalg op de locatie waar de eilandstaart van Schiermonnikoog mogelijk zal worden doorsneden

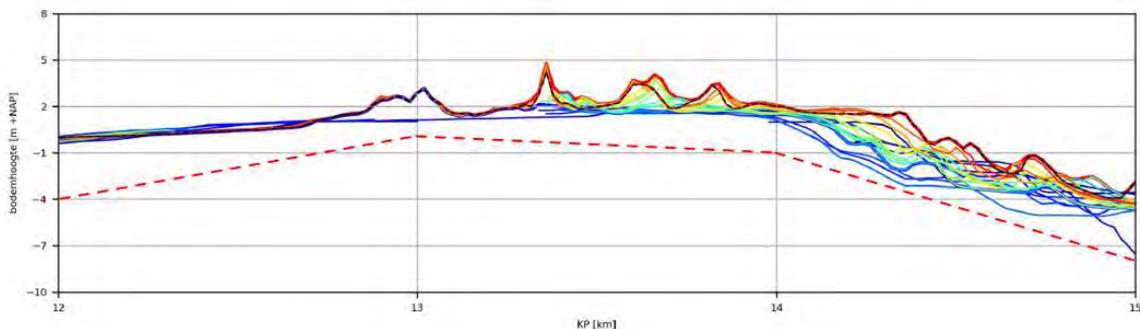


Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerp-profiel. We starten hierbij met een toelichting op de middenlijn van variant A en benoemen daarna nog enkele opvallende punten voor de zijlijnen en route A1.

Route A – middenlijn

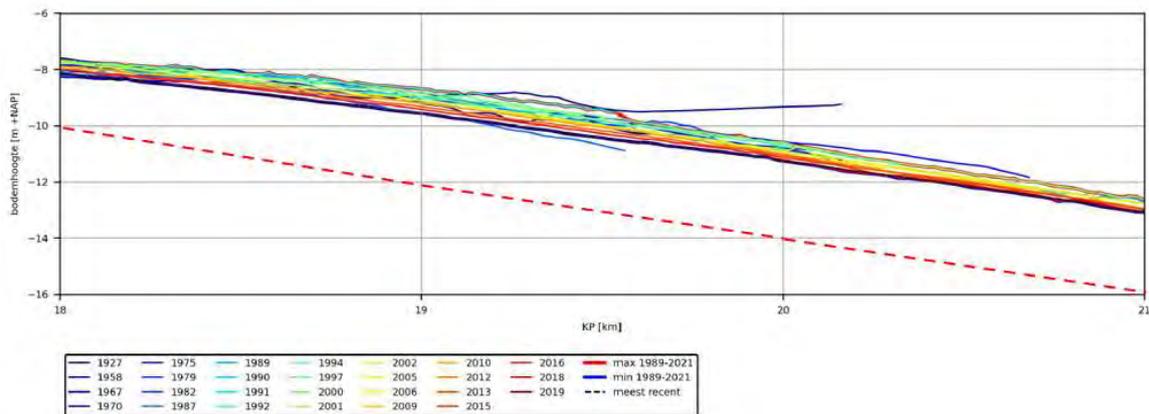
Tussen KP 14 en 16 is er een grote variatie in de bodemligging vanwege migratie van zandbanken. Daarnaast is bij KP 14,0-14,4 een sterke uitbouw van de ondiepe kust zichtbaar (Afbeelding 3.150). Het morfologisch ontwerp-profiel loopt hier van -1,0 m NAP naar -8,0/-9,0 m NAP. Op deze manier wordt rekening gehouden met het mogelijk eroderen van de kust ten gevolge van een verminderde aanvoer van zand vanuit de buitendelta van de Zoutkamperlaag in de toekomst.

Afbeelding 3.150 Bodemligging langs middenlijn route VII A door de tijd ter hoogte van KP 12,0-14,0. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Van KP 16 tot KP 29 loopt de kust geleidelijk naar beneden af. Er is over het algemeen een dalende trend in de bodemligging zichtbaar, waarvan de snelheid over het algemeen afneemt verder van het eiland af (Afbeelding 3.151). Gezien de snelheid van de verdieping is dit naar verwachting het gevolg van kusterosie. Voor het morfologisch ontwerp-profiel is per locatie de trend van daling ingeschat en is ervan uitgegaan dat deze zich in de komende 50 jaar voortzet.

Afbeelding 3.151 Bodemligging langs middenlijn route VII A door de tijd ter hoogte van KP 18,0-21,0. De bodemligging toont een dalende trend van circa 1m over 30 jaar. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Route A – zijlijnen (1500/2000 m)

Het morfologisch ontwerpprofiel van de zijlijnen is bepaald op een vergelijkbare manier als die van de middenlijn. Bij zijlijn oost 2000 m is rekening gehouden met mogelijk extra erosie als de eilandstaart doorsneden wordt. Om een inschatting te kunnen maken van de mogelijke diepteligging zijn de dieptes ter plaatste van de buitendelta van de Eilanderbalg geprojecteerd op de locatie waar de eilandstaart mogelijk doorsneden wordt (Afbeelding 3.149). Bij de Eilanderbalg zijn momenteel dieptes tot -12 m NAP ter hoogte van KP 14. In verband met de grote dynamiek en onzekerheid is daar nog 1 m marge bij opgeteld. Daarmee ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Route A1 – middenlijn

Het morfologisch ontwerpprofiel van de middenlijn van route A1 is bepaald op een vergelijkbare manier als die van de middenlijn van route A. Doordat route A1 dichter langs de buitendelta van de Eilanderbalg loopt is er meer variatie zichtbaar in de ligging van het morfologisch ontwerpprofiel. Voor het morfologisch ontwerpprofiel is aangenomen dat dalende trends in de bodemligging over de afgelopen 30 jaar zich in de komende 50 jaar zullen voortzetten.

Route A1 – zijlijnen (1500 m)

Het morfologisch ontwerpprofiel van de zijlijnen van route A1 is bepaald op een vergelijkbare manier als die van de middenlijn. Bij zijlijn oost is rekening gehouden met mogelijk extra erosie als de eilandstaart doorsneden wordt. Om een inschatting te kunnen maken van de mogelijke diepteligging zijn de dieptes ter plaatste van de buitendelta van de Eilanderbalg geprojecteerd op de locatie waar de eilandstaart mogelijk doorsneden wordt (Afbeelding 3.149). Bij de Eilanderbalg zijn momenteel dieptes tot -12 m NAP ter hoogte van KP 14. In verband met de grote dynamiek en onzekerheid is daar nog 1 m marge bij opgeteld. Daarmee ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -13,0 m NAP.

Aandachtspunten

Van nature erodeert de eilandkust. Een groot deel van de kust wordt echter onderhouden met suppleties. Bij route VII ligt geen van de tracés in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Echter draagt het onderhoud ten westen van route VII indirect wel bij aan de ontwikkeling van de kustlijn omdat het sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is daarom dat de huidige suppletie strategie gehandhaafd wordt.

3.4.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Routevariant A

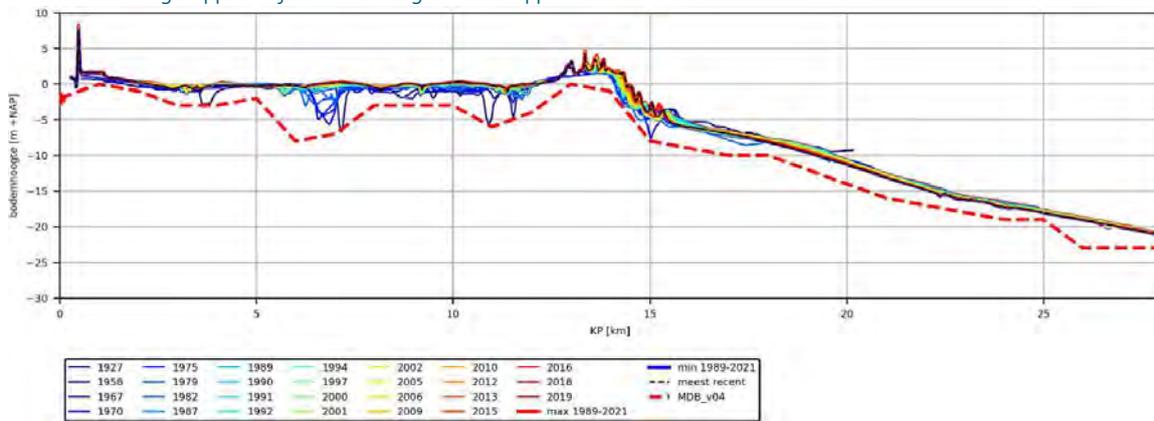
In Afbeelding 3.152 t/m Afbeelding 3.156 is het morfologisch ontwerpprofiel weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijnen en westelijke zijlijnen van route VII - variant A. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven. Deze lopen grotendeels hetzelfde maar

wijken af vanaf KP 10. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

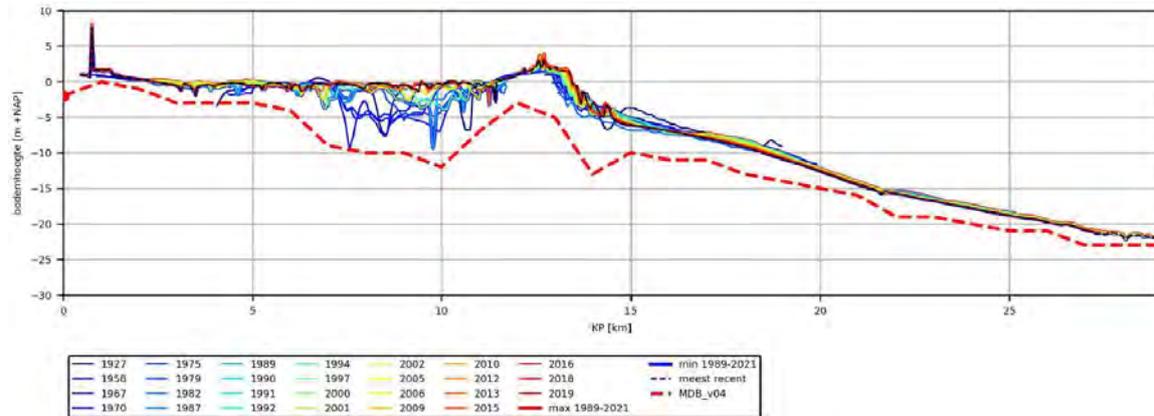
Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd;
- van nature erodeert de eilandkust. Bij route VII ligt geen van de tracés in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Echter kan onderhoud ten westen van route VII indirect wel bijdragen aan de ontwikkeling van de kustlijn het tracé omdat sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is daarom dat de huidige suppletiestrategie gehandhaafd wordt.

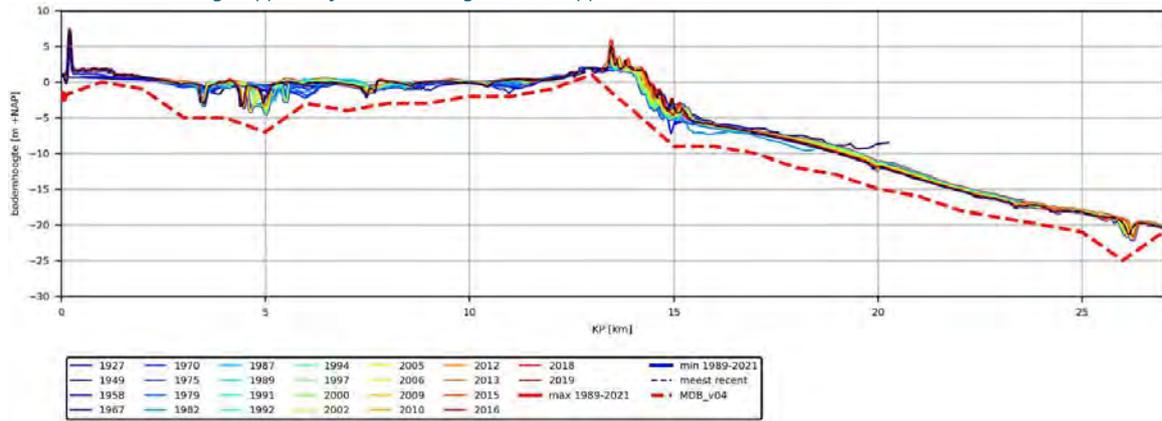
Afbeelding 3.152 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



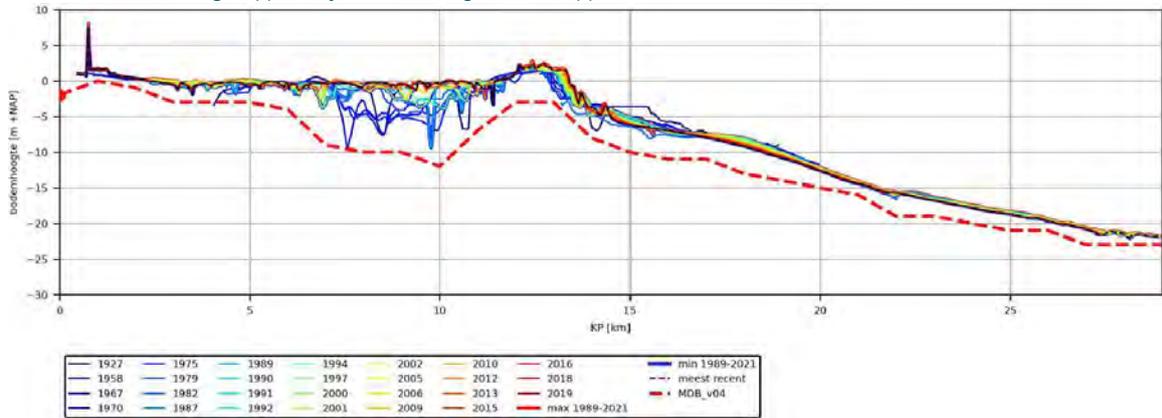
Afbeelding 3.153 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A (1500m) door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



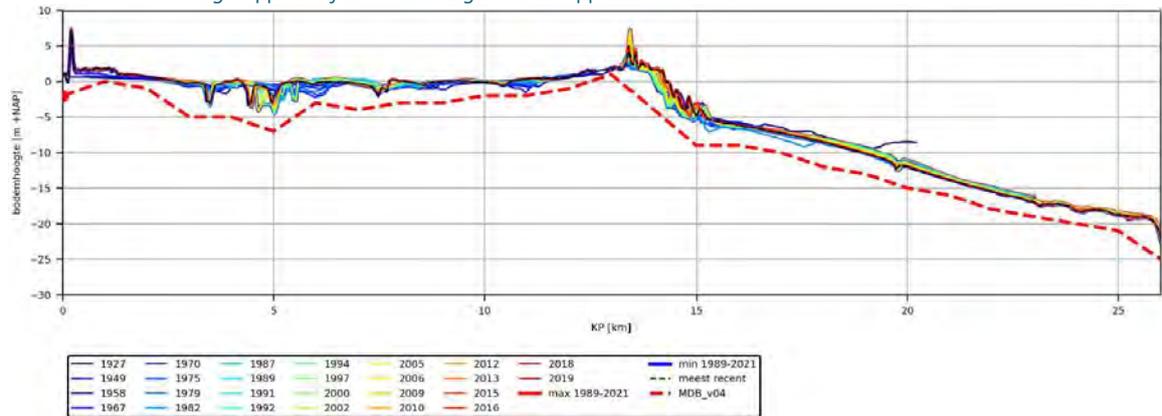
Afbeelding 3.154 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A (1500m) door de jaren van 1927 t/m 2019.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.155 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost (2000 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.156 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west (2000 m) van route VII variant A door de jaren van 1927 t/m 2019.
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

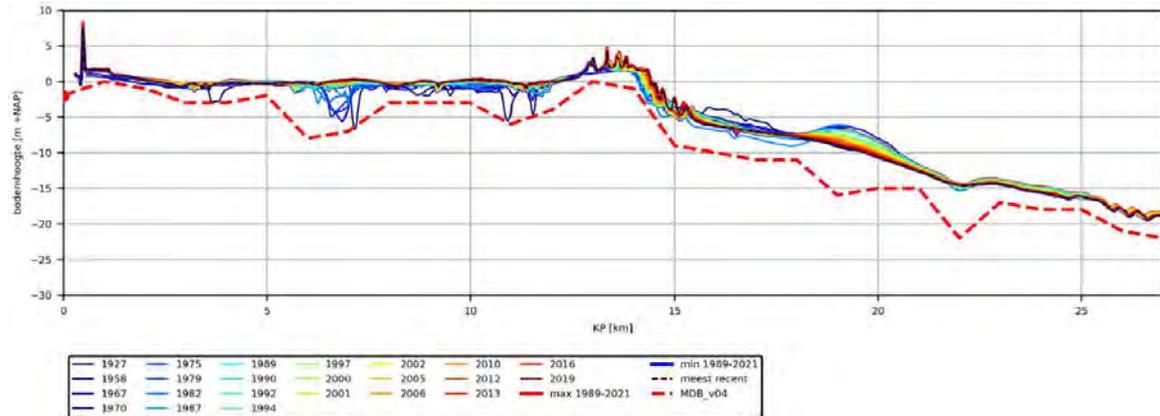


Routevariant A1

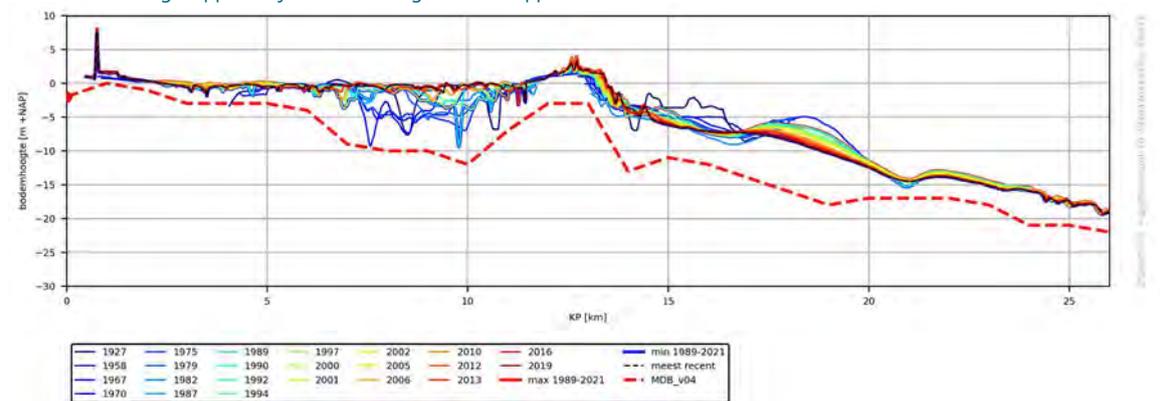
In Afbeelding 3.157 t/m Afbeelding 3.159 is het morfologisch ontwerpprofiel weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijnen en westelijke zijlijnen van route VII - variant A1. Voor de zijlijnen is zowel de corridorlijn op een afstand van 1500 als 2000 m weergegeven. Deze lopen grotendeels hetzelfde maar wijken af vanaf KP 10.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn gelijk aan de benoemde aandachtspunten bij routevariant A.

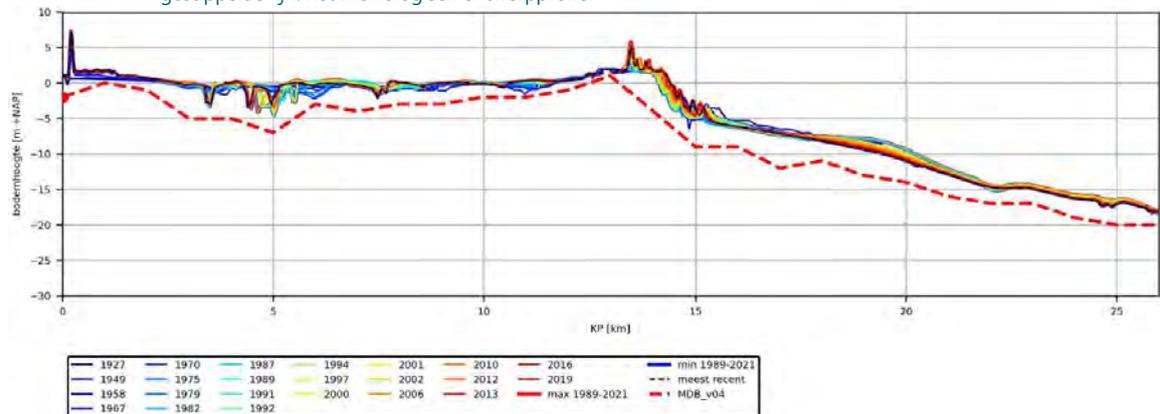
Afbeelding 3.157 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.158 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.159 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VII variant A1 door de jaren van 1927 t/m 2019. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



3.5 Route VIII – Ameland wantij

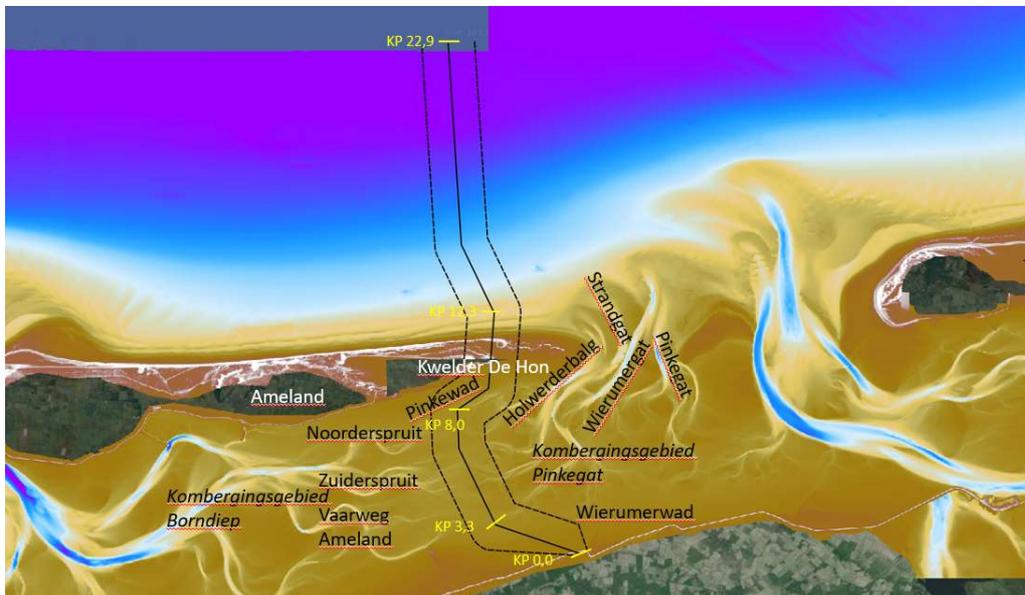
3.5.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Route VIII loopt vanaf het vasteland bij Ternaard (Het Schoor) over het wantij van Ameland tussen de kombergingsgebieden Borndiep en Pinkegat (westelijk deel Friese Zeegat), onder Ameland door richting het platform op de Noordzee (Afbeelding 3.160). Langs de route onderscheiden we de volgende deelgebieden:

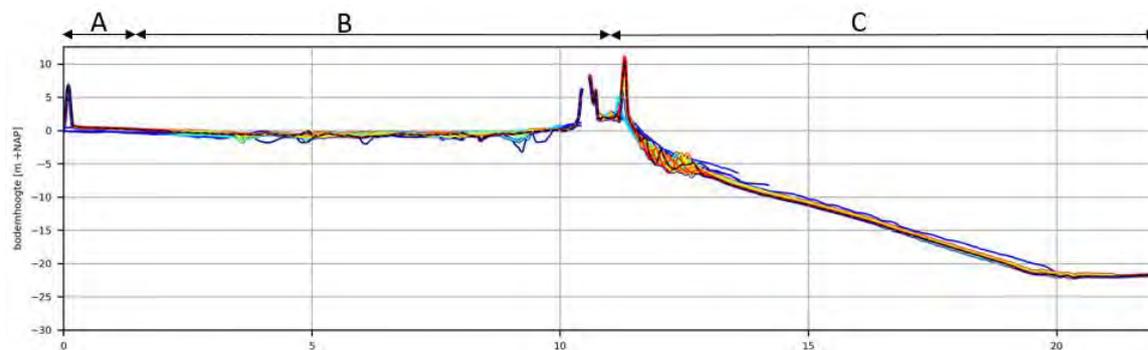
- A. het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2);
- B. de wadplaten en eilandkwelder (KP 2-11);
- C. Ameland en Noordzeezijde (11-23).

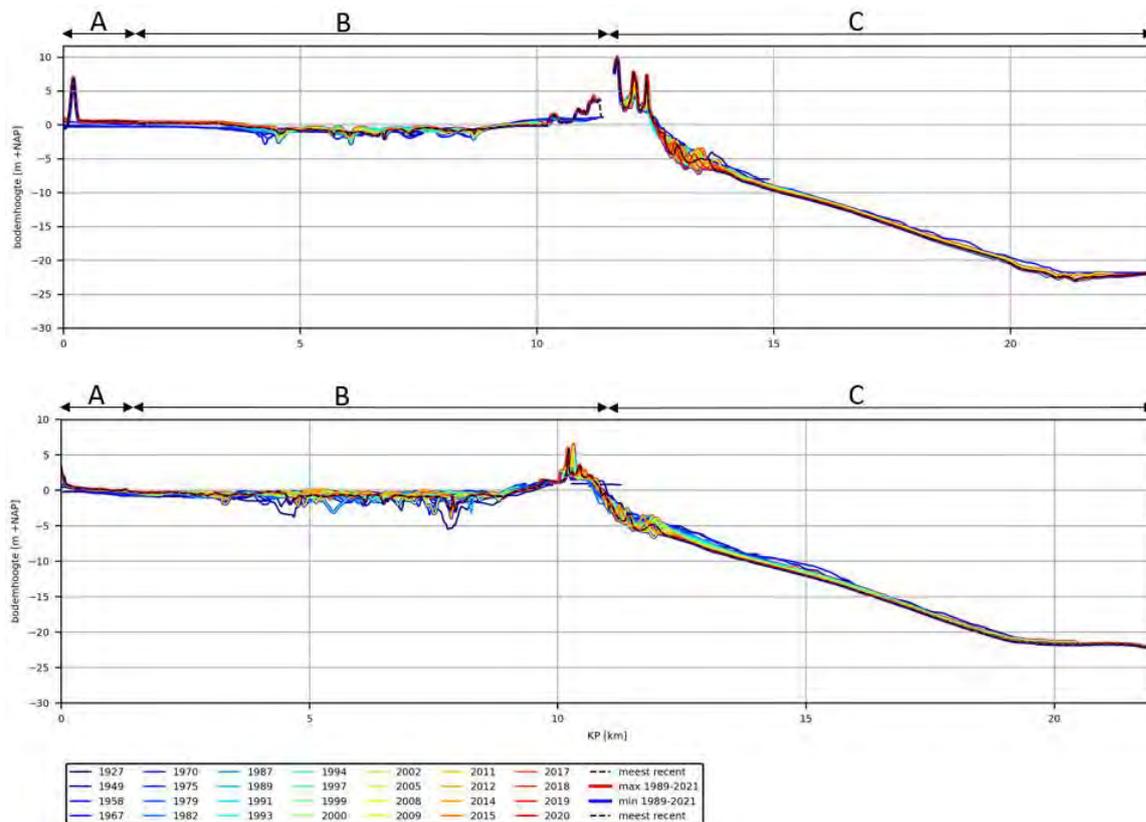
Op dit moment onderzoeken we een corridor van 2 km breed (1 km aan weerszijden van de route die in de afbeeldingen staat weergegeven).

Afbeelding 3.160 Bovenaanzicht en langspiegel route VIII (Ameland wantij route) incl. naamgeving geulen, platen, kwelders langs route VIII



Afbeelding 3.161 Waargenomen bodemligging langs route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (boven: middenlijn, midden: oostelijke zijlijn, onder: westelijke zijlijn). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



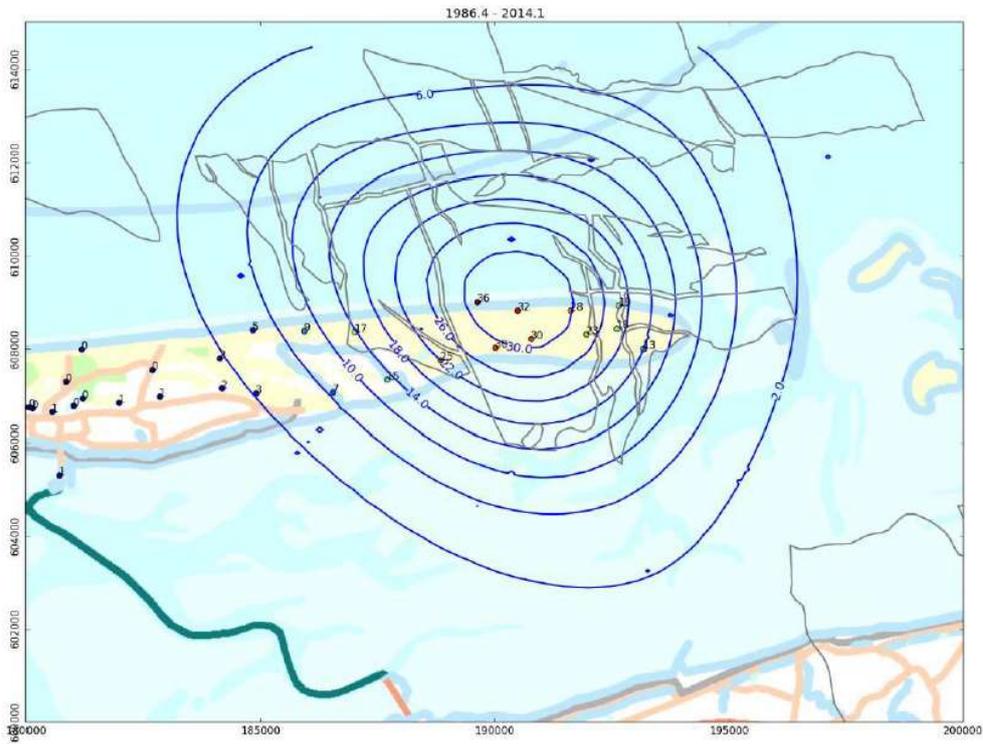


3.5.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

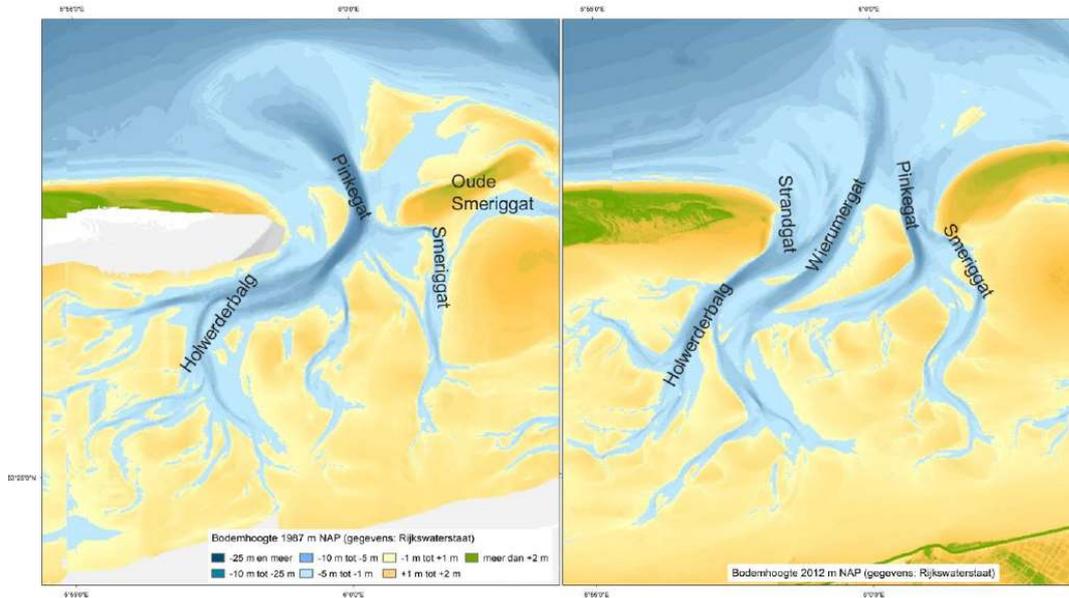
De route loopt over het wantij op de grens van de kombergingsgebieden Borndiep en Pinkegat (onderdeel van Friesche Zeegat). In de betreffende kombergingsstudies (Oost en Cleveringa, 2017; Elias en Cleveringa, 2021) worden een aantal grootschalige ontwikkelingen langs het tracé beschreven die van belang zijn bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel:

- bij Ameland wordt gas gewonnen. Dit heeft geleid tot een verdieping van circa 30 cm tussen 1986 en 2014 (Afbeelding 3.162). Verdieping door gaswinning onder de Waddenzee wordt door sedimentatie aangevuld, (herverdeling van zand en slib in de Waddenzee (Van der Lugt et al., 2019)). Hierdoor zijn er geen gevolgen aan het wadoppervlak zichtbaar (Krol et al., 2019). Wel zijn delen van de eilandkwelders van Ameland verlaagd, omdat de opslibbing minder groot was dan de verdieping (NAM, 2017);
- het zeegat van het Pinkegat bestaat wisselend uit één of meerdere geulen. Dit heeft effect op de ontwikkeling van de oostpunt van Ameland en de configuratie van geulen in het kombergingsgebied (Afbeelding 3.163);
- het Pinkewad, ten zuiden van de oostpunt van Ameland, ligt voor de eilandkwelders Neerlandsreid en de Hon (Afbeelding 3.164). De overgang van deze kwelders naar het Pinkewad is bij het Neerlandsreid vastgelegd met stortsteen. Bij de Hon is sprake van een natuurlijk kwelderklif;
- voor Oost-Ameland is het de verwachting dat het deel van de eilandstaart dat begroeid is niet zal worden doorsneden (De Groot et al., 2015);
- het wantij onder Ameland is in de afgelopen decennia verplaatst (Afbeelding 3.165).

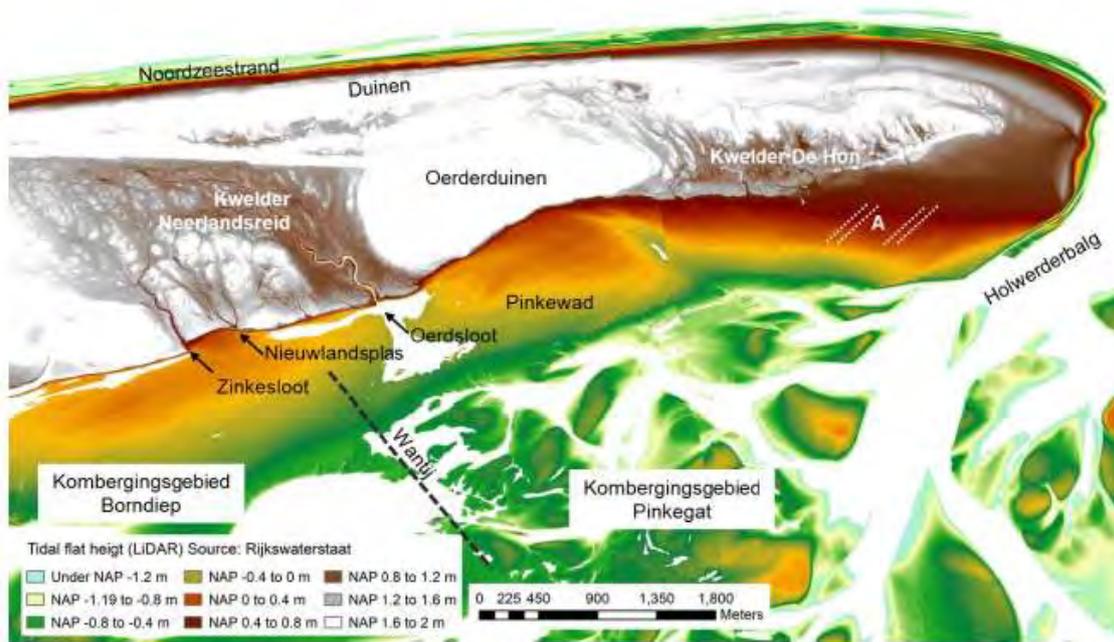
Afbeelding 3.162 Verdieping tussen 1986 en 2014 (in cm): gemodelleerd (contouren) en gemeten (punten). Afkomstig uit NAM (2017). Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018



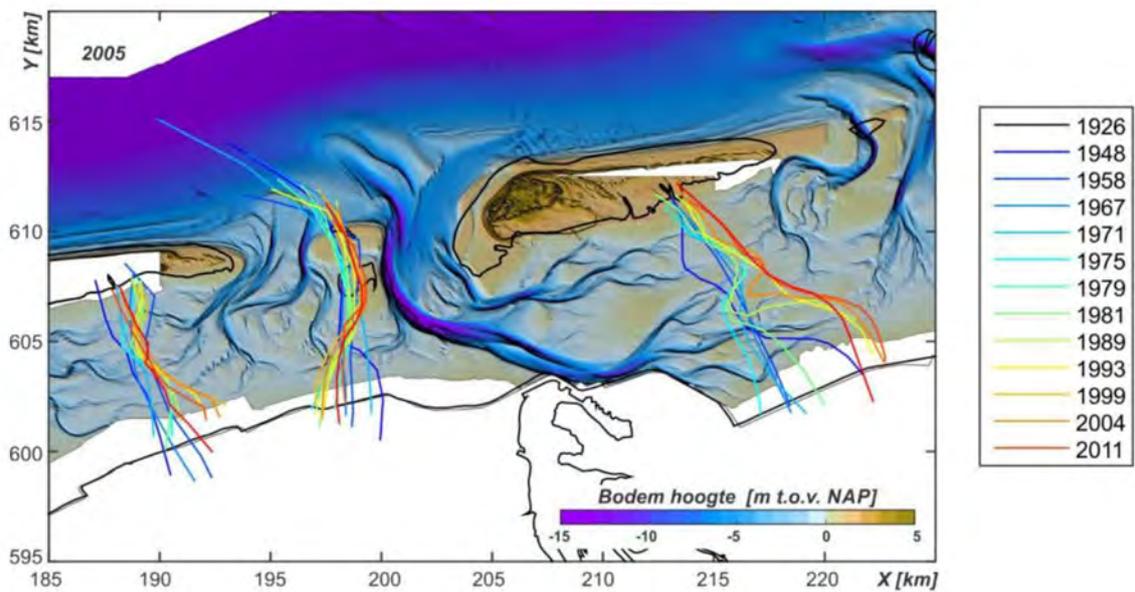
Afbeelding 3.163 Het één-geulstelsel in het Pinkegat in 1987 (links) en het meergeulstelsel in 2012 (rechts) (Elias en Cleveringa, 2021)



Afbeelding 3.164 Detailkaart van het Pinkewad (LiDAR hoogte opnames vakloding Pinkegat 2018; vakloding Borndiep 2017; Ameland AHN3: 2014) (Oost et al., 2020)



Afbeelding 3.165 Indicatieve ligging van de morfologische wantijen in het Friesche Zeegat tussen 1926 en 2011. Helemaal links het wantij onder Ameland. Elias (2018)



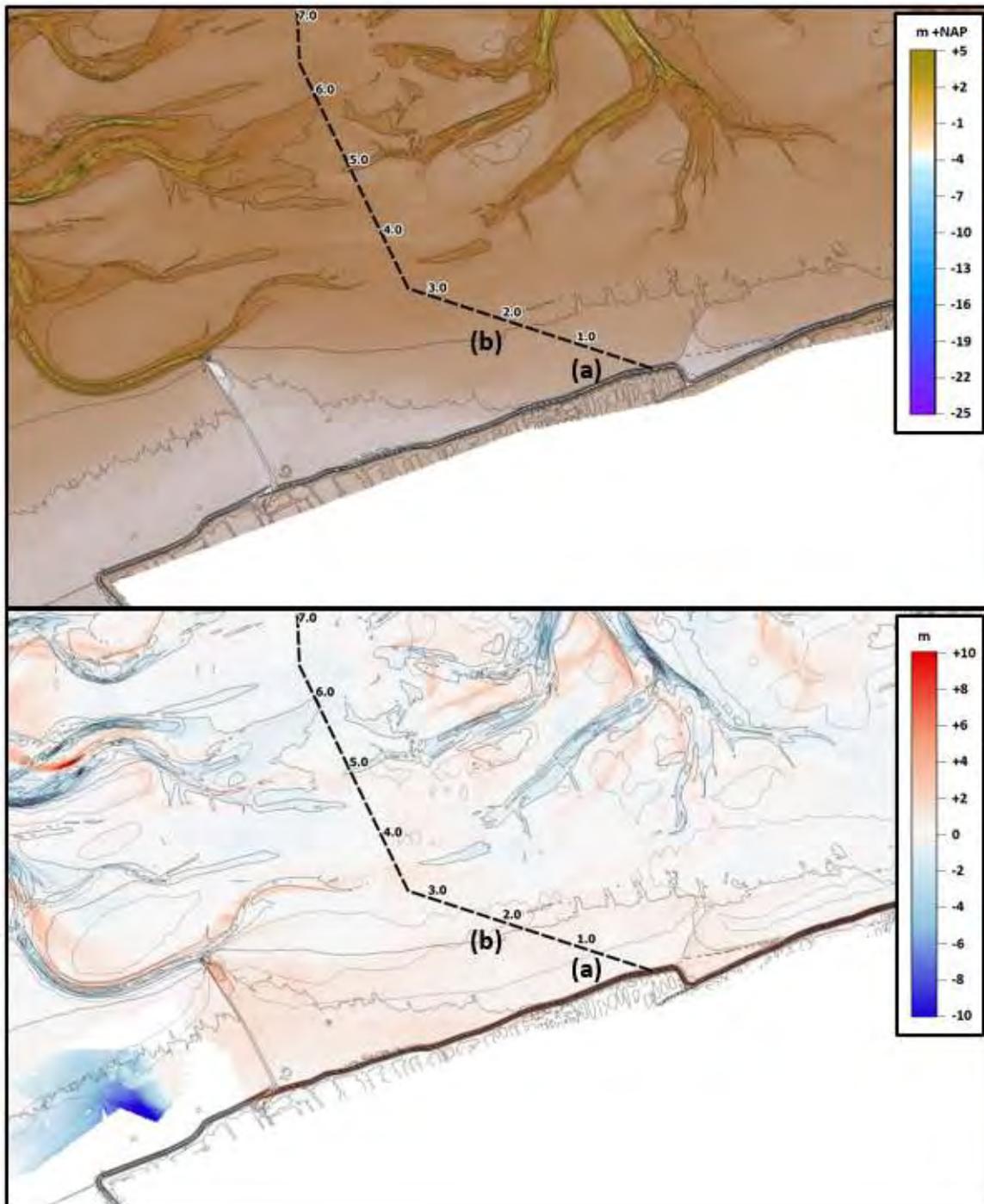
3.5.3 Deelgebied A - Het vasteland en de vastelandskwelder (KP 0-2)

Van KP 0 tot 2 loopt de route vanaf het vasteland door de vastelandskwelder (kwelderwerken) richting het wad.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): de route loopt over het deel van de kwelderwerken, waar weinig opslibbing plaatsvindt;
- (a): de bodemdynamiek in dit gebied is zeer beperkt;
- (b): nabij KP 2.0, op de rand van de vastelandskwelder neemt de bodemdynamiek iets toe.

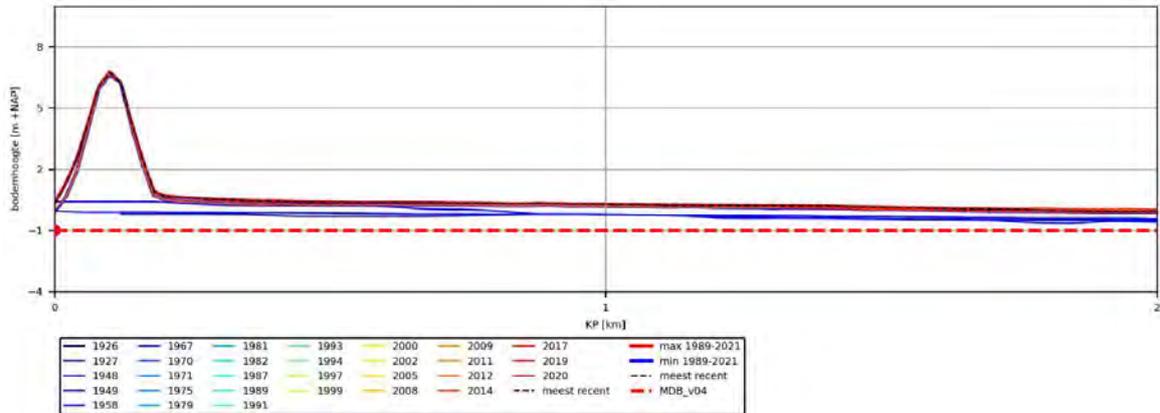
Afbeelding 3.166 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VIII, deelgebied A



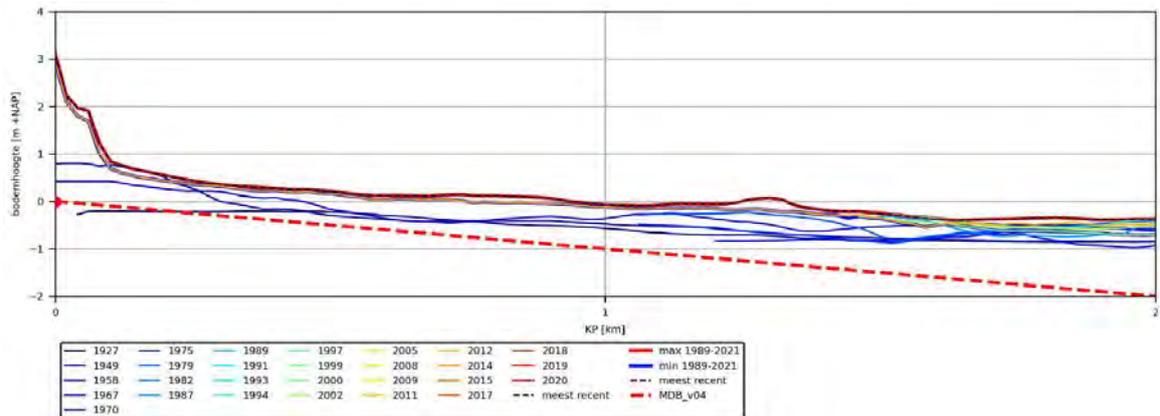
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.167 t/m Afbeelding 3.169 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VIII en het morfologisch ontwerpprofiel binnen deelgebied A (KP 0,0 - KP 2,0).

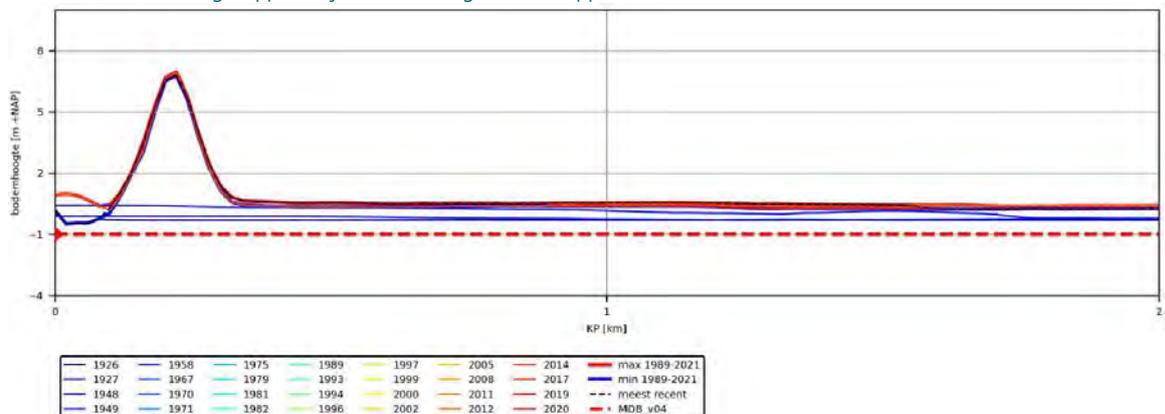
Afbeelding 3.167 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 2,0).
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.168 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0).
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.169 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VIII A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 0,0 – 7,0).
Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Tussen KP 0,0 en KP 2,0 loopt de route deels onder het vasteland (incl. dijk) en deels onder de kwelderwerken. Op de route zelf zijn geen bodemliggingen onder -1,0 m NAP uit de metingen zichtbaar. De geultjes verderop op het wad tonen geen migratie richting het tracé. Daarom ligt het morfologisch ontwerp-profiel voor de middenlijn en westelijke corridorlijn op -1,0 m NAP.

Zijlijn oost staat meer dwars op de kust wat leidt tot een groter diepteverloop tussen KP 0,0 en 2,0 van 0,0 m NAP naar -1,5 m NAP. In het verleden heeft de diepte hier lager gelegen (tot 1958), maar sinds de aanleg van de dam niet meer.

Aandachtspunten

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd.

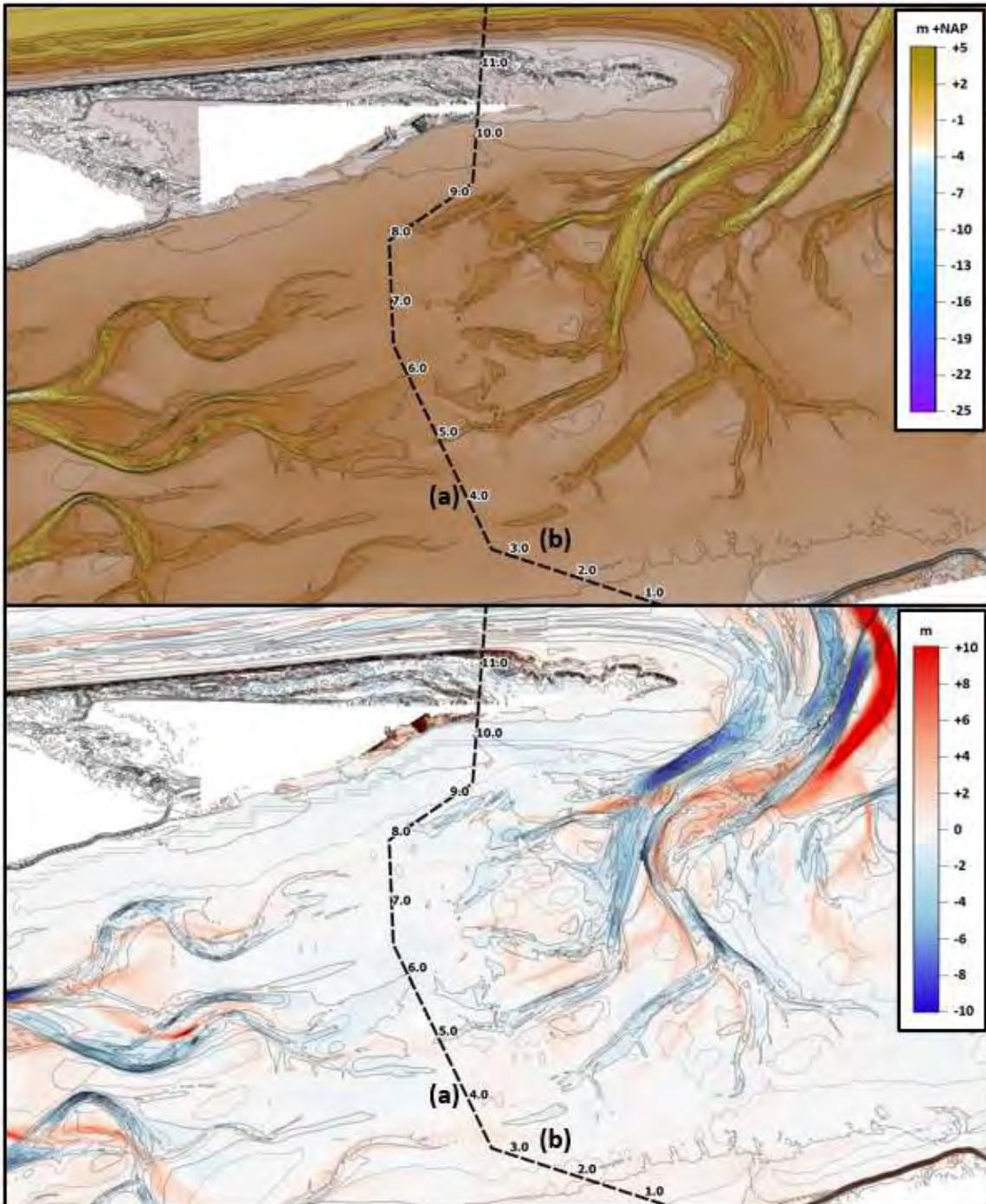
3.5.4 Deelgebied B - De wadplaten en eilandkwelder (KP 2-11)

Dit deel van het tracé betreft het intergetijdengebied tussen Ameland en het vasteland.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): het langsprofiel (Afbeelding 3.171) laat zien dat vanaf de Friese vastelandskust de wadbodem geleidelijk dieper wordt en vervolgens toeneemt in hoogte richting de kust van Ameland;
- (a): de middenlijn van de route ligt momenteel vrijwel overal boven -1 m NAP. Op het tracé heeft de bodemhoogte sinds 1950 nooit dieper dan -2 m NAP gelegen;
- (a): op basis van de verschuivingen van het wantij in het verleden (incl. verwachte ontwikkeling van de eilandstaart) is de verwachting dat het wantij in de komende 50 jaar ongeveer 1,5 km kan verschuiven. Dit beïnvloedt bodemhoogtes, met name voor de zijlijnen;
- (b): tussen KP 2 en 11 komen geulen voor die smaller zijn dan 80 m. Bij dergelijke geulen, die smal zijn ten opzichte van de resolutie van de bodempeilingen (20 x 20 m), wordt de maximale geuldiepte onderschat. We dienen hier rekening mee te houden en doen dit door ervan uit te gaan dat deze geulen circa 30 % dieper kunnen zijn dan uit de data lijkt (zie ook H2.2).

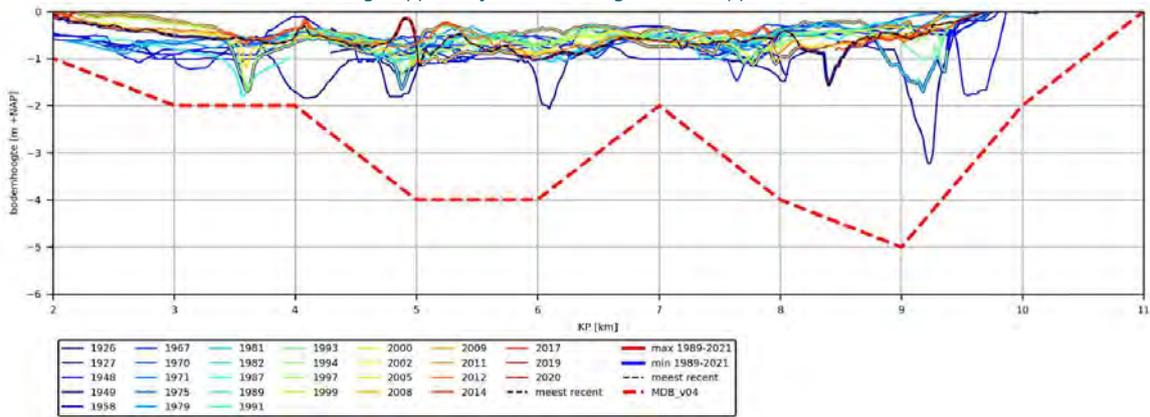
Afbeelding 3.170 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VIII, deelgebied B



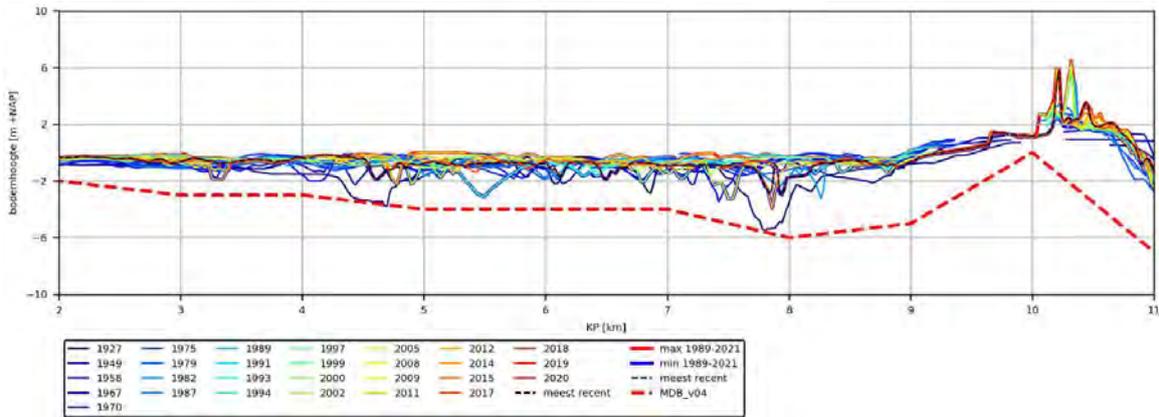
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.171 t/m Afbeelding 3.173 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VIII en het morfologisch ontwerpprofiel binnen deelgebied A (KP 2,0 - KP 11,0).

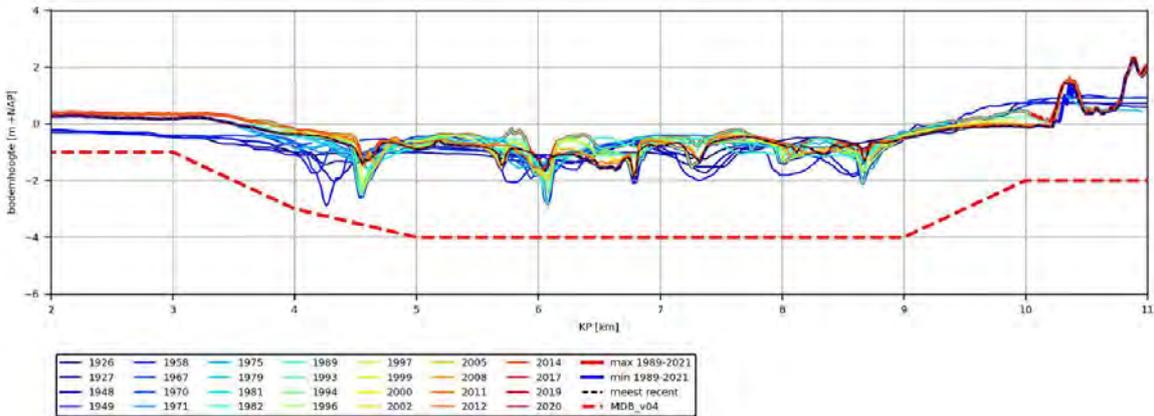
Afbeelding 3.171 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0 - KP 11,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.172 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0 - KP 11,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



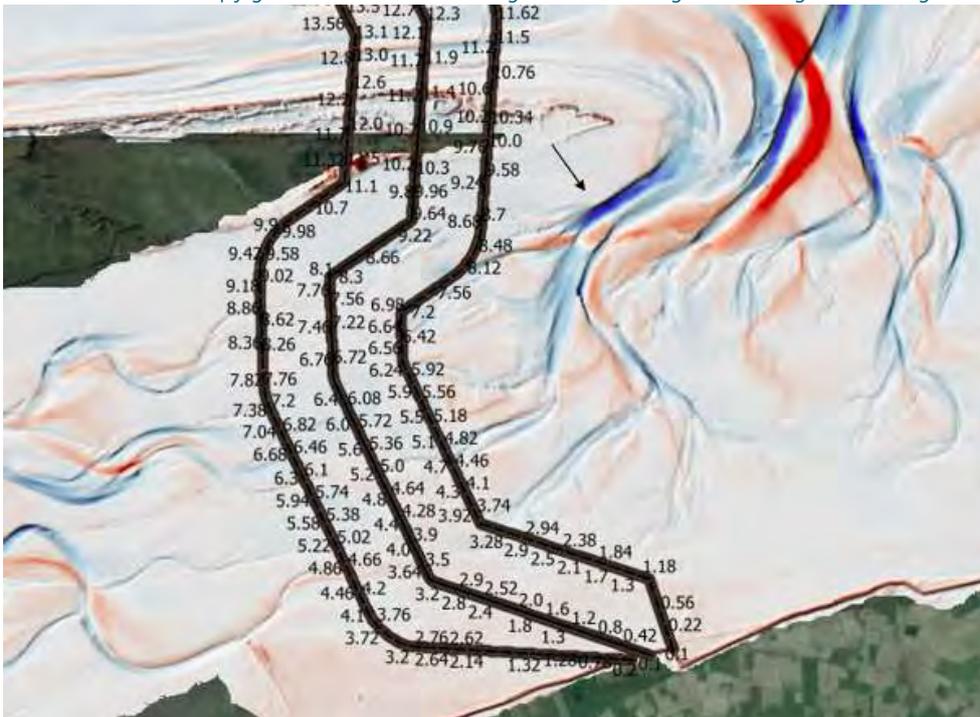
Afbeelding 3.173 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 2,0 - KP 11,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Binnen deelgebied B zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerpprofiel:

- op basis van de ligging van het wantij in het verleden en de ontwikkelingen in het komgebied is het de verwachting dat het wantij in de komende vijftig jaar zowel westwaarts als oostwaarts kan migreren over een zone van ca. 1-1,5 km. De variatie van de ligging van de geulen over de afgelopen tientallen jaren geeft hier al een goed inzicht in;
- de Holwerderbalg migreert richting Ameland (Afbeelding 3.174). De vraag is in hoeverre de geul verder direct achter het eiland langs gaat lopen in de toekomst.

Afbeelding 3.174 Verschilkaart bodemhoogte 1989-2021 (rood = toename bodemhoogte, blauw = afname bodemhoogte). De zwarte pijl geeft de locatie aan waar de geul Holwerderbalg meer richting Ameland migreert



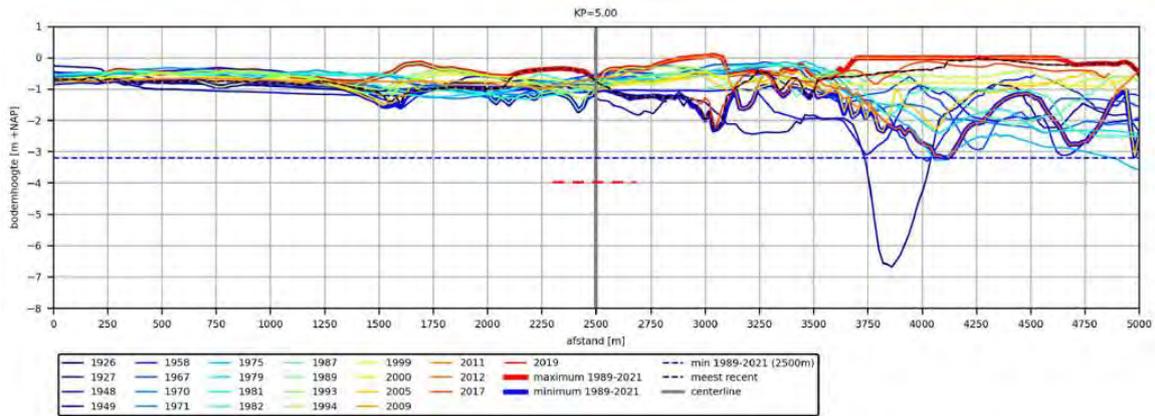
Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

Toelichting middenlijn

Voor de middenlijn is zichtbaar dat de bodemliggingen sinds 1950 overall boven -2 m NAP hebben gelegen (Afbeelding 3.175). Over deze periode heeft het wantij op verschillende locaties gelegen en daarom ligt het morfologisch ontwerpprofiel over het algemeen op -2,0 m NAP.

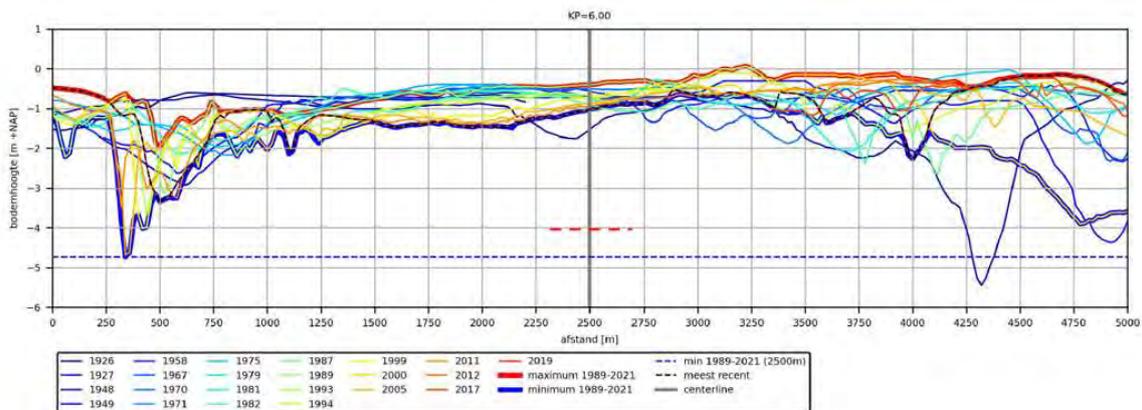
Voor KP 5 en 6 ligt het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP in plaats van -2,0 m NAP. Bij KP 5,0 ligt op slechts 500 m een geul die aan het verdiepen is. Gezien de snelheid van de verdieping (circa 1 m in 10 jaar) en verplaatsing van circa 200 m over die periode zou dit ook effect kunnen hebben op de bodemhoogte langs het tracé waarbij een bodemligging tot -4,0 m NAP niet kan worden uitgesloten.

Afbeelding 3.175 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 5,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



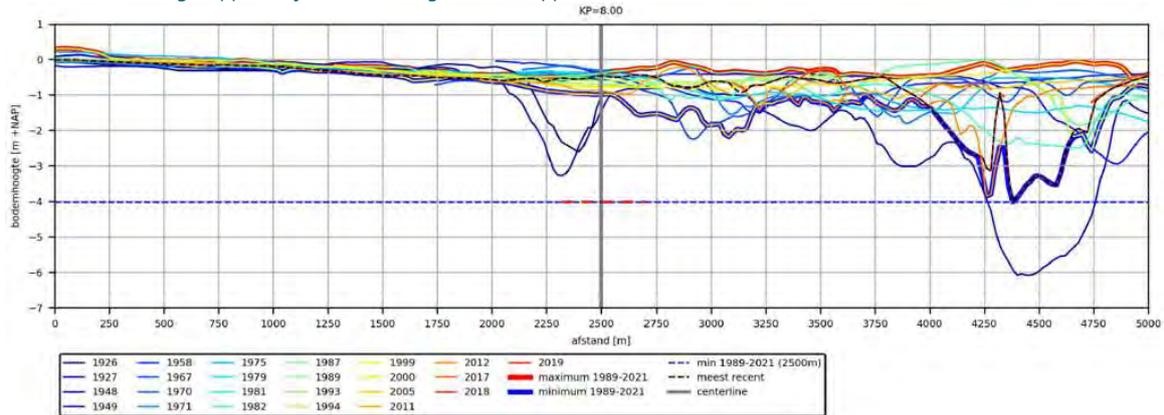
Bij KP 6,0 is de bodem in de laatste 20 jaar ongeveer 0,5 m lager komen te liggen (Afbeelding 3.176). Het is onduidelijk of deze trend door zal zetten, maar als dit gebeurt zou de bodem nog ongeveer 1,5 m lager kunnen komen te liggen (op circa -2,5 m NAP). Daarnaast zijn binnen 1 km van het tracé insnijdingen van geulen tot 1 m ten opzichte van het omliggende gebied voorgekomen (Afbeelding 3.176). Door het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP te leggen is zowel rekening gehouden met de dalende trend als een eventuele extra insnijding.

Afbeelding 3.176 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 6,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



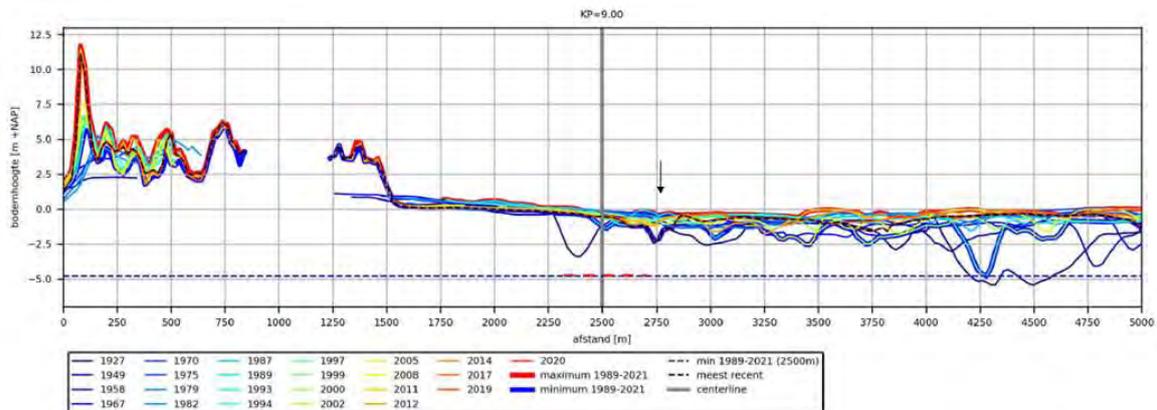
Rondom KP 8-9 ligt het morfologisch ontwerpprofiel ook lager dan -2,0 m NAP. Rondom KP 8 zijn relatief recent nog dieptes tot -2,5 m NAP voorgekomen binnen 750 m van het tracé (Afbeelding 3.177). Het kan niet worden uitgesloten dat deze dieptes in de komende vijftig jaar ook op het tracé zullen voorkomen. Verder lijkt zich bij KP 8,4 momenteel een geul te gaan insnijden, waarbij het lastig voorspelbaar is hoe diep deze kan worden. In verband met de algemene dynamiek in dit gebied, met dieptes tot -3,4 m NAP binnen 1,5 km van het tracé in de afgelopen 20 jaar, is het morfologisch ontwerpprofiel op -4,0 m NAP gezet.

Afbeelding 3.177 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 8,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Bij KP 9 is het morfologisch ontwerp-profiel -5,0 m NAP. Binnen 250 m van het tracé ligt een recente insnijding tot circa -3 m NAP (mogelijk tot 30 % dieper omdat de diepteligging van smalle geulen kan worden onderschat door de beperkte ruimtelijke resolutie van de data (zie ook H2.2) (Afbeelding 3.178). Gezien de bodemliggingen in dit gebied rondom het tracé, met bijvoorbeeld rond 2005 nog een insnijding tot -5,0 m NAP, is het niet uit te sluiten dat de geul zich verdiept tot -5,0 m NAP.

Afbeelding 3.178 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1927 t/m 2020 (KP 9,0). De pijl geeft de locatie aan waar recent verdieping heeft plaatsgevonden. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel

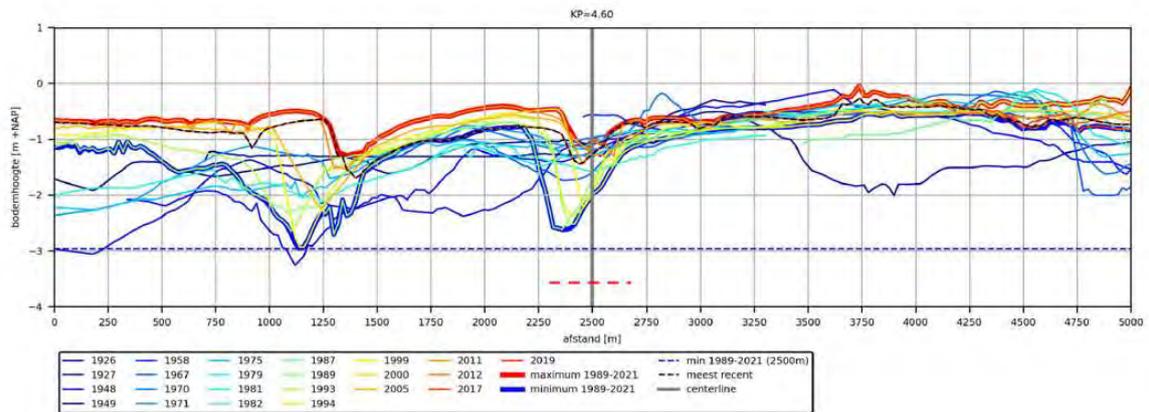


Toelichting zijlijn - west

Zijlijn west ligt verder van het wantij af dan de middenlijn. Daarom zijn er diepere insnijdingen langs het tracé zichtbaar, tot -3 m NAP (Afbeelding 3.173). Het morfologisch ontwerp-profiel ligt daarom tussen KP 5,0 en 9,0 op -4,0 m NAP. Bij KP 2,0-4,0 en 9,0-11,0 loopt het tracé over stabiele wadplaten nabij vastelandskust en eiland (Afbeelding 3.174). Het morfologisch ontwerp-profiel ligt hier hoger, op -2,0 m NAP of 0 m NAP.

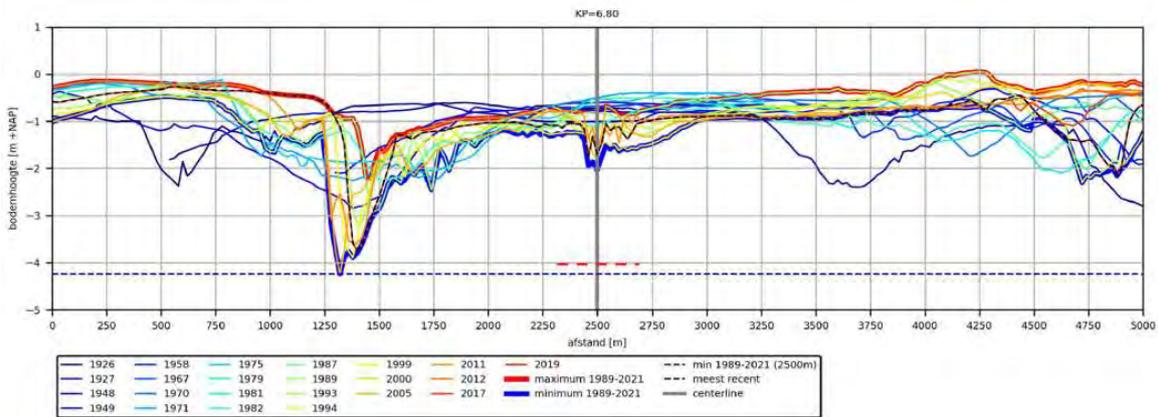
Bij KP 4,6 is op het tracé, in de periode na 1980, een geul ingesneden tot -3,0 m NAP (Afbeelding 3.179) en bij KP 4,8 is een geul in de buurt van het tracé tot -4 m NAP ingesneden. Het is niet uit te sluiten dat bij toekomstige verschuivingen van het tracé dit opnieuw gaat gebeuren. Daarom ligt het morfologisch ontwerp-profiel hier op -4,0 m NAP.

Afbeelding 3.179 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn west route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 4,6). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



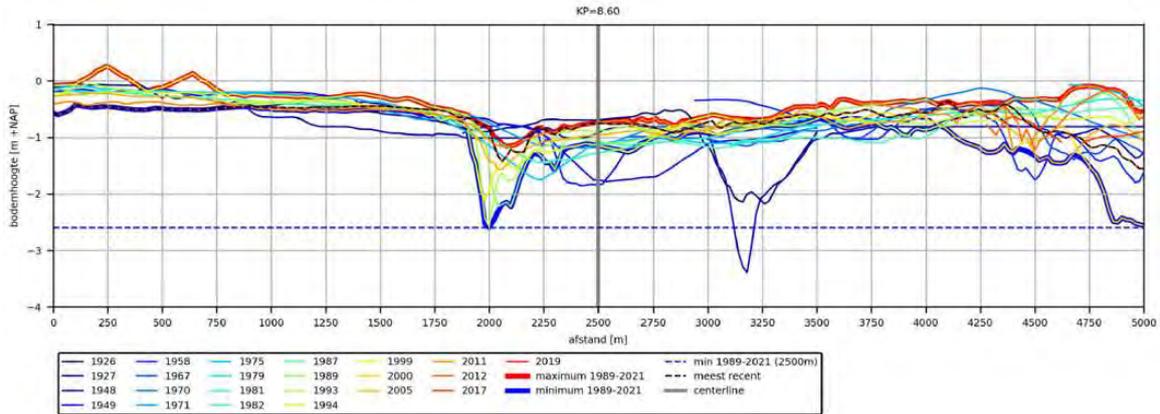
Bij KP 6,6 en 6,8 is de bodem recent lager komen te liggen. Rondom het tracé heeft de bodem tot -3 m NAP binnen 750 m gelegen en tot -4,2 binnen 1250 m. Verdere verdieping dan -4,0 m NAP lijkt op het tracé zelf niet waarschijnlijk, dit is in het verleden niet binnen een zone van 1 km voorgekomen. Om wel rekening te houden met de daling van de bodemhoogte en dynamiek rondom het tracé ligt het morfologisch ontwerp-profiel op -4,0 m NAP.

Afbeelding 3.180 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn west route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 6,8). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Bij KP 8-9 ligt het morfologisch ontwerp-profiel op -4,0 m NAP. Nabij het tracé hebben recent nog insnijdingen plaatsgevonden tot circa -3 m NAP (Afbeelding 3.181) en op iets meer afstand nog wat dieper. Hoewel op het tracé zelf dit niet het geval is kan het niet uitgesloten worden dat dieptes tot -4,0 m NAP kunnen voorkomen in de komende 50 jaar.

Afbeelding 3.181 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn west route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 8,6)

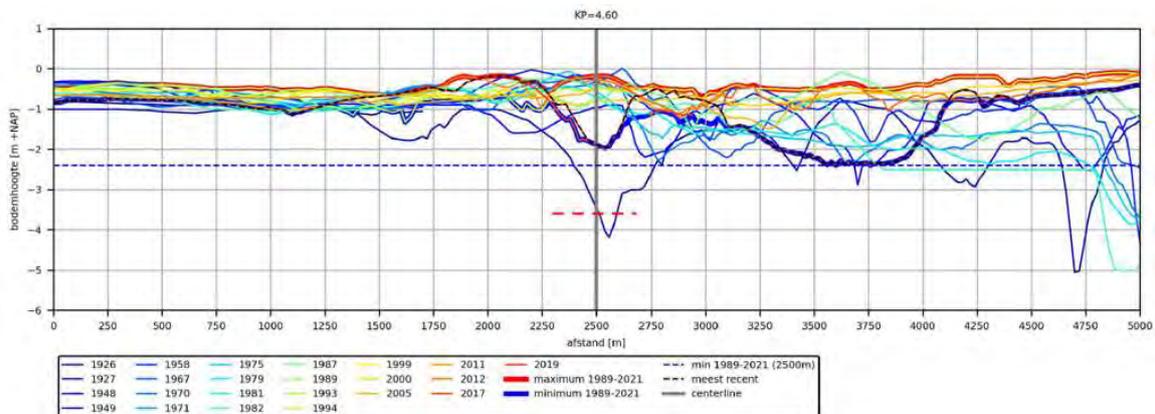


Toelichting zijlijn - oost

Zijlijn oost ligt verder van het wantij af en daardoor zijn diepere insnijdingen langs het tracé zichtbaar tot -4 m NAP sinds 1950 (Afbeelding 3.172). Over het algemeen zijn de insnijdingen iets dieper dan bij zijlijn west. Het morfologisch ontwerp-profiel ligt daarom tussen KP 5,0 en 9,0 op -4,0 m NAP. Bij KP 2,0-4,0 en 10,0 loopt het tracé over stabiele wadplaten nabij vastelandskust en eiland en ligt het morfologisch ontwerp-profiel hoger op -3,0 m NAP tot 0 m NAP.

Bij KP 4,6 is de bodem recent lager komen te liggen (Afbeelding 3.182). Op het tracé zelf heeft de bodem hier sinds 1950 niet lager gelegen dan circa -3 m NAP, maar rondom het tracé zijn wel dieptes tot -4,0 m NAP voorgekomen. Daar ligt het morfologisch ontwerp-profiel bij KP 5 op -4,0 m NAP.

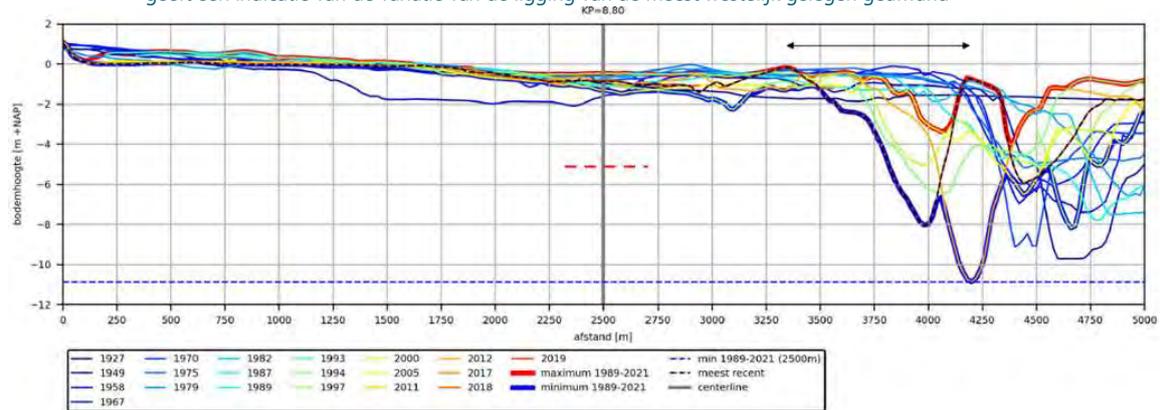
Afbeelding 3.182 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn oost route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 4,6)



Bij KP 8 ligt het tracé dicht tegen een zijtak van de geul Holwerderbalg. Bij KP 7,8 en 8,2 zijn geulen relatief recent (2012 en 2019) nog ingesneden tot -5/-6 m NAP binnen 500 m van de route. In verband met de grotere dynamiek in dit gebied is het morfologisch ontwerp-profiel op -6 m NAP gezet. Nog dieper is naar verwachting niet nodig omdat sinds de metingen in 1927 geen bodemhoogtes onder -6 m NAP zijn waargenomen direct op het tracé.

Bij KP 9 heeft de bodemligging niet lager gelegen dan -2,5 m NAP. Bij KP 8,8 is te zien dat een grotere geul op ca. 1500 m van het tracé variabel is in diepteligging en locatie (Afbeelding 3.183). Recent is de geul in circa 10 jaar ongeveer 250 m naar het westen verplaatst. Als deze trend zich in de komende 50 jaar voortzet zou insnijding van de geulwand tot circa -4 m NAP kunnen plaatsvinden (gezien eerdere verplaatsingen van de geul is de kans dat dit gebeurt relatief klein, maar kan niet worden uitgesloten). In verband met de relatief grote dynamiek is het morfologisch ontwerp-profiel op -5,0 m NAP gelegd.

Afbeelding 3.183 Waargenomen bodemligging dwars op zijlijn oost route VIII door de jaren van 1926 t/m 2019 (KP 8,8). De pijl geeft een indicatie van de variatie van de ligging van de meest westelijk gelegen geulwand



KP 11,0 van zijlijn west ligt aan de Noordzezijde van Ameland. Voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is hier rekening gehouden met dynamiek van de zandbanken en erosie van de kust (zie ook beschrijving deelgebied C).

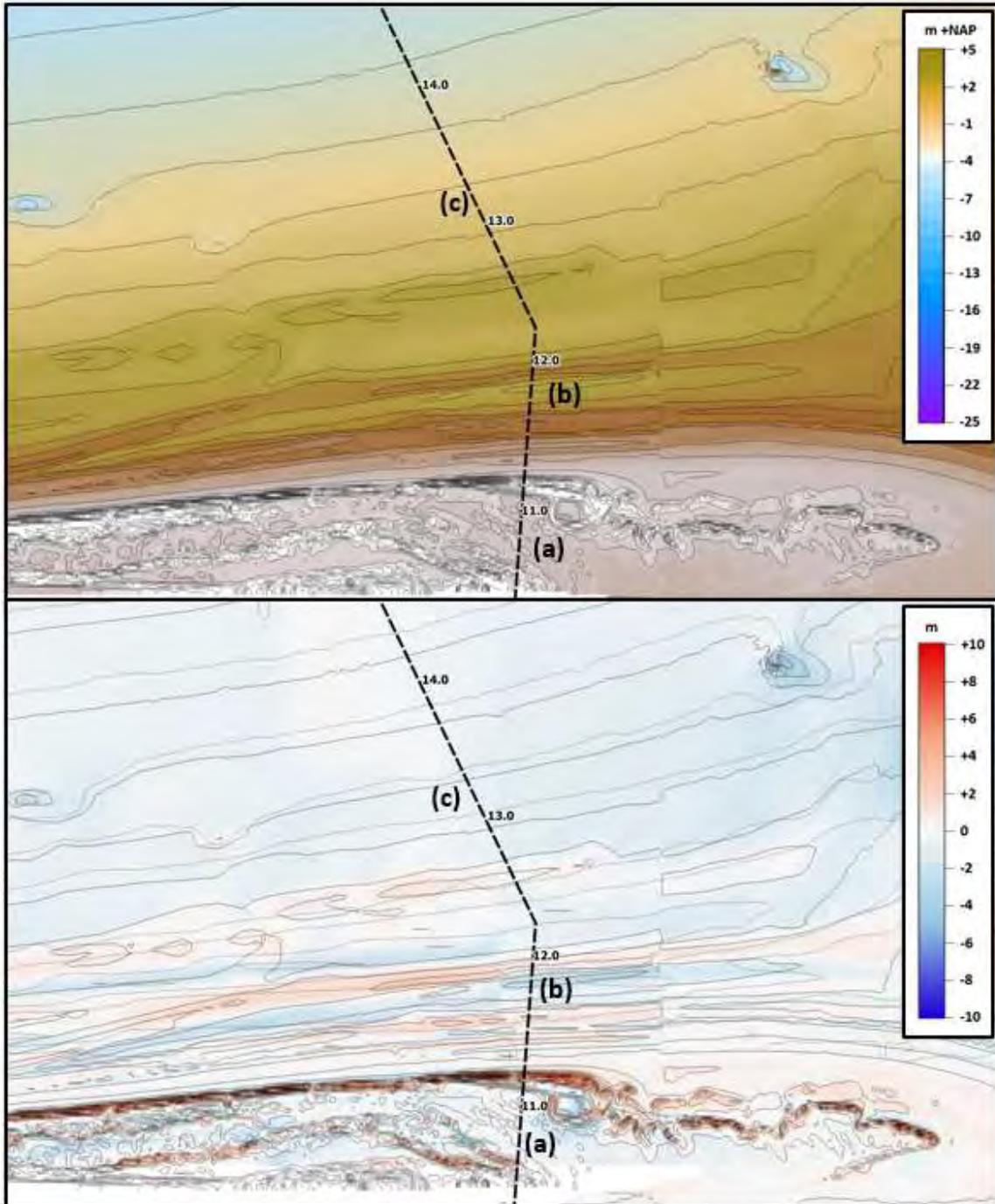
3.5.5 Deelgebied C – Ameland en Noordzezijde (KP 11-23)

Het gebied met Ameland, de duinen, het Noordzeestrand en de zandbanken loopt van circa KP 11 tot circa KP 13. Daarna loopt de route verder zeewaarts.

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- (a): KP 11,0 ligt midden op Ameland met een stabiele bodemligging;
- (b): Tussen KP 11,40 en KP 13,0 is er een grote variatie (zowel verticaal als ruimtelijk) in de bodemligging door het verplaatsen van zandbanken. Verder lijkt er sprake van een dalende bodem;
- ©: ook in het diepere deel waar minder/geen zandbanken zijn is een dalende trend van de bodem zichtbaar. Gezien de snelheid (tot ca. 3 cm per jaar, zie @@ afbeelding) is dit grotendeels het gevolg van kusterosie (en niet of minder gerelateerd aan verdieping door gaswinning [met een snelheid tot circa 1 cm per jaar, zie @@ afbeelding]).

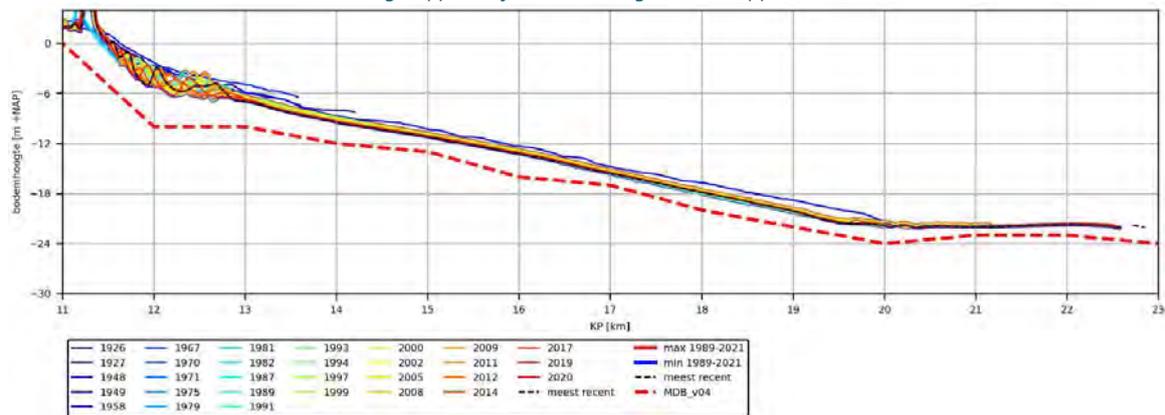
Afbeelding 3.184 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route VIII, deelgebied C



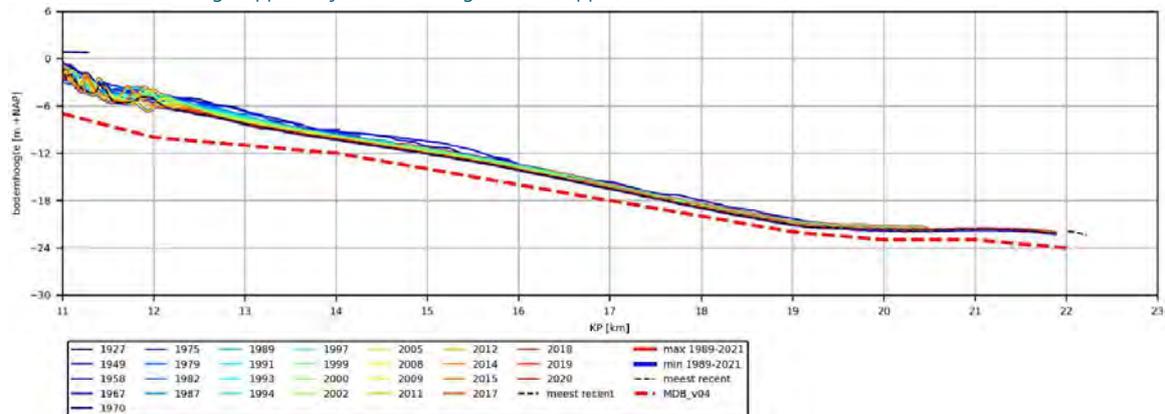
Morfologisch ontwerpprofiel en aandachtspunten

In Afbeelding 3.185 t/m Afbeelding 3.187 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route VIII en het morfologisch ontwerpprofiel binnen deelgebied C (KP 11,0 - KP 23,0).

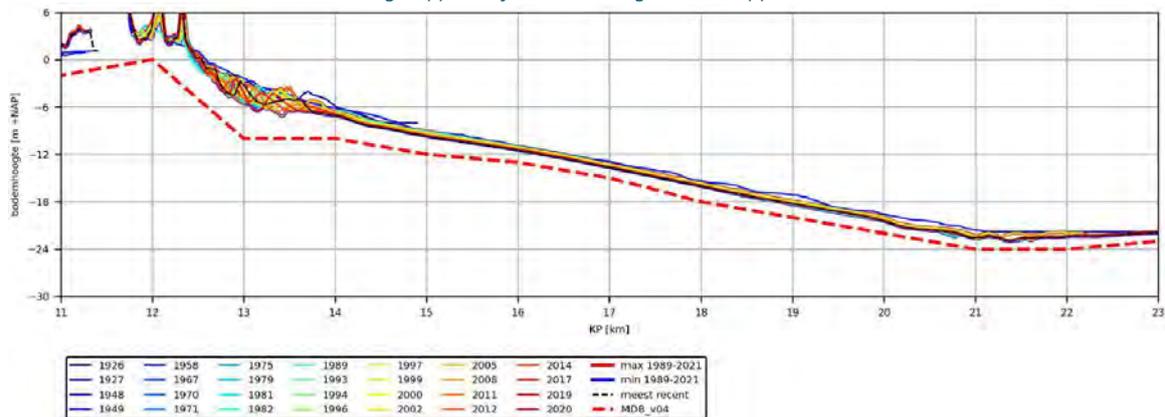
Afbeelding 3.185 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 11,0 - KP 23,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.186 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 11,0 - KP 23,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



Afbeelding 3.187 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route VIII A door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 11,0 - KP 23,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



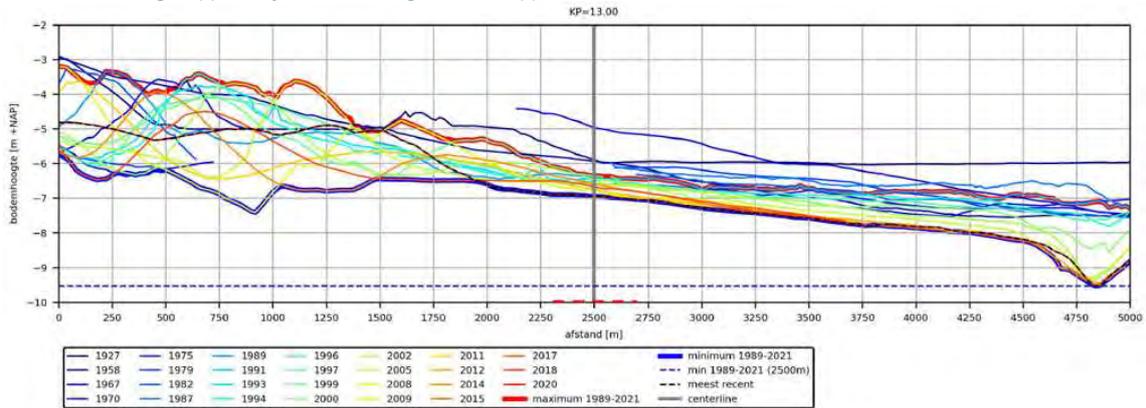
Binnen deelgebied C zijn een aantal zaken belangrijk voor het ontwerp-profiel:

- er is een dalende trend zichtbaar in de bodemhoogte. De snelheid hiervan neemt af verder richting de Noordzee. De snelheid van de daling ligt in de orde van 0-4 cm per jaar. Gezien de snelheid is de inschatting dat deze daling ten minste deels gerelateerd is aan kusterosie (en niet alleen aan gaswinning of verdieping door grootschalige geologische processen). Dit wordt verder onderbouwd doordat dezelfde trend is waargenomen bij Schiermonnikoog (waar verdieping door gaswinning geen/een

kleinere rol speelt). Voor het morfologisch ontwerpprofiel gaan we daarom uit van een voortzetting van de erosie en nemen we hiervoor een extra marge op.
 Hieronder volgt aan de hand van afbeeldingen een nadere toelichting op het morfologisch ontwerpprofiel.

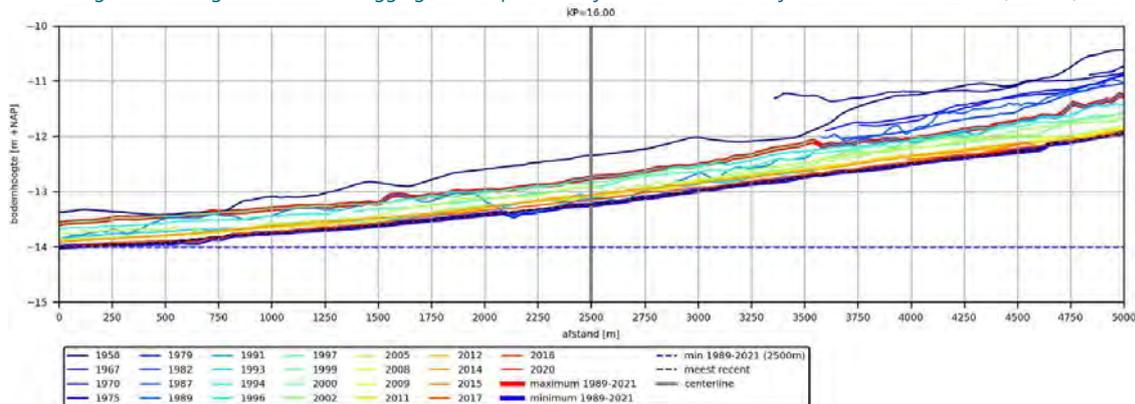
Tussen KP 11,4 en 13,2 is er een grote variatie in de bodemligging door het migreren van zandbanken. In dit gebied is het lastig om verdere verdieping door grootschalige kusterosie waar te nemen, maar het kan niet worden uitgesloten dat dit een rol speelt. Daarom is in het morfologisch ontwerpprofiel uitgegaan van maximale erosie zoals dit te zien is bij KP 13: circa 1 m over een periode van 30 jaar, daarmee maximaal 2 m over de komende 50 jaar.

Afbeelding 3.188 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1927 t/m 2019 (KP 13,0). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Vanaf KP 14 is de trend van de dalende bodem minder groot: 0,5 m over een periode van 30 jaar, daarmee maximaal 1 m over de komende 50 jaar (Afbeelding 3.189). Als voorbeeld voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel nemen we KP 16,0. De laagste bodemligging op het tracé is hier -14,2 m NAP. De dalende trend heeft hier een snelheid van ca. 0,5 m over 30 jaar, dus is een extra buffer opgenomen van 1 m. Aangezien de route momenteel op het diepste punt ligt en er enige onzekerheid is over de snelheid van de kusterosie wordt hier nog wat extra buffer aan toegevoegd. Daarmee komt het morfologisch ontwerpprofiel op -16 m NAP te liggen.

Afbeelding 3.189 Waargenomen bodemligging dwars op middenlijn route VIII door de jaren van 1958 t/m 2020 (KP 16,0)



Voor de overige kilometerpunten inclusief die van de zijlijnen is het morfologisch ontwerpprofiel op een vergelijkbare manier bepaald.

Aandachtspunten

- van nature erodeert de eilandkust. Bij route VII ligt geen van de tracés in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Echter kan onderhoud ten westen van route VII indirect wel bijdragen aan de ontwikkeling van de kustlijn het tracé omdat sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is daarom dat de huidige suppletie strategie gehandhaafd wordt;
- op een aantal locaties dicht bij het tracé zijn dieptes te zien die het gevolg lijken van zandwinning. Uitgangspunt van het morfologisch ontwerpprofiel is dat geen zandwinning binnen 250 m van assets (kabels/leidingen) plaatsvindt.

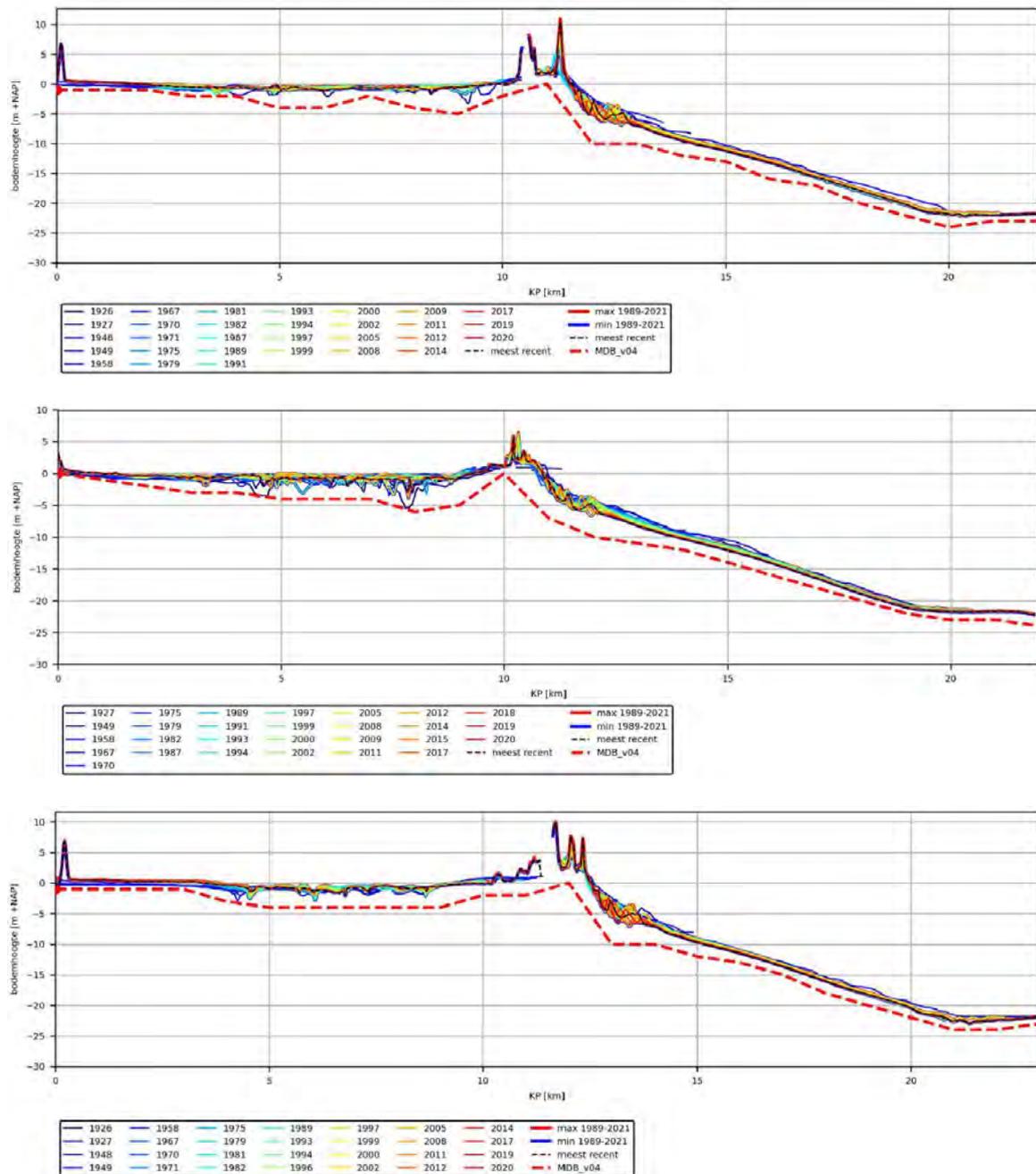
3.5.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.190 is het morfologisch ontwerpprofiel weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijnen en westelijke zijlijnen van route VIII. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- wanneer de rijshouten dammen van de kwelderwerken niet onderhouden worden zou enige erosie van de vastelandskwelder kunnen plaatsvinden. I.v.m. dat met een diepe HDD wordt gewerkt onder de kwelders, maakt het niet uit als enige erosie bij de vastelandskwelders plaatsvindt. Daarom is voor dit rapport de beheerinspanning nu niet verder beschouwd;
- van nature erodeert de eilandkust. Een groot deel van de kust wordt echter onderhouden met suppleties. Bij route VIII ligt zijlijn west in het gebied waar de Basiskustlijn actief wordt onderhouden. Daarnaast draagt dit onderhoud indirect ook bij aan de ontwikkeling van de kustlijn bij de middenlijn en zijlijn oost doordat sedimenttransport langs de Noordzeekust in noordwestelijke richting plaatsvindt. Uitgangspunt voor het ontwerpprofiel is dat de huidige suppletie strategie gehandhaafd wordt;
- op een aantal locaties dicht bij het tracé zijn dieptes te zien die het gevolg lijken van zandwinning. Uitgangspunt van het morfologisch ontwerpprofiel is dat geen zandwinning binnen 250 m van assets (kabels/leidingen) plaatsvindt.

Afbeelding 3.190 Morfologisch ontwerpprofiel en waargenomen bodemligging langs route VIII door de jaren van 1927 t/m 2020.
Van boven naar beneden: middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west

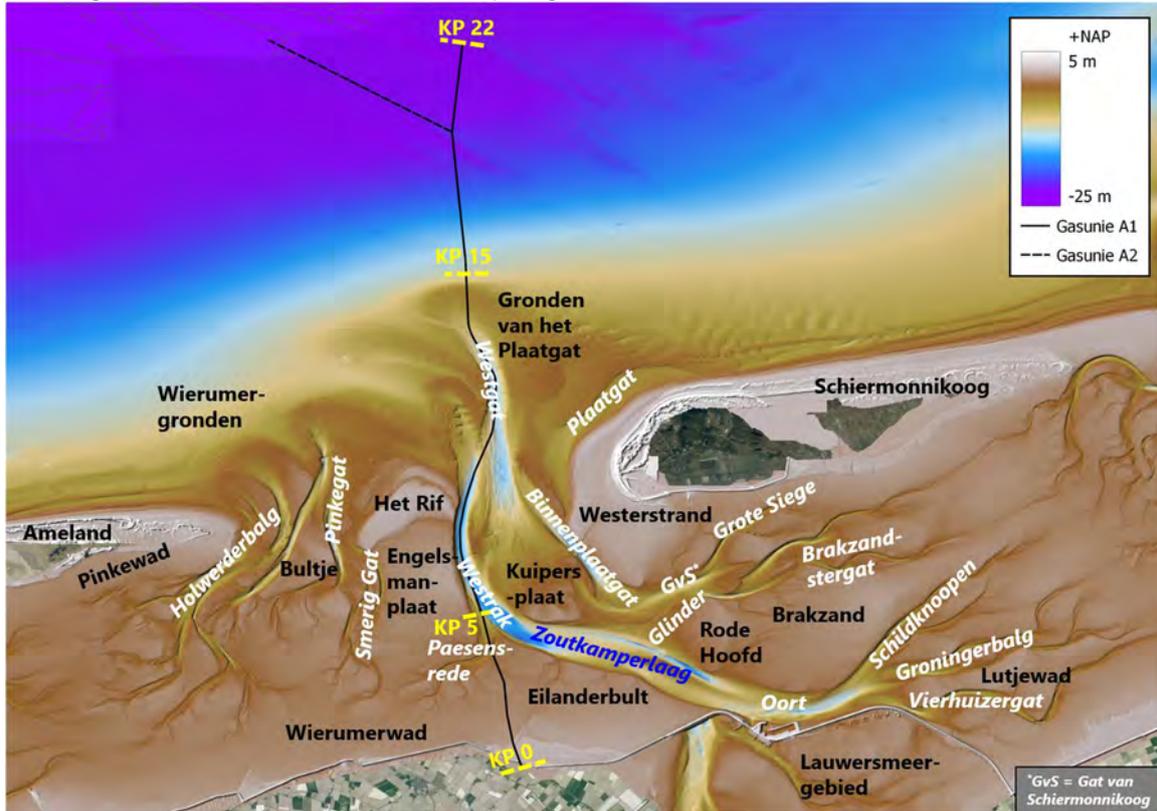


3.6 Route IX - Zoutkamperlaag

3.6.1 Routebeschrijving en indeling deelgebieden

Voor route IX – Zoutkamperlaag worden twee varianten beschouwd (Afbeelding 3.191): variant 'A1' en variant 'A2'. Deze twee varianten verschillen alleen in het Noordzegebied (voorbij de 20 m diepte contour) en dus wordt voor het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel alleen variant 'A1' beschouwd. Route IX loopt vanaf de vastelandskust bij Paezens over het wad naar de Zoutkamperlaag (ter hoogte van de Westrak) en vervolgens door het Westgat naar het noorden.

Afbeelding 3.191 Bovenaanzicht van route IX (Zoutkamperlaag) variant A1 en A2

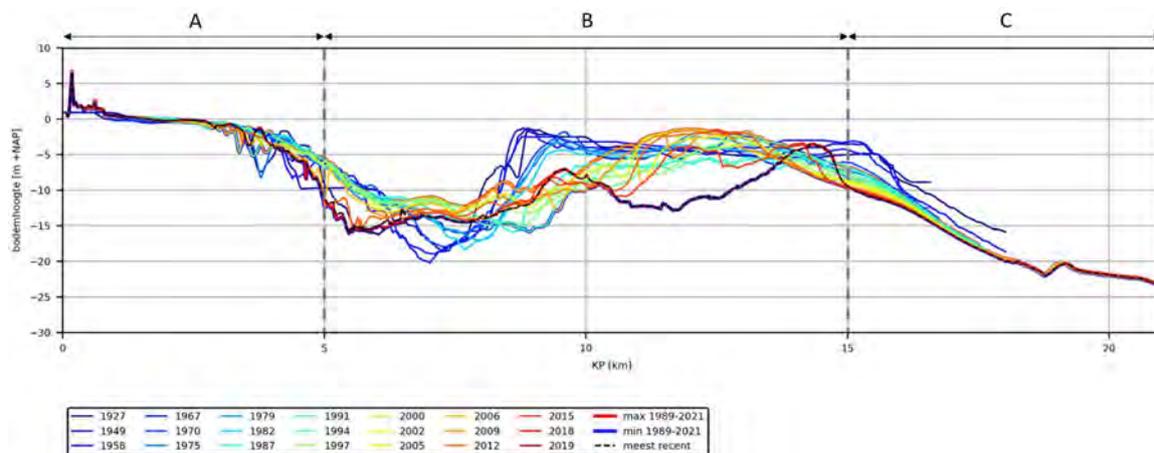


Langs route IX onderscheiden we de volgende deelgebieden:

- Paesens tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5);
- Westrak, Westgat en buitendelta (KP 5 - 15);
- Noordzeekustzone (KP 15 - 22).

In Afbeelding 3.192 is het langsprofiel weergegeven van route IX variant 'A1' met daarin de bodemhoogte voor alle beschikbare peilingen (1927-2019).

Afbeelding 3.192 Waargenomen bodemligging langs route IX variant 'A1' door de jaren van 1927 t/m 2019. A = Paesens tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5), B = Zoutkamperlaag, Westgat en buitendelta (KP 5 - 15), C = Noordzeekustzone (KP 15 - 22)

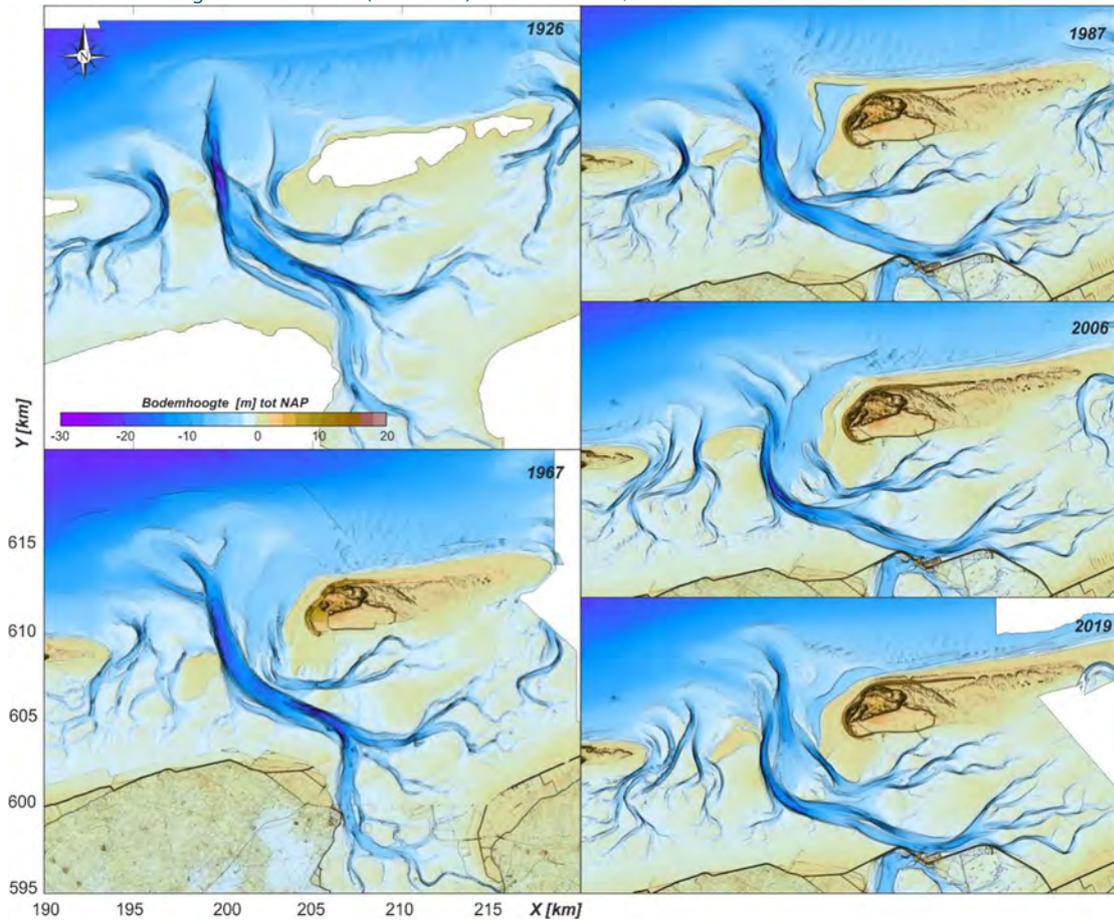


3.6.2 Grootschalige ontwikkelingen nabij de route

In de beschikbare studies naar het kombergingsgebied van het Friesche Zeegat (Zoutkamperlaag en Pinkegat) worden een aantal grootschalige ontwikkelingen beschreven die van belang zijn bij het bepalen van het morfologisch ontwerp-profiel (Vermaas & Elias, 2019; Oost, Cleveringa en Taal, 2020; Elias en Oost, 2021; Meijers, van Weerdenburg, Grasmeyer, Lenstra en Cleveringa, 2024):

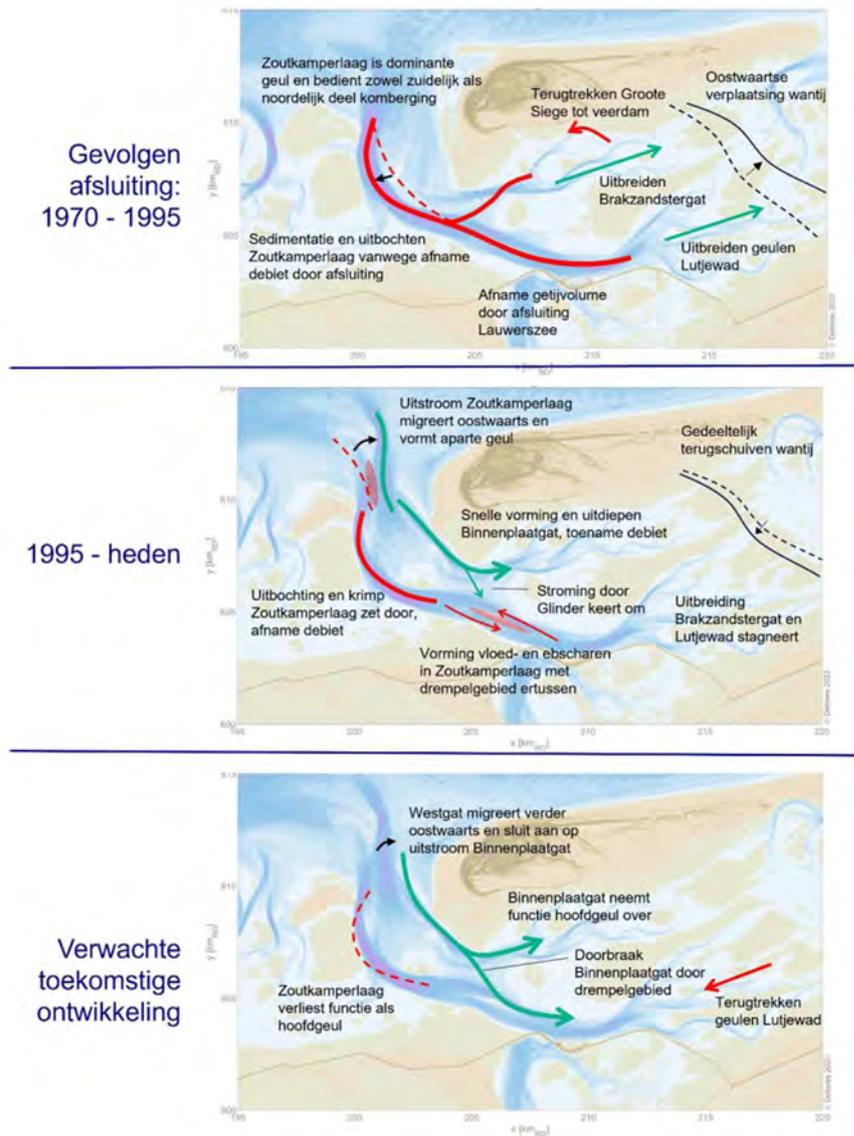
- in de oostelijke Waddenzee heeft de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 een groot effect gehad (zie Afbeelding 3.193). Ten gevolge van deze ingreep is het watervolume dat per getijcyclus door de Zoutkamperlaag stroomt met 35% tot 43% afgenomen (Oost, 1995; Postma & Reenders, 1986) en is het zwaartepunt van het zuiden naar het oosten verplaatst. Nog altijd vormen de geulen en platen in de buitendelta en het gebied achter dit zeegat zich naar deze veranderingen. De doorsnede van geulen neemt af door sedimentatie en er vormen zich nieuwe wadplaten. Dit proces vindt plaats op een tijdschaal van meerdere decennia;
- sedimentatie in de Zoutkamperlaag gaat gepaard met een afnemend debiet en uitbochtiging naar het zuidwesten, voornamelijk door sedimentatie in de binnenbocht;
- de buitendelta van het zeegat van de Zoutkamperlaag vertoont een complex gedrag. Er zijn grofweg drie perioden te onderscheiden: perioden met een enkele hoofdgeul (1927-2018) en perioden met twee hoofdgeulen: 1820-1921 en de periode vanaf 2018. Recentelijk (2015-2018) heeft zich oostwaarts van de oude hoofdgeul Zoutkamperlaag een nieuwe geul gevormd, het Binnenplaatgat, die snel in diepte is toegenomen;
- het gedrag van de geulen en banken op de buitendelta kan worden beschreven met de conceptuele modellen van buitengeul verplaatsing (alleen het uiteinde van de hoofdgeul verplaatst cyclisch) en hoofd-ebgeul verplaatsing (de gehele geul verplaatst). Het concept van cyclische ontwikkeling is voor het Friesche Zeegat niet voldoende toepasbaar. Stochastische processen, door mens of natuur geïnitieerd, spelen hiervoor een te belangrijke rol (Elias en Oost, 2021);
- het wad aan de kust van Friesland (Wierumerwad, Eilanderbult) valt bij laagwater droog, heeft een ruimtelijk homogeen bodemniveau en is vertoont weinig bodemhoogte veranderingen door de tijd.

Afbeelding 3.193 De grootschalige ontwikkeling van de Zoutkamperlaag gebaseerd op lodingen en voor vasteland en eilanden aangevuld met AHN-1 (1996-2003). Bron: Oost et al., 2020



De volgende paragraaf is volledig gebaseerd op informatie uit Meijers et al. (2024). Daarin wordt een voorspelling gemaakt van de verwachte morfologische ontwikkeling van het getijdebekken Zoutkamperlaag in de komende jaren tot decennia. Het Binnenplaatgat is snel in diepte toegenomen. Tegelijkertijd is in de Zoutkamperlaag sprake van verzanding en steeds verdere uitbochting. Modelberekeningen laten zien dat de debieten door de Zoutkamperlaag gestaag afnemen terwijl het Binnenplaatgat aan belang wint. Met het noordoostwaarts verschoven zwaartepunt na de afsluiting van de Lauwerszee ligt het Binnenplaatgat gunstiger om het bekken te bedienen. De verwachting is dat de Zoutkamperlaag verder blijft uitbochten en in doorsnede afneemt. Het is waarschijnlijk dat het Binnenplaatgat op termijn de functie van de huidige hoofdgeul Zoutkamperlaag zal overnemen. Ook wordt verwacht dat het Westgat verder oostwaarts migreert en aansluit op de aanstroom van het Binnenplaatgat. Bovengenoemde verwachtingen zijn meegenomen bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel van route IX.

Afbeelding 3.194 Conceptueel model van de ontwikkeling van het getijdebekken Zoutkamperlaag. Groene lijnen geven vormende en uitbreidende geulen weer, rode lijnen krimpende/terugtrekkende geulen. Overgenomen uit Meijers et al. (2024)



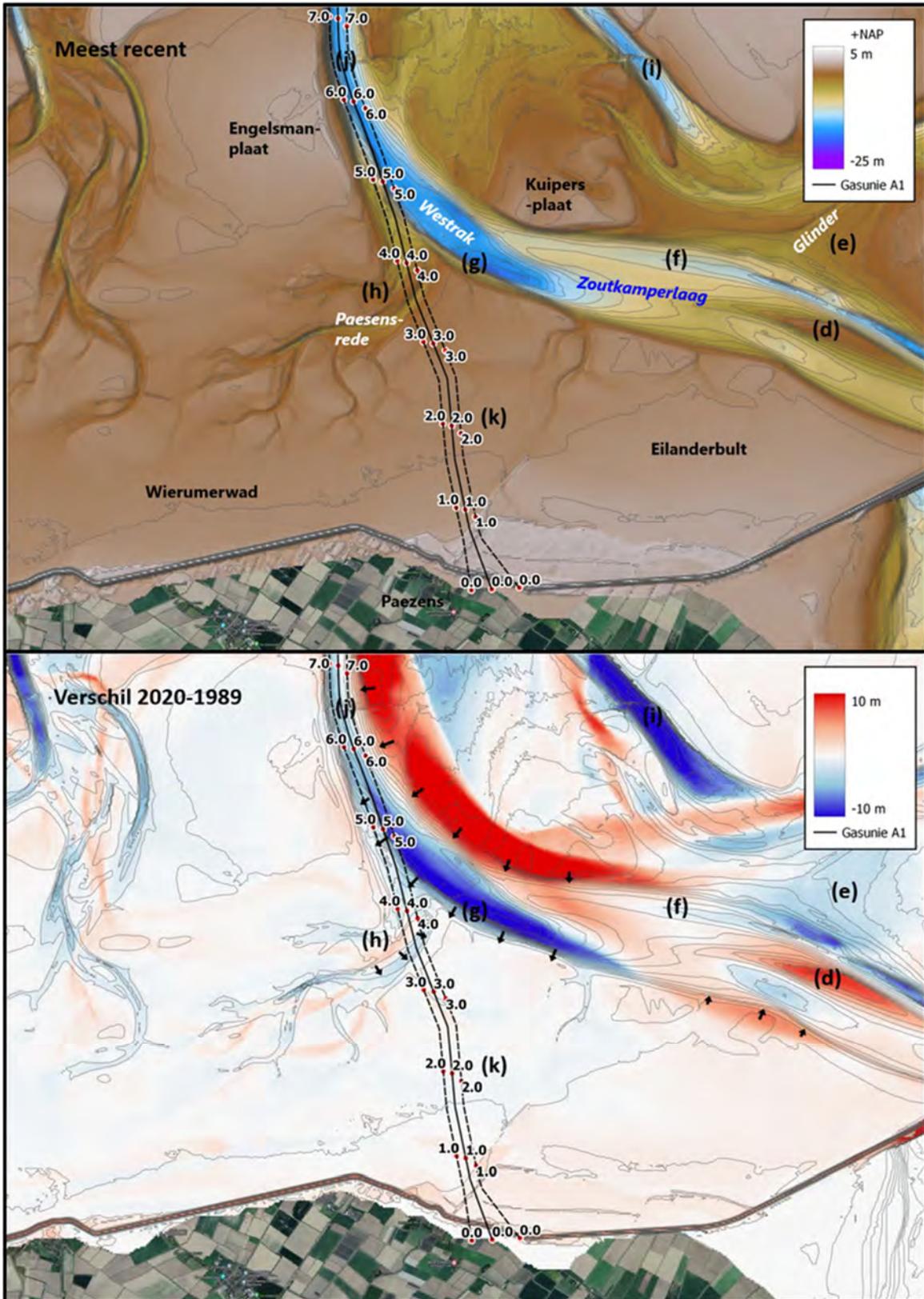
3.6.3 Deelgebied A - Oort en Westrak tot aan Engelsmanplaat (KP 0 - 5)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

In Afbeelding 3.195 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A samengevat:

- (d): ontwikkeling van een ondiepte;
- (e): verdieping van de Glinder;
- (f): eb-vloed schaar in de Zoutkamperlaag, bodemhoogte relatief stabiel;
- (g): buitenbocht van de Zoutkamperlaag (Westrak) erodeert waardoor de geul zich richting het zuiden beweegt;
- (h): migratie van de Paesensrede naar het zuidoosten;
- (i): verdieping van het Binnenplaatgat;
- (j): relatief stabiel deel van hoofdgeul Zoutkamperlaag (Westrak);
- (k): Wierumerwad en Eilanderbult, bodemniveau ruimtelijk homogeen en beperkt dynamisch.

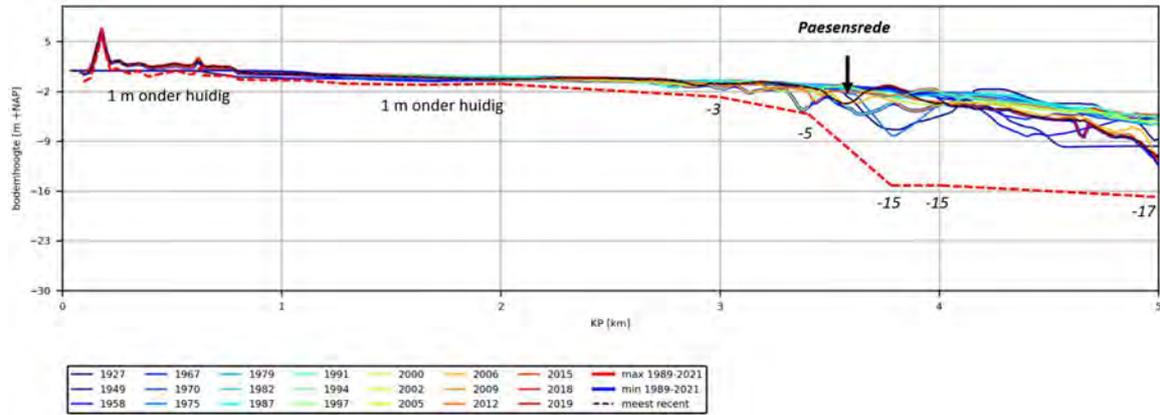
Afbeelding 3.195 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied A (KP 0 - 5)



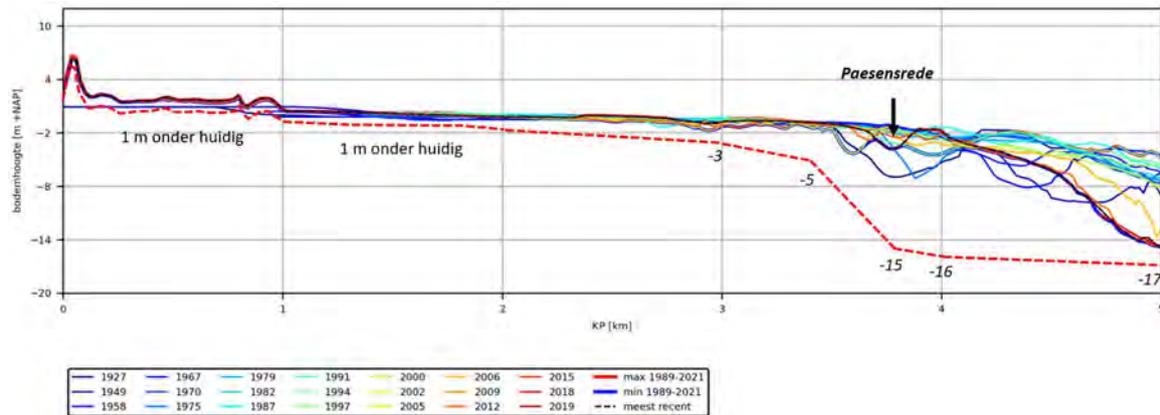
Morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.196, Afbeelding 3.197 en Afbeelding 3.198 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijke zijlijn van route IX - variant 'A1' binnen deelgebied A (KP 0 - KP 5). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

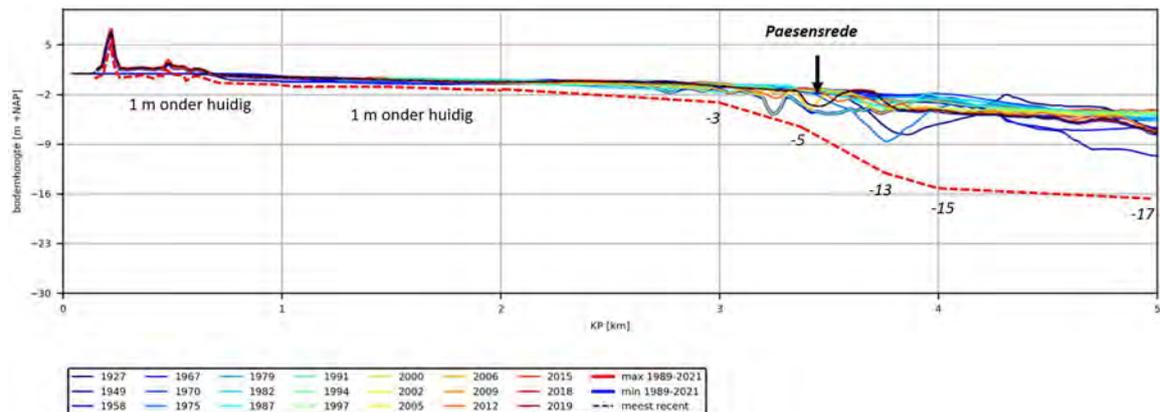
Afbeelding 3.196 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 5). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.197 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 5). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.198 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 0 - 5). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

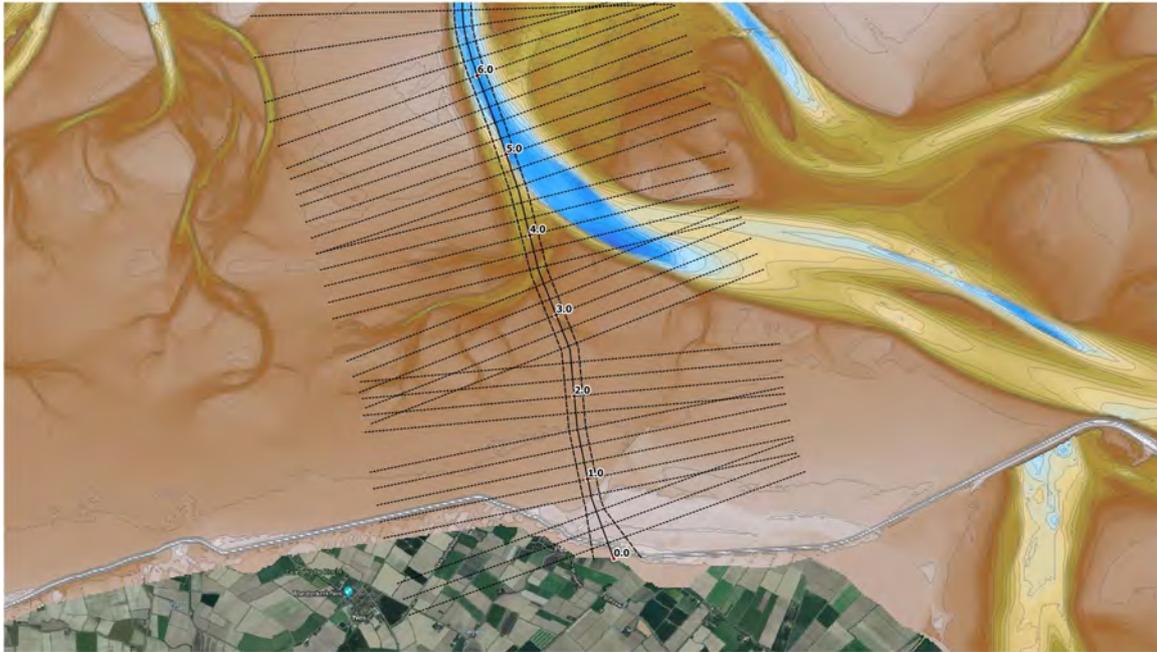


Langs dit deel van het langsprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 0-3 (Afbeelding 3.200): stabiel wad, de variatie in bodemhoogte in de afgelopen 40 jaar is hier tussen 0,5 en 1,5 m (geen duidelijke trend);
- KP 3-5 (Afbeelding 3.201 en Afbeelding 3.202): de Paesensrede die naar het zuiden migreert en aansluiting op de Zoutkamperlaag.

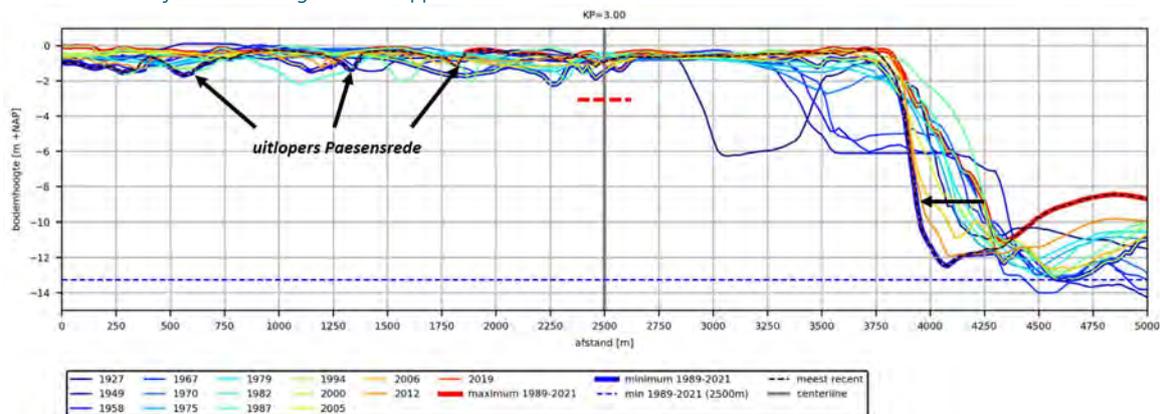
In Afbeelding 3.200 t/m Afbeelding 3.202 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel voor de middenlijn van route IX aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.199.

Afbeelding 3.199 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route IX variant 'A1'



De variatie in bodemhoogte op het wad tussen KP 0 en KP 3 in de afgelopen 40 jaar is tussen de 0,5 en 1,5 m (geen duidelijke trend). Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel 1 m (KP 0-2) tot 2 m (KP 2-3) onder het huidige bodemniveau geplaatst.

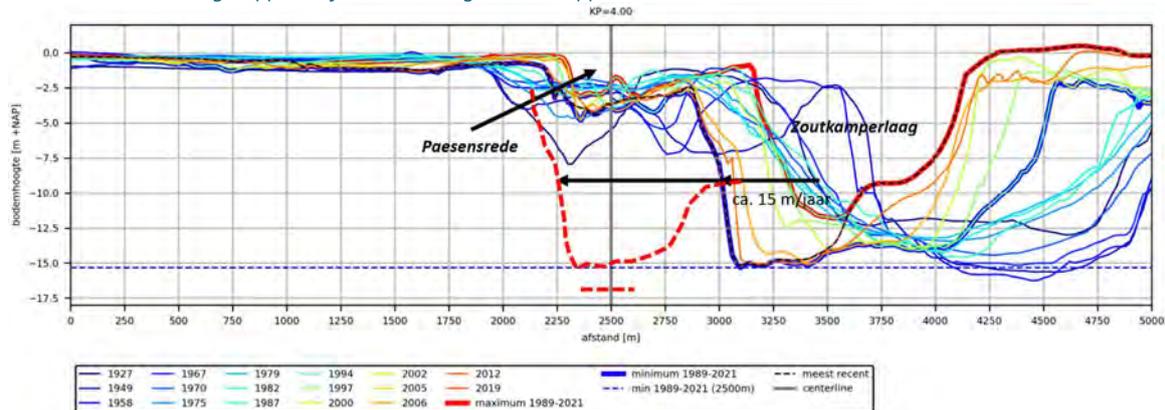
Afbeelding 3.200 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 3 van route IX variant A1 - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Bij KP 4 loopt route IX door de Paesensrede. Deze kleine geul (vertakking van de Zoutkamperlaag) beweegt naar het zuiden en kan in de komende 50 jaar verdiepen. Belangrijker is dat de Zoutkamperlaag hier naar het zuidwesten beweegt. Als de uitbocht van de afgelopen 40 jaar zich doorzet kan het diepste punt van de Zoutkamperlaag over 50 jaar nabij de middenlijn van de route liggen bij KP 4. Verwacht wordt dat in de toekomst de diepte van de Zoutkamperlaag zal afnemen als het Binnenplaatgat de functie van hoofdgeul gaat overnemen. Omdat deze verondieping onzeker is wordt voor het morfologisch ontwerp profiel bij KP 4 rekening gehouden met het huidige diepste punt van de Zoutkamperlaag. Het morfologisch ontwerp profiel bij KP 4 is daarom gekozen op -15 m NAP.

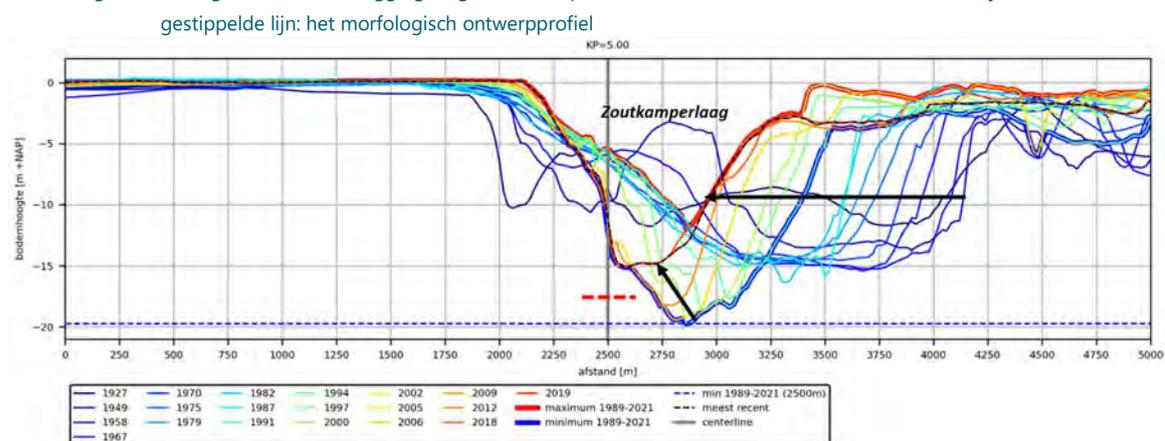
Afbeelding 3.201 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 4.0 van route IX variant A1 - middenlijn.

Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp profiel



Bij KP 5 loopt de route langs het talud van de Zoutkamperlaag (overgang naar Paesensrede). De Zoutkamperlaag bocht uit naar het zuidwesten. In het verleden (omstreeks 2005) was de Zoutkamperlaag hier op zijn diepste punt ongeveer -21 m NAP. Sinds ongeveer het jaar 2000 wordt de Zoutkamperlaag hier ondieper. Het morfologisch ontwerp profiel bij KP 5 is gekozen op -17 m NAP, 2 m onder het huidige diepste punt van de Zoutkamperlaag langs het dwarsprofiel en ongeveer 5 m beneden het meest recente bodemniveau. Een verplaatsing van de route naar het diepste punt van de geul kan de begraafdiepte hier met 3-4 m beperken.

Afbeelding 3.202 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 5.0 van route IX variant A1 - middenlijn. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp profiel



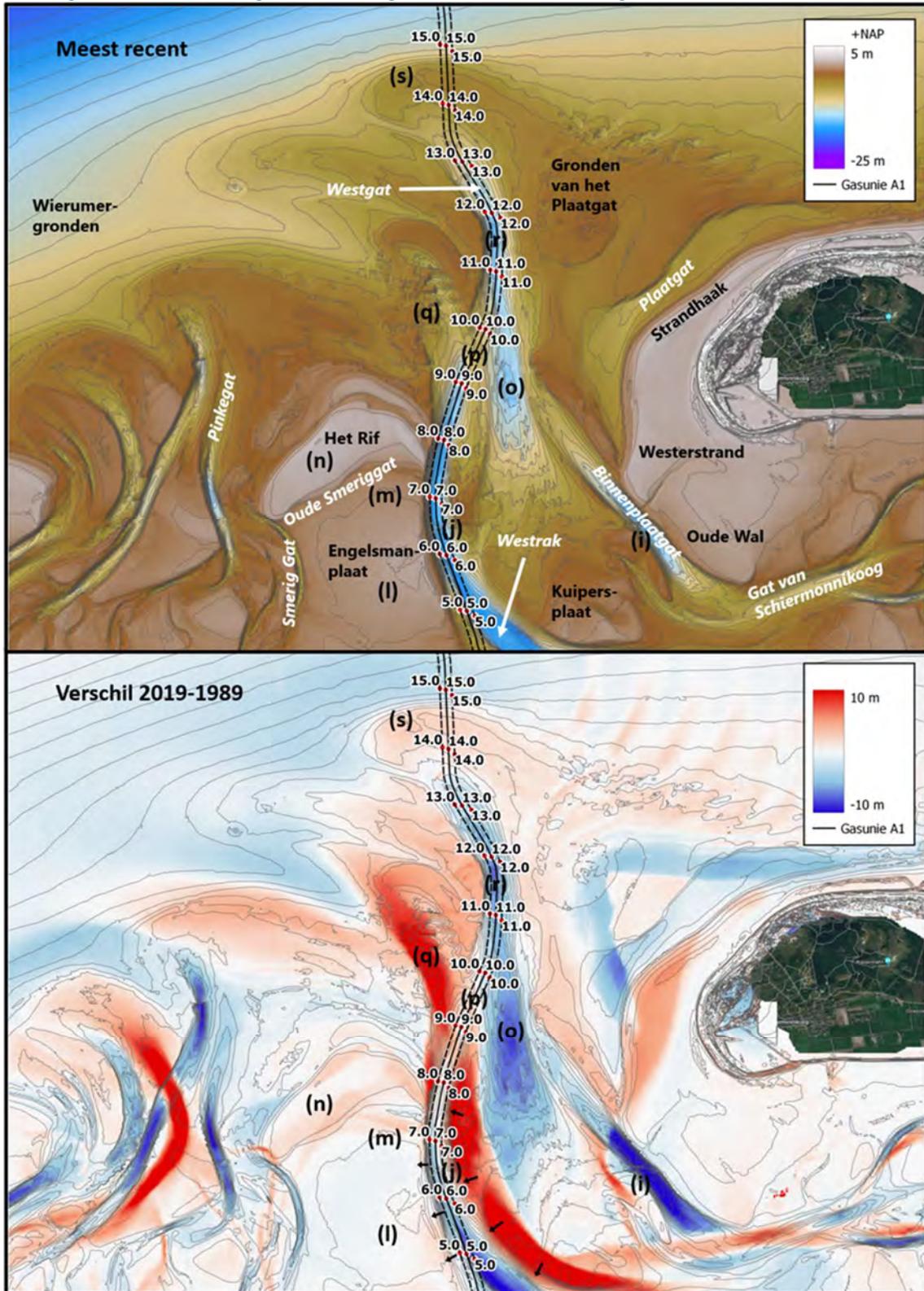
3.6.4 Deelgebied B - Westrak, Westgat en getijde delta (KP 5 - 25)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

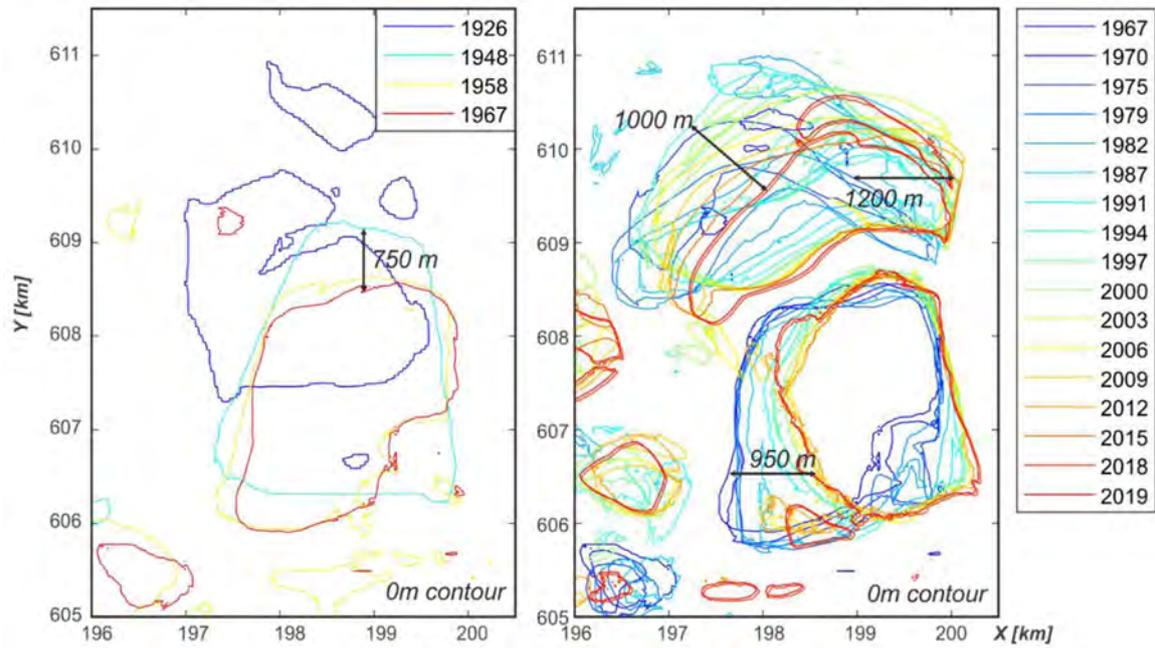
In Afbeelding 3.203 zijn de belangrijkste morfologische ontwikkelingen in en rondom deelgebied B samengevat:

- (i): verdieping van het Binnenplaatgat;
- (j): relatief stabiel deel van hoofdgeul Zoutkamperlaag (Westrak);
- (l): Engelsmansplaat met relatief stabiele bodemligging, de zuidoost punt van deze plaat bouwt uit naar het oosten (richting de Zoutkamperlaag);
- (m): opvulling van het Oude Smeriggat (kortsluitgeul) tussen de Engelsmansplaat en het Rif;
- (n): Het Rif, een plaat die vanaf 1958 ontstaat als een ondiepe bank op de voorliggende buitendelta en daarna een duidelijke halvemaan-vorm krijgt en verder in hoogte toeneemt. Op het Rif bevinden zich duinen met een hoogte van +2m NAP, die overwash en landwaartse migratie van Het Rif onderdrukken.
- (o): verdieping in de oostelijke vloedgeul;
- (p): ondiepe rug op de overgang van de eb- naar de vloedgeul;
- (q): sterke sedimentatie in de hoofd(eb)geul door de overgang van een één-geulensysteem naar een meergeulensysteem;
- (r): verdieping en oostwaartse migratie van het Westgat, de hoofdebgeul die de uitstroming vanuit het bekken verzorgt (uitstroomopening van de Zoutkamperlaag);
- (s): dynamische buitendelta.

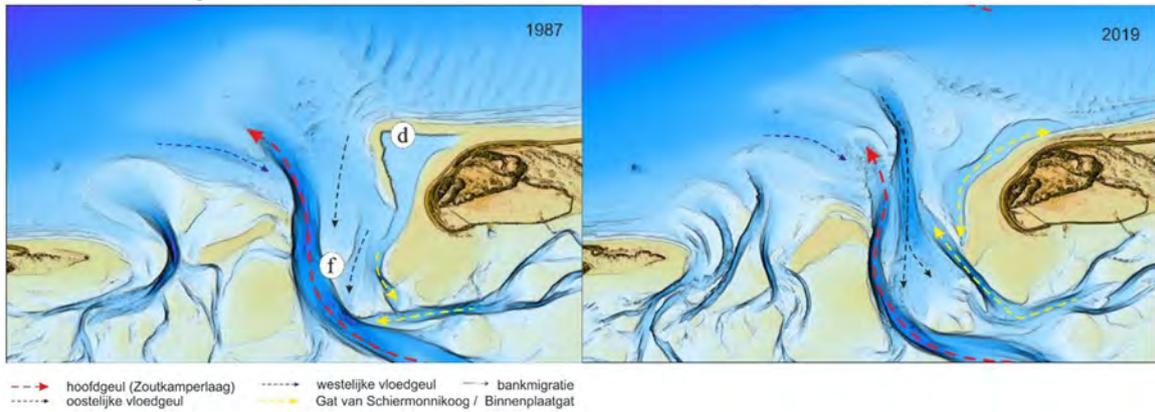
Afbeelding 3.203 Overzicht morfologische ontwikkelingen in en rondom route IX, deelgebied B (KP 5 - 15)



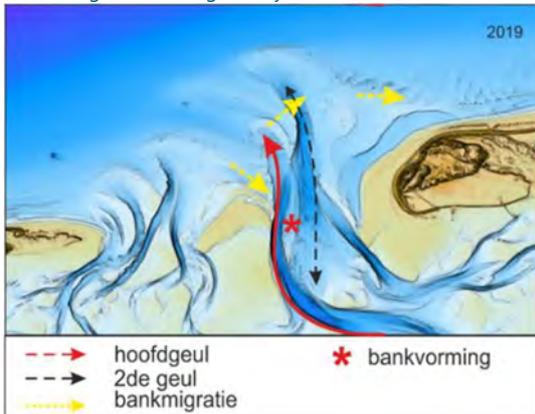
Afbeelding 3.204 Ontwikkeling van het Engelsmanplaat en Het Rif in de periode 1926-1967 (links) en 1967-2019 (rechts) door visualisatie van de 0 m NAP contouren. Overgenomen uit Elias, E., Oost, A. (2021)



Afbeelding 3.205 Buitendelta van de Zoutkamperlaag in 1987 (één-geulensysteem) en in 2019 (meer-geulensysteem), overgenomen uit Elias, E., Oost, A. (2021)



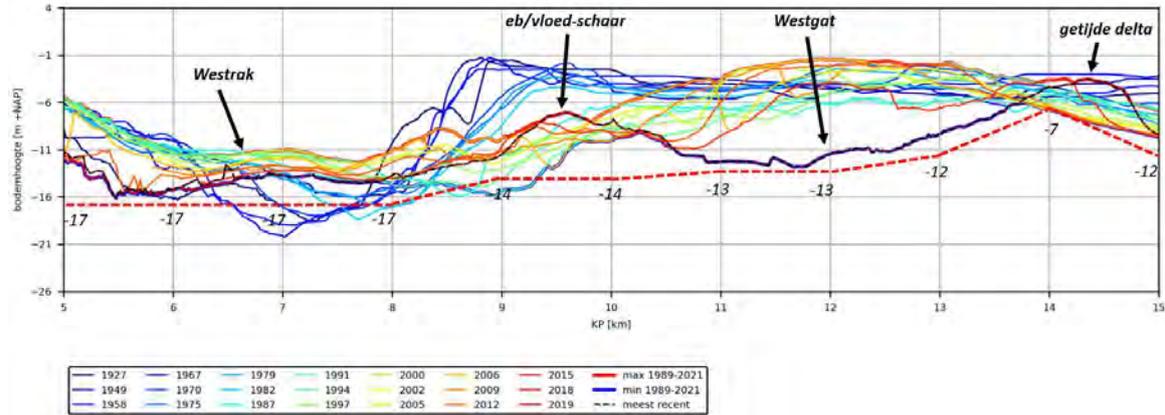
Afbeelding 3.206 Tweegeulensysteem met indicatieve richting bankmigratie, overgenomen uit Elias, E., Oost, A. (2021)



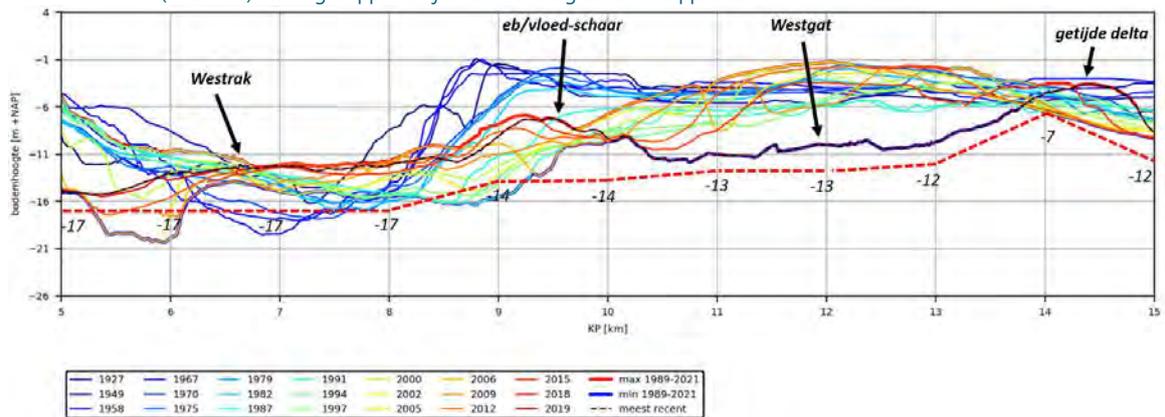
Morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.207, Afbeelding 3.208 en Afbeelding 3.209 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route IX - variant 'A1 - binnen deelgebied B (KP 5 - KP 15). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

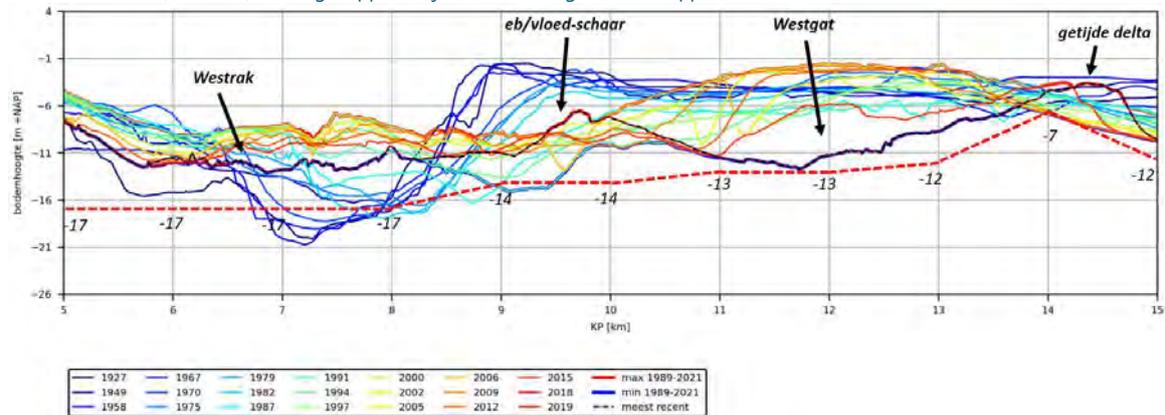
Afbeelding 3.207 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route IX variant 'A1 door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 5 - 15). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.208 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route IX variant 'A1 door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 5 - 15). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.209 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route IX variant 'A1 door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 5 - 15). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel

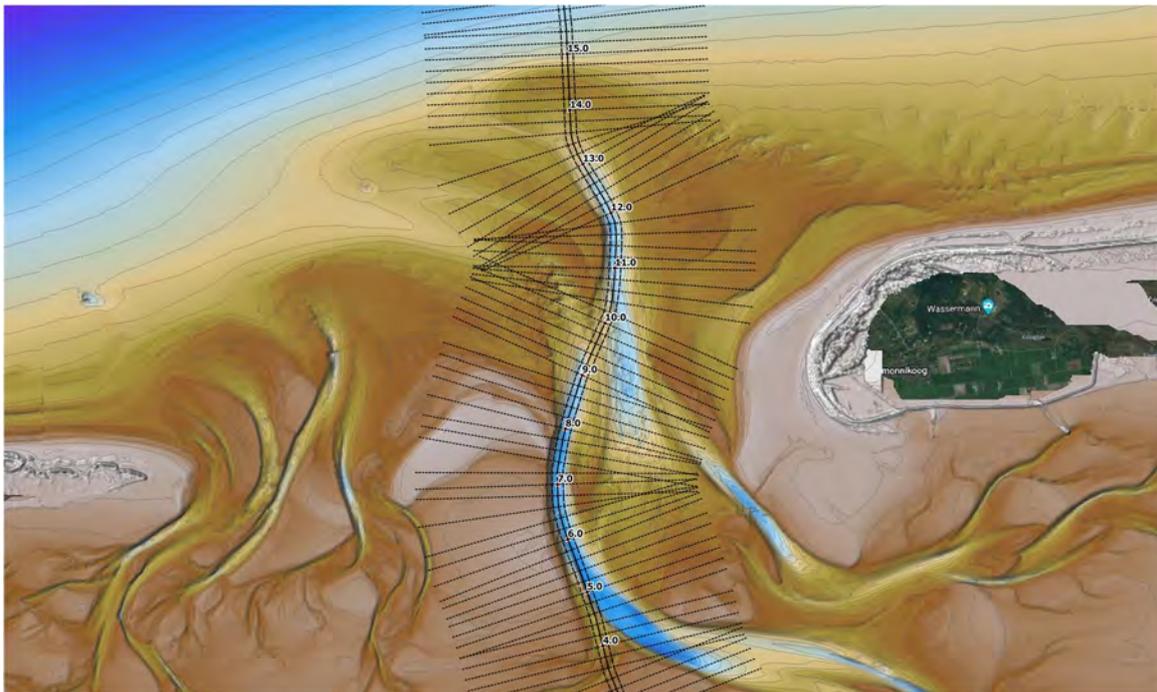


Langs dit deel van het langsprofiel zijn de volgende ontwikkelingen relevant:

- KP 5-7 (Afbeelding 3.211): verdieping van de Westrak;
- KP 7-10 (Afbeelding 3.212): verondieping op de overgang van de Westrak naar het Westgat (eb-vloed schaar);
- KP 10-14 (Afbeelding 3.213): Westgat dat naar het noordoosten migreert;
- KP 14 (Afbeelding 3.214): buitendelta die de afgelopen decennia naar het noorden uitbouwt;
- KP 15 (Afbeelding 3.215): verdieping van het gebied ten noorden van de buitendelta.

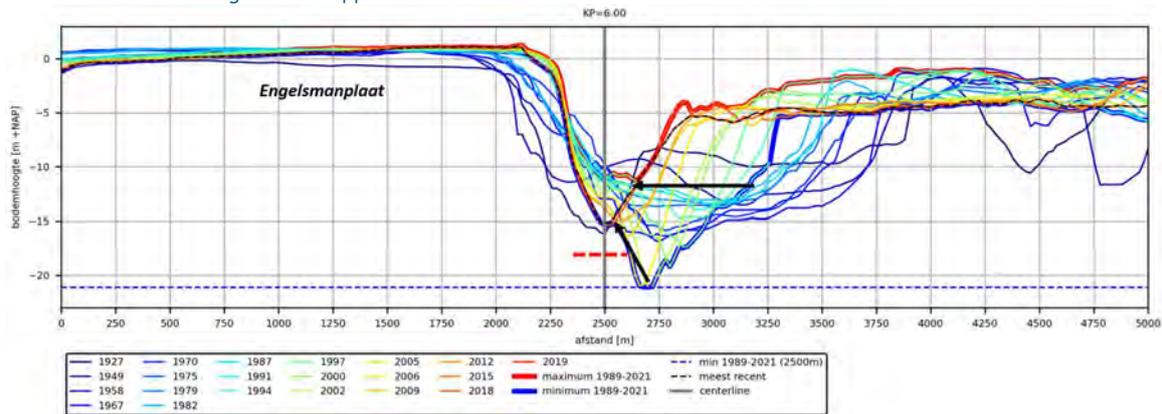
In Afbeelding 3.211 t/m Afbeelding 3.215 wordt de keuze voor het morfologische ontwerpprofiel aan de hand van enkele dwarsprofielen nader toegelicht. De locatie van deze dwarsprofielen is weergegeven in Afbeelding 3.210.

Afbeelding 3.210 Overzicht dwarsprofielen met KP-nummers langs route IX variant 'A1 - deelgebied B



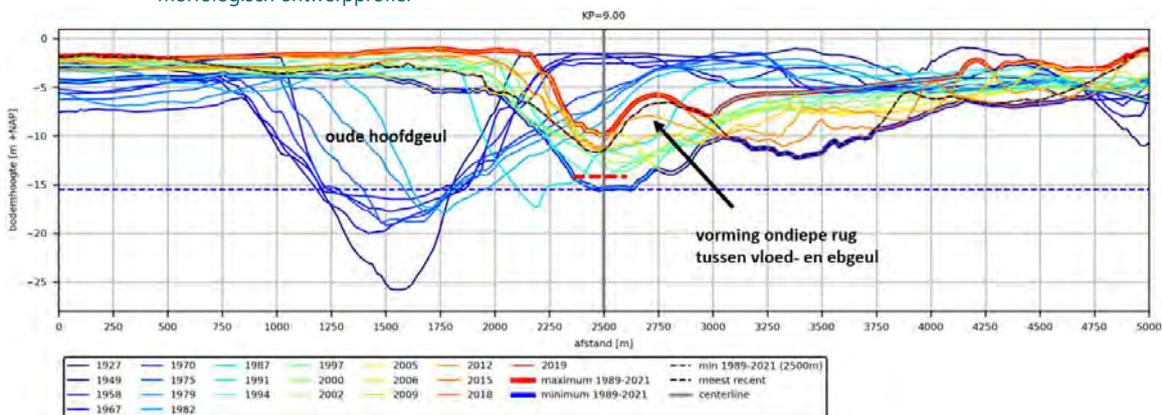
Tussen KP 5 en KP 7 loopt route IX door de Westrak, ten oosten van Het Rif. De geul is hier in de afgelopen decennia flink in doorsnede afgenomen en verondiept. De geul is ook smaller geworden door aanzanding aan de oostzijde. De verwachting is dat de verondieping hier zal doorzetten, maar beperkte verdieping kan niet geheel worden uitgesloten. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 6 gekozen op -17 m NAP, 2 m onder het huidige diepste punt van de geul.

Afbeelding 3.211 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 6.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



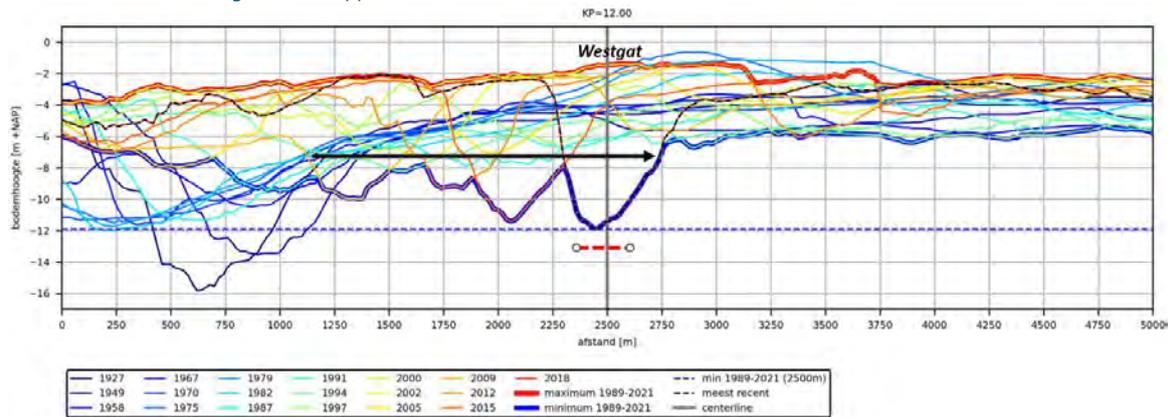
Tussen KP 7 en KP 10 kruist de route een ondiepe rug tussen de vloed- en ebgeul op de overgang tussen de Westrak en het Westgat. Het is hier in de huidige situatie relatief ondiep, maar als de schaar verdwijnt kan flinke verdieping optreden maar verwacht wordt dat in dat geval de geul ten oosten van de middenlijn verdiepte. Het morfologisch ontwerp-profiel is bij KP 9 gekozen op -14 m NAP, dit is 1 m boven het diepste niveau van de geul nabij deze locatie in de afgelopen 40 jaar.

Afbeelding 3.212 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 9.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerp-profiel



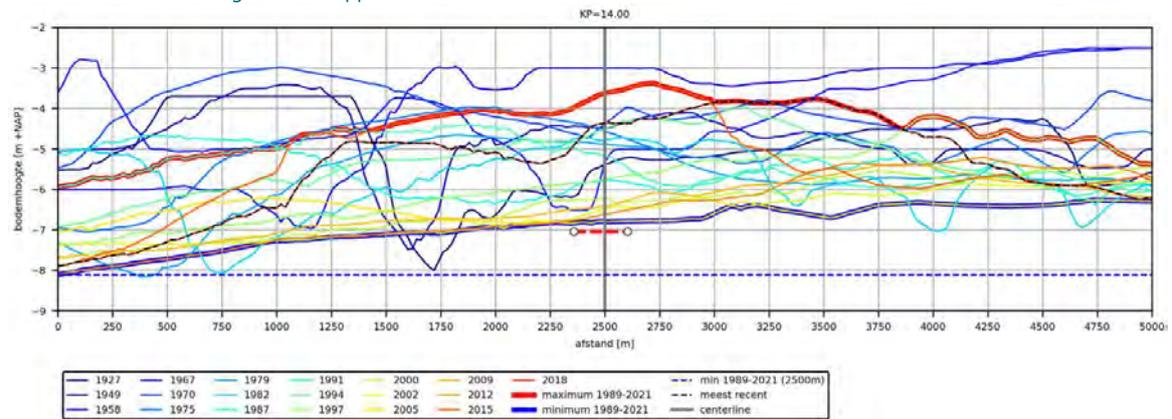
Ter hoogte van KP 12 loopt de route door het Westgat. Tussen 2015 en 2019 is de geul hier circa 400 m naar het oosten verplaatst en daarbij iets verdiept. Verdere verdieping kan in de komende 50 jaar niet worden uitgesloten. Aangezien de geul waarschijnlijk verder naar het oosten migreert is het onwaarschijnlijk dat boven de middenlijn route verdieping gaat optreden. Omdat verdieping van de geul ter hoogte van KP 12 niet helemaal kan worden uitgesloten is rekening gehouden met een mogelijke verdieping van 2 m. Daarom is het morfologisch ontwerp-profiel bij KP 12 gekozen op -13 m NAP. Dat is circa 1 m beneden het meest recente bodemniveau.

Afbeelding 3.213 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 12.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



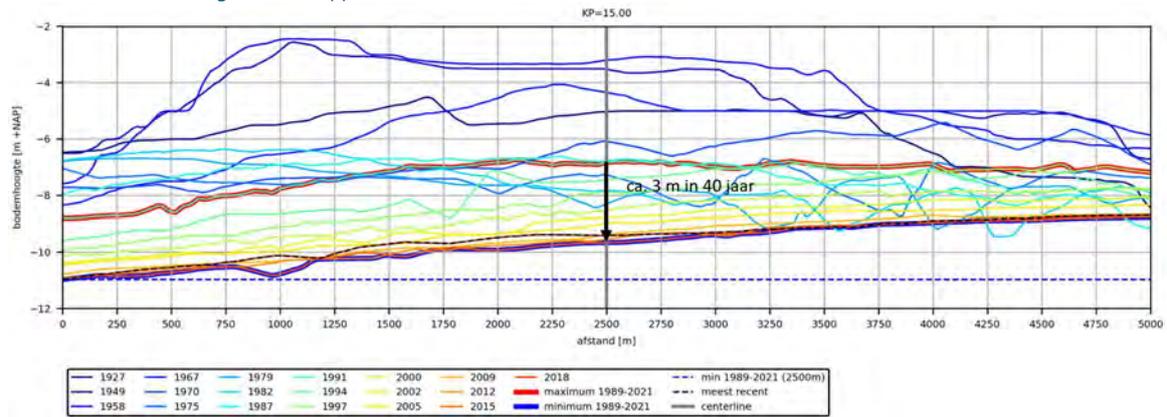
Bij KP 14 kruist de route de buitendelta van de Zoutkamperlaag. Het is hier relatief ondiep in de huidige situatie, maar door het dynamische gedrag van dit type delta's kan bodemniveau hier behoorlijk variëren. Het Westgat buigt nu ter hoogte van KP 20 naar het westen af, maar kan in de toekomst over langere afstand langs de route lopen. Het morfologisch ontwerpprofiel is daarom bij KP 14 gekozen op -7 m NAP, dat is ongeveer gelijk aan het diepste punt van de uitloper van het Westgat door de buitendelta.

Afbeelding 3.214 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 14.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Direct noordelijke van de buitendelta treedt verdieping op (ongeveer 2 m in de periode 1987-2019). In de komende 50 jaar kan op basis hiervan een verdieping van 4 m optreden. Daarom is het morfologisch ontwerpprofiel bij KP 15 gekozen op -14 m NAP (circa 4 m onder het meest recente bodemniveau).

Afbeelding 3.215 Waargenomen bodemligging langs het dwarsprofiel KP 15.0 van route IX variant 'A1. Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Aandachtspunten

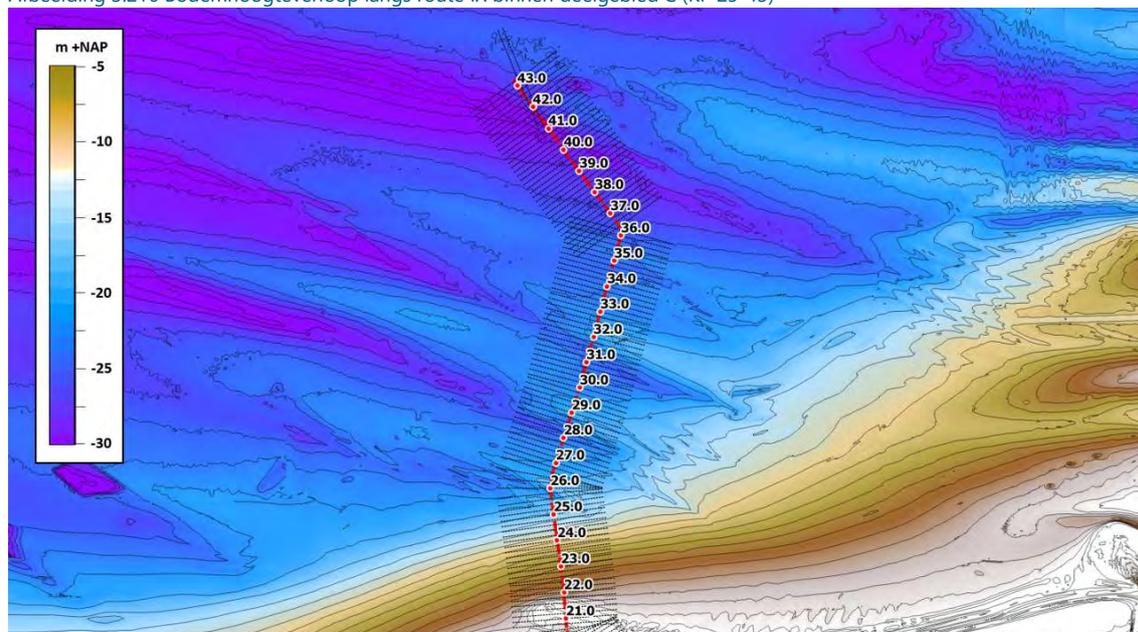
- tussen KP 13 en KP 15 kruist route IX de buitendelta van de Zoutkamperlaag in noordelijke richting. De begraafdiepte kan aanzienlijk worden beperkt als de route het Westgat volgt, welke vanaf KP 13 afbuigt naar het westen ten opzichte van de in baseline 3 vastgestelde route.

3.6.5 Deelgebied C - Noordzeekustzone (KP 25 - 43.74)

Belangrijkste ontwikkelingen/waarnemingen

- tussen circa KP 25 en 43 loopt de route over drie kustaangehechte banken. Voor dit gebied zijn slechts peilingen beschikbaar voor de periode 2000 - 2018. In die periode is het bodemniveau iets gedaald (circa 0,5 m in 20 jaar). Het is niet uit te sluiten dat langs dit deel van het tracé de bodemhoogte met circa 2 m zal dalen in de komende 50 jaar door het migreren van de banken, de hoogte van deze banken is langs de route ongeveer 2 m.

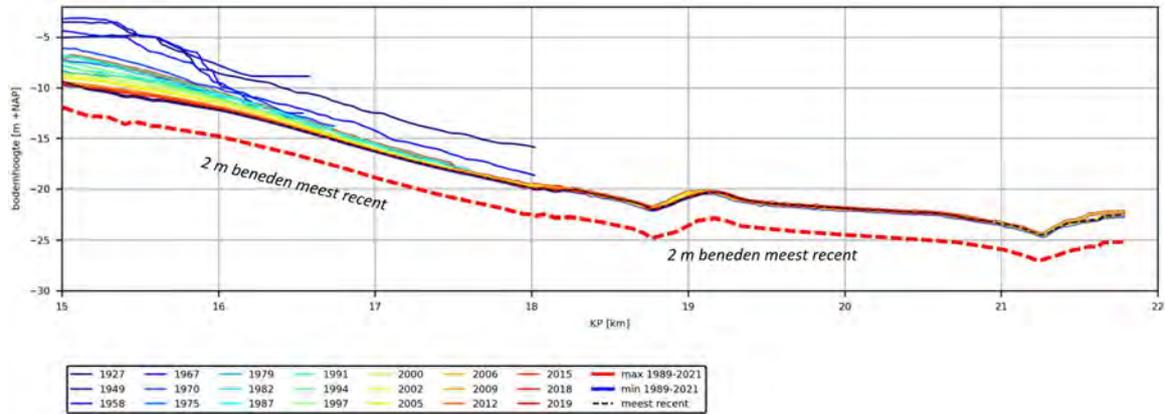
Afbeelding 3.216 Bodemhoogteverloop langs route IX binnen deelgebied C (KP 25-43)



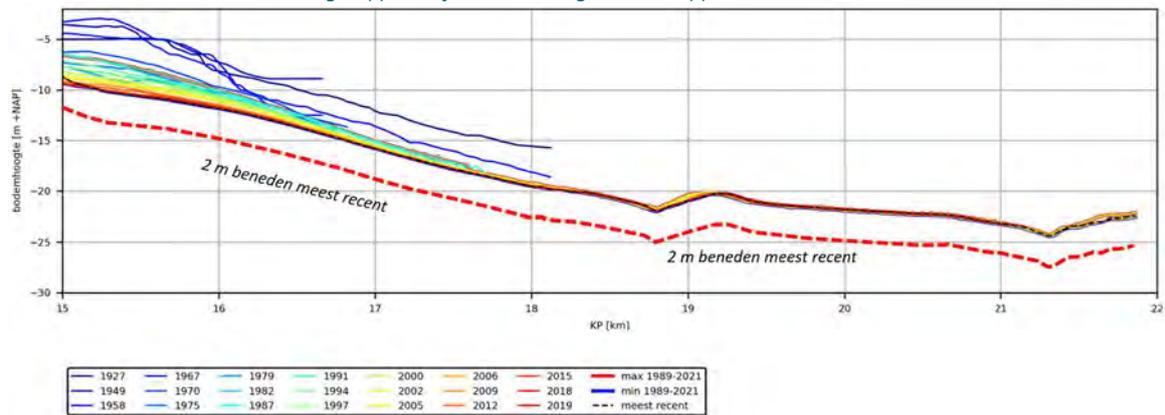
Morfologisch ontwerpprofiel

In Afbeelding 3.217, Afbeelding 3.218 en Afbeelding 3.219 is de bodemhoogte weergegeven langs de middenlijn, zijlijn oost en zijlijn west van route IX - variant 'A1' - binnen deelgebied C (KP 15 - KP 22). Ook weergegeven is het morfologische ontwerpprofiel (rode gestippelde lijn).

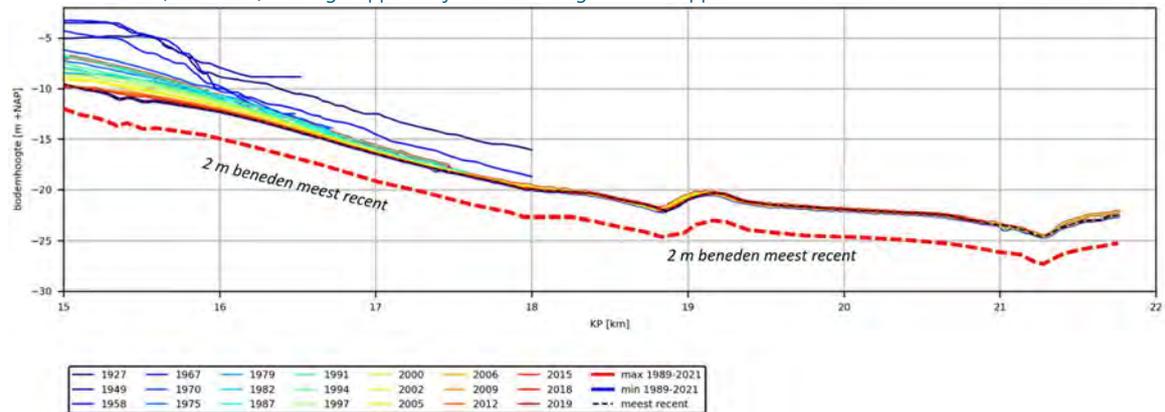
Afbeelding 3.217 Waargenomen bodemligging langs de middenlijn van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 15 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.218 Waargenomen bodemligging langs zijlijn oost van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 15 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



Afbeelding 3.219 Waargenomen bodemligging langs zijlijn west van route IX variant 'A1' door de jaren van 1983 t/m 2020 (KP 15 - 22). Rode gestippelde lijn: het morfologisch ontwerpprofiel



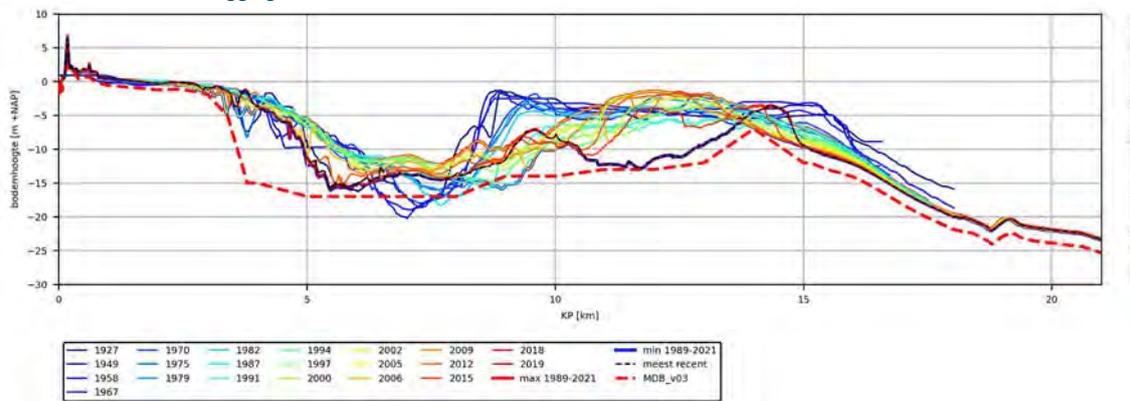
3.6.6 Samenvatting morfologisch ontwerpprofiel

Afbeelding 3.220, Afbeelding 3.221 en Afbeelding 3.222 geven het morfologisch ontwerpprofiel weer van de middenlijn, oostelijke zijlijn en westelijk zijlijn van route IX variant 'A1'. In bijlage III is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau.

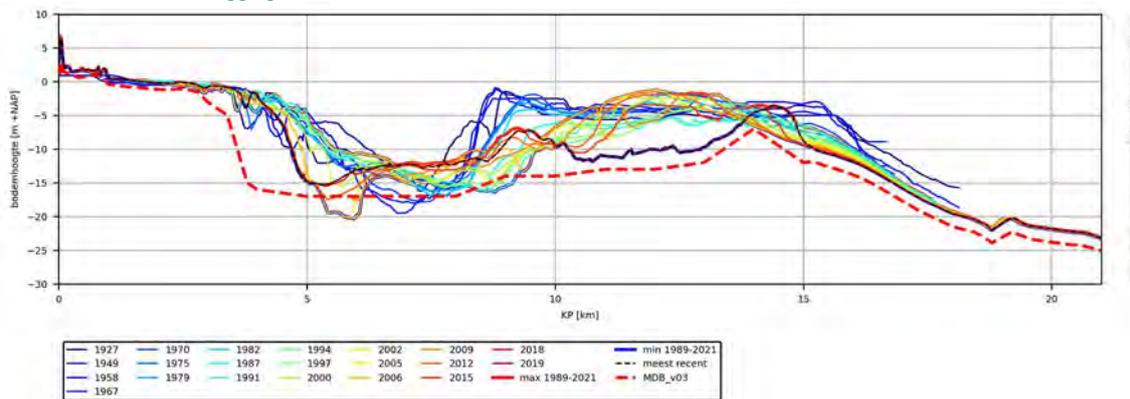
Aandachtspunten en mogelijke optimalisaties bij deze route zijn als volgt:

- ter hoogte van KP 5 kan een verplaatsing van de route naar het diepste punt van de geul de begraafdiepte hier met 3-4 m beperken;
- tussen KP 13 en KP 15 kruist route IX de buitendelta van de Zoutkamperlaag in noordelijke richting. De begraafdiepte kan aanzienlijk worden beperkt als de route het Westgat volgt, welke vanaf KP 13 afbuigt naar het westen.

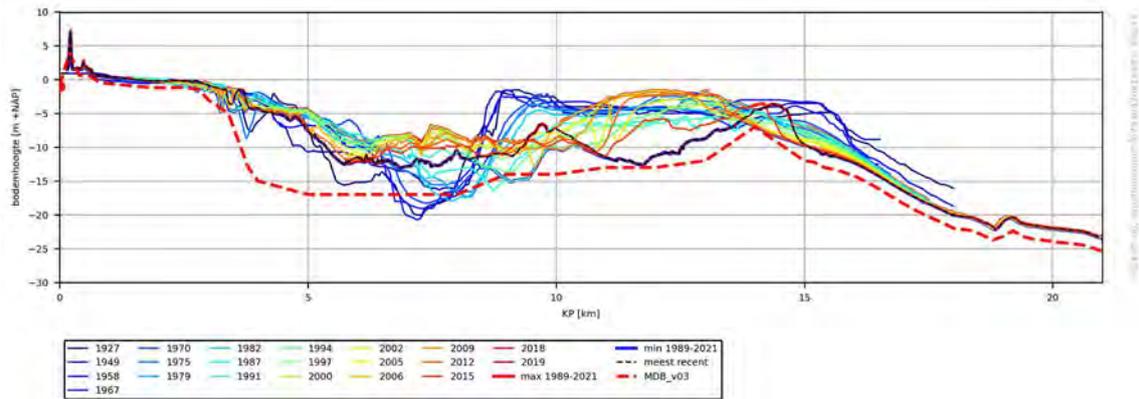
Afbeelding 3.220 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel voor de middenlijn van route IX variant 'A1' op basis van het hiervoor bepaalde morfologisch ontwerpprofiel. De overige lijnen geven de minimale, maximale en meest recente bodemligging



Afbeelding 3.221 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel voor zijlijn oost van route IX variant 'A1' op basis van het hiervoor bepaalde morfologisch ontwerpprofiel. De overige lijnen geven de minimale, maximale en meest recente bodemligging



Afbeelding 3.222 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel voor zijlijn west van route IX variant 'A1' op basis van het hiervoor bepaalde morfologisch ontwerp-profiel. De overige lijnen geven de minimale, maximale en meest recente bodemligging



REFERENTIES

- Biegel, E., Hoekstra, P., (1995). Morphological response characteristics of the Zoutkamperlaag, Frisian Inlet (The Netherlands) to a sudden reduction in basin area, Tidal Signatures in Modern and Ancient Sediments. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.
- De Groot, A., Oost, A.P., Veenklaas, R.M., Lammerts, E., Van Duin, W., Van Wesenbeeck, B.K., Dijkman, E., Koppenaar, E. (2015). Ontwikkeling van eilandstaarten, Geomorfologie, waterhuishouding en vegetatie. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren.
- Deltares (2017). Tidal-channel migration between 1997-2014 in relation to the local build-up of the subsurface, Nederland, Deltares rapport 11200538-004-ZKS-0003, Utrecht, The Netherlands, 40 pp.
- Deltares (2020). Moeilijk erodeerbare lagen in de Waddenzee en Westerschelde - Kartering en effect of morfologische ontwikkeling van geulen. Kenmerk: 11205236-002-ZKS-0005.
- De Vos, D., 2010. Determination and visualization of the expected surface subsidence due to onshore gas production in the Netherlands. Internship report, TNO.
- European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (2020). Bathymetry data of the Northern North Sea - tile D5 2020 MSL. Opgevraagd via URL: <https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry>.
- Elias, E., A. C. Alonso, B. van Maren (2021). Morfologische veranderingen Eems-Dollard en Groninger Wad. KPP code WR09 2020. Deltares rapport doc id. 11203742-000-ZKS-0003.
- Elias, E., Cleveringa, J. (2021). Kombergingsrapport Lauwers en Groninger Wad. Deltares, kenmerk: 11206799-002.
- Elias, E., Oost, A. (2021). Morfologische processen van het Friesche Zeegat - Een conceptueel model. Deltares rapport, kenmerk: 11205236-003-ZKS-0005.
- Elias, E.P.L., (2018). Een actuele zandbalans van de Friesche Zeegat. Report 11202190-000 (in Dutch). Deltares, Delft: 27 pp.
- Elias, E., Vermaas, T. (2019). Waddenzee Vaklodgingen: Data op Orde, Een inventarisatie van de Vaklodgingen – Waddenzee (1984-2019). Deltares.
- Hijma, M. P., & Kooi, H. (2018). *Verdieping in het kustfundament en de getijdenbekkens*. Deltares report 11200538-008-ZKS-0001.
- Kooi, H., Johnston, P., Lambeck, K., Smither, C., Ronald, M., 1998. Geological causes of recent (~100 yr) vertical land movement in the Netherlands. *Tectonophysics*, 299 (4), 297-316.
- Krol, J. (2019). Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Peasens en Schiermonnikoog 2007-2016.
- Meijers, C., van Weerdenburg, R., Grasmeyer, B., Lenstra, K., Cleveringa, J. (2024). Knelpuntanalyse Glinder en Groote Siege - Conceptueel model en handelingsperspectief voor knelpunten in de vaargeul Lauwersoog-Schiermonnikoog. Deltares rapport, kenmerk: 11209267-004-ZKS-0001
- NAM, 2017. Ensemble based subsidence application to the Ameland gas field - long termsubsidence study part two (LTS II). NAM.
- RHDHV & W + B (2024) PAWOZ - Eemshaven, Notitie routeontwikkeling deel 3.
- Oost, A., Cleveringa, J. (2017). Morfologie Kombergingsgebied Borndiep, KPP 2017 BO03 Waddenzee Kennisontwikkeling morfologie en baggerhoeveelheden. Deltares.
- Oost, A., Cleveringa, J., Taal, M. (2020). Kombergingsrapport Friesche Zeegat Pinkegat en Zoutkamperlaag. Deltares, 11205229-001-ZKS-0002.
- Pierik, H.J. et. al. (n.d.). GIS dataset historische bathymetrie en resistente lagen Eems-Dollard, DANS Data Station Archaeology, V3. Ontvangen 18-07-2023 via Pierik, H.J..
- Pierik, H.J., F.S. Busschers, M.G. Kleinans (2019) De rol van resistente lagen in de historische morfologische ontwikkeling van het Eems-Dollard estuarium vanaf de 19e eeuw, Universiteit Utrecht, Departement Fysische Geografie, rapport i.o. Rijkswaterstaat WVL ten behoeve van het ED2050 programma.
- H. J. Pierik, J. R. F. W. Leuven, F. S. Busschers, M. P. Hijma & M. G. Kleinans (2022). Depth-limiting resistant layers restrict dimensions and positions of estuarine channels and bars. *The Depositional Record*, vol. 0, p. 1 20.
- RHDHV (2021). Rapportage onderzoek innovatie doorkruising Waddengebied. Referentie: T&PBH9744R001F01, 1 oktober 2021.

- Ridderinkhof, W. & Hoekstra, P. & van der Vegt, Maarten & de Swart, Huib. (2016). Cyclic behavior of sandy shoals on the ebb-tidal deltas of the Wadden Sea. *Continental Shelf Research*. 115. 10.1016/j.csr.2015.12.014.
- Rijkswaterstaat (2020), Vaklodingen, opgevraagd august 2019 via URL: <http://opendap.deltares.nl/thredds/catalog/opendap/rijkswaterstaat/vaklodingen/catalog.html>.
- Van der Lugt, M., M. Visser & H. van den Boogaard (2019). Analyse LiDAR data voor het Friesche Zeegat (2010-2018); Monitoring effect verdieping door gaswinning. Deltares rapport kenmerk 11203620-002-ZKS-0003.
- Vermaas, T, Elias, E. (2019). Werking van het Friesche Zeegat - Morfologie en Hydrodynamica. Deltares rapport, kenmerk: 11203669-000-ZKS-0005.
- Waterproof (2022). Optimal OWF export cable route alternatives towards Eemshaven - Study to determine best route alternatives from a morphological, installation & maintenance perspective and its related effect on nature. Kenmerk: WP01280_R1r2.
- Witteveen+Bos (2023a). PAWOZ Eemshaven - Niet/minder erodeerbare lagen Eems. Versie 20 december 2023.

Bijlage(n)

BIJLAGE: ANALYSE OORZAKEN VERDIEPING NOORDZEEKUST

Op meerdere locaties aan de Noordzeezijde van de eilanden is een dalende trend waargenomen in de bodemligging. Om het morfologisch ontwerp-profiel te kunnen bepalen is het van belang om te weten of de oorzaak ligt in erosie (bijv. erosie van de buitendelta) of in daling van de diepere bodem (bijvoorbeeld door gaswinning). In het eerste geval dient rekening gehouden te worden met de eroderende trend en dienen kabels/leidingen dieper te worden begraven, terwijl bij daling van de diepere bodem de kabels/leidingen naar verwachting mee dalen en dus niet extra diep begraven hoeven te worden.

Locaties met een dalende trend in de bodemhoogteligging

Op verschillende locaties is een daling van de bodemhoogte weergekomen over de jaren heen (Tabel I.1). Er lijkt sprake te zijn van een dalende trend.

Mogelijke oorzaken dalende trend

De dalende trend van de bodemhoogte kan verschillende oorzaken hebben. Deze kunnen we onderverdelen in geologische verdieping, antropogene daling en daling door erosie (Hijma en Kooi, 2018).

Geologische verdieping

Geologische verdieping kan onderverdeeld worden in tektoniek (door beweging van aardplaten), isostasie (door terugbuigen aardplaat door smelten ijs) en autocompactie (door voortgaande samendrukking van afzettingen).

Antropogene daling

Antropogene daling kan onderverdeeld worden in olie-/gaswinning, zoutwinning, grondwaterwinning, peilbeheer (niet relevant bij Waddenzee/Noordzee) en zetting (extra gewicht op maaiveld/waterbodembodem door bijv. aanbrengen van constructies).

Daling als gevolg van erosie

Daling van de bodemhoogte door morfologische processen zoals het verplaatsen/verdiepen van geulen en kusterosie inclusief het veranderen van het (volume) van de buitendelta's.

In het Waddengebied zijn de volgende processen het meest relevant met betrekking tot de dalende bodemtrend over de afgelopen tientallen jaren:

- verdieping door isostasie;
- verdieping door olie- en gaswinning;
- daling als gevolg van erosie.

Analyse mogelijke oorzaak waargenomen dalende trend in de bodemhoogte

De verdieping door isostasie bedraagt slechts circa 0,001 m/jaar (Afbeelding I.1). Deze verdiepingssnelheid is veel lager dan de waargenomen snelheden en kan daarom de verdieping als geheel niet verklaren.

Gezien het beïnvloedingsgebied door olie- en gaswinning (Afbeelding I.2) lijkt voor de Noordzee verdieping door olie- en gaswinning van invloed op route VIII (Ameland wantij) en IX (Zoutkamperlaag) en niet op de andere routes. O.b.v. de waargenomen en gemodelleerde verdieping bij Ameland uit de periode 1986-2014 (Afbeelding I.3) is de gemiddelde dalingsnelheid ongeveer 1,4 cm/jaar (0,014 m/jaar) in het centrum en 0,07

cm/jaar (0,0007 m/jaar) op circa 8 km afstand van Ameland. Dit is minder dan de waargenomen verdiepingssnelheden langs routes VIII en IX.

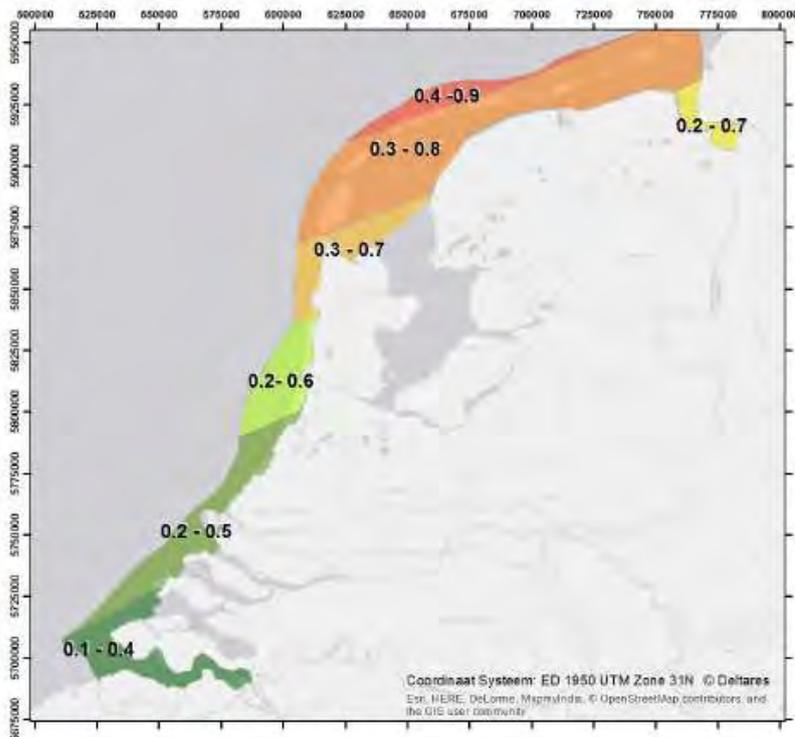
Al met al lijken morfologische ontwikkelingen (kusterosie/ ontwikkelingen buitendelta's) de belangrijkste oorzaak voor de dalende trend van de bodemligging. De dalende trend van de bodemhoogte kan slechts ten dele verklaard worden door olie- en gaswinning en in zeer beperkte mate door isostasie.

Tabel I.1 Overzicht met inschattingen van de verdiepingssnelheden bij verschillende routes en hypothese belangrijkste oorzaak dalende trend bodemhoogte bij verschillende routes

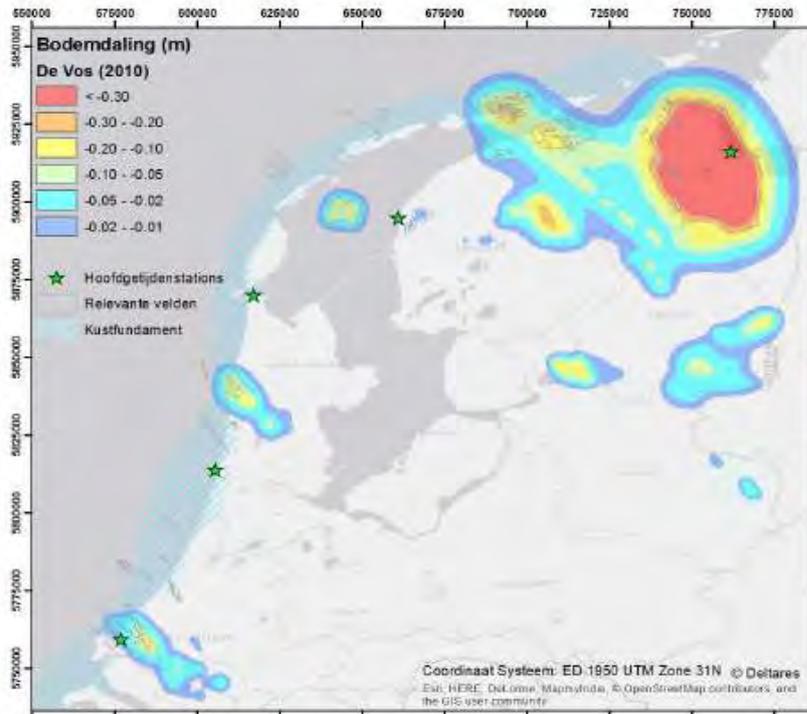
Route	KP	Indicatie snelheid daling*	Hypothese belangrijkste oorzaak dalende trend bodemhoogte
II – Oude Westereems	40-62	0,02 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
V – Boschgat	30-36	0,1 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
	36-38	0,017 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
	38 - 59	0,02 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie
VII – Schiermonnikoog wantij	-	-	Morfologische ontwikkeling/erosie
VIII – Ameland wantij	11-42	0,02 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie + verdieping door olie-/gaswinning (m.n. nabij het eiland)
IX - Zoutkamperlaag	23-25	0,06 m/jaar	Morfologische ontwikkeling/erosie + verdieping door olie-/gaswinning (m.n. nabij het eiland)
X - tunnel			

*O.b.v. waarnemingen vanaf 1989 tot nu. Deze getallen zijn bepaald op basis van tekst uit hoofdstuk 3.

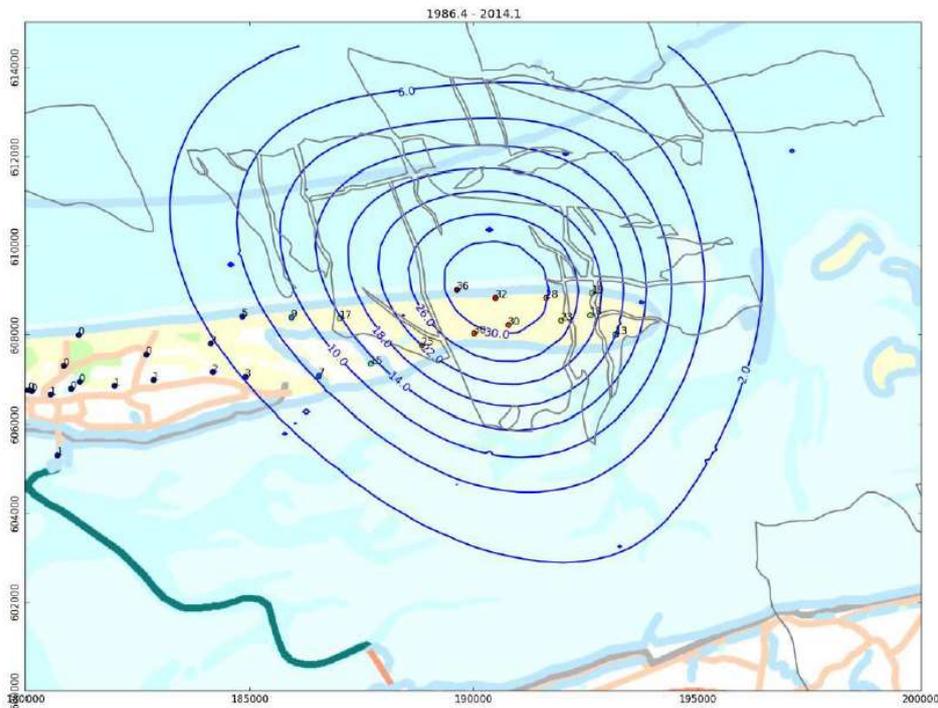
Afbeelding I.1 Inschatting isostatische verdieping in het kustfundament en getijdenbekkens in mm/jaar. De getoonde range is gebaseerd op een combinatie van gegevens uit Kooi et al. (1998) en het Britice-chrono project. Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018



Afbeelding 1.2 Verwachte verdieping door olie- en gaswinning, op basis van historische en verwachte productiegegevens (De Vos, 2010). Opgemerkt wordt dat er een grote onzekerheid aanwezig is bij dit soort modellen en dat verschillende modellen leiden tot verschillende uitkomsten. De kaart is vooral bedoeld om een indruk te geven van de ordegrootte van de verwachte verdieping. De kleinere offshore gasvelden zijn in dit model niet meegenomen. Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018



Afbeelding 1.3 Verdieping tussen 1986 en 2014 (in cm): gemodelleerd (contouren) en gemeten (punten). Afkomstig uit NAM (2017). Overgenomen uit Hijma en Kooi, 2018

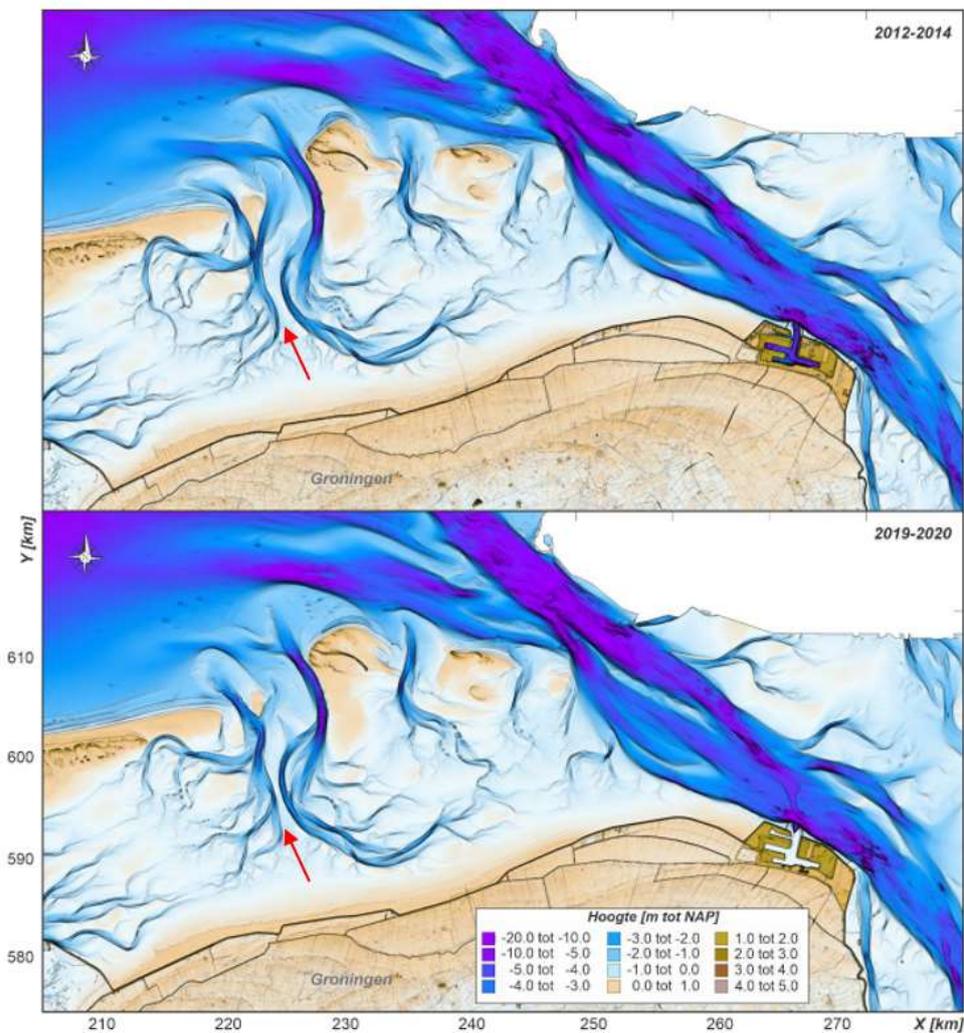




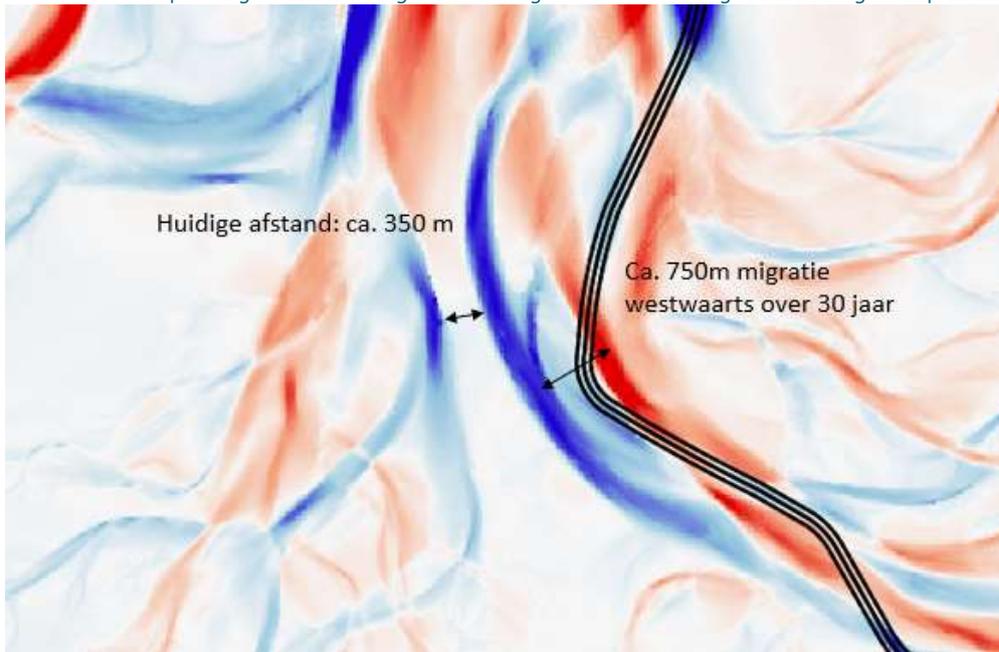
BIJLAGE: SCENARIO'S VERBINDING ROBBENGAT EN SPRUIT

De geulen van Robbengat en Spruit zijn sinds 2000 steeds dichterbij elkaar komen te liggen (Afbeelding II.1). Op basis van de waargenomen migratiesnelheden kan niet worden uitgesloten dat er een verbinding zal komen tussen het geulstelsel van Lauwers en Spruit (Afbeelding II.1 en Afbeelding II.2). Dit zal invloed hebben op de geuldimensies in het omliggende gebied. Hieronder volgt een analyse in meer detail, ten hoeve van het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel.

Afbeelding II.1 Bodemhoogtekaarten 2012-2024 (boven) en 2019-2020 (onder) (aangepast uit bijlage B uit Elias en Cleveringa, 2021). Rode pijlen geven de locatie aan waar de geulen Lauwers en Spruit elkaar naderen



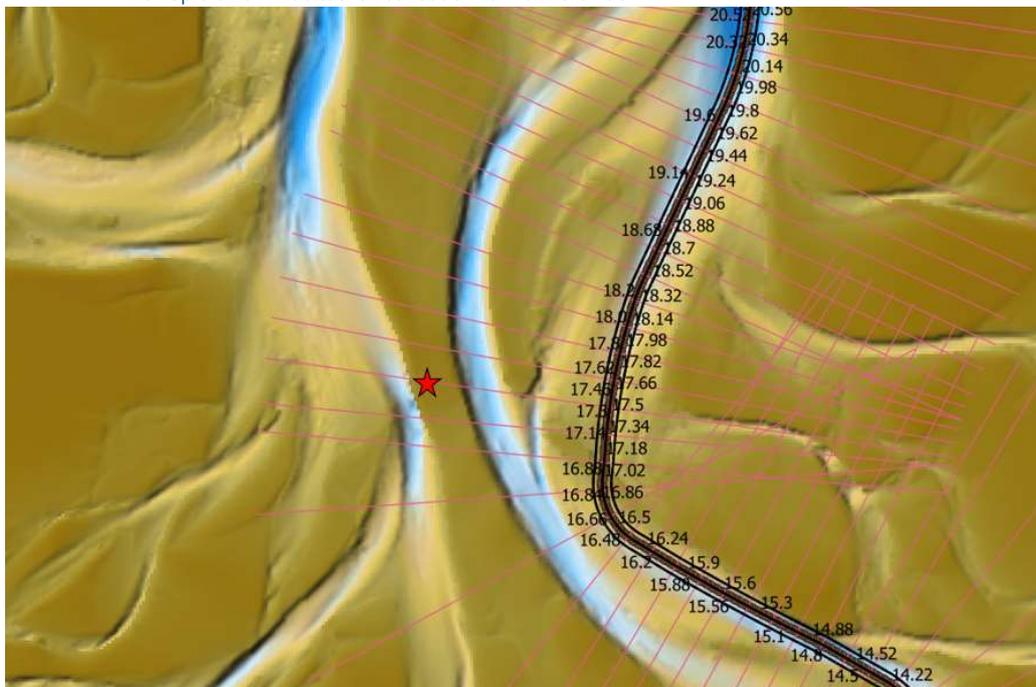
Afbeelding II.2 Verschilkaart bodem 1989-2021 met route VII (blauw = erosie, rood = sedimentatie). Met de pijlen zijn de verplaatsing van het Robbengat en de huidige afstand tussen de geulen Robbengat en Spruit aangegeven



Mogelijke snelheid en locatie van de verbinding tussen Robbengat en Spruit

Indien de huidige ontwikkelingen zich doortrekken zou een verbinding binnen 15-20 jaar tot stand kunnen komen. Op basis van de hoogteliggingen uit de afgelopen tientallen jaren lijkt het Robbengat sterker richting het westen te migreren dan de geul Spruit naar het oosten. Een eventuele verbinding zou daarom naar verwachting tot stand komen iets ten westen van de huidige Robbengat geul (Afbeelding II.3).

Afbeelding II.3 Route V met huidige bodemligging. Met de ster is een indicatie aangegeven van de locatie waar de geulen Boschat en Spruit zich in de toekomst zouden kunnen verbinden



Mogelijke gevolgen van de verbinding tussen Robbengat en Spruit

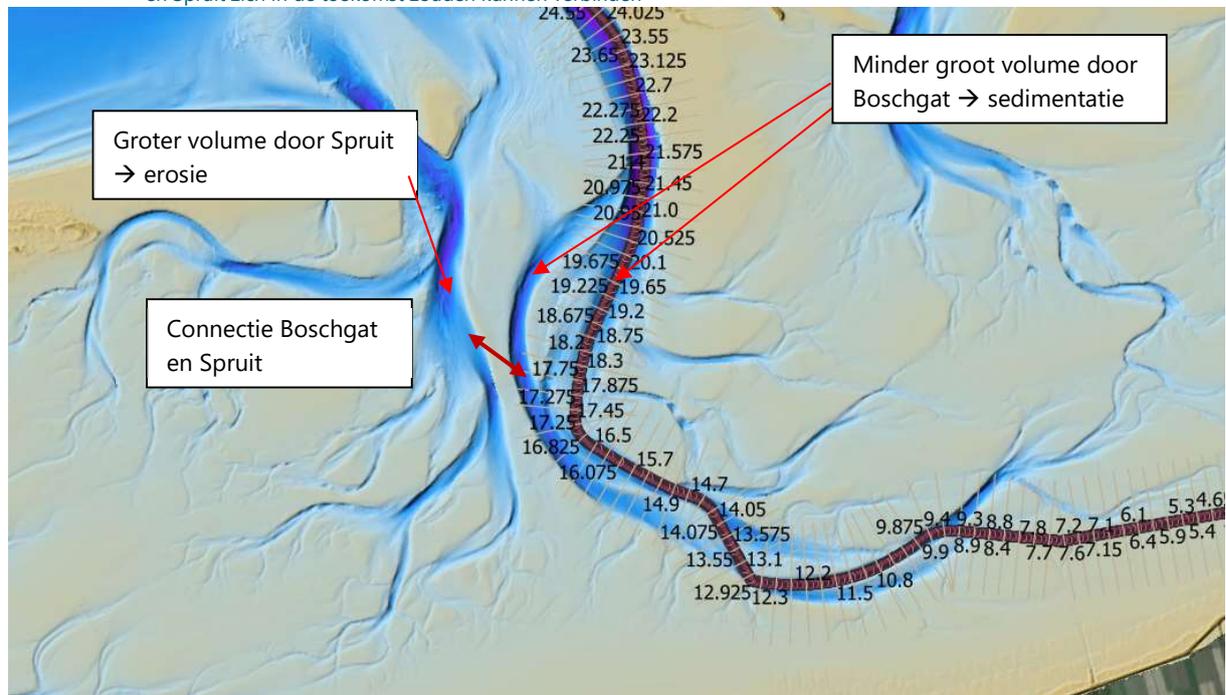
Om de gevolgen van de verbinding tussen Robbengat en Spruit in te kunnen schatten hebben we verschillende scenario's opgesteld. Daarbij is gekeken hoe groot de kans is dat één van de scenario's optreedt en welke gevolgen dit heeft.

Scenario 1 – Spruit wordt dominant

Hierbij takt de geul Robbengat aan op de geul Spruit. Daarmee neemt het gebied wat afwatert op het Spruit toe in grootte, terwijl dit voor de geul Lauwers juist afneemt. Dat zou leiden tot erosie bij de geul Spruit en sedimentatie bij de geul Lauwers.

Indien een verbinding wordt gevormd tussen Spruit en Lauwers wordt dit scenario gezien als het meest waarschijnlijk, in verband met de manier waarop het getij zich langs de Waddenzee verplaatst en het faseverschil wat daardoor ontstaat. Of dit gaat gebeuren is echter niet met zekerheid te zeggen. Voor het bepalen van de begravingstiepte leidt dit scenario niet tot extra risico's aangezien geen extra erosie optreedt. Er hoeft dus niet expliciet rekening mee gehouden te worden.

Afbeelding II.4 Route V met huidige bodemligging. Met de ster is een indicatie aangegeven van de locatie waar de geulen Boschgat en Spruit zich in de toekomst zouden kunnen verbinden

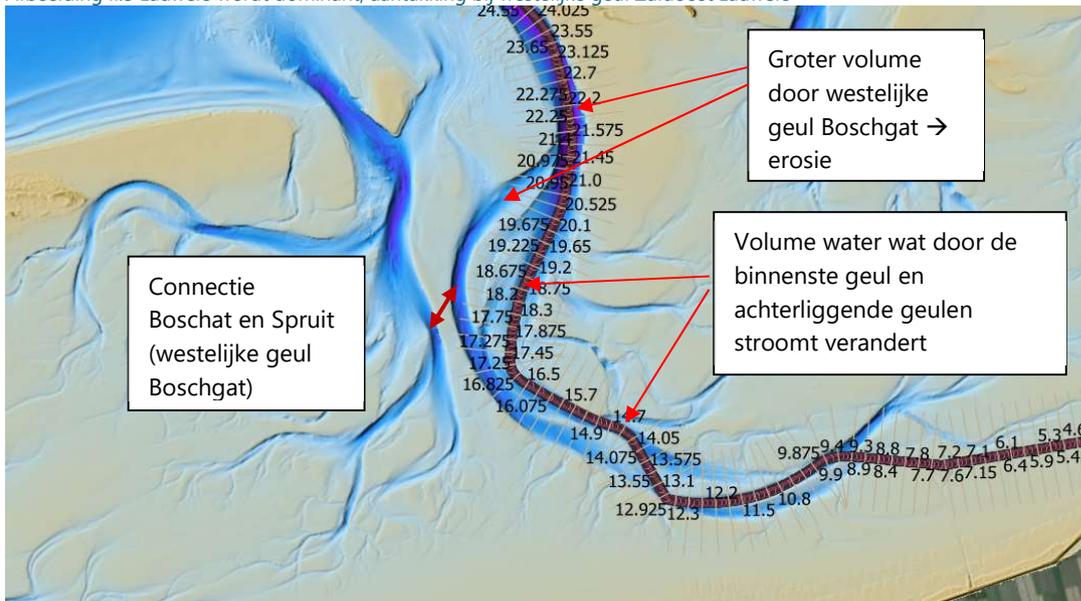


Scenario 2 – Lauwers wordt dominant, aantakking bij westelijke geul Zuidoost Lauwers

Hierbij takt de westelijke tak van de geul Zuidoost Lauwers aan op de geul Spruit. Daarmee neemt het gebied wat afwatert op het Boschgat toe in grootte, terwijl dit voor de geul Spruit juist afneemt. Dat zou leiden tot erosie bij de geul Boschgat (vanaf ~KP 20 en verder zeewaarts) en sedimentatie bij de geul Spruit. Het gebied wat afwatert op de geul tussen KP 0 en 20 verandert in dit scenario niet/nauwelijks waardoor hier geen effect op sedimentatie/erosie wordt verwacht.

Vanwege de manier waarop het getij zich verplaatst langs de Noordzeekust (in Noordoostelijke richting) en in de getijdebekkens in de Waddenzee en het faseverschil wat hierbij ontstaat wordt dit scenario uitgesloten. Er hoeft hier geen rekening mee gehouden te worden bij het bepalen van het morfologisch ontwerp-profiel.

Afbeelding II.5 Lauwers wordt dominant, aantakking bij westelijke geul Zuidoost Lauwers





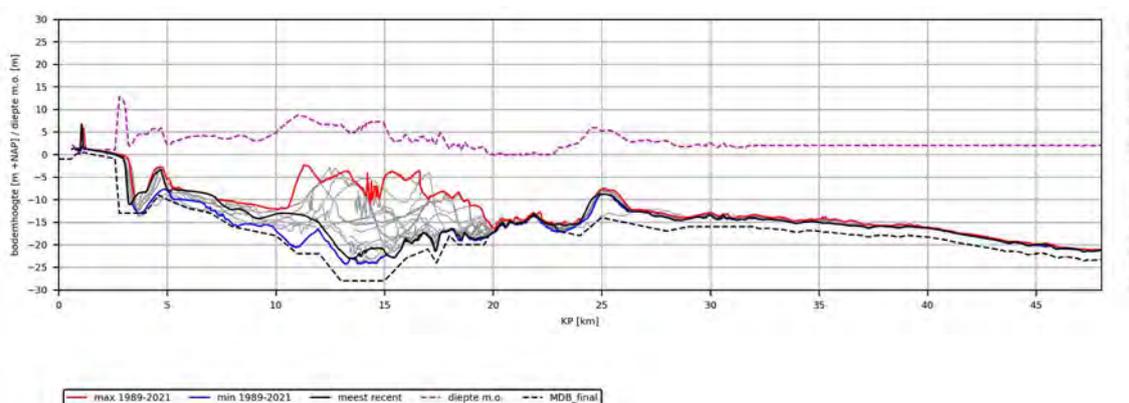
BIJLAGE: DIEPTE MORFOLOGISCH ONTWERPPROFIEL

In onderstaande figuren is per route de diepte weergegeven van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau. Deze diepte is niet per definitie gelijk aan de begraafdiepte. Het vaststellen van de begraafdiepte valt buiten de scope van dit rapport.

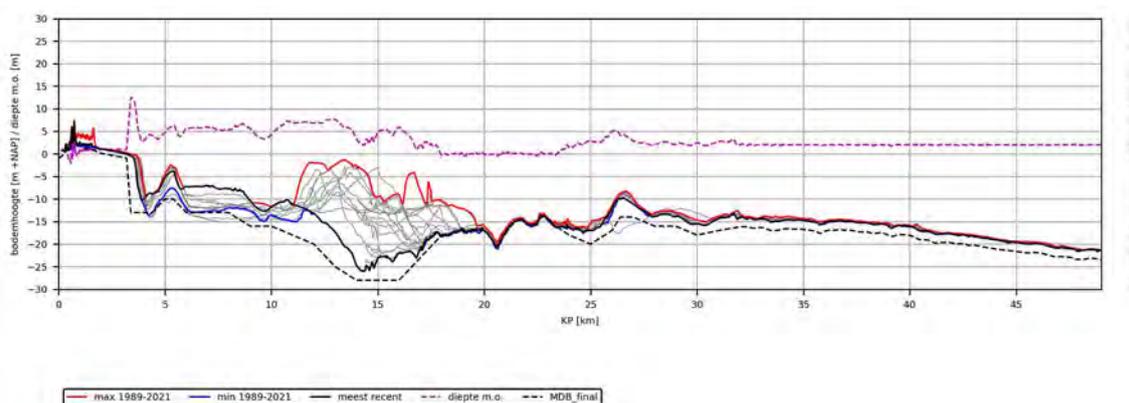
III.1 Route II

Variant Gasunie

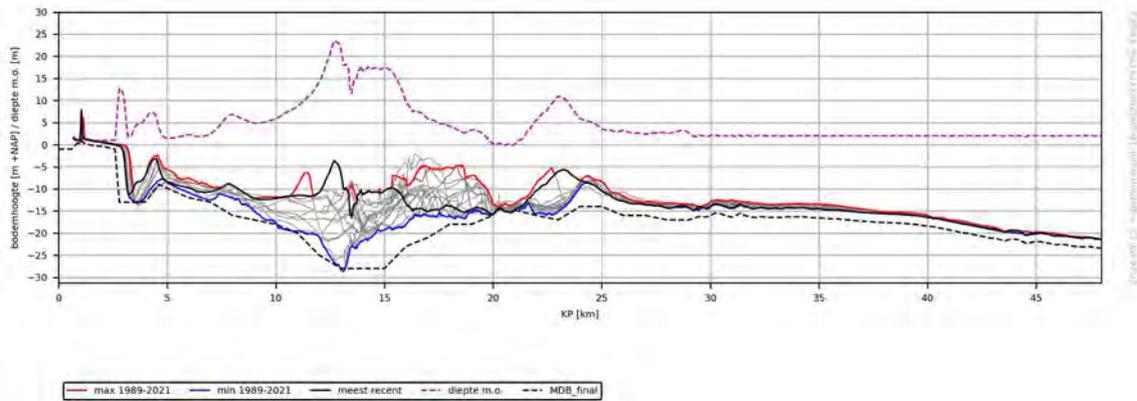
Afbeelding III.1 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route II - Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.2 Weergave van het morfologisch ontwerpprofiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route II - Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

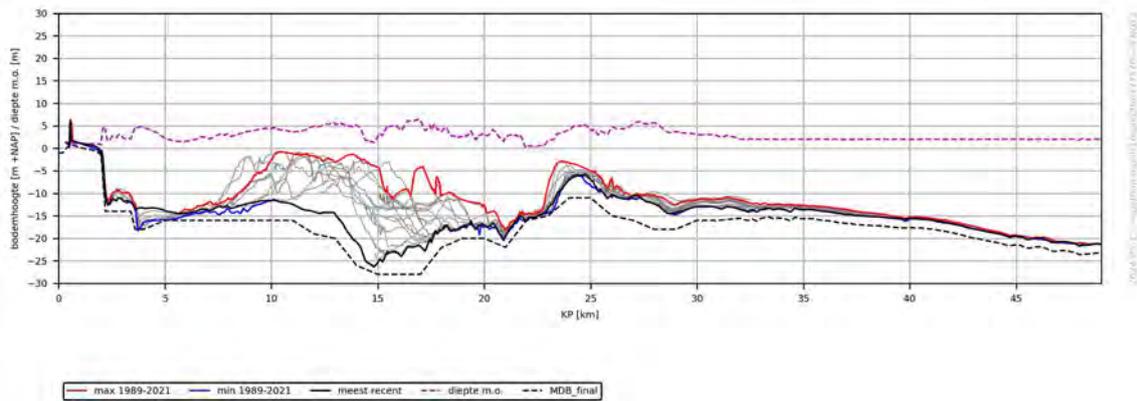


Afbeelding III.3 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route II - Gasunie. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

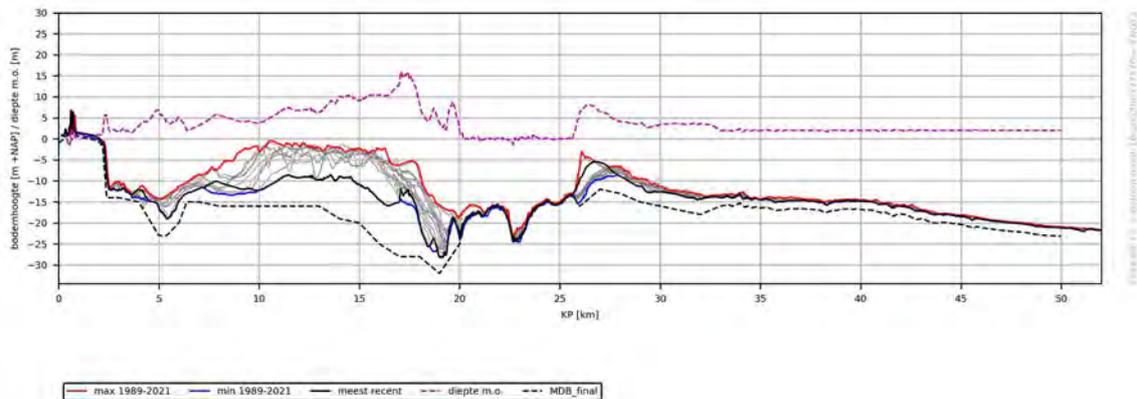


Variant TenneT - A

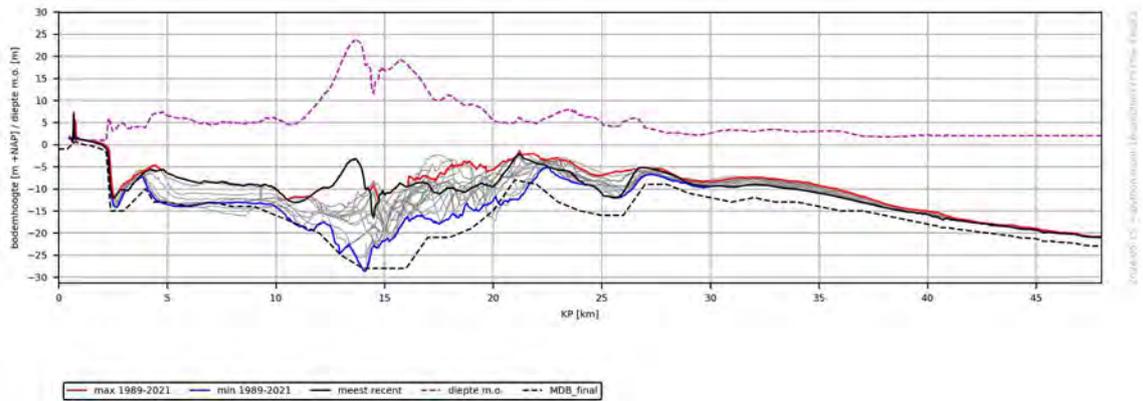
Afbeelding III.4 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route II - TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.5 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route II - TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



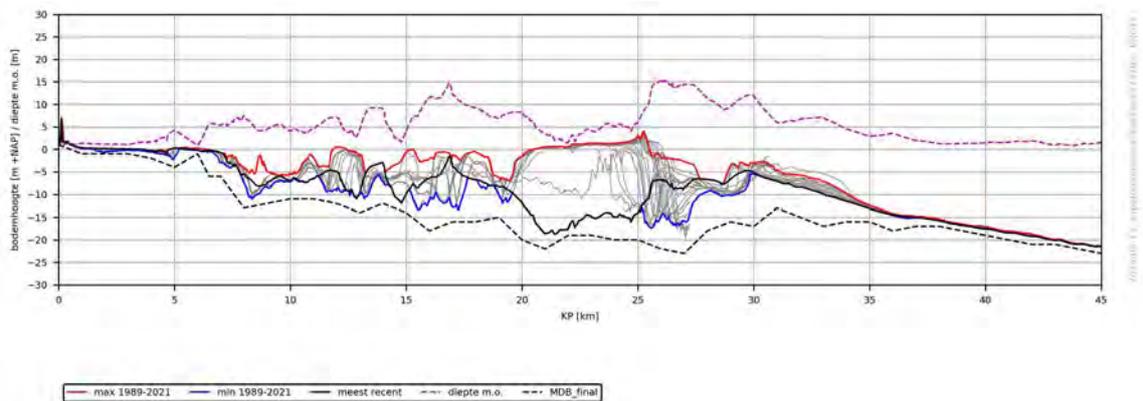
Afbeelding III.6 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route II - TenneT-A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



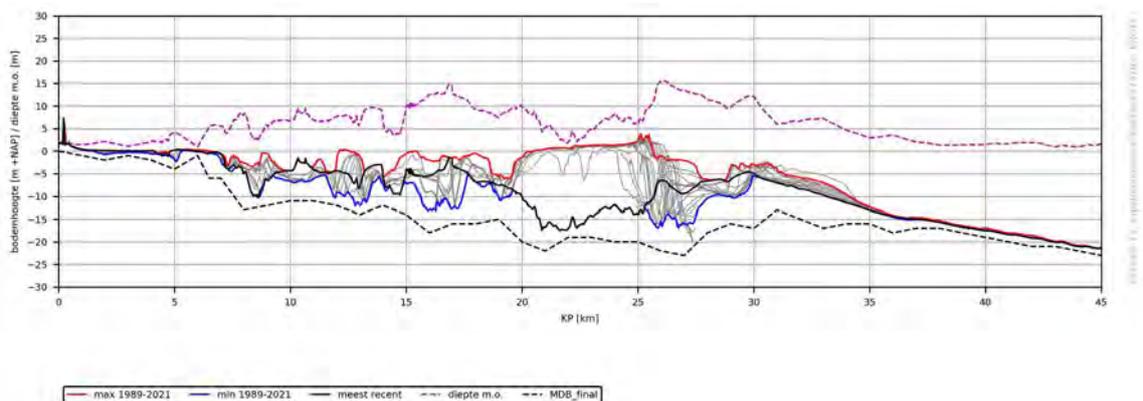
III.2 Route V

Variant A

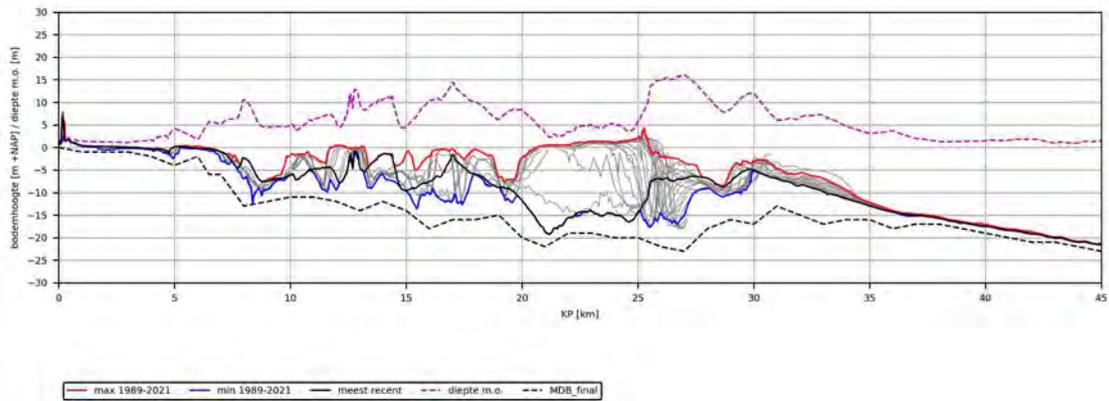
Afbeelding III.7 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route V - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.8 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route V - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

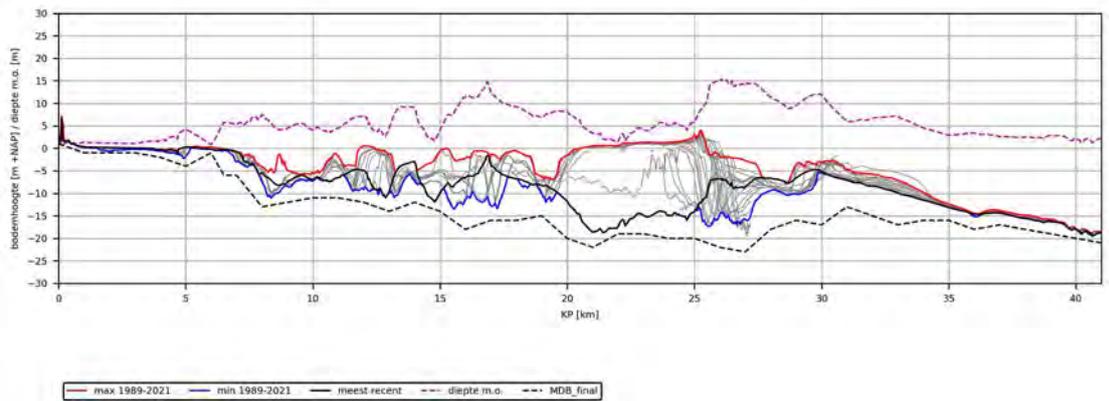


Afbeelding III.9 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route V - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

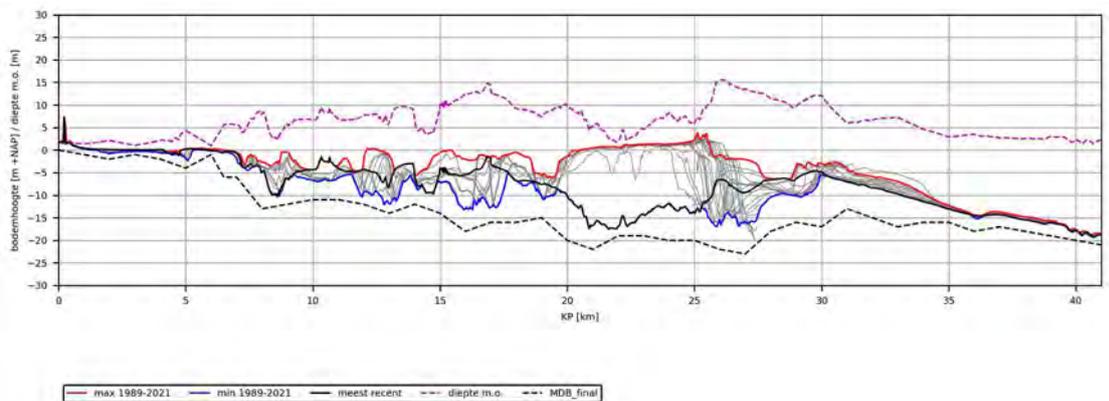


Variant A1

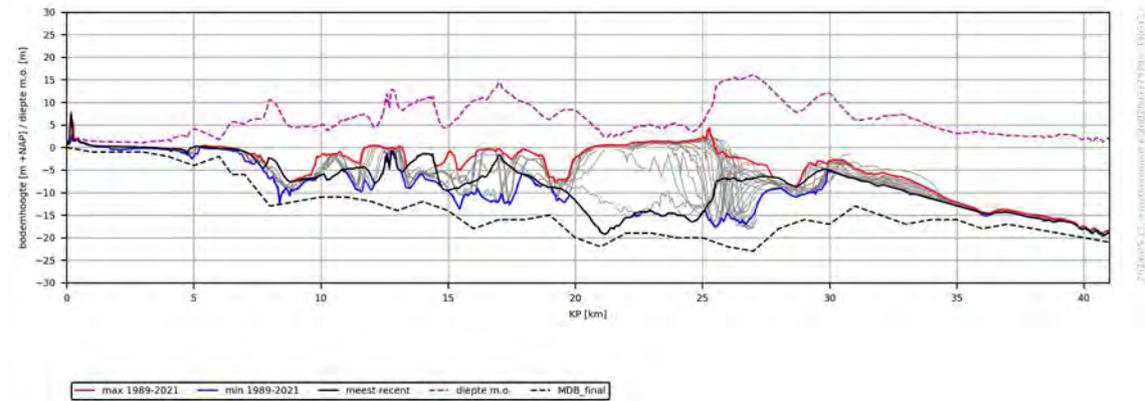
Afbeelding III.10 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route V - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.11 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route V - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



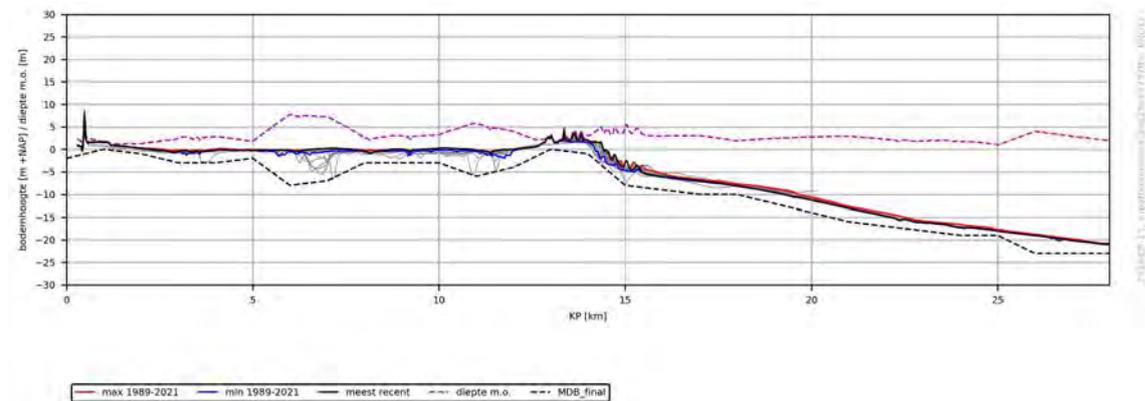
Afbeelding III.12 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route V - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



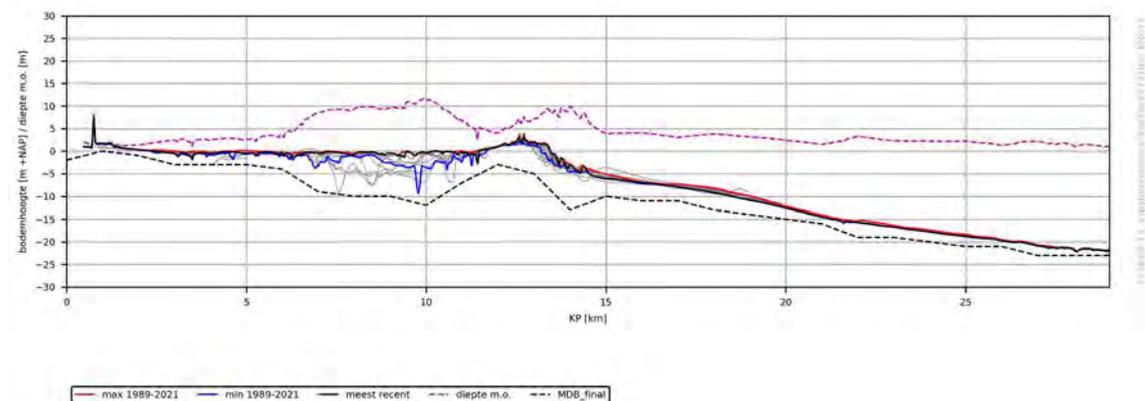
III.3 Route VII

Variant A

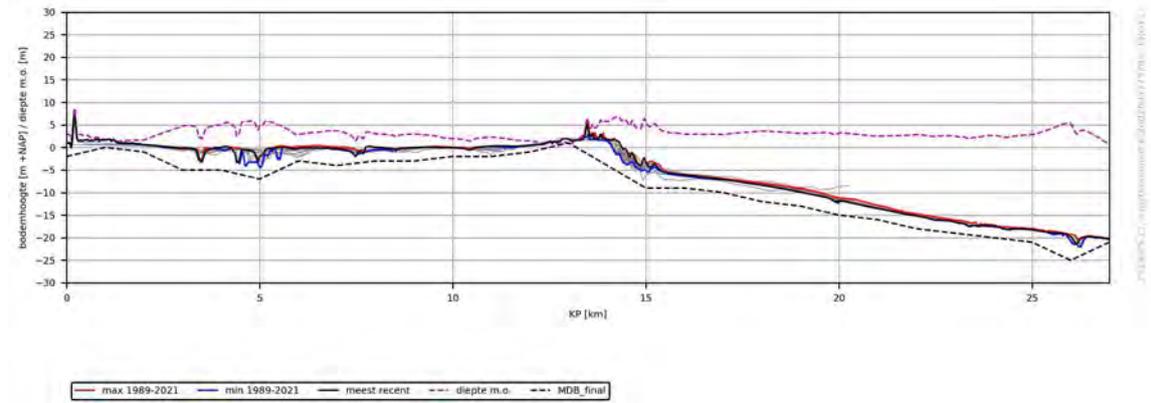
Afbeelding III.13 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



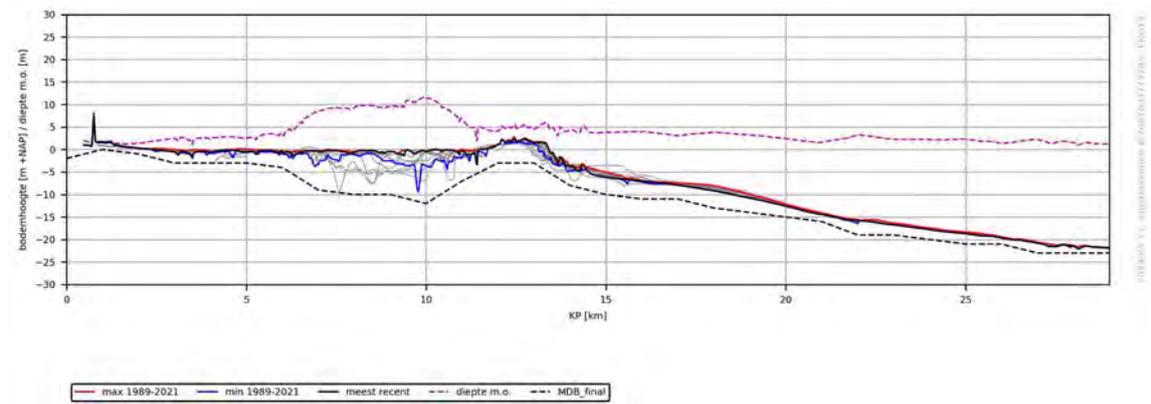
Afbeelding III.14 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn (1500 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



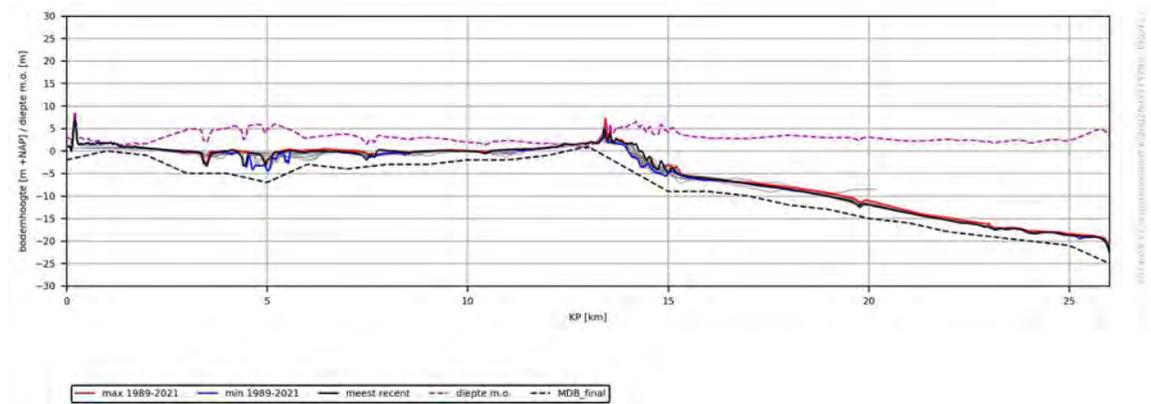
Afbeelding III.15 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn (1500 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.16 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn (2000 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

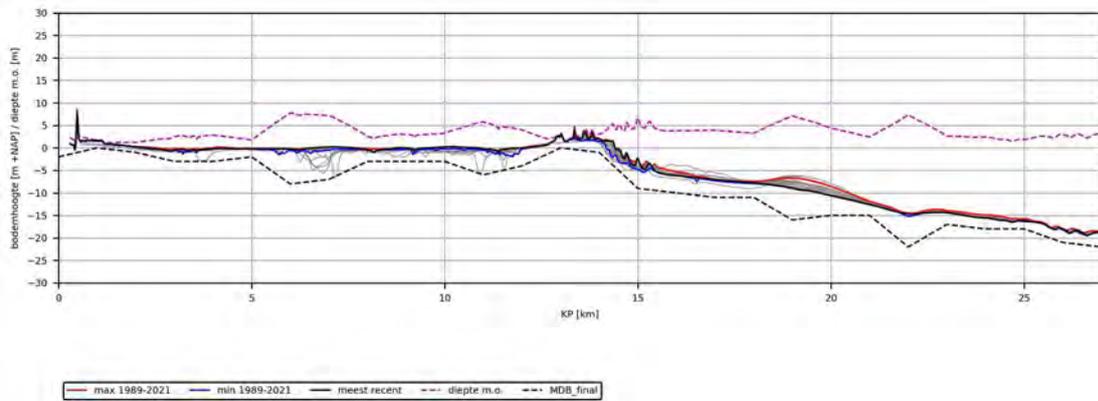


Afbeelding III.17 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn (2000 m) van route VII - A. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

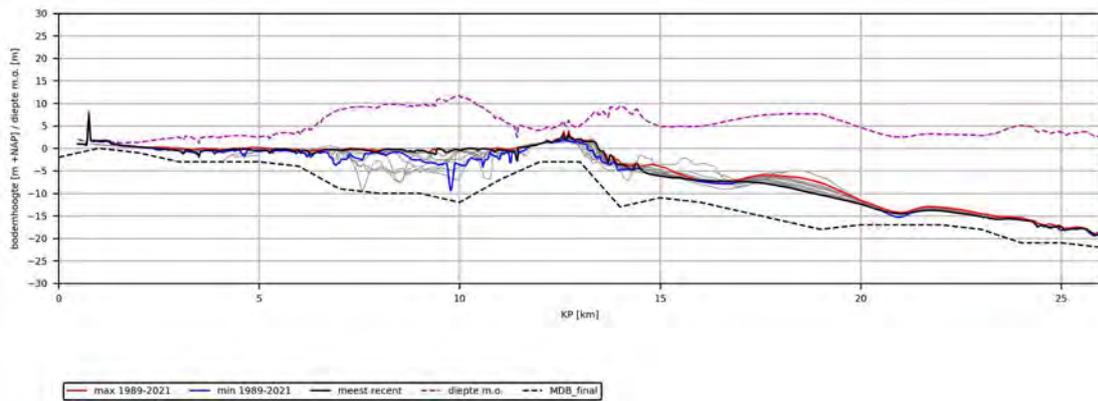


Variant A1

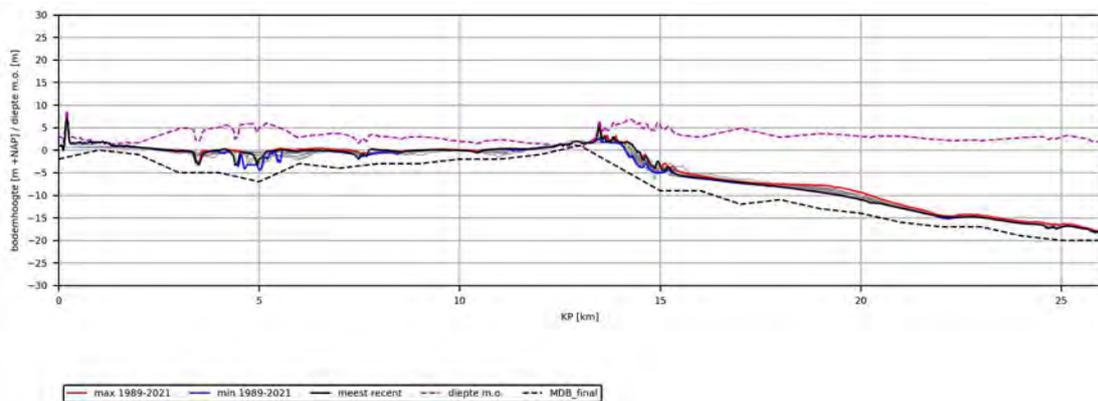
Afbeelding III.18 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route VII - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.19 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route VII - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

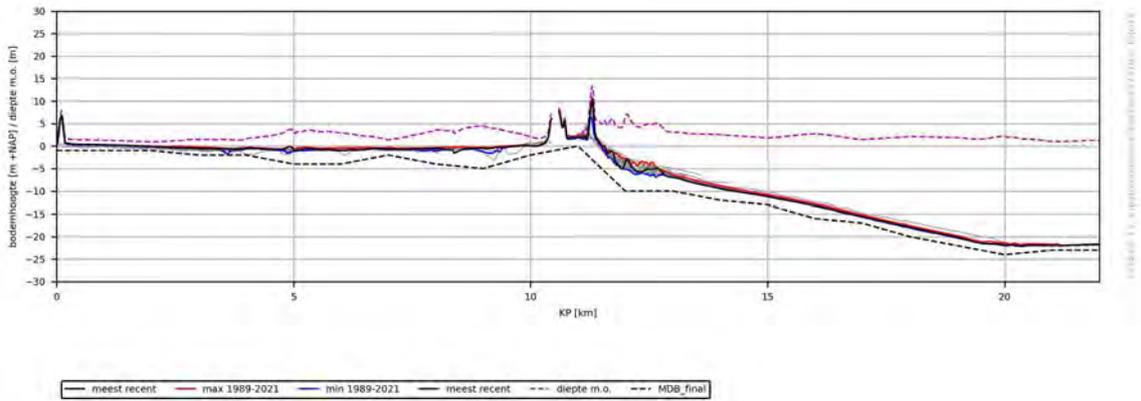


Afbeelding III.20 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route VII - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)

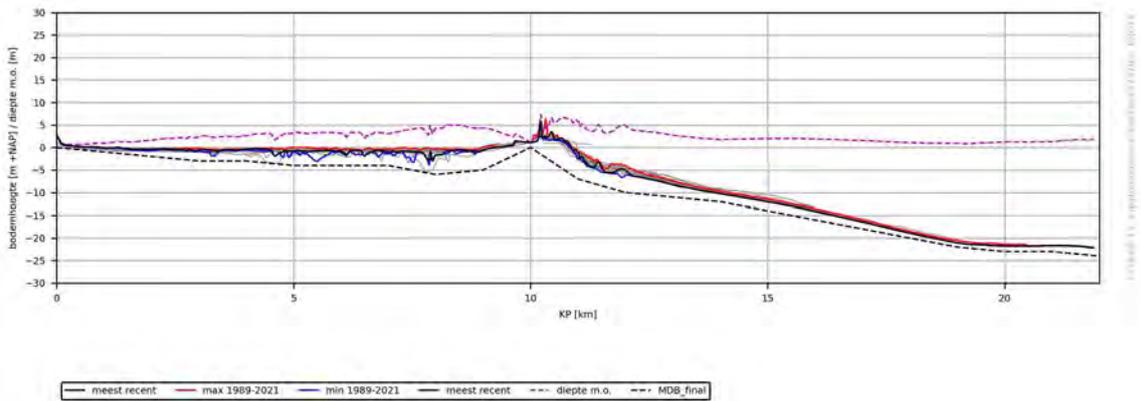


III.4 Route VIII

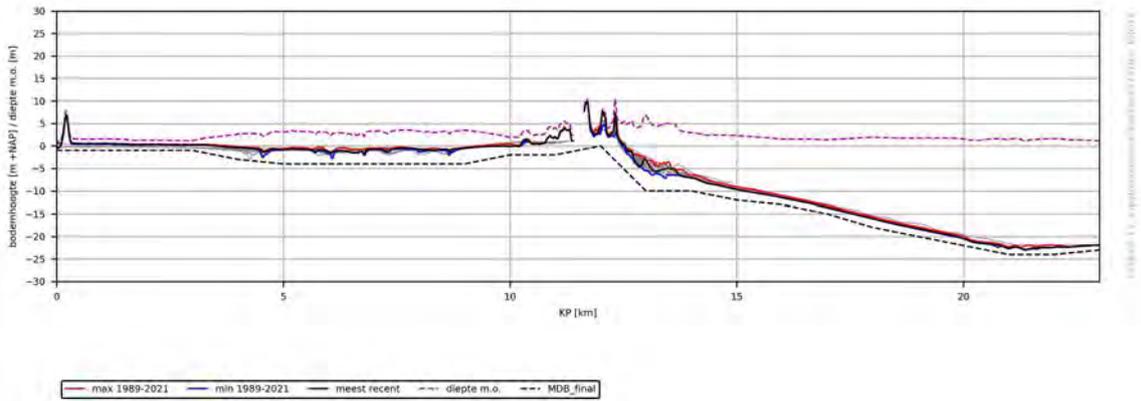
Afbeelding III.21 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route VIII. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.22 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route VIII. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



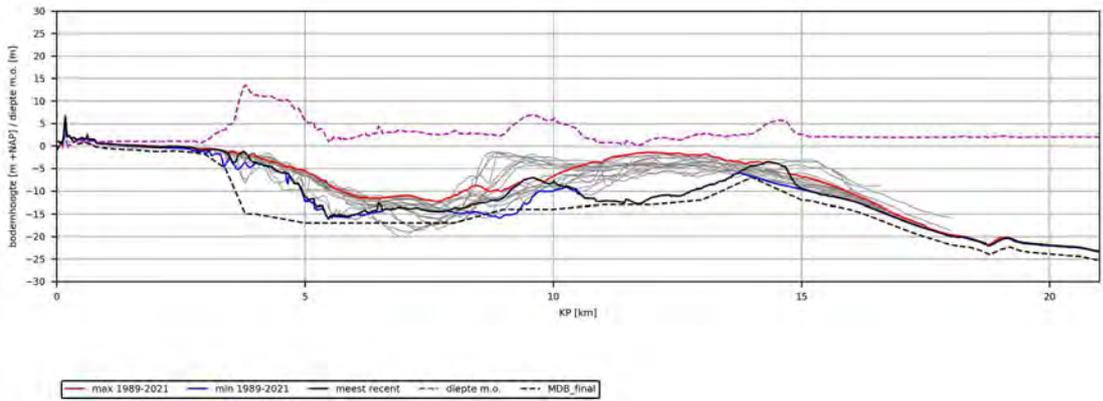
Afbeelding III.23 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route VIII. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



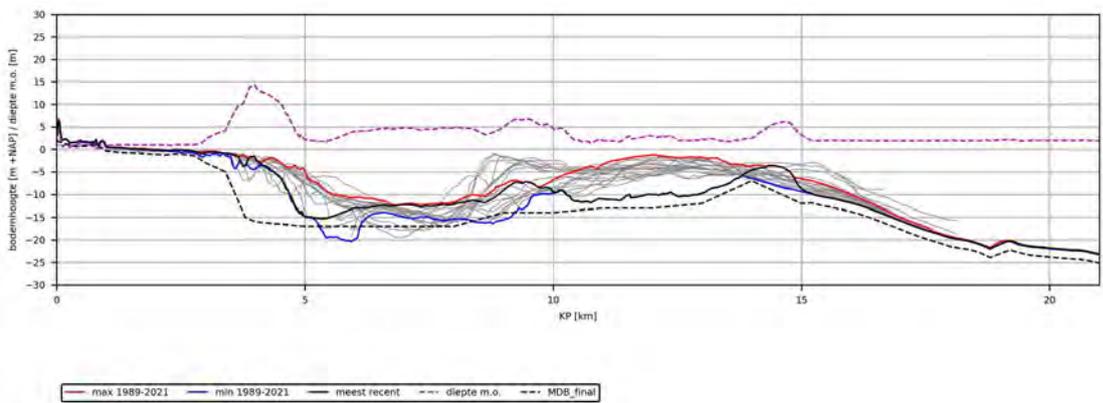
III.5 Route IX

Variant A1

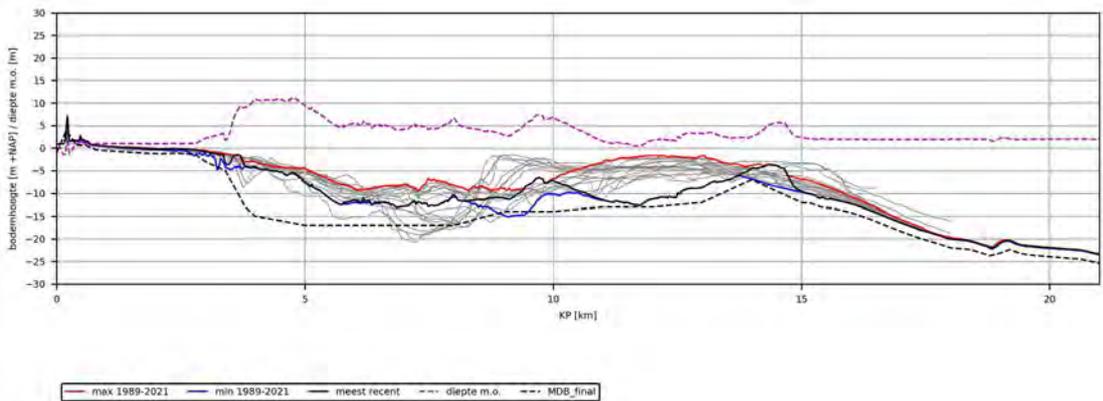
Afbeelding III.24 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de middenlijn van route IX - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.25 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de oostelijke zijlijn van route IX - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



Afbeelding III.26 Weergave van het morfologisch ontwerp-profiel (zwart gestippelde lijn) en de diepte van het morfologisch ontwerp-profiel onder het meest recente bodemniveau (paarse gestippelde lijn) voor de westelijke zijlijn van route IX - A1. De overige lijnen geven de waargenomen historische bodemligging aan (zie legenda)



VII

ANHANG: BERICHT ZUM ABSTAND VON KABELN ZU PIPELINES TENNET

TO Min EAC, Witteveen+Bos, RHDHV
COPY FOR PAWOZ TenneT team

CLASSIFICATION C1 - Public Information
DATE December 15, 2023
FROM Valerie Lapp, Frank Timmer
STATUS Definitief concept
VERSION 0.3

SUBJECT Mutual influence between TenneT cables and pipelines (onshore, nearshore, offshore) within the PAWOZ programme

FOR INFORMATION
FOR DECISION-MAKING

1. Introduction

When buried high voltage cables and pipelines are installed in each other's proximity, they will influence each other. Types of influence that occur are electromagnetic, thermal, and mechanical influence. If these influences are not properly analysed and managed, they can lead to unsafe situations or damage to the assets. To prevent this, a careful decision needs to be made regarding the distance between cables and pipelines taking into account safety, maintainability, security of supply and damage prevention.

This memo describes relevant types of influence between high voltage cables and pipelines, resulting risks, and conclusions regarding the distance between cables and pipelines. The focus is on metallic pipelines carrying hydrogen gas. Both AC (alternating current) and DC (direct current) cables are covered in this document as well as onshore, nearshore and offshore scenarios.

2. Types of influence

2.1 Electromagnetic influence

Inductive influence

When an AC current flows through a power cable, a continuously changing magnetic field is created around the cable. This magnetic field induces currents and voltages in parallel conductors in its proximity. Because hydrogen pipelines are fabricated from conducting material (steel), a cable in the proximity of a hydrogen pipeline will induce a current and a voltage in the pipeline.

When a pure DC current flows through a power cable, a static magnetic field is created around the cable. A static magnetic field does not induce voltages in parallel conductors in its proximity. In reality, however, there will be impurities in the DC currents flowing through a DC cable. These so-called harmonics also lead to a changing magnetic field around the cable. In addition, fast changing DC currents, e.g. in the case of short-circuits or switching events also lead to changing magnetic fields. Therefore, also DC cables induce voltages in other conductors.

The longer a cable runs in parallel with a metallic pipeline, the larger the induced voltage in the pipeline.

Also, the closer the two assets are together, the larger the induced voltage. Therefore, induced voltages can be reduced by limiting the distance for which the assets run in parallel and by increasing the distance between the two assets.

Conductive influence

The metallic sheaths of high voltage cables are earthed at regular intervals. This enables current that is built up on the sheath of a cable to be dissipated to ground via earthing points. Especially during short-circuits, very large currents flow through these earthing points. This causes a voltage gradient to develop in the soil around the earthing point. An insulated metallic pipeline that is located in this zone of increase potential will experience a voltage difference across its insulating coating due to the difference between the voltage of the pipeline itself (near zero) and the voltage rise in the soil surrounding it.

The ground potential rise is largest at the earthing point and decreases as the distance from the earthing point increases. Therefore, conductive influence can be reduced by increasing the distance between the earthing point of the cable and the pipeline.

2.2 Mechanical influence

In case of a leakage of a hydrogen pipeline, hydrogen is released in the soil and underground craters may form. If this crater reaches the location of a power cable, the soil below the power cable might get eroded causing mechanical stress on the cable.

In case of an explosion of the hydrogen, a pressure wave forms that could also mechanically damage the cable.

2.3 Thermal influence

Cables have losses in the form of heat. As a result, the soil around the cable is heated up. If a pipeline is installed too close to the cable, the pipeline will be heated up as well.

On the other hand, the hydrogen gas in the pipelines can reach temperatures up to ca. 50 degrees, which could influence the cable thermally. In addition, thermal influence of cables can also occur in case of a hydrogen explosion and/or the development of fire.

3. Types of risks

The types of influence listed in Section 2 result in increased risks related to safety, asset lifetime, asset availability, and asset performance.

Electromagnetic influence may lead to

- touch voltages (in Dutch: *aanraakspanningen*) on the pipeline that form a danger to humans that come in contact with it
- accelerated corrosion of the pipeline

- damage of the pipeline coating due to flashover

Mechanical influence may lead to

- Damage of the cable due to mechanical stress

Thermal influence may lead to

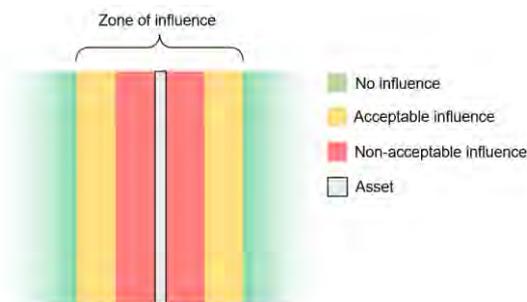
- reduced current carrying capacity of the cable
- damage of the cable due to burning and/or melting
- damage of the pipeline due to thermally induced mechanical stress
- accelerated corrosion of the pipeline
- accelerated degradation of the pipeline coating

The distance between cables and pipelines must be chosen so that the risks are reduced to a level that is acceptable to the operators of both asset types. Next to the risks mentioned above, the distance between cables and pipelines is also limited by the required space for installation and maintenance/repair works.

4. Parallel installation of metallic pipelines and power cables

Around an asset, there is a zone of influence:

- Outside of this zone of influence, the influence is non-existent or negligible. Therefore, when installing another assets outside of this zone of influence, the influence does not need to be considered.
- Inside of the zone of influence, the influence cannot be considered non-existent or negligible. When installing another asset inside the zone of influence, the degree of influence needs to be analysed. The involved parties need to assess whether the influence is acceptable or whether it can be made acceptable using mitigating measures. The outcome of the analysis depends on the degree of the influence, the effectiveness and acceptance of potential mitigating measures and the risk appetite of the asset owner.



Please note that in the case of pipelines and high voltage cables, there are two zones of influence: one around the cable, and one around the pipeline.

5. Distances onshore

For TenneT, the space required for maintenance/repair works for onshore cables, is 3 m on either side of the cable corridor. Therefore, TenneT usually applies a distance of 3 m between cable circuits. The space required for installation depends on the installation technique.

5.1 Metallic pipelines and HVAC cables

NEN 3654:2023 “Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen” provides benchmark values for the zone of influence of both AC cables and metallic pipelines.

Direction of influence	Type of influence	Zone of influence (on either side of the asset)	Note
Influence of HVAC cable on (hydrogen) pipeline	Electromagnetic – inductive	up to 1000 m	The size of the zone of influence depends on the distance that the assets run in parallel
	Electromagnetic – conductive	30 m	
	Thermal – during normal operation	5 m	
Influence of (hydrogen) pipeline on HVAC cable	Thermal – during normal operation	5 m	
	Mechanical – due to erosion	30 m	
	Thermal/mechanical – due to explosion/fire	No distance-based value is provided, but a probability-based value (10^{-5} per km per year).	Due to their ground cover, thermal and mechanical impact of explosion/fire on buried cables is low ¹ .

Table 1: Zone of influence according to NEN 3654

The NEN 3654 does not provide values for the zone of acceptable/non-acceptable influence. This is because the size of this zone differs per situation and is specific to the requirements of the owners of the assets in question.

For TenneT only the influence of the pipeline on the cables is relevant. Therefore, according to Table 1, a distance of 30 m between pipelines and HVAC onshore cables is acceptable for TenneT without the need for further studies. If a distance below 30 m is envisioned, TenneT would need to internally consult and possibly

¹ Studies carried out for TenneT have shown that the effect of explosion/fire is only significant when the cables have limited ground cover. This could be the case as the result of an erosion crater exposing the cables. Therefore, it is assumed that as long as mechanical influence due to erosion can be ruled out, influence due to explosion/fire does not need to be considered.

execute a study.

5.2 Metallic pipelines and HVDC cables

Currently, there is no standard for mutual influences between onshore HVDC cables and metal pipelines. However, there is a NTA (Nederlands Technische Afspraak) in development that will cover similar aspects as the NEN 3654, but with focus on DC connections.

The influences of pipelines on HVAC cables covered in NEN 3654 are expected to not change if the influenced power cable carries DC current instead of AC current. Therefore a distance of 30 m between pipelines and HVDC onshore cables is acceptable for TenneT without the need for further studies. If a distance below 30 m is envisioned, TenneT would need to internally consult and possibly execute a study.

6. Distances nearshore

The cables in the nearshore routes in shallow waters and/or on tidal flats will be installed at a relative low depth. Due to this fact and due to the applicable equipment a minimum distance of 50 m between TenneT cables is possible. Environmental and/or other physical reasons in a route may cause the need for greater distances (e.g. when passing shell fish banks). Sufficient distances to other assets need to be considered for repair works as well. Topics like water depth and burial depth (dredging slopes influencing other infrastructures) will influence the distance and result in a larger minimum distance.

The distance between TenneT nearshore cables and infrastructure of third parties remains the internationally agreed 500 m, unless otherwise agreed in proximity agreements. The exact distance allowed will depend on the acceptance of mitigating measures by the pipeline owner.

7. Distances offshore

The cables in the offshore routes in will be installed in relatively great water depths. Due to this fact and the required installation equipment a standard distance of 200 m between TenneT cables is necessary. Environmental and/or other physical reasons (e.g. wrecks, objects and (p)UXO) in a route may require greater distances to be necessary.

For the deeper parts of Route II (although nearshore, installation at greater depths and with matching equipment) TenneT requires the standard distance of 200 m. However, for this route a study (in possession of the MER-consultancies) was conducted by the consultancy Waterproof. This has resulted in a number of locations where a smaller distance is possible subject to the condition that additional measures such as but not limited to additional burial depth is applied in order to avoid damage to multiple cable systems at the same time.

The distance between TenneT offshore cables and other third party infrastructure remains the internationally agreed 500 m. Subject to specific local conditions and considerations, other distances may be applied for short route sections. These sections may be subject to (amongst others) specific proximity agreements and

routing shall return to the 500 m distance as soon as this is possible again. The exact distance allowed will depend on the acceptance of mitigating measures by the pipeline owner.

8. Knowledge gaps

Currently, there are no HVDC cables in the Dutch TenneT grid. Therefore, there is no practical experience regarding influence on metallic pipelines. Furthermore, engineering bureaus that are conducting EMI studies for Gasunie and TenneT lack experience in how to model HVDC systems. Knowledge gaps include, but are not limited to:

- How high is the harmonic content in HVDC cables?
- What are boundaries for safe touch voltages for frequencies other than 50 Hz?
- What influence do voltages/currents other than 50 Hz have on pipeline corrosion?
- What are likelihood and characteristics of hydrogen leakages (as opposed to natural gas)?

9. Process

The following process is envisioned (but not set in stone) to arrive at a minimum distance between the PAWOZ cable corridor and hydrogen pipeline that is acceptable for both TenneT and Gasunie:

- In Q1 2024, first results regarding the NTA for mutual influence between metallic pipelines and DC systems become available (onshore). This means that TenneT and Gasunie will have a framework based on which to assess the mutual influence for the PAWOZ onshore corridors. Calculations on inductive influence can be carried out, considering various scenarios.
- In Q2 2024, more certainty is expected from the Ministry of EAC on whether TNW will be connected to land electrically. This will provide guidance on which of the calculated scenarios is applicable.

VIII

ANHANG: BERICHT ZUM ABSTAND VON KABELN ZU PIPELINES GASUNIE

Aan
A.J. den Herder (OT)
H. Kamping (AB)
PAWOZ/VAWOZ Team

Van
G.H. Horstink (OT-W)
P.J. Huiberts (OPL)

K.c.
Archief

Via
MT-A

Datum
14 december 2023

Onderwerp
Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

NOTITIE

INTERN

Inleiding:

De toekomstige Gasunie waterstofleidingen (*voor de programma's PAWOZ, VAWOZ en het WNL*) op zee en land zullen op diverse plekken een tracé volgen dat parallel zal lopen met Hoogspanning (HV)-kabels (wissel- en/of gelijkstroom) van Tennet.

Zowel voor offshore, nearshore en onshore routes is de ruimte dusdanig beperkt dat er efficiënt moet worden omgegaan met de beschikbare ruimte met zo weinig mogelijk impact op de omgeving. Doelstelling is dat het ontwerp veilig moet zijn. Veilig wil zeggen beginnen bij de bron en daarna als het niet anders kan mitigeren.

Binnen PAWOZ is aangegeven dat het zoekgebied voor een kabel-/leidingstrook (*van aanlanding tot aan Eemshaven*) 1,5 km breed is. Deze 1,5 km is gebaseerd op de aanname dat HV-kabels en leidingen 1.000 meter van elkaar af moeten liggen om beïnvloeding te voorkomen. Omdat er nog geen goede onderbouwing voor deze 1.000 meter is roept dit de nodige vragen uit de omgeving op. Tevens worden in verschillende projecten verschillende uitgangspunten gehanteerd (bv PAWOZ en Delta Rhine Corridor (DRC)). Ook voor het bepalen van de maximale breedte van kabel- en leidingcorridors door de Waddenzee is de onderlinge afstand van groot belang. Voor VAWOZ gaat dit de komende tijd ook belangrijk worden, het is bijvoorbeeld nu al duidelijk dat er offshore ook ruimtelijke bottlenecks zijn.

In deze notitie is getracht om de onderlinge afstand tussen kabels en een leiding, voor onshore op basis van onder meer de aanwezige norm NEN 3654 (*die onverkort geldig blijft voor HVac systemen*), en voor offshore o.a. op basis van internationale afspraken, verder te preciseren.

De beïnvloeding die hierboven genoemd wordt komt door het Elektromagnetisch (EM) veld van, met name, hoogspanning wisselstroom (HVac) kabels. Dit EM veld kan in een nabij, over langere afstand parallel, liggende stalen buisleiding een spanning opwekken die enerzijds kan leiden tot corrosie van de stalen buis en anderzijds kan zorgen voor een gevaarlijke aanraakspanning op de buisleiding wand. Behalve de beïnvloeding door EM velden kan er ook sprake zijn van thermische beïnvloeding (de HV-kabels worden tijdens gebruik warm en moeten deze warmte kwijt aan de omliggende grond) en weerstand beïnvloeding bij aardingspunten van kabels, bij hoogspanningsmasten en bij HV-stations.

De in deze notitie in de tabellen aangeven afstanden mogen niet klakkeloos zonder de erbij behorende voetnoten toegepast worden.

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 14 december 2023

Onderwerp: Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

Tussenafstand op land:

Voor de situatie op land (*onshore*) is de norm NEN 3654 "Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen" (alleen geldig voor HVac systemen) onverkort van toepassing.

In deze norm zijn voor verschillende hoogspanning niveaus, en verschillende parameters van HV-systemen, indicatieve waarden aangeven van een "veilige" tussen-afstand tussen een HVac kabel en een metalen buisleiding.

Vanuit de werkgroep Kathodische Bescherming (KB) van de NEN is een onderzoek uitgezet om deze indicatieve waarden te onderbouwen d.m.v. detailberekeningen.

De NEN 3654 is niet van toepassing op hoogspanning gelijkstroom (HVDC) systemen.

HVac systemen lopen normaliter minder ver parallel dan de geplande HVDC-systemen. HVDC-systemen met een vergelijkbaar vermogen als HVac, hebben over een vergelijkbare parallelloop een lagere beïnvloeding. Echter, HVDC wordt gebruikt voor het transporteren van grotere vermogens. Bij langere parallelloop kan HVDC dan ook voor een grotere beïnvloeding zorgen.

Het doel is om in 2024 een Nederlandse Technische Afspraak (NTA) gereed te hebben voor het geplande type HVDC-systeem op land. Vervolgstep is dan een NTA voor HVDC en HVac op zee.

Op basis van de NEN 3654 zijn in onderstaande tabel (met uitzondering van HVDC) de, voorlopig, te hanteren tussenafstanden aangegeven. Het is de verwachting dat de eerdergenoemde, nog uit te voeren, detailberekeningen geen significante verhogingen van de tussenafstanden te zien zullen geven.

LAND (afstanden in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	50 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾
Kabel Tennet HVDC	20 ⁽⁵⁾⁽⁷⁾⁽¹²⁾
Leiding Gasunie	7 m hart op hart ⁽⁹⁾⁽¹²⁾
Kabel HVac niet TenneT	50 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾
Kabel HVDC niet TenneT	nvt ⁽¹⁰⁾
Andere leidingen	7 m hart op hart ⁽⁹⁾⁽¹²⁾

⁽⁵⁾: detailberekeningen nodig om definitieve tussenafstand vast te stellen

⁽⁶⁾: op basis van K2 waarden uit NEN 3654 voor 220kV/400kV ZONDER mitigerende maatregelen

⁽⁷⁾: afstand gelijk aan die is aangenomen voor DRC (info vanuit de NEN KB werkgroep)

⁽⁹⁾: Gasunie beheersmaatregel

⁽¹⁰⁾: vanuit NEN / NTA is alleen een 2GW Tennet kabel configuratie toegestaan

⁽¹¹⁾: met maatregelen 10-tallen meters bij lange parallelloop. **!! Eerst voorkomen en dan pas mitigeren!!**

⁽¹²⁾: niet gedefinieerd in de NEN 3654

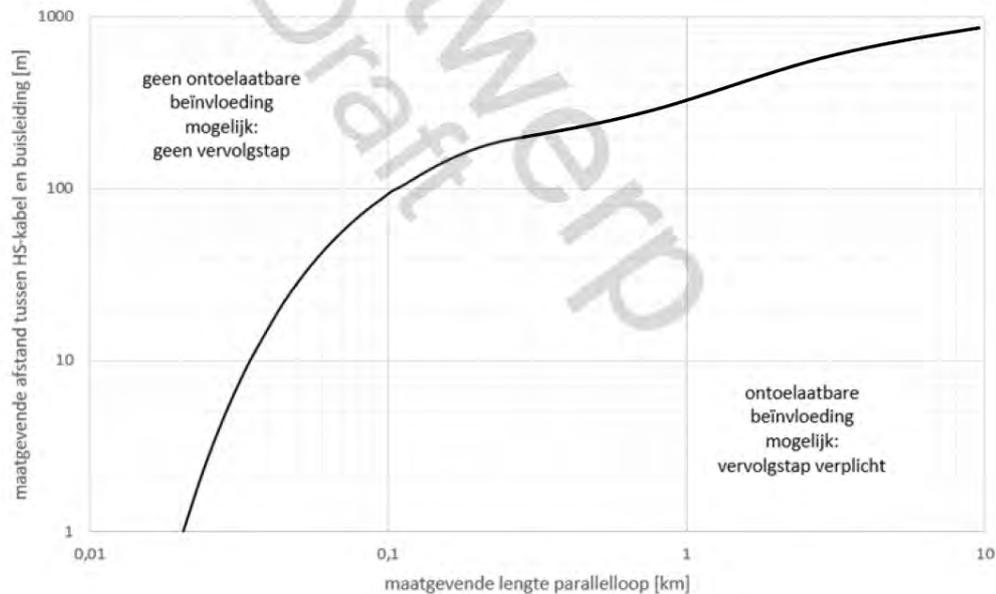
Opmerking: Bovenstaande tabel inclusief de eronder aangeven voetnoten zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 14 december 2023

Onderwerp: Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

Onderstaande grafiek (uit de NEN 3654) geeft een snelle indicatie of er wel of niet sprake zal zijn van een ontoelaatbare EM veld beïnvloeding (tussen HVac kabels en buisleidingen) bij een gegeven tussenafstand en lengte parallelloop.



Figuur 5 — Conservatieve beoordeling inductieve beïnvloeding door hoogspanningskabels > 24 kV

Voor de ontwikkeling van de DRC wordt de hierboven, in de tabel, aangegeven 20 meter afstand tussen de Tennet HVDC kabels en de Gasunie waterstofleiding reeds meegenomen in het voorlopige leidingroute ontwerp.

Op het moment dat de definitieve routes (*van kabels en leiding(en)*) beschikbaar zijn (*samen met de Tennet kabel configuratie*) zal er **altijd** een beïnvloeding-studie uitgevoerd moeten worden om te bepalen of de route aangepast moet worden of welke mitigerende maatregel(en) er genomen moet(en) worden.

Tussenafstand op zee:

Voor de situatie op zee is voor "*Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen*" nog geen norm beschikbaar. Het doel is om in 2024 een NTA gereed te hebben voor het geplande type HVDC-systeem op land. Vervolgstap is dan een NTA voor HVDC en HVac op zee.

Echter, op basis van de modellen gebruikt in de NEN 3654 is al wel een inschatting te maken van de tussenafstanden.

Als de detailberekeningen voor de land situatie beschikbaar zijn worden deze ook gemaakt voor de zee situatie.

Op zee gelden internationale afspraken die bepalen dat er tussen de kabels en leidingen van partijen altijd een tussenafstand van 500 meter aangehouden dient te worden **tenzij** partijen

N.V. Nederlandse Gasunie

Datum: 14 december 2023

Onderwerp: Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen

overeenkomen, d.m.v. een nabijheidsovereenkomst, hiervan af te wijken (waarbij de eventuele beïnvloeding zwaar zal wegen).

Om die reden zijn de afstanden in onderstaande tabel groter dan die voor de land situatie.

ZEE (afstanden in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	500 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾
Kabel Tennet HVDC	500 ⁽²⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾
Leiding Gasunie	100 ⁽⁴⁾⁽⁹⁾
Kabel HVac niet TenneT	500 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾
Kabel HVDC niet TenneT	500 ⁽²⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾
Andere leidingen	100 ⁽⁴⁾⁽⁹⁾

⁽²⁾: mag kleiner wbt beïnvloeding maar dan nabijheidsovereenkomst nodig

⁽⁴⁾: indien < 500 meter nabijheidsovereenkomst nodig

⁽⁵⁾: detailberekeningen nodig om definitieve tussenafstand vast te stellen (uit te voeren tijdens de leiding/kabel trace fase)

⁽⁶⁾: Afstand gebaseerd op K2 waarden NEN: er is niet gecorrigeerd voor lagere soortelijke weerstanden

⁽⁶⁾: **EN** lagere toelaatbare langdurige spanningen (Volt) op zee

⁽⁸⁾: internationale afspraak

⁽⁹⁾: Gasunie beheersmaatregel, in overleg kan dit een kleinere afstand worden

⁽¹⁰⁾: ingeval van monopool configuratie specifiek bekijken

Opmerking: *Bovenstaande tabel inclusief de eronder aangeven voetnoten zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.*

Aanlanding:

Omdat bij de aanlanding van kabels en leidingen de kans groot is dat deze dicht bij elkaar komen om de corridor bij kruising van de primaire zee-kering zo smal mogelijk te houden zijn hiervoor kleinere tussenafstanden mogelijk. Zie hiervoor onderstaande tabel.

Aanlanding (afstand in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	100
Kabel Tennet HVDC	100

Conclusie:

De tussenafstanden in de voorgaande tabellen zijn een eerste inschatting en moeten door middel van een berekening worden geverifieerd.

Deze notitie is expliciet niet van toepassing op kabels en leidingen in een tunnel configuratie. Dit zal separaat geanalyseerd moeten worden.

IX

ANHANG: RISK BASED BURIAL DEPTH

Risk Based Burial Depth

PAWOZ Route II

5 juli 2024





Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Document	Risk Based Burial Depth Route II (Bijlage Notitie Routeontwikkeling Deel 3)
Organisatie	RHW – Combi RHDHV & W+B; studie uitgevoerd door ACRB en MARIN
Werkpakket	4.6 RBBB (Bijlage van Werkpakket 4.1 Notitie Routeontwikkeling)
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Status	S3 – For client comments
Datum	5 juli 2024
Projectnummer	BI9148
Referentie	BI9148-RHW-4.6-GEN-RP-NA-031739

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Postbus 24087 | 3511 SW Utrecht | www.witteveenbos.com

Royal HaskoningDHV Nederland B.V.
Postbus 1132 | 3818 EX Amersfoort | www.royalhaskoningdhv.nl

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Tracés	7
3. Analyse	19
- Scheepvaart	20
- Ankermodel	27
- Stranden	32
- Correctie basis ongevals-kans Eems	37
- Acceptabele faalkans	41
4. Resultaten	42
- Ankeren	43
- Stranden	45
5. Conclusies en aanbevelingen	48
6. Referenties	50
Bijlage 1 – Toelichting op RBBB aanpak	51

1. Inleiding

Achtergrond

- In PAWOZ-Eemshaven worden routes voor kabelsystemen (kabels) en waterstofverbindingen (leidingen) onderzocht.
- In deze studie wordt alleen Route II, Oude Westereems, onderzocht. Dat komt doordat alleen deze route dicht langs druk bevaren scheepvaartwegen loopt en de onderlinge afstand tussen de kabels de faalkans zal beïnvloeden.
- Als gevolg van beperkte ruimte in het Eems estuarium wordt overwogen de kabelsystemen en misschien ook de waterstofverbinding in een corridor te leggen, waarbij de afstand tussen de kabels en de pijpleiding een belangrijke parameter wordt:
 - TenneT hanteert een afstand van 200 m tussen parallelle kabels als uitgangspunt voor kabels van dezelfde eigenaar. In geval van verschillende kabeleigenaren dient er in eerste instantie met een afstand van 500 m rekening gehouden te worden tot het moment er (zicht is op) een overeenkomst op parallelligging is. In deze studie wordt onderzocht of de afstand tussen twee parallelle kabels kan worden verkleind tot minder dan 500 m, respectievelijk 200 m;
 - Hoe dichter de kabels bij elkaar liggen, hoe meer kabels en leidingen in een beperkt gebied gelegd kunnen worden;
 - Echter, hoe dichter de kabels bij elkaar liggen, hoe groter de gezamenlijke faalkans van meer dan één kabel is.
- De faalkans van de gezamenlijke faalkans van twee of meer kabels hangt af van:
 - De onderlinge afstand tussen de kabels en of leiding;
 - De ligging van de kabels ten opzichte van scheepsbewegingen, met name de drukbevaren Eemsgeul en het gehele aanloopgebied;
 - De begraafdiepte tijdens installatie;
 - De toekomstige veranderingen in de ligging van de zeebodem (natuurlijke zeebodem dynamiek);
 - De grondcondities.

1. Inleiding (2)

Specifieke aanpak voor PAWOZ

- De aanpak voor PAWOZ wijkt af van de standaard RBBB die normaal voor export kabel routes, inter-connectoren en transport pijpleidingen wordt uitgevoerd.
 - *Bijlage 1 bevat een (engelstalige) samenvatting van de aanpak van een standaard Risk Based Burial Depth studie.*
- Tijdens de uitvoering van deze studie waren er nog geen voldoende ontwikkelde tracés voor de kabels en de waterstof leiding beschikbaar omdat het bepalen van deze globale tracés een van de doelen van PAWOZ was.
- Omdat de ontwikkeling van de tracés mede afhankelijk is van de afstand tussen de kabels, richt deze studie zich daarom op de relatie tussen de onderlinge kabel afstand en de gezamenlijke faalkans voor een aantal karakteristieke locaties van de mogelijke toekomstige tracés.

Eerder uitgevoerde risico gestuurde begraafdiepte studies

- Deze PAWOZ RBBB bouwt verder op de ervaring en resultaten van vooral twee eerdere studies:
 - De IJmuiden Ver en Nederwiek RBBB waarbij de nadruk lag op het opzetten van de methodiek en het bepalen van de gezamenlijke faalkans van meerdere kabels in een kabel corridor (ref. 1).
 - De specifieke studie naar de minimaal benodigde afstand tussen export kabels, zowel op zee als in de kustwateren (ref. 2).

Voor achtergronden van methodieken wordt verwezen naar beide rapporten (ref. 1 en ref. 2).

1. Inleiding (3)

Onderzoeksvraag

- Welke begraafdiepte en onderlinge afstanden moeten voor kabels/leidingen worden aangehouden langs Route II om te voldoen aan een maximaal acceptabele gezamenlijke faalkans voor 2 kabels?
 - Belangrijke beperking voor deze studie is het ontbreken van feitelijke routes op basis waarvan de faalkans per jaar voor de gehele of een deel van de route kan worden bepaald. Deze studie zal daarom leiden tot indicaties van de effecten van onderlinge afstanden tussen de kabels en leiding op de gezamenlijke faalkans.

2. Tracés

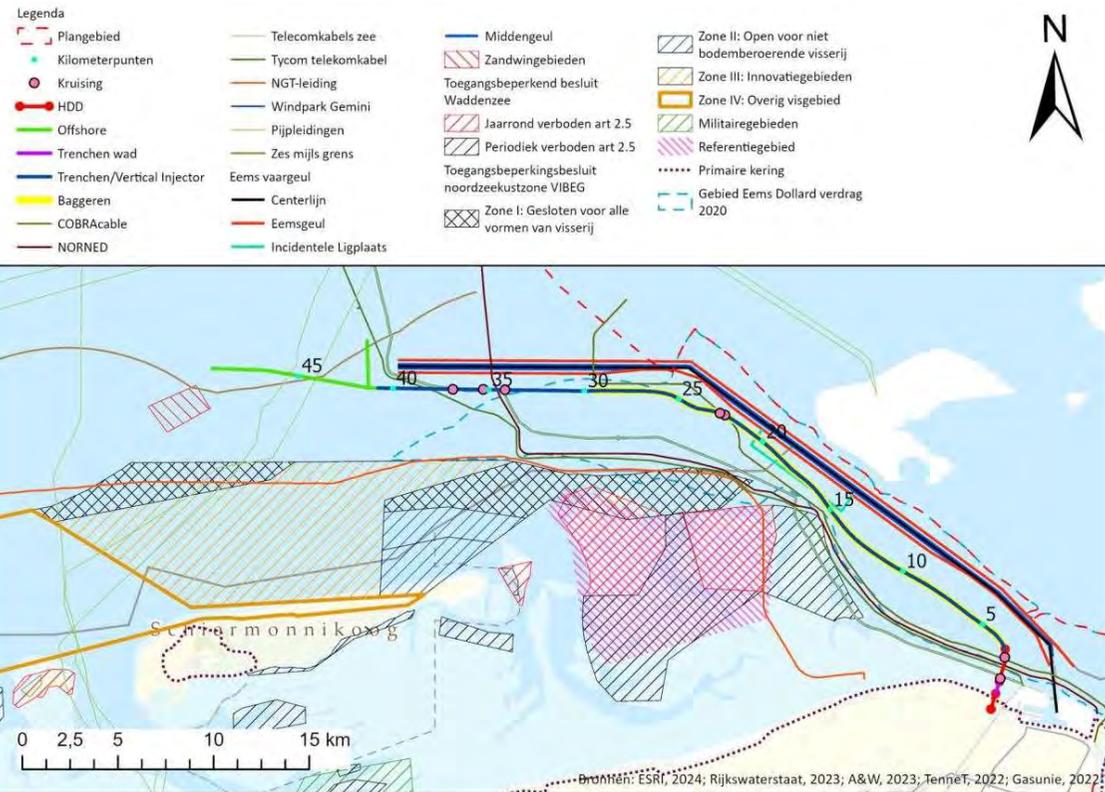
Tracé uitgangspunten

- De volgende twee pagina's tonen de indicatieve tracés voor de kabelsystemen en voor een waterstofverbinding
 - Pagina 8 toont het midden van de corridor waarin de kabels zouden kunnen komen te liggen. Voor de toelichting op deze route wordt verwezen naar referentie 4.
 - Pagina 9 toont het indicatieve tracé voor de waterstofverbinding (pijpleiding). Voor de toelichting op deze route wordt verwezen naar referentie 4.

Dwarsprofielen

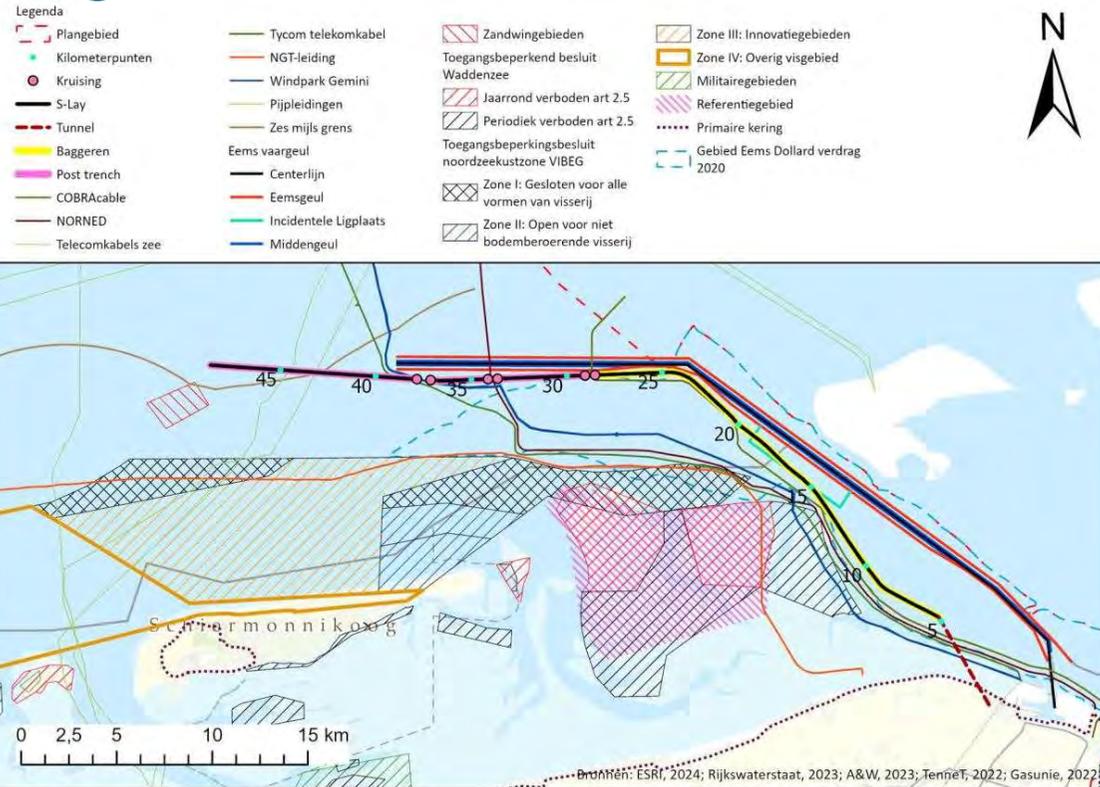
- Pagina 10 toont de zeekaart met daarop 5 dwarsdoorsneden. Deze dwarsdoorsneden zijn gekozen op locaties die kenmerkend zijn voor de combinatie van vaarwegen en naastgelegen zandbanken.
- Pagina 11 toont hetzelfde gebied met dezelfde dwarsdoorsneden maar met de bathymetrie als ondergrond.
- Pagina 11 toont ook de tracés van zowel de kabels als de waterstofverbinding:
 - Het midden van de vaarweg, bestaande uit (vanaf zee gezien), de Eemsgeul en het Randzelgat, is aangegeven door een rode lijn;
 - De kabels zijn aangegeven als dunne paarse lijnen in een corridor met 5 kabels;
 - De waterstofverbinding (pijpleiding) is aangegeven als een gele lijn, tussen de vaarweg (rode lijn) en de kabel corridor (5 paarse lijnen).
- Pagina 12 t/m 16 tonen de dwarsdoorsneden met daarin:
 - Het bodemprofiel;
 - Het Mobile Ontwerp Profiel (MOP) ter plaatse van de dwarsdoorsnede (zie ref. 5);
 - De locaties van kabels en pijpleiding, waarbij uitgegaan is van een minimale dekking van 1 m.

2. Tracés – Indicatief kabel tracé

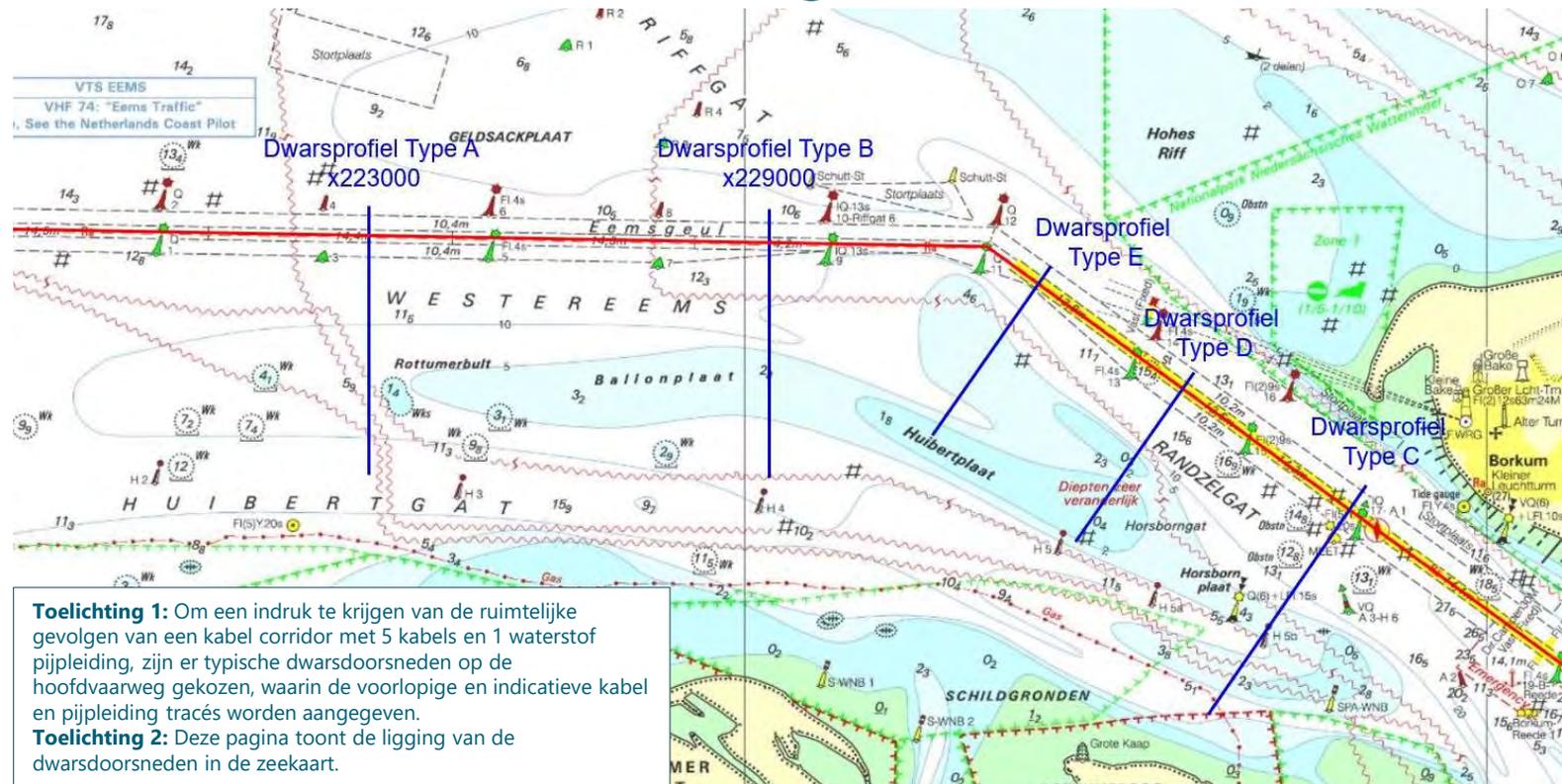


De kaart toont II – Oude Westereems route en de werkzaamheden die zijn voorzien voor de aanleg van een kabelsysteem. Een uitgebreide toelichting op de wijze van installeren wordt gegeven in ref. 4.

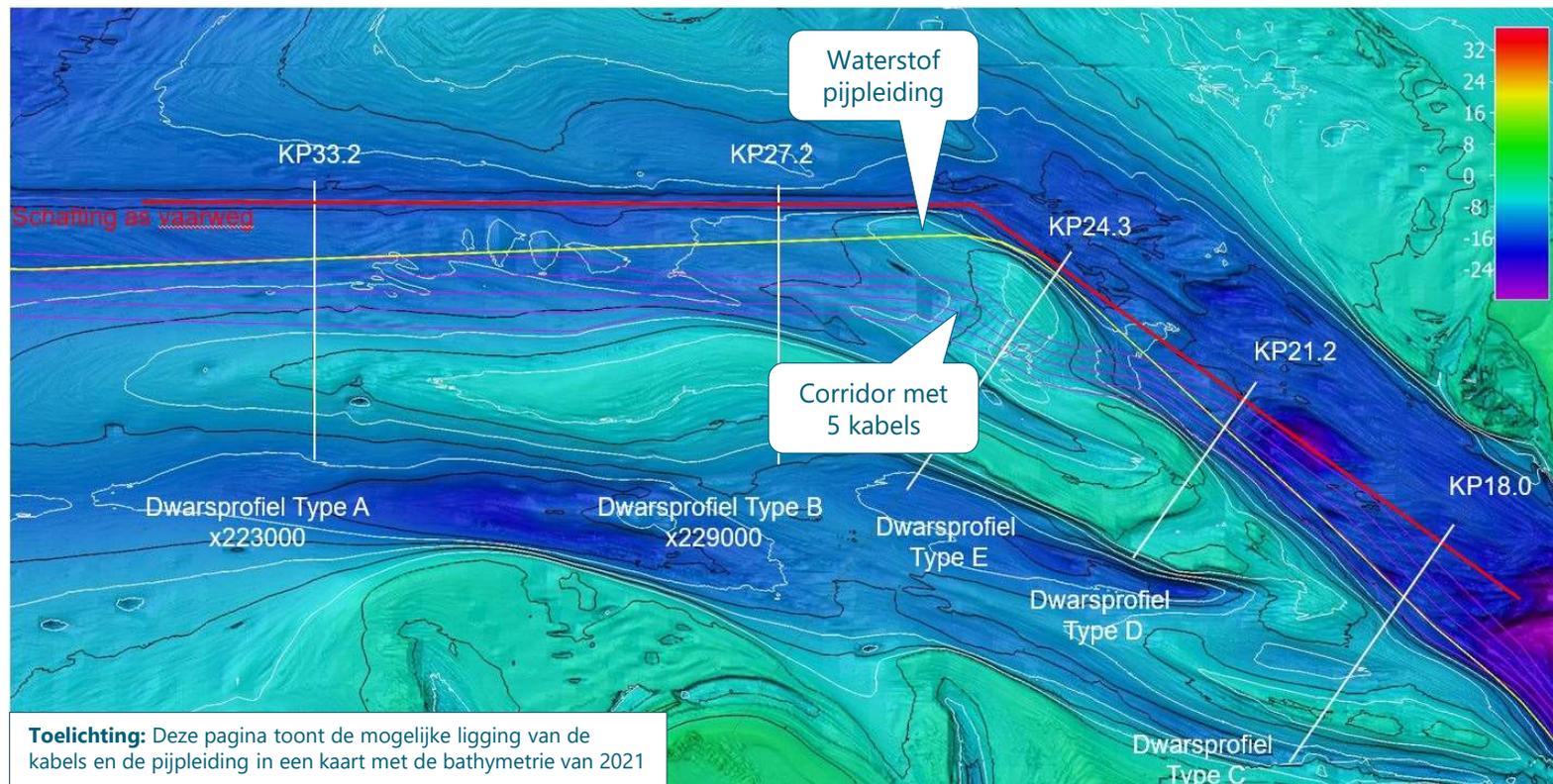
2. Tracés – Indicatief leiding tracé



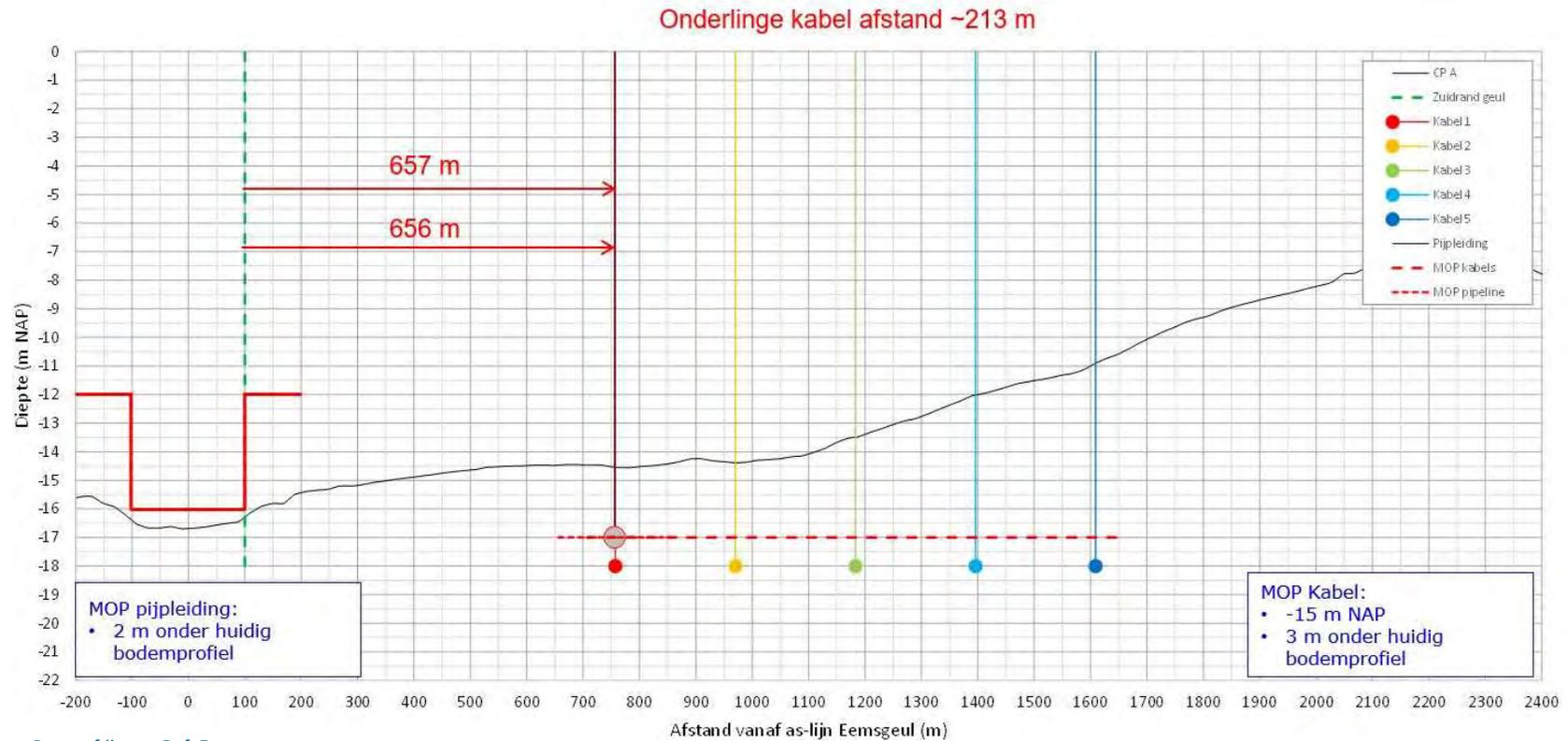
2. Tracés – Afstand tot vaarweg: zeekaart



2. Tracés – Afstand tot vaarweg: bathymetrie



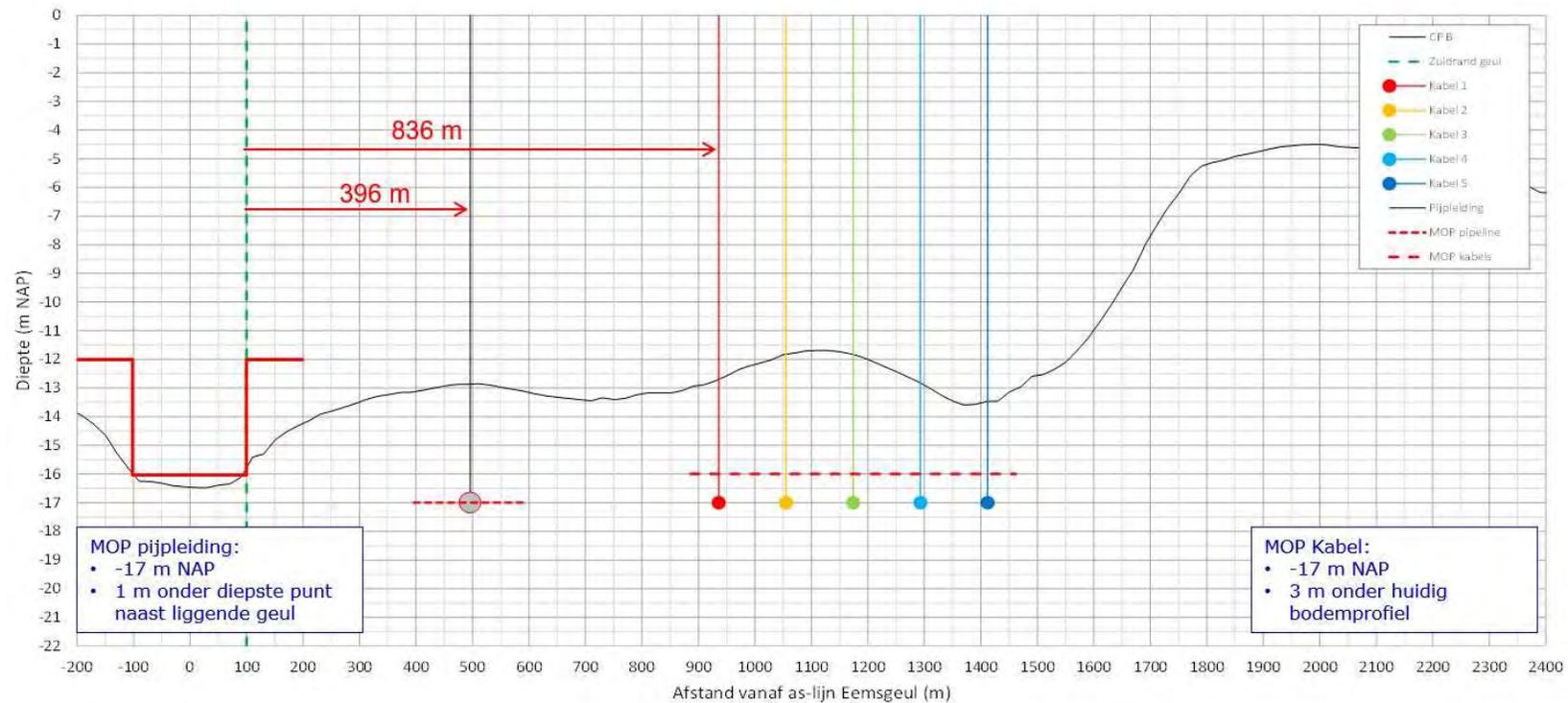
2. Tracés – Dwarsprofiel Type A: ~KP33.2 (x223000)



Begraafdiepte: Ref. 5

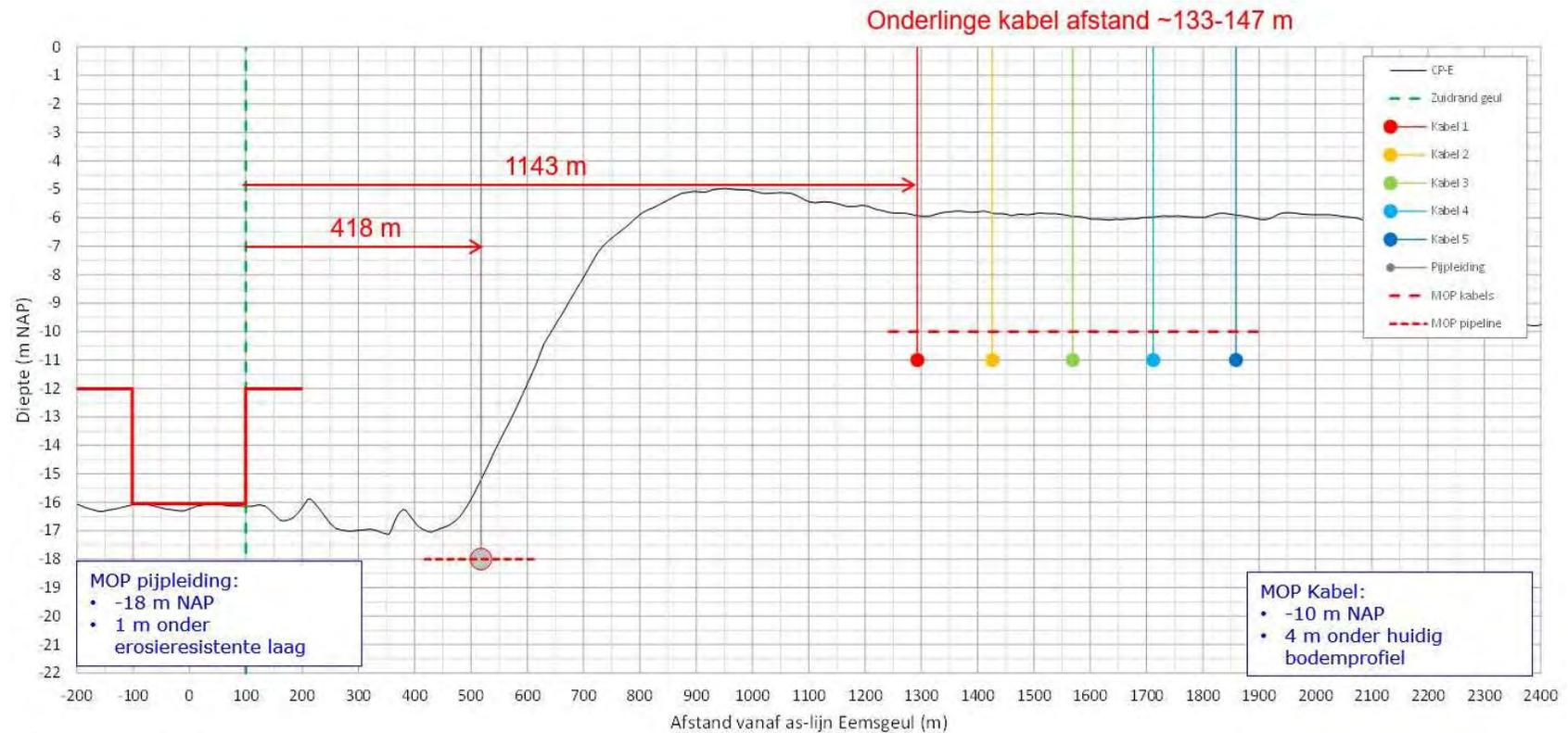
2. Tracés – Dwarsprofiel Type B: ~KP27.2 (x229000)

Onderlinge kabel afstand ~119 m



Begraafdiepte: Ref. 5

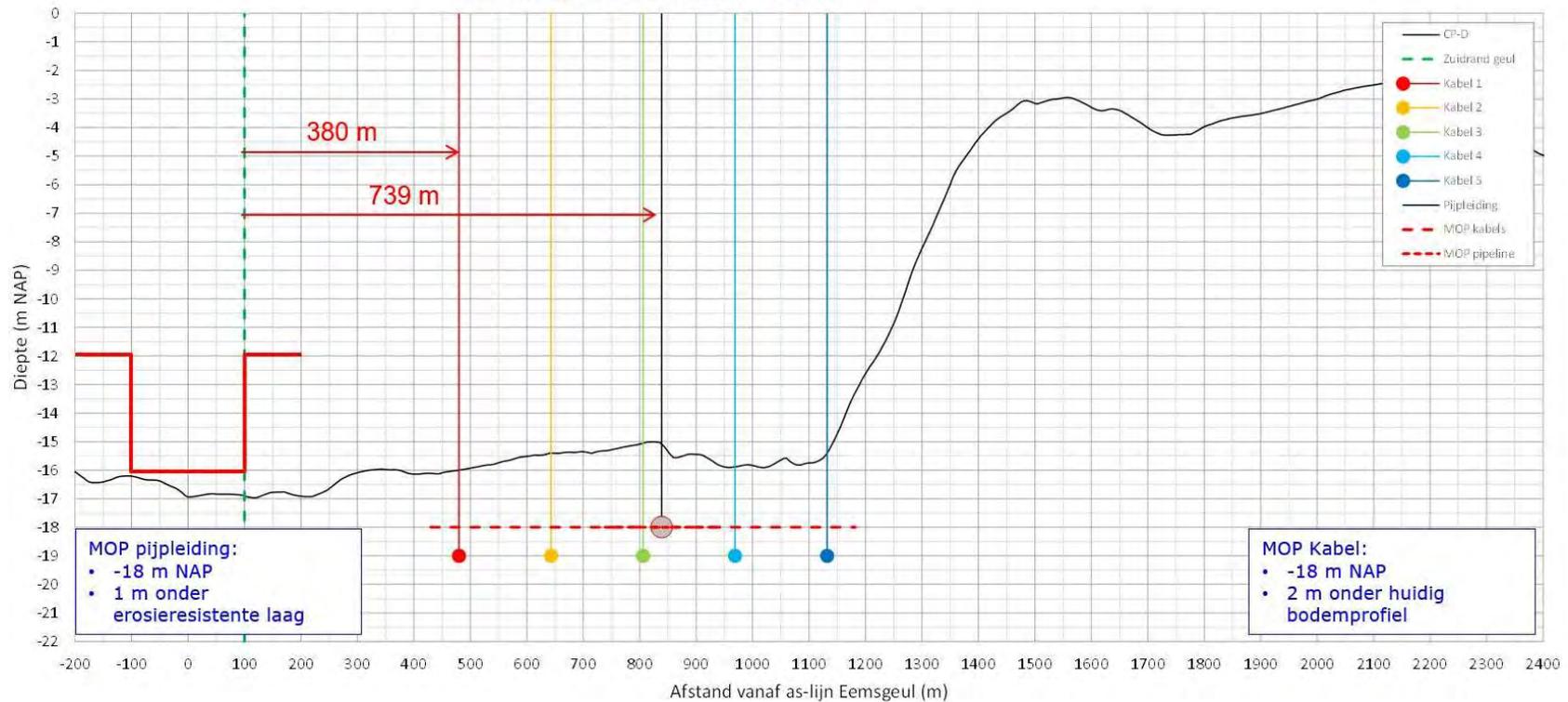
2. Tracés – Dwarsprofiel Type E: ~KP24.3



Begraafdiepte: Ref. 5

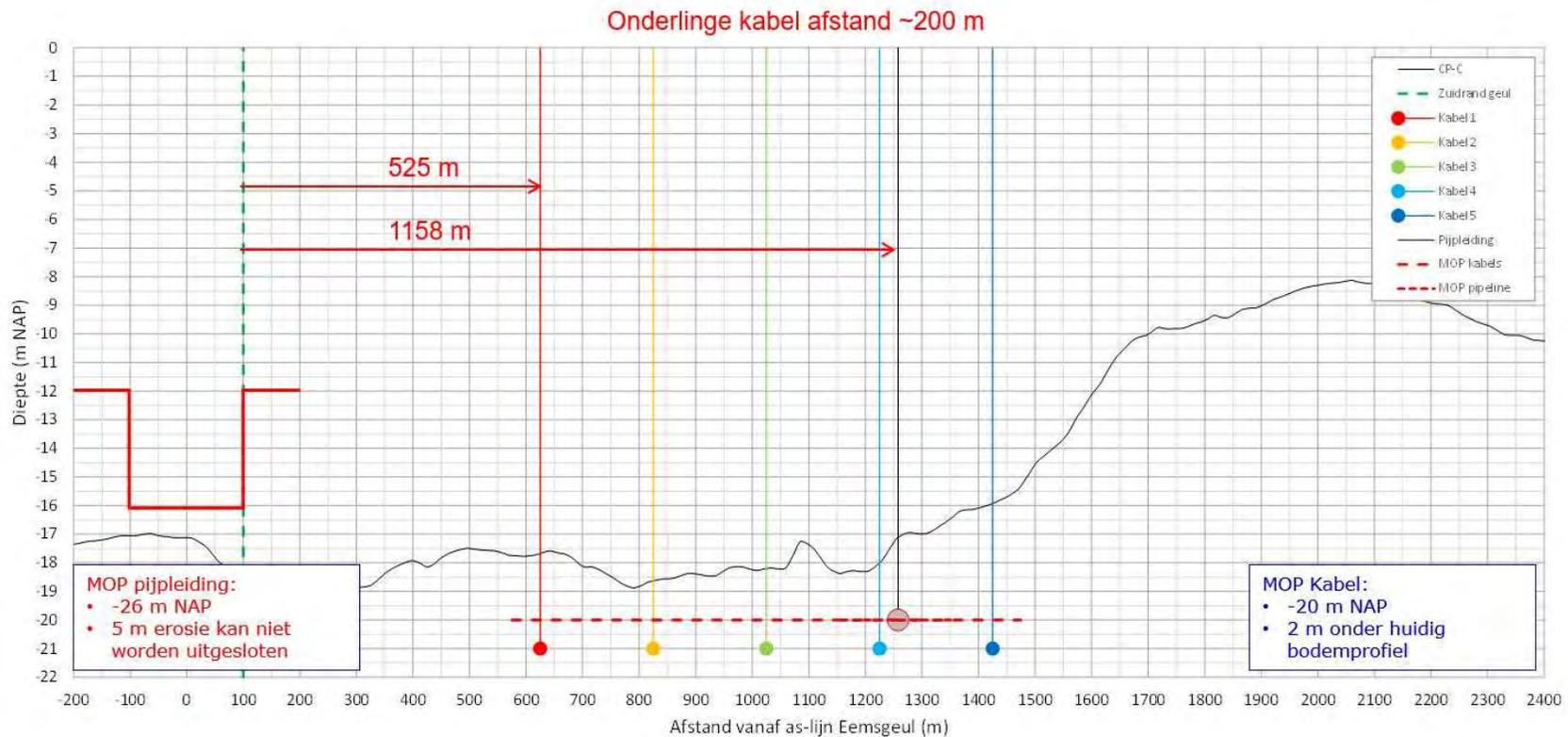
2. Tracés – Dwarsprofiel Type D: ~KP21.2

Onderlinge kabel afstand ~163 m



Begraafdiepte: Ref. 5

2. Tracés – Dwarsprofiel Type C: ~KP18.0



Begraafdiepte: Ref. 5

2. Tracés – Wat is waar dominant?

Belangrijkste bedreigingen

- Deze studie beperkt zich tot de analyse van de belangrijkste bedreigingen, zoals ankeren en stranden.
 - Een standaard RBBB studie bevat ook de overige bedreigingen zoals containers overboord en visserij.
- De volgende pagina bevat de bathymetrie (kopie van pagina 11) met de hieronder genoemde vaarwegen en geulen.

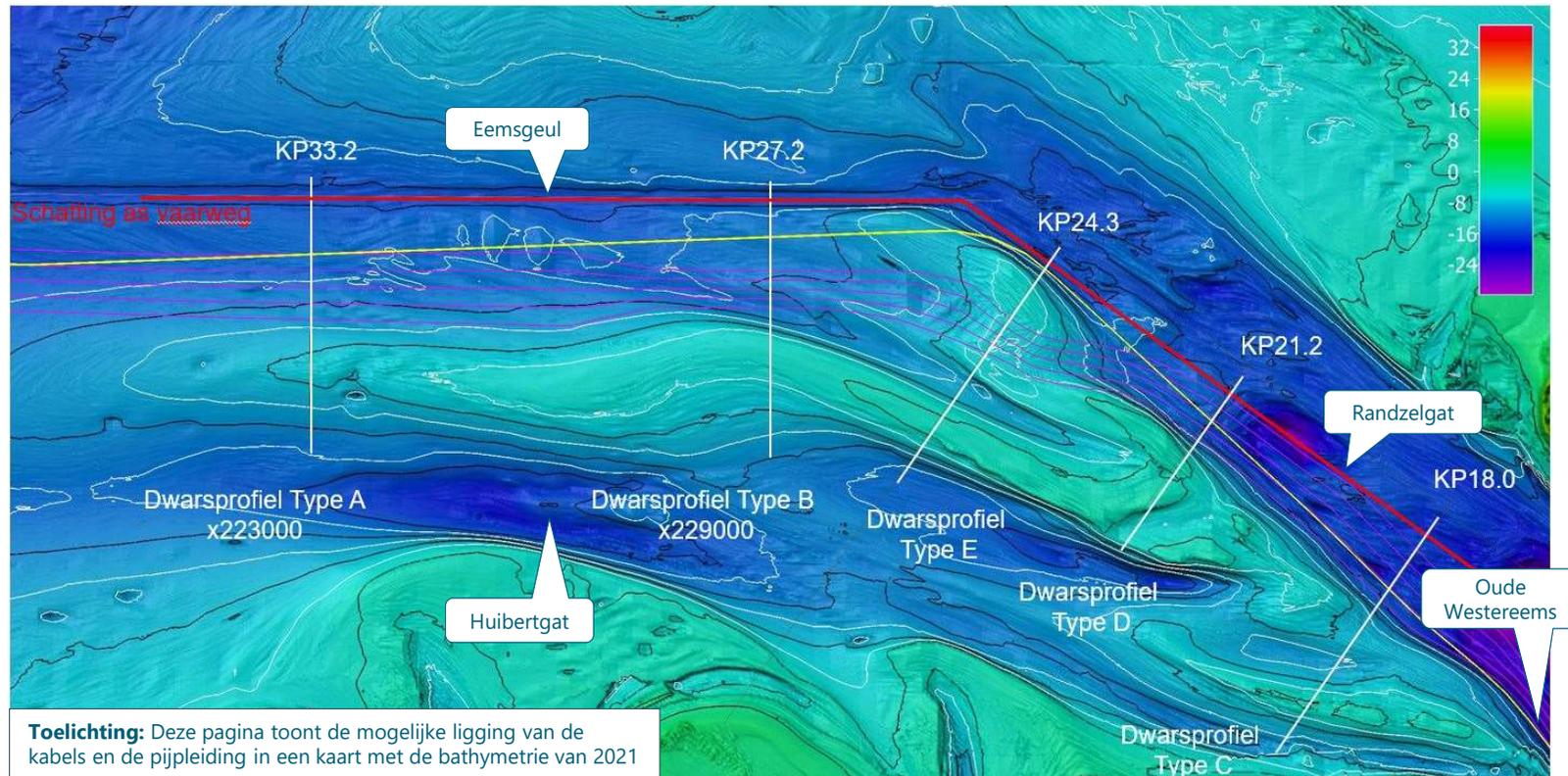
Kabels

- **Ankeren** daar waar kabel corridor in diep water ligt:
 - Langs Eemsgeul;
 - Langs Randzelgat;
 - In Oude Westereems.
- **Stranden** daar waar kabel corridor in ondiep water ligt:
 - Tussen Randzelgat en Oude Westereems;
 - Behalve tussen Eemsgeul en Randzelgat, omdat die bank relatief hoog ligt en de kabels extra dekking krijgen.

Pijpleidingen

- **Ankeren** daar waar kabel corridor in diep water ligt:
 - Langs Eemsgeul;
 - Langs Randzelgat;
 - In Oude Westereems.
- **Stranden** daar waar pijpleiding in diep water maar direct naast bank ligt:
 - Tussen Eemsgeul en noordelijke uitloper van Huibertplaat.

2. Tracés – Wat is waar dominant? (2)



3. Analyse

In dit hoofdstuk worden de analyses beschreven die zijn uitgevoerd voor de RBBB studie. De volgende analyses zijn op de volgende pagina's toegelicht:

- Scheepvaart
 - AIS dichtheidskaarten
 - Verkeersanalyse (1) t/m (5)
- Ankermodel
 - Overzicht
 - Stap 1
 - Stap 2
 - Stap 3: Falen van één kabel
 - Stap 3: gezamenlijk falen van meerdere kabels
- Stranden
 - Overzicht
 - Stap 1
 - Stap 2
 - Stap 3
 - Stap 4 en resultaten
- Correctie basis ongevalskans Eems
- Acceptabele faalkans

3. Analyse – Scheepvaart

Scheepvaart

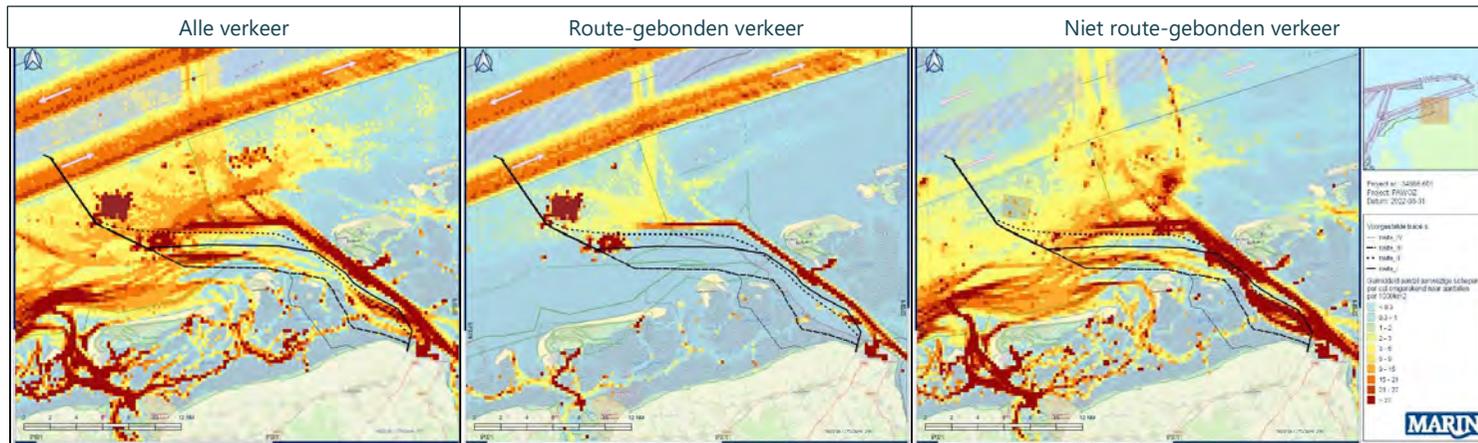
- De begraafdiepte wordt bepaald door de kans van voorkomen van een incident vanuit de scheepvaart en de mogelijke schade die dit type incident brengt aan de kabel (afhankelijk van de begraaf diepte).
- Voor het bepalen van de kans van voorkomen van een relevant maritiem incident worden de volgende gegevens/modellen gebruikt:
 - AIS data (welke locaties);
 - Incidentfrequenties (correctiefactor);
 - Ankermodel en parallel ankeren;
 - Stranden (Samson model).

Automatic Identification System – AIS Data

- Voor het bepalen van de scheepvaart intensiteit op en rond de beoogde locatie van de kabel(s) is gebruik gemaakt van AIS-data. Deze data bevat informatie over welke schepen waar gevaren hebben.
- Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van AIS-data beschikbaar gesteld door de Nederlandse Kustwacht over de periode: 1 jan 2019 tot en met 31 dec 2022 (4 jaar)

3. Analyse – Scheepvaart: AIS dichtheidskaarten

- De kaarten op deze pagina laten de verkeersdichtheid zien in 2020 voor drie categorieën schepen:
 - Alle verkeer
 - Route-gebonden verkeer (koopvaardij (vracht/tanker/passagiersschepen)
 - Niet route-gebonden verkeer (werkvaart/visserij/recreatievaart)
- Trajecten weergegeven op de kaarten zijn verkregen bij de start van het project
 - Gedurende de uitvoering van het project zijn de tracés verder ontwikkeld zoals aangegeven in NRO3 (ref. 4)
 - Voor deze studie maakt het niet uit, omdat naar dwarsdoorsneden wordt gekeken en niet naar feitelijke tracés.



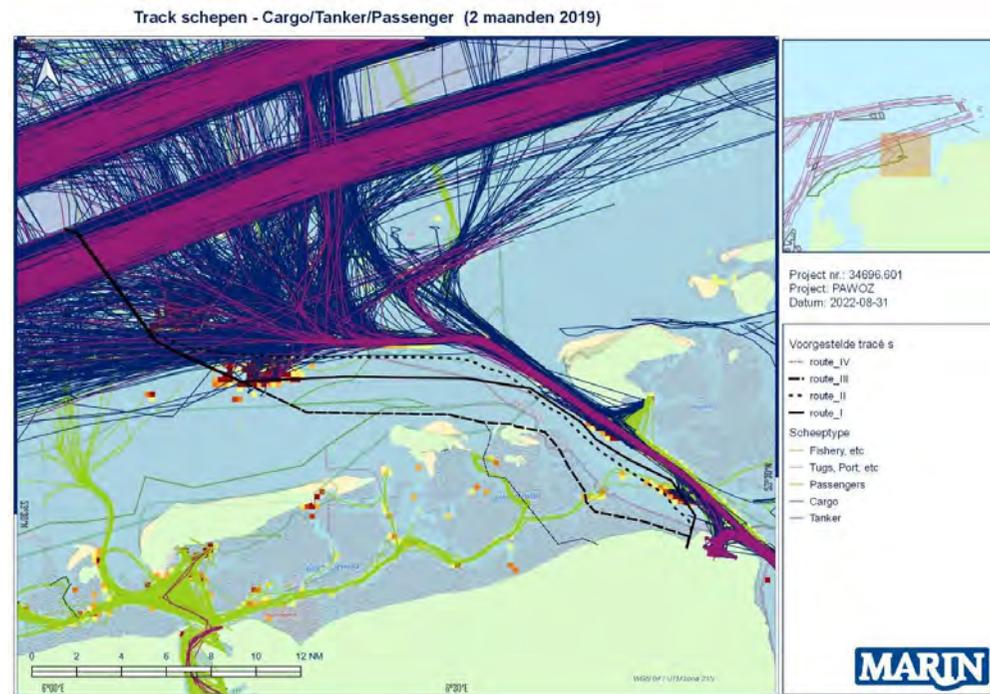
3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (1)

Voor iets meer detail over het scheepvaartverkeer zijn verschillende kaarten gemaakt waarop de individuele tracks van schepen weergegeven zijn.

De kaart rechts laat alle tracks zien van “route gebonden schepen” in twee maanden in 2019. ¹

Observatie op basis van de kaart:

- Route gebonden verkeer (vracht/tanker/passagier) bevindt zich voornamelijk in de hoofdvargeul



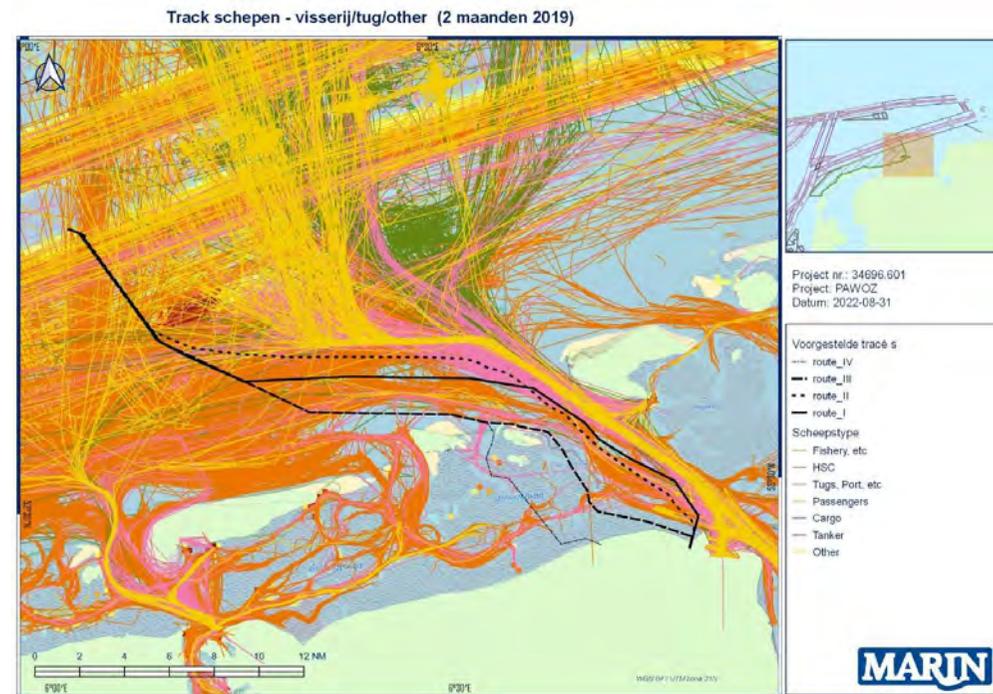
¹ Er is voor twee maanden in 2019 gekozen i.v.m. de mogelijke invloed van de Covid-19 epidemie op met name de passagiersvaart. In de kaarten over 2020 zagen we een verminderde activiteit van passagiersvaart.

3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (2)

De kaart rechts laat alle tracks zien van “niet route gebonden schepen” zien in twee maanden in 2019 ¹

Observatie op basis van de kaart:

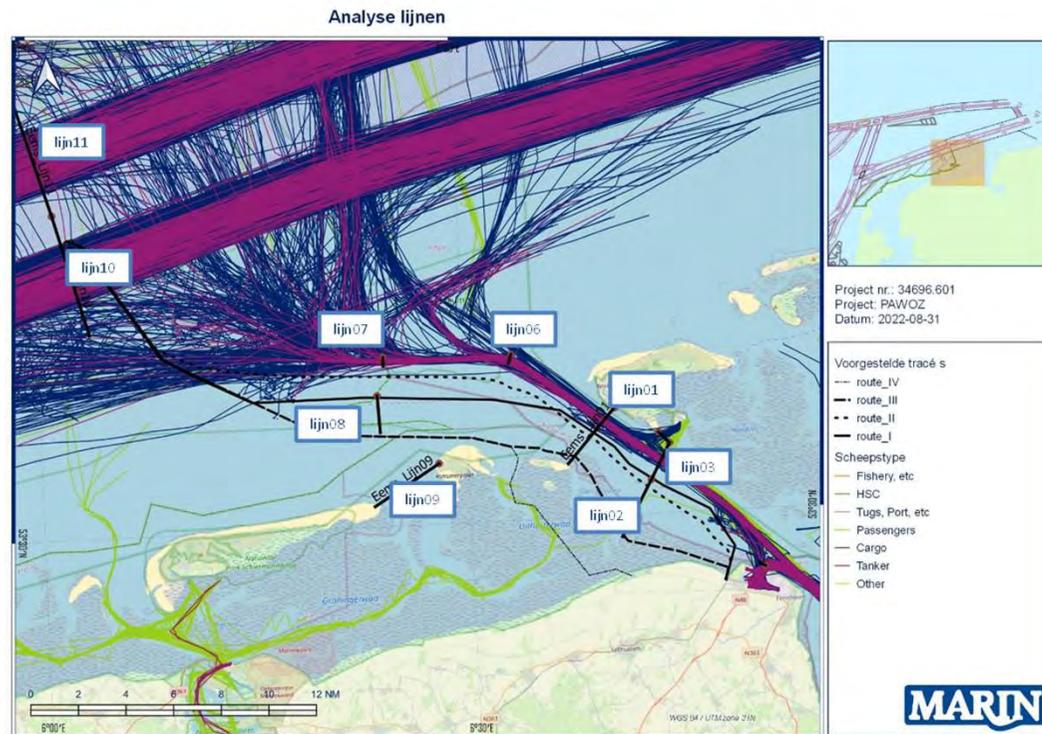
- Veel “tugs” en HSC (High Speed Crafts) naar de windparken in aanbouw (roze en groene tracks)
- Verkeer op de Oude Westereems bestaat voornamelijk uit visserij (oranje tracks)



¹ Er is voor twee maanden in 2019 gekozen i.v.m. de mogelijke invloed van de Covid-19 epidemie op met name de passagiersvaart. In de kaarten over 2020 zagen we een verminderde activiteit van passagiersvaart.

3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (3)

- Om het aantal schepen (verkeersintensiteit) op de Eems in kaart te brengen is een analyse uitgevoerd voor 9 'crossings-lines'.
- Over elke lijn is het aantal schepen geteld dat een lijn gepasseerd is.
- Van de schepen is het type, lengte, breedte en diepgang bekend.
- Data vormt de basis voor de analyse naar parallel ankeren en stranden.
- De resultaten van alle lijnen zijn gebruikt om het juiste beeld over de scheepvaartintensiteit in het studie gebied in kaart te brengen, niet alle resultaten worden hier in detail toegelicht.



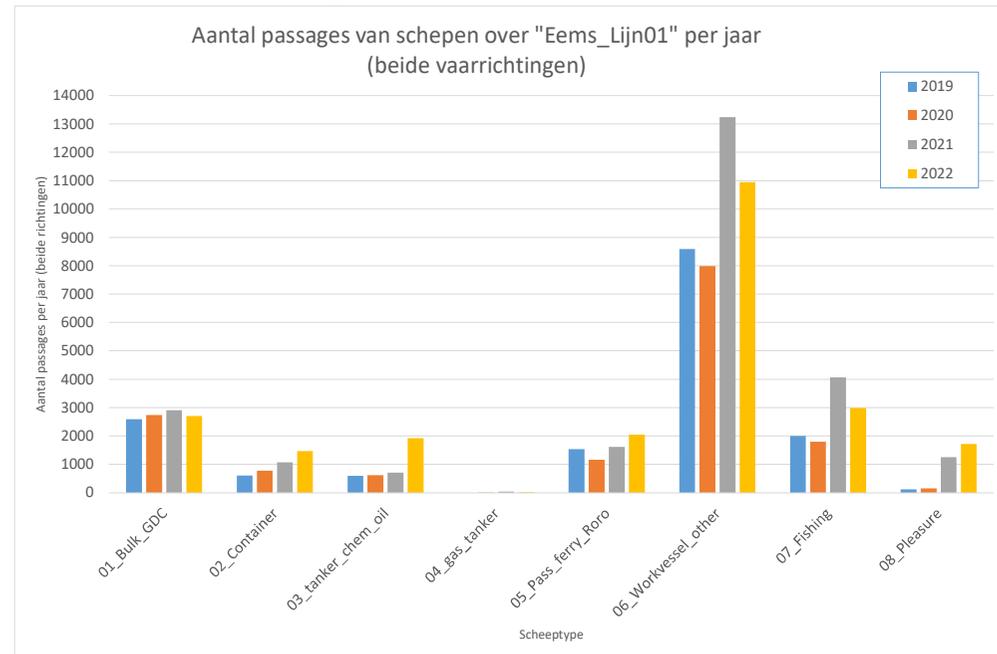
3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (4)

In de grafiek is het totaal aantal passages van schepen over Lijn 01 weergegeven.

- Representatief voor alle verkeer op de Eems (lijn tussen Rottumeroog en Borkum) per scheepstype.

Observatie op basis van de kaart:

- Vanaf 2021 is er een toename in route-gebonden verkeer; e.g. ferry Eemshaven – Kristiansand en LNG-tankers naar Eemshaven;
- Vanaf 2021 is er een toename in niet-route-gebonden verkeer; werkvaart van en naar de windparken vanuit Borkum.

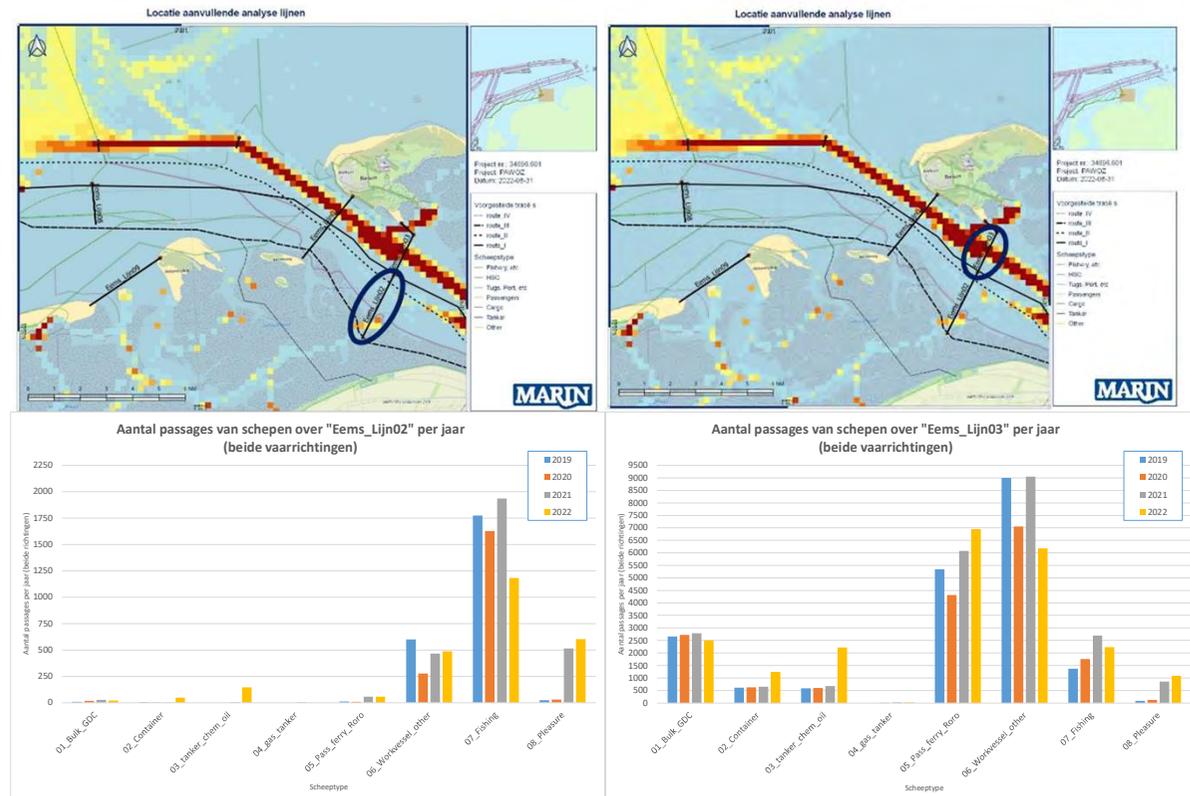


3. Analyse – Scheepvaart: Verkeersanalyse (5)

In de grafiek is het totaal aantal passages van schepen over Lijn 02 (nevenwater) en Lijn 03 (hoofdvaargeul) weergegeven per scheepstype.

Observatie op basis van de kaart:

- Hoofdvaarroute voornamelijk vrachtschepen en tankers;
- Neven water voornamelijk visserij.



3. Analyse – Anker model: Overzicht

Een van de geïdentificeerde risico's voor een kabel vanuit de scheepvaart is het feit dat een schip een anker laat vallen en dat deze achter de kabel blijft haken. Om de kans op "anker-haken" te bepalen is (1) een afstand nodig waarover het anker over/in de bodem beweegt, (2) de kans dat een schip zijn/haar anker gebruikt en (3) dit schip moet bij de parallel liggende kabel kunnen komen.

Het bepalen van de kans op "anker haken" bestaat uit de volgende stappen:

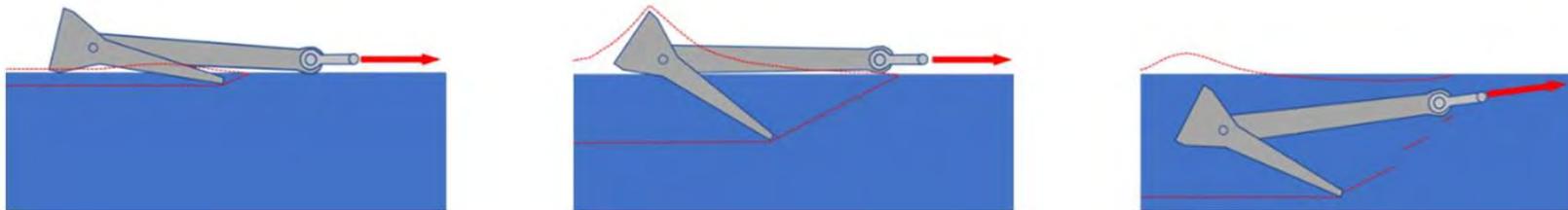
- **Stap 1:** Bepalen van de verwachte "dragging distance" en "penetration depth" van de schepen die passeren.
- **Stap 2:** Bepalen van de kans dat een passerend schip haar anker gaat gebruiken.
- **Stap 3:** Selecteer, vanuit alle mogelijke situaties waarbij een schip het anker gebruikt, de situaties die gegeven de afstand tot de kabel en de waterdiepte bij de kabel relevant zijn.

Op de volgende pagina's worden de stappen in iets meer detail toegelicht.

3. Analyse – Anker model: Stap 1

Stap 1 - Bepalen van de verwachte “dragging distance” en penetratie dieptes van de schepen die passeren:

- Bepaal voor elk schip dat een lijn passeert de “dragging distance” en de “penetration depth” van het anker.
- Gebruik van basis formules van Luger Geotechnics (ref. 3).
- Hieruit volgen L1, L2 en L3 (anchor dragging distance) en de bijbehorende P1, P2 en P3 (anchor penetration depth)



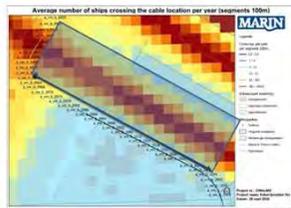
3. Analyse – Anker model: Stap 2

Stap 2 - Bepalen van de kans dat een passerend schip haar anker gaat gebruiken:

- Voor het bepalen van het verwachte aantal schepen dat het anker zal gebruiken is gebruik gemaakt van de formules weergegeven in de linker afbeelding.
- Aangenomen wordt dat de schepen 50% van deze schepen ankert aan de kant van de kabel, dit wordt kort toegelicht in het rechter afbeelding.

Idea/model MARIN

- $P_{EngineFailure}$: Probability of an engine failure per sailed nm
- $F_{actorAnchorTSS}$: Factor indicating the part of engine failures that anchor based on analysis for TSS
- $F_{ErrorAnchor}$ = Part of anchoring with out looking at the map.
- N_{ships} : Number of vessel passing the fairway
- $L_{fairway}$: Length of the fairway

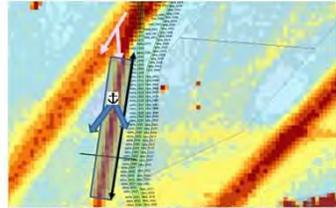


N_{MTotal} : Total sailed nm per year = $N_{ships} * L_{fairway}$

$F_{AnchorDrag}$: Total number of anchor dragging per year total fairway = $N_{Mtotal} * P_{EngineFailure} * F_{actorAnchorTSS} * F_{ErrorAnchor}$

DISTRUBTING THE TOTAL FREQUENCY MARIN

- Distributing the total anchor dragging frequency
- Assumption: **50% to east and 50% to west**
- Divide total frequency by number of segments to get the final frequency per segment
- **$F_{AnchorDragCableSegment}$: Total number of anchor dragging at the side of the cable per year per segment = $F_{AnchorDrag} * 0.5 * (1/N_{segments})$**



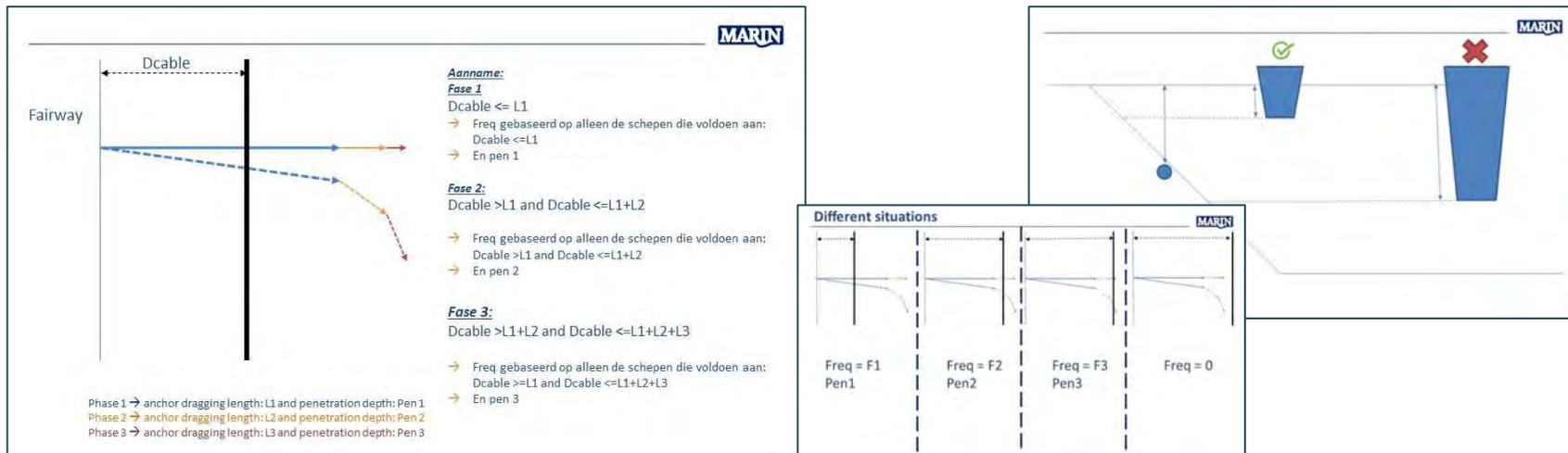
Next step:
Selection of vessels that can reach the cable based on two factors:

- Draught of the vessels
- Length of the different anchor dragging phases and start of the anchor operation (side of the fairway)

3. Analyse – Anker model: Stap 3

Stap 3 - Selecteren relevante situaties voor 'Falen van één kabel':

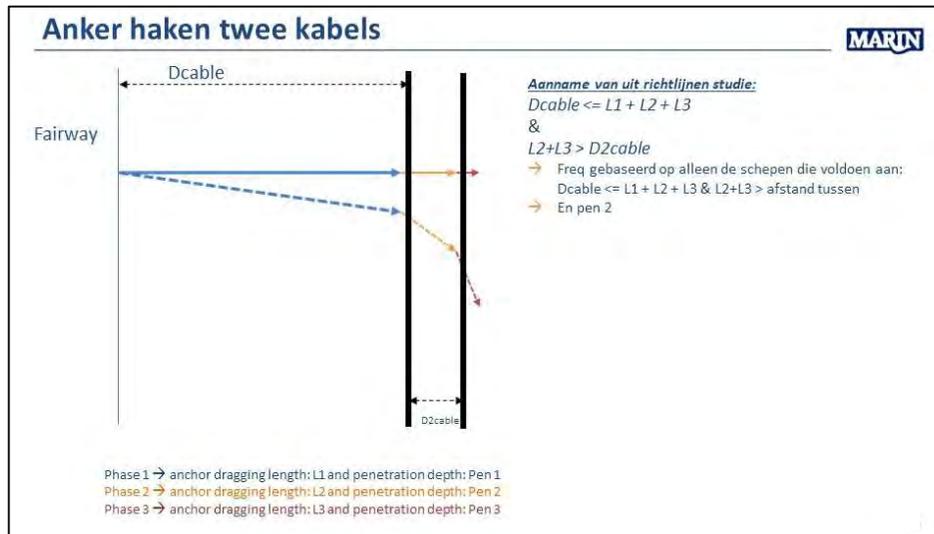
- Selecteer de situaties die gegeven de afstand tot de kabel en de waterdiepte bij de kabel relevant zijn, dit betekent alleen de situaties waarbij de afstand tussen de kabel en de rand van de vaarweg kleiner is dan de totale lengte waarover een schip haar anker over de bodem "sleept".
- Hierbij wordt gebruik gemaakt van de verschillende fases binnen het "anker-in-graaf"-proces en de diepgang van de schepen, zoals weergegeven in de verschillende afbeeldingen hieronder.



3. Analyse – Anker model: Stap 3

Stap 3 - Selecteren relevante situaties voor 'Gezamenlijk falen van meerdere kabels':

- Wanneer de kans wordt bepaald op het falen van twee naast elkaar liggende kabels, wordt in de selectie ook nog de afstand tussen de twee kabels meegenomen. Alleen die situaties worden geselecteerd waarbij de "anker-sleep"- lengte van de tweede en derde fase samen groter is dan de afstand tussen de kabels.



3. Analyse – Stranden: Overzicht

Het derde onderdeel van de analyse bestaat uit het bepalen van het stranden van schepen. Die kans is bepaald met behulp van SAMSON ¹.

Het bepalen van de kans op stranden bestaat uit de volgende stappen:

Stap 1: Creëer verkeersdatabase voor SAMSON

Stap 2: Strandingslijnen definiëren voor SAMSON

Stap 3: Bepalen kans op stranden per lijn op basis van SAMON

Stap 4: Selecteren van de relevante strandingsscenario's

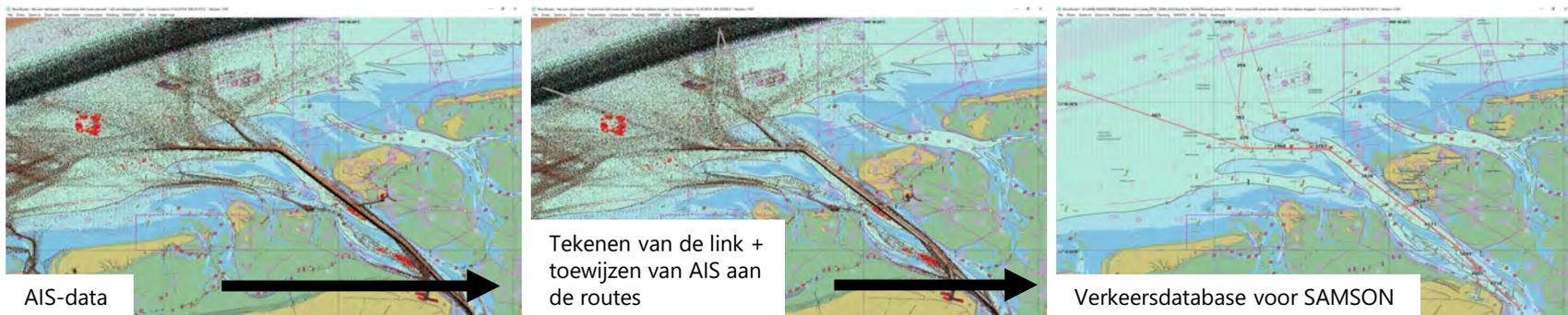
Op de volgende pagina's worden de stappen in iets meer detail toegelicht.

¹ *Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea*

3. Analyse – Stranden: Stap 1

Stap 1 - Creëer verkeersdatabase voor SAMSON:

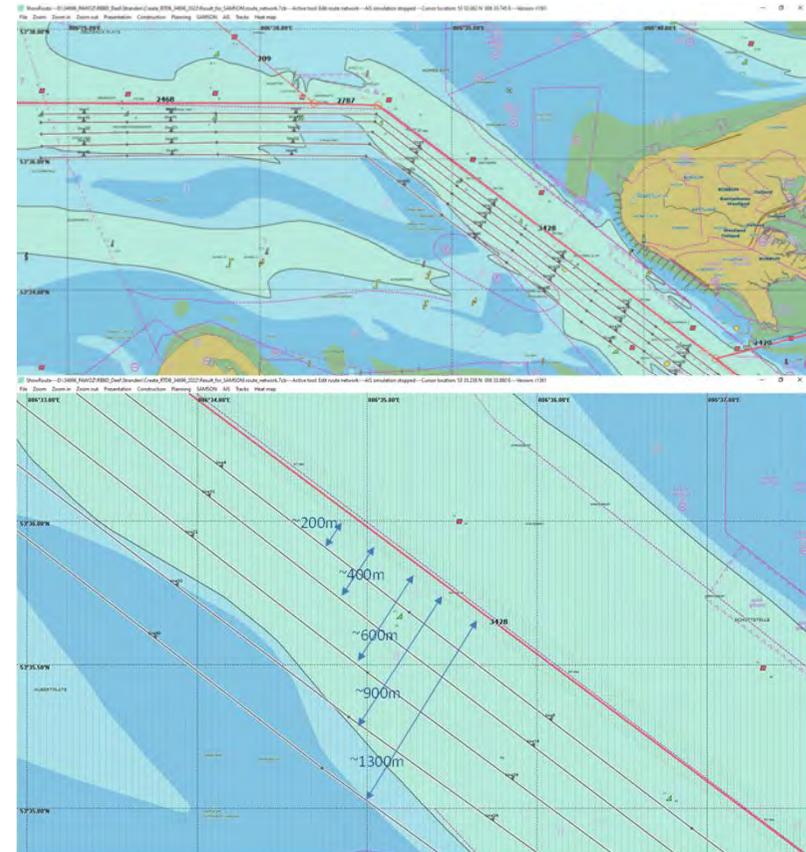
- Een verkeersdatabase voor SAMSON bestaat uit links (lijnen)
- Voor elke link is gedefinieerd hoeveel schepen er per jaar overheen varen (per scheepstype/scheepsgrootteklasse)
- Deze verkeersdatabase voor de Eems is bepaald op basis van de beschikbare AIS-data:
 - Eerst worden de links bepaald op basis van AIS-data;
 - Vervolgens wordt iedere AIS-positie van de schepen toegewezen aan een link om de intensiteit van de scheepvaart op te bepalen;
 - Resultaat is een verkeersdatabase voor SAMSON (rechter afbeelding).



3. Analyse – Stranden: Stap 2

Stap 2 - Strandingslijnen definiëren als invoer voor SAMSON:

- Tijdens de uitvoering van het project was de definitieve ligging van de kabel t.o.v. de vaarweg nog niet bekend, dus is er voor gekozen op verschillende afstanden van de hoofdvaarweg lijnen te definiëren die de kabel representeren. Hierdoor kon ook het effect van de afstand tot de vaarweg onderzocht worden.
- Afhankelijk van de ligging varieert de lengte van de strandingslijnen tussen 2000 m en 3000 m. Uiteindelijk is de strandingsfrequentie omgerekend naar kans per 100 m.



3. Analyse – Stranden: Stap 3

Stap 3 - Bepalen kans op stranden per lijn op basis van SAMON:

- Nadat de invoer data voor SAMSON is gecreëerd (verkeersdatabase en strandingslijnen) zijn de berekeningen uitgevoerd met SAMSON. Dit betreft de berekening om de kans op stranden per lijn te bepalen.
- Een algemeen kort overzicht van het model/idee dat binnen SAMSON gebruikt wordt om de kans op aandrijven te bepalen wordt hiernaast weergegeven.

Resultaat:

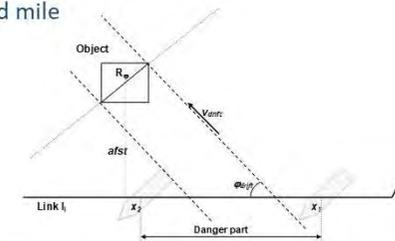
- Het resultaat van deze berekeningen is voor iedere strandingslijn de aandrijf-frequentie per jaar. Deze basis resultaten weerspiegelen de kans dat een schip vanuit de vaargeul (ongewild) over de lijn drijft.
- In de volgende stap worden alleen de situaties geselecteerd, Bepalen kans op stranden per lijn op basis van SAMON waarbij het schip ook daadwerkelijk strand als gevolg van het drijven over de lijn.

ACCIDENT MODEL: DRIFTING CONTACT

MARIN

General idea:

- Danger miles/danger part
- Engine failure probability per sailed mile
- Reduction: repair function
- Reduction: anchor function
- Variation over:
 - Wind direction
 - Wind speed
 - Current speed
 - Ship type/size /loading condition



59

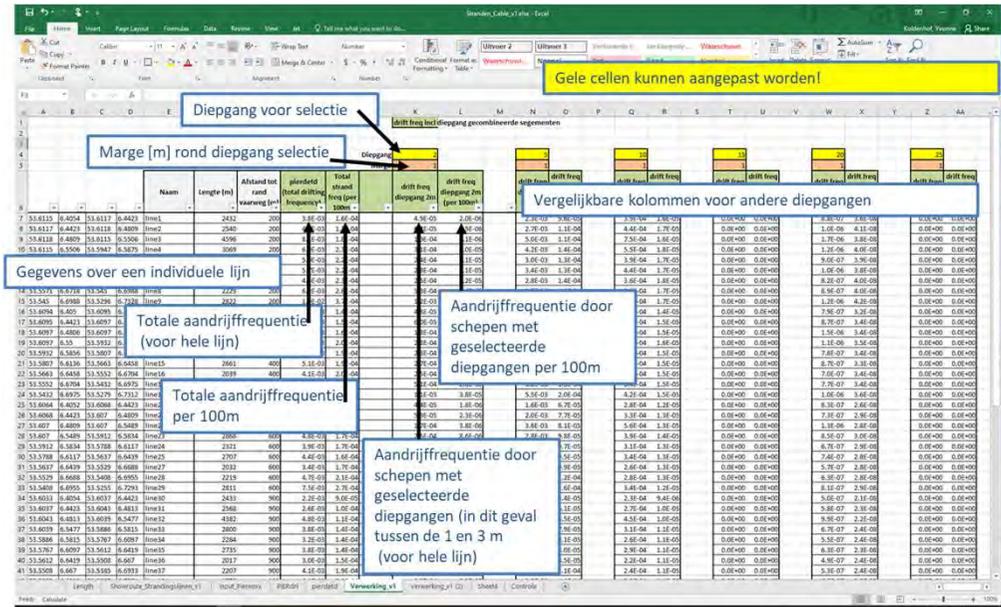
3. Analyse – Stranden: Stap 4

Stap 3 - Selecteren van de relevante strandingsscenario's:

- De relevante strandingsscenario's worden vervolgens geselecteerd op basis van:
 - Diepgang van het schip/beschikbare waterdiepte
 - Lengte van het schip (voor 'joint probability')
 - Afstand tussen de vaarweg en de kabel
- Omdat de definitieve locatie van de kabel niet bekend was, is op basis van alle resultaten een Excel-sheet gemaakt waarbij de beschikbare waterdiepte etc. boven de kabel gevarieerd kan worden om zo de strandingsfrequenties door die situatie te bepalen. Een afbeelding van de Excel-sheet is rechts weergegeven.

Resultaat:

- De kans per jaar dat een schip op een bepaald deel van de kabel strand.



3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (1)

Aanleiding voor toepassen correctie factor op de basis ongevalskans:

Binnen de huidige modellen is altijd gebruik gemaakt van basis ongevalskansen (kans op motor storing etc.) die gebaseerd zijn voor de zee-situatie. Deze basis ongevalskansen zijn gebaseerd op data beschikbaar gesteld door de Kustwacht. Gezien de situatie op de Eems, zoals (1) beperkt vaarwater, (2) gebruik van loods en (3) VTS gebied, is het aannemelijk dat de basis ongevalskans afwijkt. Dit is onderzocht.

Aanpak:

Hiervoor is een beknopte analyse uitgevoerd van de SOS- ongevallen database van RWS op de Eems en Westerschelde. Op basis hiervan is de kans op een "motorstoring" per gevaren zeemijl bepaald op de Eems. Deze is vergeleken met de kans die bepaald is voor de Noordzee en gebruikt wordt binnen SAMSON. Deze vergelijking heeft geleid tot een correctiefactor op de resultaten.

Resultaat:

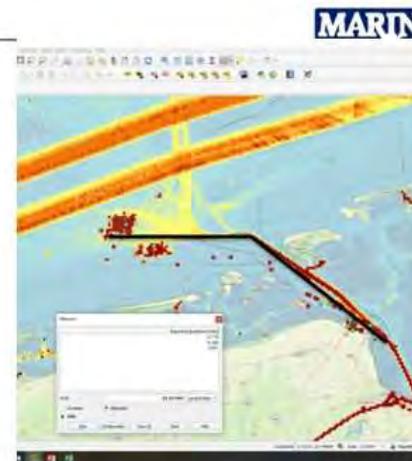
Correctiefactor van 0,36 op de basis ongevalskans: 'engine failure' (kans op een motorstoring per gevaren zeemijl).

De aanpak en resultaten worden op de volgende drie pagina's kort toegelicht.

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (2)

Ongevalskans Eems - Zeevaart

- Totale lengte vaarweg: ~30nm
- Gem: 6282 routegebonden schepen over 2019-2022 (twee richtingen)
→rekenen met 6000
- Totaal gevaren nm: 30x6000 = 180.000nm
- Eems: 3 relevante ongevallen zeevaart in 16 jaar → 0,2 per jaar
- Ongevalskans (zeevaart) per gevaren nm: $0,2/180.000 = \underline{1.11E-06}$



Sum of count		Year	2019	2020	2021	2022	Grand Total
Eems_Lijn01	R		5326	5309	6342	8154	25131
	N		10707	9941	18547	15656	54851
Eems_Lijn01 Total			16033	15250	24889	23810	79982

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (3)

Vergelijking met gebruikte basis ongevals kans



- $P_{\text{EngineFailure}}$ (vanuit de zeevaart) $\rightarrow 3,08E-6$
- Eerste resultaten extra analyse:
 - Eems
 - Zeevaart: $1,1E-6$ (correctie factor $\rightarrow 0,36$)
 - Alle vaart: $4,0E-6$ (correctie factor $\rightarrow 0,13$)
 - Westerschelde
 - Zeevaart: $3,3E-7$ (correctie factor $\rightarrow 0,11$)
 - Alle vaart: $4,4E-7$ (correctie factor $\rightarrow 0,14$)
 - Eems/Westerschelde
 - Zeevaart: $3,9E-7$ (correctie factor $\rightarrow 0,13$)
- Eerste "observatie": gebruikte basis ongevalskans factor 10 te hoog ten opzichte van de gebruikte gecombineerde ongevalskans voor ankeren.
- Voorstel gebruiken \rightarrow **correctie factor van 0.36** (worst case benadering, gezien de kanttekeningen rond de analyse)

3. Analyse – Correctie basis ongevalskans Eems (4)

Kantekeningen



- SOS-database → hoe **compleet is deze bron**, we hebben nu al een selectie gekregen van RWS met een filter. Het zijn dus alleen de ongevallen met Eems/Westerschelde in de vaarweg omschrijving
- Nu alleen ongevallen geselecteerd op basis van “**aard omschrijving**”, er zijn geen echte details betekend. Het zijn dus ook **niet** alleen de ongevallen met motor storing (!). Het zijn alle ongevallen die relevant zijn voor het stranden en/of ongepland buiten de vaarweg komen
- Gevaren mijlen op de vaarwegen is een **grove schatting**. Op de Westerschelde is de binnenvaart niet meegenomen, alleen de schepen die bij Vlissingen een lijn passeren zijn geteld.
- Ongevallen in Eemshaven zitten er nog in

3. Analyse – Acceptabele faalkans

Criteria

Om de resultaten van de analyses in het juiste perspectief te kunnen plaatsen, worden hierna de acceptabele faalkansen gegeven voor kabelsystemen en waterstofverbindingen.

De gegeven faalkansen voor kabelsystemen worden aangegeven in de volgende pagina's met resultaten door verschillend gestreepte rode lijnen.

Acceptabele faalkansen:

- **Kabelsystemen:**

- Maximaal acceptabele faalkans **1** kabel: **$1 \cdot 10^{-3}$ /jaar**
- Gezamenlijke maximaal acceptabele faalkans **2** parallel liggende kabels: **$1 \cdot 10^{-4}$ /jaar**
- Gezamenlijke maximaal acceptabele faalkans **3** parallel liggende kabels: **$1 \cdot 10^{-5}$ /jaar**

Bron: Table 4.3 in Ref. 1.

- **Waterstofverbinding:**

- Maximaal acceptabele faalkans **1** pijpleiding: **$1 \cdot 10^{-4}$ /jaar**

Bron: DNV (2012), Submarine Pipeline Systems, Offshore Standard, DNV-OS-F101, August 2012.



4. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgevoerde analyses voor de RBBB studie. De resultaten worden op de volgende pagina's voor de volgende onderwerpen gepresenteerd en toegelicht:

- Ankeren (1) t/m (2)
- Stranden (1) t/m (3)

4. Resultaten – Ankeren (1)

Faalkans door Ankeren

- Lijn L2 (zie pagina 24)
- Eerste kabel 400 m vanaf vaarweg
- Begraafdiepte alle kabels 1,0 m

Toelichting 1: In de grafiek hiernaast staat de **faalkans** (op de verticale y-as) gegeven als PoF/km/jaar, als functie van de **afstand tussen parallelle kabels** in de kabel corridor (op de horizontale x-as).

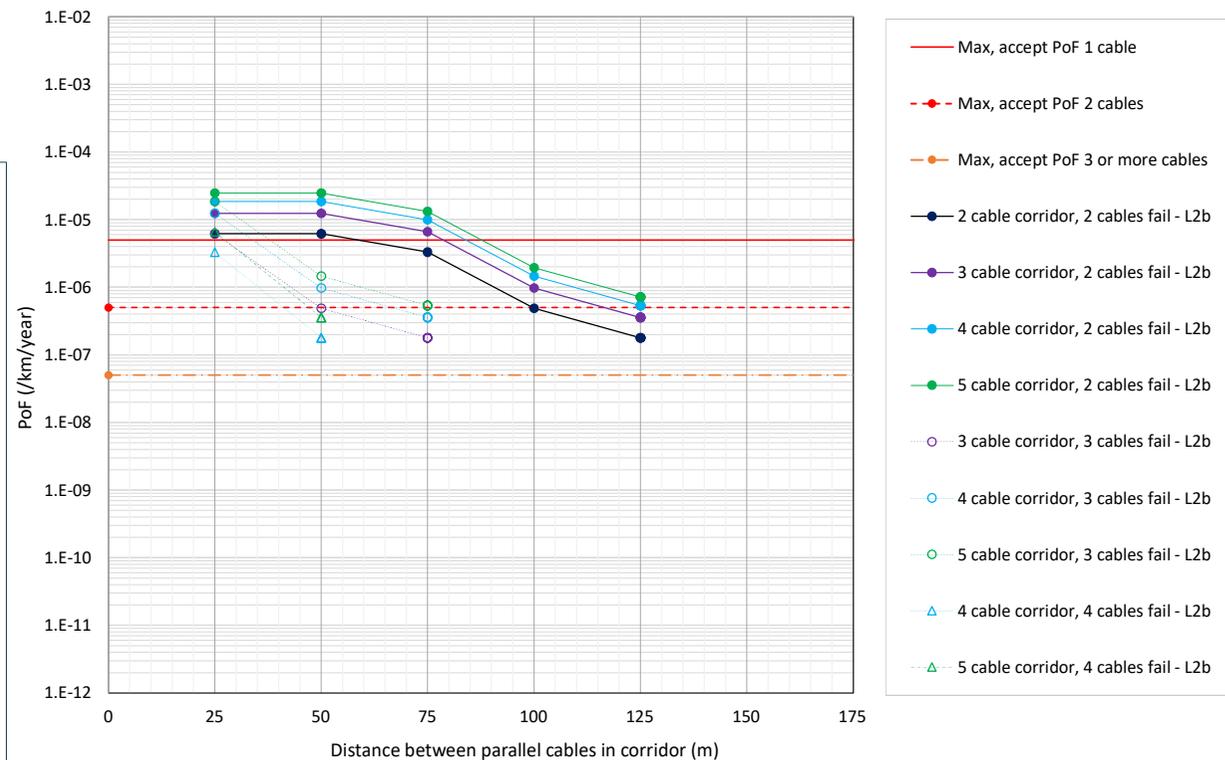
Toelichting 2: De lijnen met verschillende symbolen geven de Joint PoF (gezamenlijke faalkans) van:

- 2 kabels: dichte ronde markers
- 3 kabels: open ronde markers
- 4 kabels: open driehoeken

Toelichting 3: De horizontale rode lijnen geven de max. acceptabele faalkans voor 1, 2 of 3 of meer kabels.

Toelichting 4: De lijnen met verschillende kleuren geven het aantal kabels in de corridor (zie legenda).

Toelichting 5: Pas bij onderlinge afstand tussen de kabels groter dan 75 m neemt de Faalkans af.



4. Resultaten – Ankeren (2)

Faalkans door Ankeren

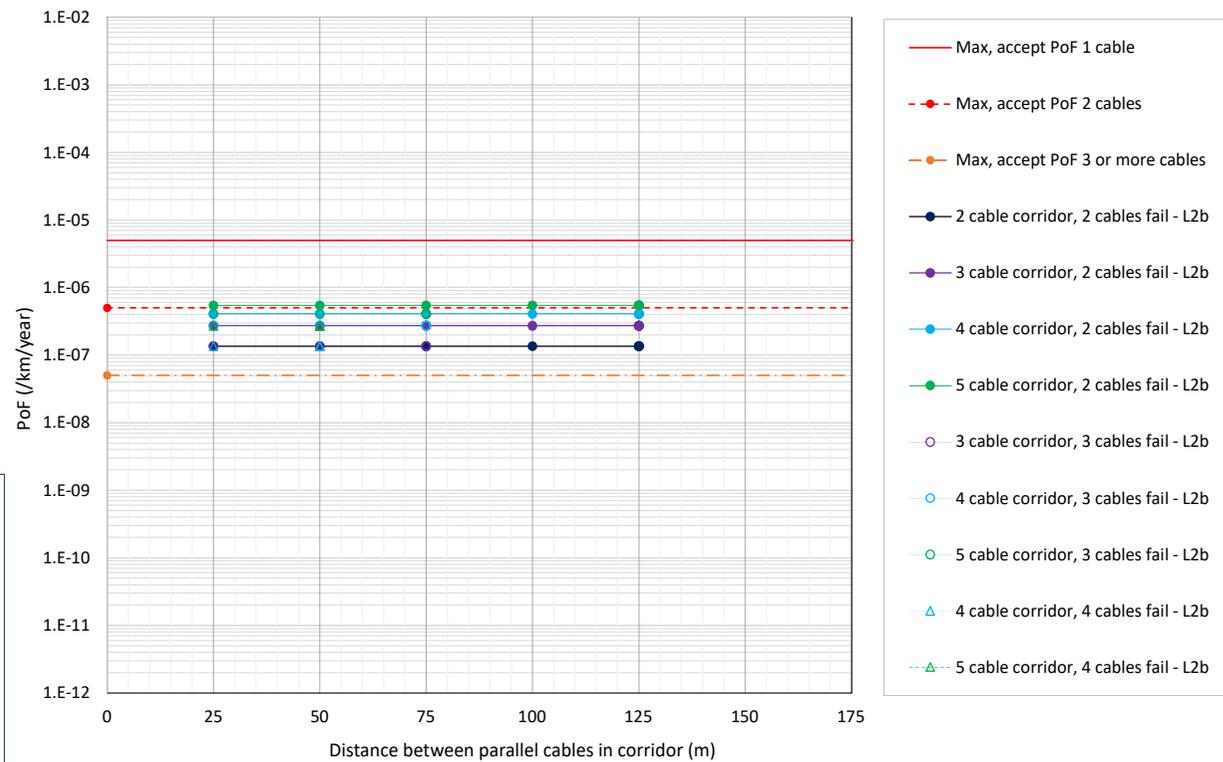
- Lijn L2
- Eerste kabel 400 m vanaf vaarweg
- Begraafdiepte 1,5 m

Toelichting 1:

Bij een begraafdiepte van 1,0 m heeft de afstand tussen de kabel een relevant effect (zie vorige dia), maar bij een begraafdiepte van 1,5 m is er geen effect meer van de afstand tussen de kabels.

Toelichting 2:

De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte geen effect.



4. Resultaten – Stranden (1)

Faalkans door Stranden

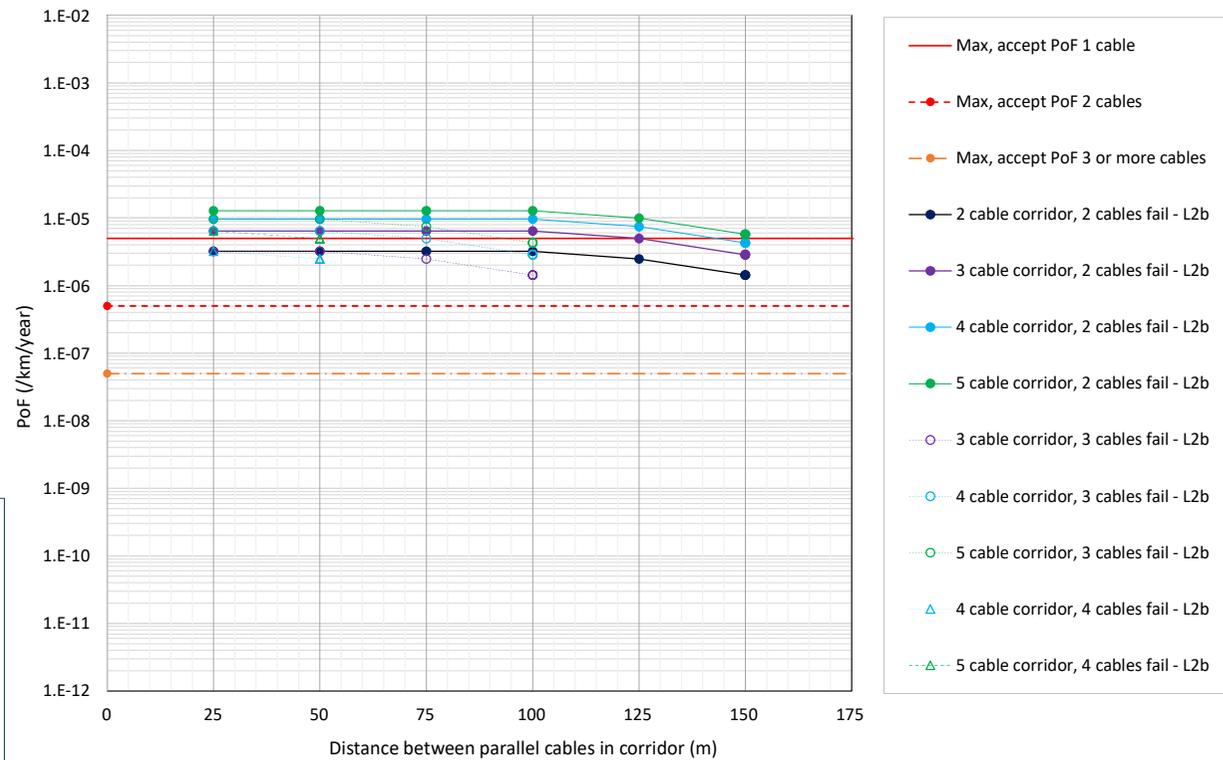
- Lijn L2
- Diepgangsklasse 7 m
- Begraafdiepte 1,0 m

Toelichting 1:

Deze plot is voor wat betreft opbouw vergelijkbaar met de vorige, maar geeft nu de resultaten van de berekening van de faalkans voor stranden in plaats van voor ankeren.

Toelichting 2:

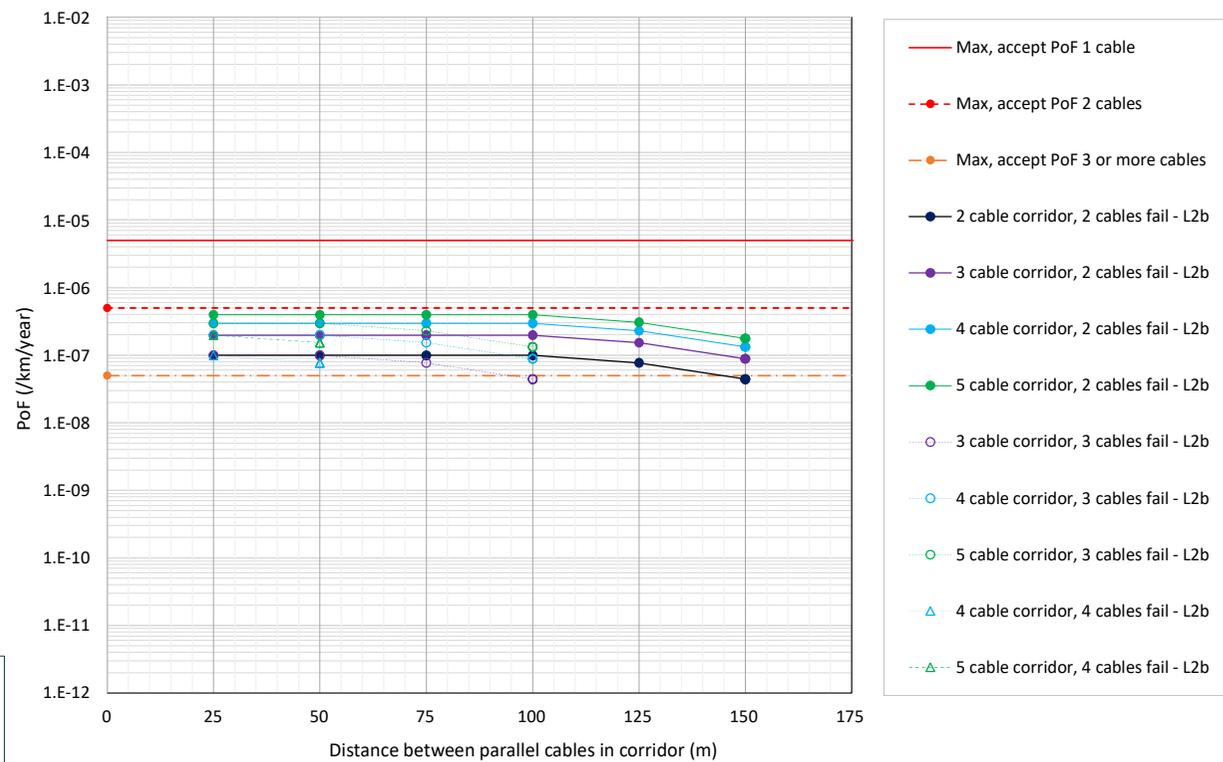
De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte slechts effect vanaf 125 m.



4. Resultaten – Stranden (2)

Faalkans door Stranden

- Lijn L2
- Diepgangsklasse 7 m
- Begraafdiepte 1,5 m



Toelichting:

De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte slechts effect vanaf 125 m.

4. Resultaten – Stranden (3)

Faalkans door Stranden

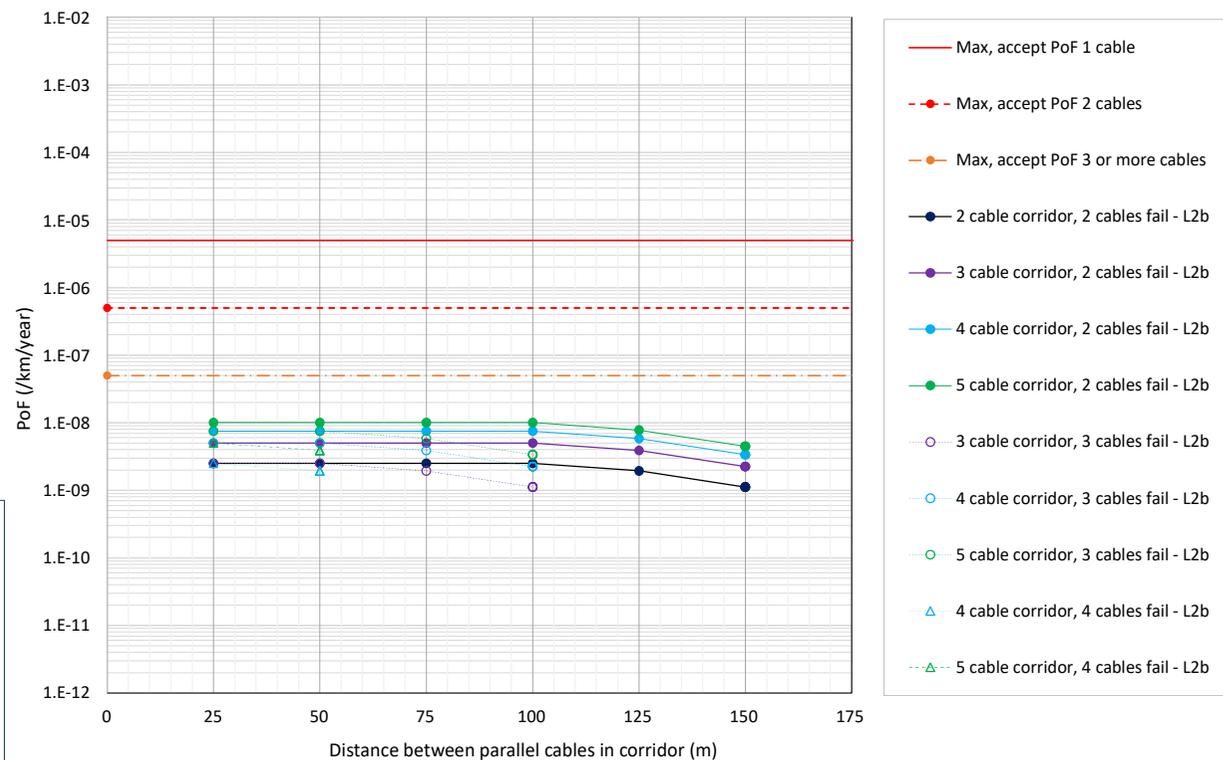
- Lijn L2
- Diepgangsklasse 7 m
- Begraafdiepte 2,0 m

Toelichting 1:

De afstand tussen de kabels heeft maar een beperkt effect op de faalkans door stranden. De begraafdiepte heeft zoals verwacht wel een groot effect.

Toelichting 2:

De onderlinge afstand tussen de kabels heeft bij deze afstand tot de vaarweg en deze begraafdiepte slechts effect vanaf 125 m.



5. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

1. De door TenneT als uitgangspunt gehanteerde onderlinge afstand van 200 m tussen parallelle kabels in dezelfde corridor, blijkt een goed uitgangspunt om de faalkansen acceptabel klein te houden.
2. Middels deze studie is aangetoond dat het mogelijk is de afstanden tussen de kabels significant te verkleinen, waarbij wordt voldaan aan de criteria van de maximaal acceptabele faalkansen.
3. Echter, er zijn veel factoren die invloed hebben op het verkleinen van de onderlinge afstand tussen kabels. Het is daarom niet mogelijk om algemene richtlijnen te kunnen geven voor de kabel corridor volgens route II naar de Eemshaven. De factoren die invloed hebben op de onderlinge afstand zijn bijvoorbeeld:
 1. Geplande ligging van alle kabels ten opzichte van de as van de Eemsgeul/Randzelgat (horizontale vlak) en aantal gewenste kabels in de corridor (zie ook aanbeveling 1).
 2. Geplande diepte ligging van alle kabels rekening houdend met de toekomstige zeebodemplandingen (verticale vlak).
 3. Geplande kabel installatie methode, omdat daarmee de grondcondities boven de aangelegde kabels worden beïnvloed.
4. Als gevolg van onzekerheid in de ligging van een waterstofleiding ten opzichte van kabels (met een onbekend aantal kabels in een mogelijke corridor) was het aantal variabelen te groot om praktisch toepasbare resultaten te geven voor de onderlinge afstand als functie van de gezamenlijke faalkans. Tevens is de onzekerheid met betrekking tot het faalmechanisme van een waterstofleiding nog onvoldoende bekend.

5. Conclusies en aanbevelingen

Aanbevelingen

1. Een realistisch kabel corridor tracé houdt in dat bekend moet zijn hoeveel kabels en/of waterstofleidingen het betreft. Het aantal 'n' is een variabele bij een gegeven maximale corridor breedte. Op basis van de (1) voor deze studie opgezette methode en (2) opgedane ervaring wordt aanbevolen een RBBD studie uit te voeren als een voldoende realistisch kabel corridor tracé beschikbaar is, bestaande uit 'n' kabels en, indien relevant, een waterstof pijpleiding. Daarbij zou 'n' een variabele kunnen zijn bij een gegeven maximale corridor breedte en de begraafdiepten van de kabelsystemen en mogelijke waterstofverbinding.
2. Waar deze studie falen door ankeren en falen door stranden apart heeft berekend, wordt aanbevolen in de volgende studie (zoals in een 'normale' RBBD studie) de totale faalkansen te bepalen als gevolg van alle relevante externe mariene bedreigingen, ook rekening houdend met zeebodem mobiliteit. De totale faalkansen zouden bepaald moeten worden voor de gehele corridor vanaf de Eemshaven tot de grens van de territoriale wateren.
3. Als er een corridor is met een waterstofleiding met daaraan parallel leggende kabels, én als een redelijke schatting gemaakt kan worden van het faalmechanisme van een waterstofleiding (eventueel in vergelijking met een aardgaspijpleiding met vergelijkbare diameter), wordt aanbevolen een RBBD uit te voeren waarbij gebruik gemaakt kan worden van de beschikbare analyse van de scheepsbewegingen en incidenten.

6. Referenties

1. ACRB (2022a), **IJmuiden Ver+Nederwiek routes Risk Based Burial Depth Export Cables**, Q320R1, rev. 2, 5 July 2022.
2. ACRB (2022b), **Required distance between high voltage subsea export cables in Dutch offshore and coastal waters**, Q323R1, rev. 2, 2 December 2022.
3. Luger Geotechnics (Dirk Luger) (2022), **Improved anchor risk analysis**, LG-011-01, Final rev. 1.0, 16 March 2022.
4. RHW/Combi RHDHV&W+B (2024a), **Notitie Routeontwikkeling Deel 3**, S3, Doc. Ref. BI9148-----093706, 17 mei 2024.
5. RHW/Combi RHDHV&W+B (2024b), **Morfologisch ontwerpprofiel**, S3, Doc. Ref. BI9148-RHW-4.2-ZEE-RP-EN, 17 mei 2024.
6. Witteveen+Bos/ACRB (2011), **BBL Marine Safety Study**, GN154-BBL-UpMarSaf, Rev. 1, 9 May 2011.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (1)

Deze bijlage bevat een (Engelstalige) samenvatting van de aanpak van een standaard Risk Based Burial Depth studie.

RBBD

The external risk to a submarine linear asset is primarily related to the position of the asset relative to the seabed: its burial status, and even more when it is not buried.

For external threats, the Risk Based Burial Depth (RBBD) approach is aiming at finding the balance between:

- Safety for other users of the sea, which increases with deeper burial;
- Environmental impact and cost, which also increases with deeper burial.

The RBBD is aiming at optimising the burial depth by appreciating that the conditions, and as such, the required burial depth, vary along the cable:

- If the seabed is (relatively) stable, deep burial is not actually required and causes unnecessary impact to the environment at high cost;
- If the seabed is (very) dynamic, even deep burial will postpone but may not prevent dedicated 'burial maintenance' (e.g. re-trenching).

Burial as function of risk

Furthermore, the risk obviously depends on the various threats (or hazards) along the cable, and as such, it is the combination of burial threats induced burial depth and associated consequences determine the risk. The RBBD approach allows the acceptable risk to determine the burial depth:

- Large risk: deeper burial to mitigate the risk;
- Low risk: less burial or even no burial may be acceptable.

The approach allows a 'dynamic risk approach' optimising the initial burial requirement (at installation phase) or the maintenance burial during the operational phase. The approach requires setting the acceptable risk level, which then determines the burial depth. The acceptable risk levels are discussed in Section 4.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBB aanpak (2)

Burial as function of risk

Furthermore, the risk obviously depends on the various threats (or hazards) along the cable, and as such, it is the combination of burial threats induced burial depth and associated consequences determine the risk. The RBBB approach allows the acceptable risk to determine the burial depth:

- Large risk: deeper burial to mitigate the risk;
- Low risk: less burial or even no burial may be acceptable.

The approach allows a 'dynamic risk approach' optimising the initial burial requirement (at installation phase) or the maintenance burial during the operational phase. The approach requires setting the acceptable risk level, which then determines the burial depth.

Coastal protection

The risk based burial depth approach means that protection is being applied where necessary. As such it is, to some extent, comparable with the concept of 'weak links' (in Dutch 'zwakke schakels') as the basis for the protection of the Dutch coast: protect where necessary on the basis of a risk assessment.

Risk based

Before going into more detail, the following should assist in putting the RBBB approach in perspective:

- Risk = probability * consequence
 - If the consequences are large, the probability of the event must be small, in order to result in an acceptable risk;
 - If the consequences are small, the probability of the event is allowed to be larger, while the risk is still acceptably low;
- Power, oil or gas
 - Safety and environmental consequences of a cable failure (outage) are smaller compared with a gas leakage, which again are smaller compared with oil leakage;
 - With the same risk, the probability of failure (PoF) of a cable may be higher than the PoF of an oil or gas pipeline.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (3)

What are the key risks

For submarine cables the key risks are:

1. Too often or too long reduced capacity or loss of capacity, which both must be below a specified criterion to be defined by the network operator; reduced capacity and loss of capacity, as well as the repair works have significant cost implications and are likely to cause reputational damage as well;
2. Significant injuries or fatalities; the probability of fatalities due to third party interactions must be below a criterion set by relevant authorities, often in the order of 10⁻⁶ per km per year.

For submarine cables the first criterion is normally governing, but compliance with the second criterion must be confirmed. Use shall also be made of the recent Recommended Practice 0360 (/4/) from the Norwegian certification company DNV-GL and the relevant parts of other codes and standards related to risk of submarine infrastructure, such as the NEN 3656 (/5/) and other DNV codes (/2/,/3/).

Risk based or deterministic

Although 'risk based thinking' is becoming more and more accepted, it should be appreciated that one particular aspect needs some explanation. Two examples:

- *'If an anchor can dig into the seabed 3 meters, the cable should be buried at least 3 meters.....';*
- *'If a fishing vessel can capsize after the trawl gear getting hooked behind an exposed cable, that must never happen.....'.*

In both cases it is the difference between the risk based approach and the deterministic approach that explains the possible confusion:

- If the probability of such a large anchor digging so deep at that specific location is sufficiently small, because, for instance the location is outside a shipping lane, or the number of large ships with large anchors is very small, we can accept the consequence of the failure and as such the risk;
- If the probability of fatalities due to capsizing due to hooking is extremely small, we 'accept' the consequence and as such the risk.

In other words:

- Deterministic design is based on consequences only;
- Risk based design is based on consequences and probabilities.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (4)

In perspective

The approach utilised in this study is based on an industry-wide tendency to accept risk based methodology in design, construction and operation. In this case, the risk based burial depth (RBBD) approach should provide the basis for optimum permit provisions and installation specifications. Relevant aspects are:

- RWS specifically invites pipeline operators to update their operational permits (of existing pipelines and cables) to be based on the risk based burial depth approach;
- The Dutch codes and standard institute NEN has updated the code NEN 3650 by implementing a new dedicated code NEN 3656 focusing on offshore pipelines (/5/);
- DNV-GL has a range of relevant design codes and recommended practices for submarine pipelines (/2/,/3/);
- The Offshore Wind Accelerator is a joint industry project (Carbon Trust) that resulted in a Guidance Note on the depth of cable lowering, which favours the risk based approach, the so-called Cable Burial Risk Assessment (CBRA) approach (/1/).

Wherever possible, use shall be made of, or reference shall be made to the above codes and RPs to facilitate the authority review and approval process.

Tailored to 'dynamic' environments

The RBBD methodology is based on a probabilistic design approach but tailored to the specific conditions pertaining to linear assets, such as cables and pipelines, with significantly varying conditions and threats along the route. In fact, the 'cable environment' is too dynamic to design deterministic and 'static':

- Hydrodynamics: 'normal' and 'extreme' wind, wave and current conditions;
- Morphology: the seabed varies along the route, in depth and time;
- The asset: cables are (relatively) flexible and interact specifically with hydrodynamics and morphology.

RBBD in steps

The key steps of this study are presented in on the next page.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (5)

Step 1 Identification of the potential threats (hazards):

- Marine hazards: sinking vessels, grounding vessels, anchor dropping and hooking, containers overboard;
- Damage caused by fishing activities;
- Reduced or loss of cover due to seabed mobility;
- Parallel cables.

Step 2 Determine the Probability of Failure (PoF) for a specific Depth of Burial Scenario:

- as function of location (KP) and burial status;
- $PoF = P1 * P2 = P1 * (BF * AF)$
 - P1 = probability of event happening;
 - P2 = probability of event leading to unacceptable consequences, defined as:
 - $P2 = \text{Burial-Factor} * \text{Asset-Factor}$.
Where, the Burial-Factor is burial depth dependent and the Asset-Factor is dependent on the capacity of the asset to resist external loads, which in turn depends on the type of load and the resulting burial resistance.

Step 3 Assess the Consequence of Failure (CoF) on the basis of:

- Existing information of reported failures;
- Experience;
- Client or project owner specific considerations;
 - Consequences are to be assessed for 'people, environment, asset, reputation and cost).

Step 4 Compare PoF with criteria (NEN, DNV and project specific):

- If $PoF < \text{criteria}$: compliance • less burial can be considered;
- If $PoF > \text{criteria}$: non-compliance • more burial or other remediation or mitigating measure is required.

Step 5 Assess the risk by using a risk matrix:

The PoF and CoF are determined in the previous steps. Acceptance criteria for the consequences are set by:

- Codes (NEN, DNV), primarily for safety and environmental consequences;
- Client and project specific criteria, primarily for the asset, cost and reputation.

Step 6 Implement results of previous steps into the Risk Based Burial Depth:

Providing basis and justification for permit provisions and technical specifications for the operational life of the asset.

BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (6)

Schematic

The Figure on the right shows the schematic presentation of the steps of the RBBD method.

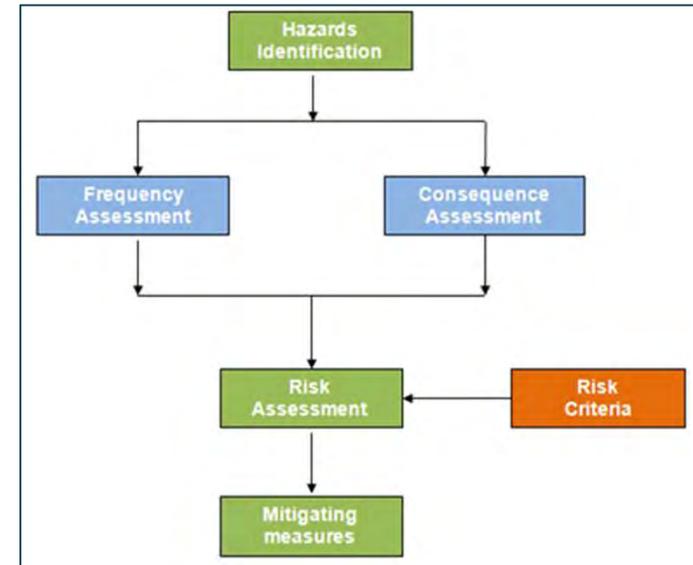
Risk matrix

As introduced in Step 5 above, a risk matrix will be used to provide guidance to assess the burial depth in terms of risk as the product of probability of the event times the consequences of the event. The actual implementation of the risk matrix is presented in Chapter 7.3. Implementing such Risk Matrix for a specific project with specific data is a challenge, but considered the most appropriate way to provide a justifiable basis for the depth of burial permit provisions.

RBBD in phases

The RBBD method can be used in both the design and the operation and maintenance phase:

- Design Phase to determine the optimum burial depth of the cable and to provide justification of specific permitting provisions with respect to minimum burial;
- Operation and Maintenance Phase to identify non-compliant locations and test effectiveness of mitigation and/or remediation measures to achieve compliance.



BIJLAGE 1 – Toelichting op RBBD aanpak (7)

References

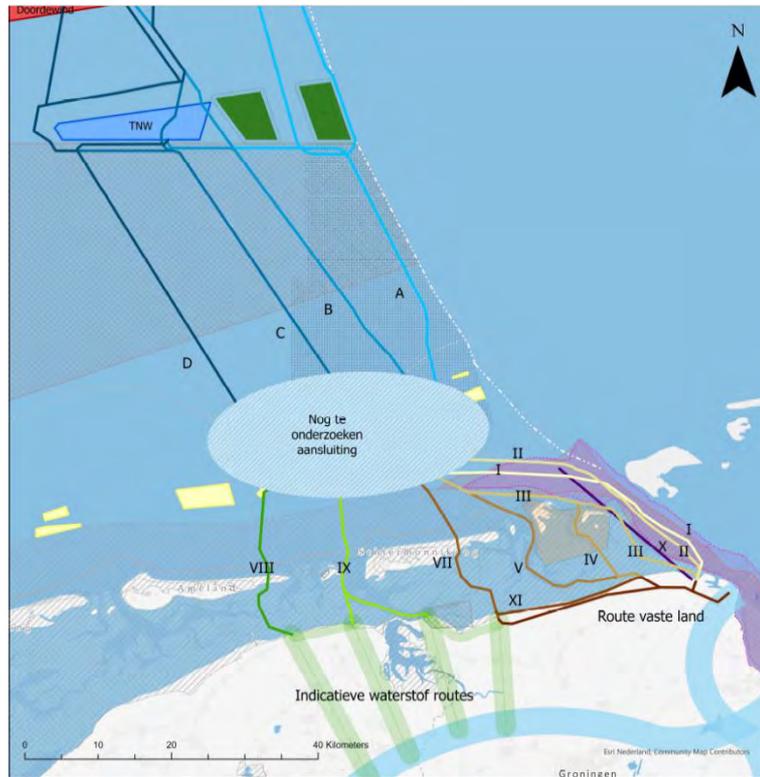
- /1/ Carbon Trust OWA (2015), **Cable Burial Risk Assessment Methodology**, CTC835, February 2015.
- /2/ DNV (1996), **Rules for Submarine Pipeline Systems**, DNV-OS-F101.
- /3/ DNV (2006), **Interference between trawl gear and pipelines**, Recommended Practice DNV-RP-F111, October 2006.
- /4/ DNVGL (2016), **Subsea Power Cables in Shallow Water**, Recommended Practice DNV-RP-0360, March 2016.
- /5/ NEN 3656 (nl) (2015), **Eisen voor stalen buisleidingen op zee**, December 2015, ICS 23.040.10.



ANHANG: TENNET TRASSENENTWURF BASELINE 2

Method description Offshore platform and routes (Route ontwerp - BL2)

Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven



Revision history

Revision	Date Released	Change	Author	reviewed by
A	30/06/2023	Initial issue	MBO	MBR

Name	Function	Trigram
Marten den Boer	Project Lead Offshore	MBO
Maarten Bruggeman	Project Lead Nearshore	MBR

1. Introduction	3
1.1 General project introduction	3
1.2 Scope and purpose of this document	4
1.3 References	4
2. Offshore grid connection overview	5
2.1 Offshore grid connection 2GW	5
2.2 Offshore grid connection 700MW	7
3. Offshore platform	9
3.1 Platform Design	9
3.2 Installation of the offshore platforms	11
3.3 Operational phase of the offshore platform	16
3.4 Decommissioning of the offshore platform	16
4. HVDC and HVAC cable design	17
4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables	17
4.2 Design HVDC 525 kV land export cables	18
4.3 Design HVAC 220 kV submarine export cables	19
5. Protection of the cables at sea	20
5.1 Protection design philosophy	20
5.2 Cable protection considerations at sea	20
6. Installation of cables offshore	21
6.1 Dredging	21
6.2 Offshore cable crossings with 3 rd party assets	22
6.3 In Service cables, pipes and out of service pipelines	22
7. Post installation activities offshore cables	25
7.1 Remedial burial by jet trenching or MFE	25
7.2 Post lay protection of cable segments	25
8. Operational phase offshore cables	25
9. Decommissioning offshore cables	26
9.1 Cables	26
9.2 Crossing structures	26

1. Introduction

1.1 General project introduction

By means of the National Energy Agreement, the Dutch government wants to achieve a substantial increase in the share of wind energy in the Netherlands' energy mix. The offshore wind farms will be connected to the national transmission grid by means of an offshore transmission grid. TenneT has been appointed as operator of the offshore grid by the Ministry of Economic Affairs and Climate (MinEAC).

The MinEAC has commenced with the Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (PAWOZ-Eemshaven) in April 2022. This programme investigates the possibility for (future) cable routes and pipeline routes between the Windareas located in the Northern Part of the the Dutch North Sea sector and Eemshaven, offshore generated renewable energy will be connected to the National Electricity Grid in Eemshaven.

In this programme, special attention is given to the connection of the windareas Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 0,7GW) and Doordewind (DDW, 2x 2,0GW). These windareas cumulate to 4,7GW of renewable energy and shall be connected to the National Electricity Grid by 2031. A generic overview of the project area is shown in the below figure.

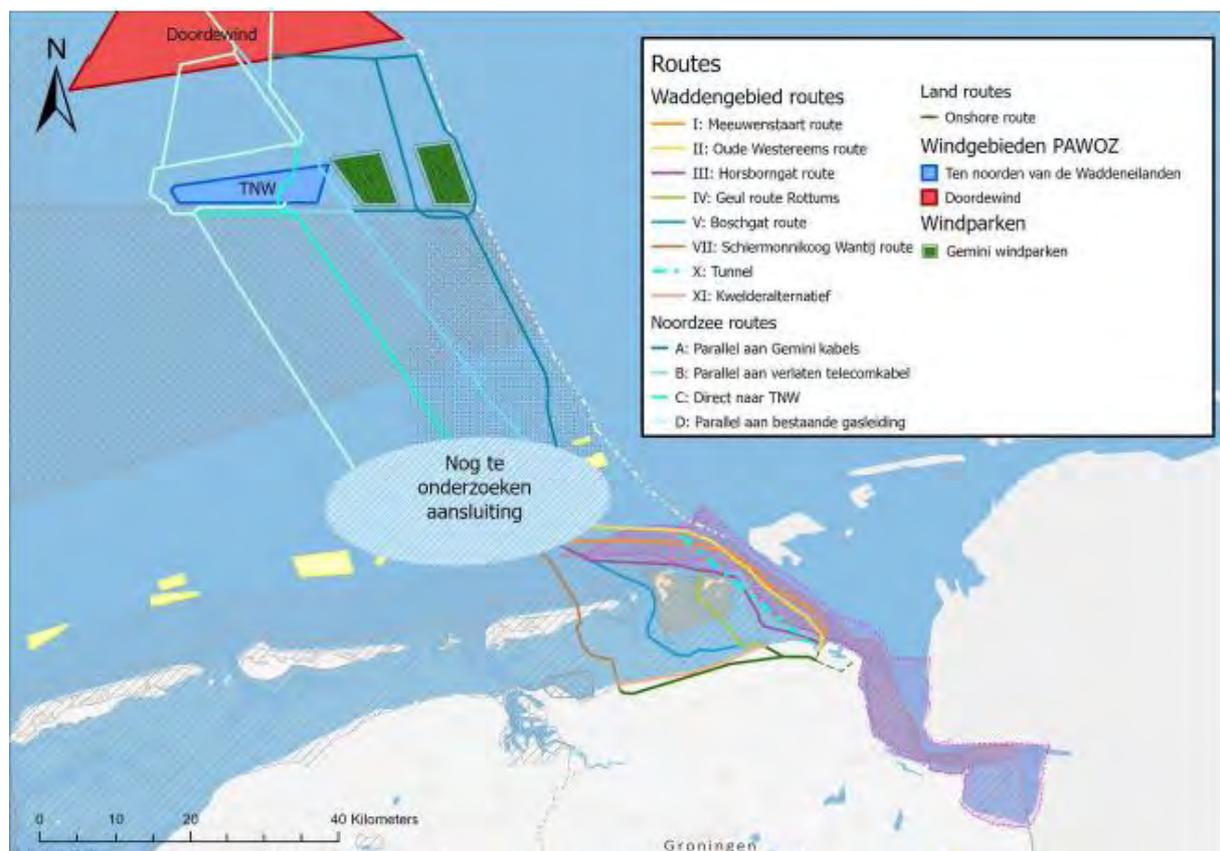


Figure 1 Chart with the project area and potential routes

1.2 Scope and purpose of this document

This document describes the typical installation methods and associated philosophies required to realize grid connection systems (GCS) for Tennet's 700MW and 2GW systems. The document covers different components of the offshore grid connection and outlines possible installation methods, focusing on relevant items from spatial and environmental perspective.

The provided information in this document is valid up to the transition point between the offshore and nearshore section of the cable route. This transition point is defined at the 6NM boundary.

This document is intended to be used as input for the for Route design Baseline 2 which is being developed by a subcontractor of the MinEAC.

1.3 References

This document shall be read in conjunction with the following documents (latest revision)

Ref	Title	Document number
[1]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER)	PAWOZ-SSP-090204-GEN-REP-TTB-0001-00
[2]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix A: Chapter 5 Programme base - Technical design basis	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-01
[3]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix B: Route profiles, dredging profiles and volumes	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-02
[4]	PAWOZ-E; Route ontwerp Fase 1 (PlanMER) Appendix C: Offshore routes - overzichtskaarten en details	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-03
[5]	Appendix D: Toelichting voor toepassing van het "Bury and would like to forget" uitgangspunt	PAWOZ-SSP-090204-SSP-REP-TTB-0001-04

2. Offshore grid connection overview

This chapter gives an overview of the offshore grid connections covered by PAWOZ-Eemshaven. The first sections describes the various parts of the systems. The following sections elaborate on the different cable sections and connection points. The offshore grid connection is described for both 700MW AC and 2 GW DC grid connection systems. PAWOZ-Eemshaven comprises of two (2) 2GW GSC's and one (1) 700MW GSC. The 2GW GSC's are for Doordewind 1 and Doordewind 2. The 700MW GSC is for Ten Noorden van de Waddeneilanden.

2.1 Offshore grid connection 2GW

The Doordewind grid connections entail six main parts as is shown in Figure 2. The items 'A' to 'C' are the connection points in the grid, the items '1', '2' and '3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the onshore converter station and the onshore 380 kV substation.

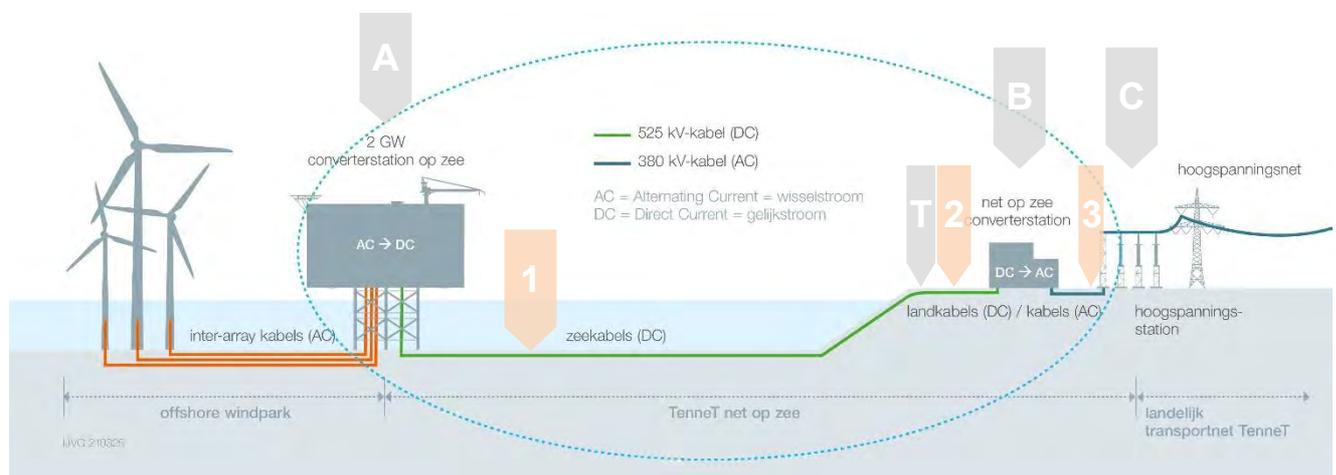


Figure 2 Offshore grid connection 2GW¹

Connection points

- A. Offshore converter station or Platform (AC → DC)
- T. Transition joint
- B. Onshore converter station (DC → AC)
- C. Onshore 380 kV substation

Cables

- 1. HVDC 525 kV submarine export cables (DC)
- 2. HVDC 525 kV land export cables (DC)
- 3. HVAC 380 kV land cable (AC)

¹ In this figure no distinction is made between the export cable route section Offshore, north of the Waddensea, and the section Nearshore in the Waddensea. During the programme specific valuation and judgement on the route selection will be performed.

2.1.1 Offshore converter station (Platform) (A)

The offshore converter station is the interface between the offshore wind park AC cables and the HVDC 525 kV submarine export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to 525 kV AC and then converts it to 525 kV DC for transport to shore. The converter station has a transport capacity of 2000 MW. It contains the electrical equipment required to convert and transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on and of the offshore converter station.

2.1.2 Onshore converter station (B)

The onshore converter station is the interface between the HVDC 525 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the onshore converter station are to convert the DC power to AC and transform the voltage from 525 kV to 380 kV. The onshore converter station contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on and of the onshore converter station.

2.1.3 Onshore 380 kV substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid.

2.1.4 HVDC 525 kV (land and submarine) export cables (1 & 2)

The export cable system is connecting the NW offshore converter station to the onshore converter station. The cable system of the NW export cables can be divided in two main sections, where the first section is the onshore section and the second the offshore section.

1. Onshore section: HVDC 525 kV land cables from the onshore converter station up to the transition joint.
2. Offshore section: HVDC 525 kV submarine cables from the transition joint to the offshore platform.

2.1.5 Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVDC 525 kV submarine export cables and the HVDC 525 kV land export cables.

2.1.6 380 kV land cable (3)

The onshore converter station will be connected to the 380 kV grid using four 380 kV circuits (each consisting of three single core cables and a fibre optic cable).

2.2 Offshore grid connection 700MW

The TNW offshore grid connection consists of six main parts as shown in Figure 3. The items 'A to C' are the connection points in the grid, the items '1, 2, 3' the cables connecting them. The cable route from 'A' to 'T' is the offshore section and from 'T' to 'B' is the onshore section. The section 'B' to 'C' is the connection between the transformer station and the existing onshore substation.

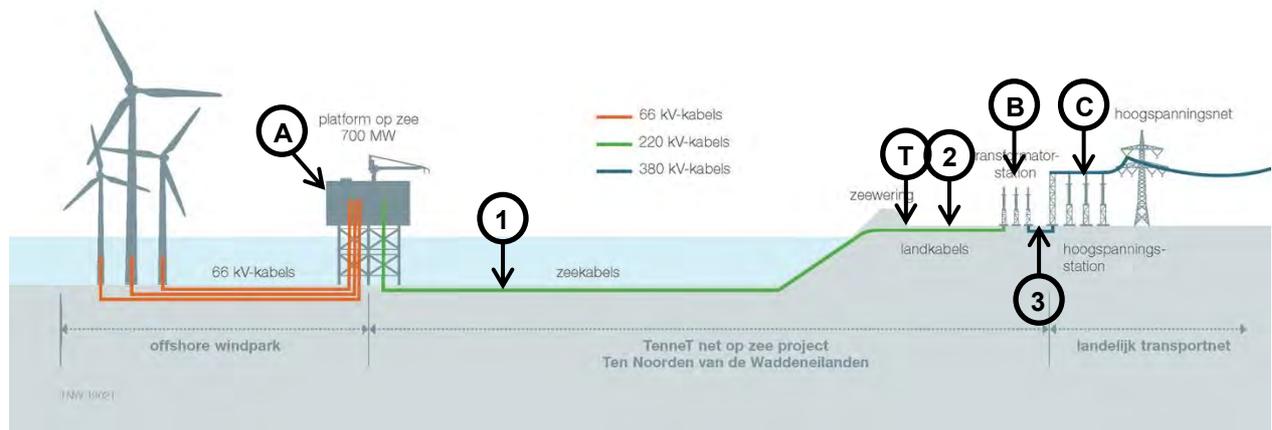


Figure 3 Offshore grid connection 700MW²

Connection points

- B. Offshore platform
- T. Transition joint
- D. Transformer station
- E. Existing substation

Cables

- 1. HVAC 220 kV sea export cables
- 2. HVAC 220 kV land export cables
- 3. HVAC 380 kV land cable

2.2.1 Offshore platform (A)

The offshore platform is the interface between the offshore wind park cables and the HVAC 220 kV sea export cables leading to shore. It transforms the 66 kV wind park generated voltage to the 220 kV for transport to shore. The platform contains the electrical equipment required to transport this capacity, auxiliary, secondary- and safety systems to support the transportation and ensure the safety on- and of the platform.

2.2.2 Transition joint (T)

The transition joint is the interface between the HVAC 220 kV sea export cables and the HVAC 220 kV land export cables. Here, the connection from one HVAC 220 kV sea export cable to three single core HVAC 220 kV land export cables is made. The transition joint will be located onshore.

² In this figure no distinction is made between the export cable route section Offshore, north of the Waddensea, and the section Nearshore in the Waddensea. During the programme specific valuation and judgement on the route selection will be performed.

2.2.3 Transformer station (B)

The transformer station forms the interface between the HVAC 220 kV land export cables and the HVAC 380 kV land cables. The main functions of the transformer station are to transform the voltage from 220 kV to 380 kV, compensate the reactive power of the HVAC cables and to filter harmonic disruptions. It contains the electrical equipment, auxiliary, secondary- and safety systems to support these functions and ensure the safety on- and of the transformer station.

2.2.4 Existing Onshore substation (C)

The onshore 380 kV substation forms the interface between the HVAC 380 kV land cables and the existing TenneT high voltage grid. Here the power produced by the offshore wind farms is connected to the TenneT high voltage grid. TNW will be connected to the onshore grid either at one of the substations in Eemshaven.

2.2.5 HVAC 220 kV land and sea export cables (1 & 2)

Two export cable systems are connecting the TNW platform to the transformer station and can be divided in two main sections, where the first section is the land section and the second the sea section.

1. Land section: HVAC 220 kV land cables from the TNW transformer station up to the transition joint.
2. Sea section: HVAC 220 kV sea cables from the transition joint to the TNW platform.
 - a. The Offshore section, starting from the 6 Nautical Mile (NM) line north of the Waddensea.
 - b. The Nearshore section, comprising the area between the 6 Nautical Mile line and the coastline. The latter cover both the Waddensea and Ems Estuary.

2.2.6 HVAC 380 kV land cable (3)

The transformer station will be connected to the grid using two 380 kV circuits.

3. Offshore platform

This chapter describes the highlights of the design, installation and decommissioning of the offshore platforms.

3.1 Platform Design

The offshore converter station (2GW) and transformer station (700MW) will consist of four main parts:

1. The topside: this is the part of the platform where most of the installations are located. The converter station is part of the topside.
2. The jacket: this is the supporting structure for the topside which also includes the J-tubes that carry the sea cables from the seafloor to the topside.
3. Foundation piles: the piles secure the jacket structure to the seabed. Other foundation options like suction buckets might be considered as well.
4. The erosion protection around the jacket: which ensures that erosion will not threaten the stability of the jacket and platform, that the free spans in the cables between the J-tube bell mouths and the seabed do not increase to unacceptable lengths and that the currents around the jacket will not endanger the cables from and to the platform.



Figure 4 Artist impression of 2 GW HVDC offshore platform concept



Figure 5 Standardized 700 MW AC offshore substation concept

Although the design is standardized, local conditions (wind, waves, water depth, currents, soil etc.) can result in alterations on the standardized platform concept, however mainly on the jacket structure, such as:

- The water depth at the project location will determine the exact jacket dimensions.
- Soil conditions will determine the pile dimensions.
- J-tube lay-out at seabed level can deviate based on field lay-out.
- The composition and the extents of the erosion protection by rock placement depends on the local design current and wave conditions.
- Number of legs and foundation piles

3.1.1 Scour protection

The scour protection around the jacket will be designed such that it fits the local conditions. The design aims at a maintenance free scour protection over the lifetime of the platform. The scour protection provides a stable base for the cables to and from the platform, which ensures that the free spans between the J tubes and the rock bed around the platform do not increase in length. That way the vortex induced vibrations in the cables can be kept below a safe threshold. The cables to and from the platform will be protected against external damage and lateral movement for the section over the scour protection as well as for a part of the area where edge scour will occur around the scour protection.

3.2 Installation of the offshore platforms

3.2.1 Preparations before installation

Prior to the installation of the jacket the scour protection can be installed and will extend under the jacket, J-tubes and up to approximately 15 - 20 meters outside the legs of the jacket.. The scour protection is installed by a rock installation vessel that drops the rocks via a fall pipe onto the seabed, see Figure 6. The scour protection will have a filter layer which keeps the seabed sediments contained under the scour protection and an armour layer which will be designed to be stable under the design wave and current conditions. The filter layer will extend beyond the armour layer on the outer edge of the scour protection.

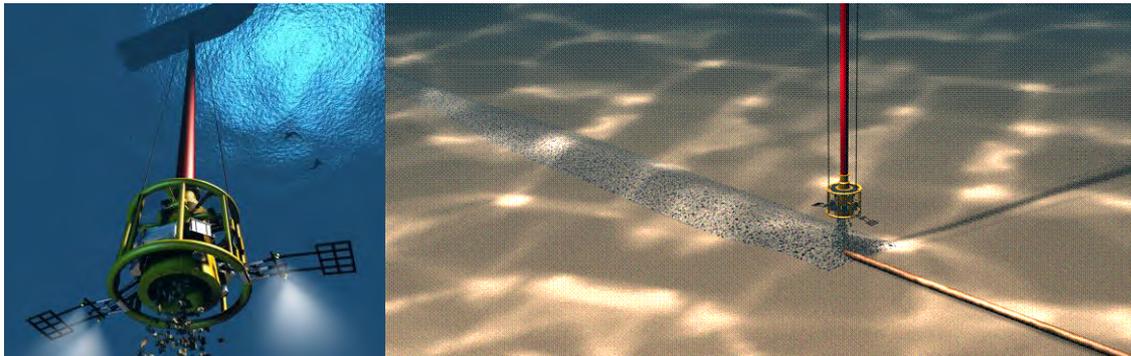


Figure 6 Rock installation by a Fall Pipe Vessel using a Fall Pipe Remotely Operated Vehicle

3.2.2 Jacket installation and piling

The jacket will be manufactured at a fabrication yard and after completion be loaded onto a seagoing barge which will be towed to the platform location offshore. Once the barge is on the approximate location, a heavy lifting vessel will lift the jacket of the barge and lower the jacket onto the seabed. The heavy lifting vessel operates either via dynamic positioning³ or by using anchors. In case of the latter, tugboats will position and lower up to 12 position mooring anchors (the exact number of anchors depends on the vessel) to the seabed. By tensioning and releasing specific anchors, the installation vessel manoeuvres to the installation location. The jacket is lowered onto the rock bed of the scour protection.

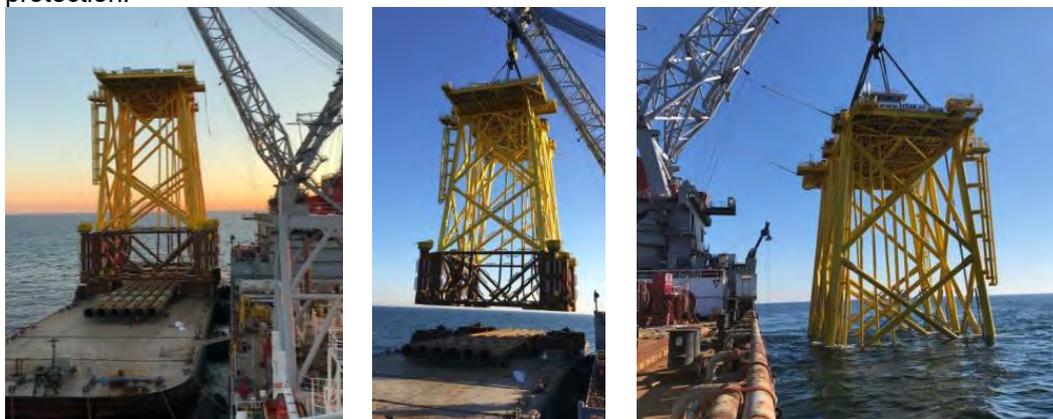


Figure 7 Installation of Borssele Alpha jacket (700MW platform)

³ Dynamic positioning (DP) is a computer-controlled system to automatically maintain a vessel's position and heading by using its own propellers and thrusters



Figure 8 Installation of floatover jacket by heavy lift vessel (Sylwin Alpha Platform 900MW)

Once the jacket is in place the foundation piles can be installed. The foundation piles will be inserted into the jacket and subsequently driven in to the seabed by means of an offshore pile hammer. Driving of a pile into the seabed to the required penetration depth can take about a day per pile. During pile driving various mitigating measures reduce the emission of the underwater noise to the environment can be taken. A common mitigation measure is the use of a big bubble screen. After the piles are driven into the soil to their required penetration depth, the connection between the pile and jacket is established. From that moment the piles can support the jacket and later on the topside.

3.2.3 Basis for Pile driving activities

For pile driving activities the following basis shall be considered during the initial project related assessments. The exact number of foundation piles and pile make up is subject to detailed engineering for the specific project location. The used design basis entails the use of up to 8 foundation piles for a 700MW platform and up to 20 foundation pile for a 2GW platform. The generic pile make up is as follows.

Item	700MW platform	2GW platform
Number of piles (up to)	8	20
Pile diameter [inch]	84" – 96" (2134 – 2438mm)	96"–106" (2438–2693mm)
Pile wall thickness [mm]	60-80 mm	60-80mm
Pile length [m]	65-75 m	80-100m
Pile penetration [m]	50-60 m	60-80m

Pile installation will be performed by means of impact driving with Hydraulic hammers. Typical equipment used for such operations are IQIP⁴ S-2500 - S-4000 or Menck⁵ MHU2400S – MHU4400S.

⁴ See www.iqip.com (<https://iqip.com/products/pile-driving-equipment/hydrohammer/>)

⁵ See www.acteon.com (<https://acteon.com/products-services/driven-pile-installation-services/>)

The hammer typically operated at 80-90% of their rated energy capacity. It is common practice to use single blow and/or soft start procedures to gradually ramp up the pile driving activities. To upkeep pile penetration during driving, it is envisaged to upkeep ~15 blows/0.25m of pile penetration. The maximum blow rates for the hammers can be obtained from their respective online specification sheets.

Herewith it must be noted that the actual drivability figures are subject to the local soil conditions, pile size, pile makeup and selected installation equipment. It shall be conservatively assumed that 1 (one) pile per day will be installed (driven), which leads to 1 day of noise disruption for Harbour Porpoises (Bruinvissen). The effective piling duration can be estimated based on, amongst others, the information provided in this section.

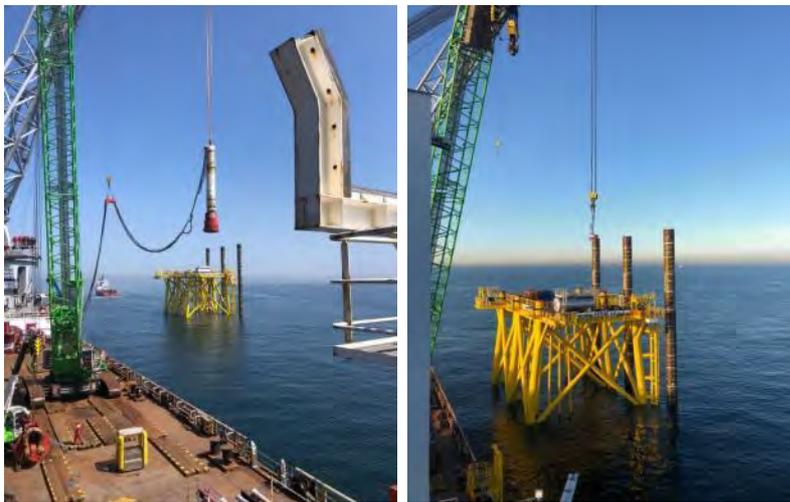


Figure 9 Pile driving at Borssele Alpha

3.2.4 Noise mitigation measures

To mitigate underwater noise emissions the application of a big bubble curtain is common in the industry. This system consist out of hose which is pre-installed on the seabed around the foundation location. This hose contains equispaced holes over its length from which compressed air is emitted in to the water column. The effect is that this dampens the emitted underwater noise, both from the pile in the water column as well as the soil coupled noise. The equipment used for this big bubble curtain includes:

- Noise Mitigation Vessel (commonly a platform supply vessel)
- Nozzle hose reels and associated equipment
- Compressors to feed air in to the nozzle hose



Figure 10 - noise mitigation vessel operating during pile driving

3.2.5 Topside installation

The topsides, both is manufactured at a fabrication yard. After its completion the topside will be loaded onto a seagoing barge or Heavy Transport Vessel (HTV). When using a seagoing barge towing tugs will tow the platform to its offshore location. Once the transportation vessel is on the approximate location the installation of the topside can commence. Subject to the type of platform being installed, either a 700MW or 2GW platform, the installation method is adopted to suits the particular merits of each platform type. The 700MW platforms can be installed using a heavy lifting vessel (crane) which will lift the topside onto the jacket, see Figure 11.



Figure 11 Installation of Borssele Alpha topside

The 2GW platforms are of such size (~24.000t) that lifted installation, by means of a crane vessel, is not possible. The 2GW platforms are installed by means of the float-over method. With this method the topside is floated over and mated with the already installed jacket. The jacket is specifically designed to facilitate this installation method.

Subject to the detailed installation engineering, the installation of the topsides by means of the floatover method are partly governed by the tide offshore. The topside needs to be completely

transferred from the installation vessel (or barge) to the jacket within a single tide window. This to ensure that the installation vessel will not (involuntarily) lift or damage the topside after it has been successfully placed on the jacket.



Figure 12 - Float over installation with HTV of the BorWin3 topside



Figure 13 - Floatover installation with barge of the Sylwin Alpha topside

A particular type of floatover installation method which has become available on the market is a catamaran installation with the Pioneering Spirit. With this option the vessel carrying the topside will sail to the jacket until the jacket is 'in between' the two hulls of the vessel. Once precisely in-between, the topside will be lowered, thus placing the topside on the jacket. The jacket is specifically designed to facilitate this installation method.



Figure 14 Catamaran installation with the Pioneering Spirit

Once the topside is placed on the jacket the connections between the jacket and topside are welded.

3.3 Operational phase of the offshore platform

During the operational phase of the offshore platform maintenance campaigns will take place. The extent of the campaigns differs per campaign and is partially dependent on the condition of the platform and its systems. Monitoring of the systems is performed onshore. During its lifetime the scour protection and any additional protection to the cables around the platform will be surveyed frequently. If so required additional rock will be placed to protect the platform and the protection to the cables.

3.4 Decommissioning of the offshore platform

After the life span of about 40 years of the offshore platform, the jacket and topside will be removed in case it's not being used for any other function. This will be done in the reversed order of the installation described in the paragraph above. However, in case of disproportionate damage to the environment as a result of their removal, the parts of the piles in the seabed and scour protection will remain on the seabed.

4. HVDC and HVAC cable design

This chapter describes the highlights of the design of the HVDC 525 kV, HVAC 220kV submarine and land export cables, as well as the HVAC 380 kV land cables. The HVDC 525kV cables are used for the 2GW Grid Connection systems, the HVAC 220kV cables are used for the 700MW Grid Connection Systems. For both Grid Connection systems the HVAC 380kV landcable are used for the final connection to the National Electricity Grid.

4.1 Design HVDC 525 kV submarine export cables

The HVDC 525 kV submarine cable system consists of four cables in a bundled configuration, as shown in Figure 15. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

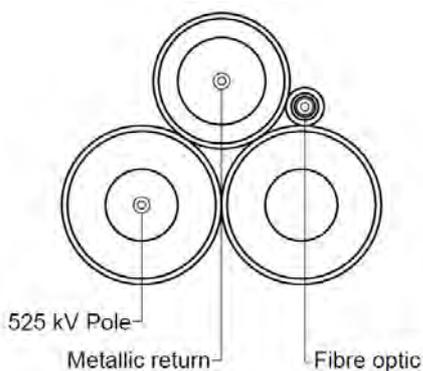


Figure 15 Bundled HVDC 525 kV submarine cable configuration

HVDC 525 kV submarine cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	150 - 190 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 1 Key elements of the 525 kV + or - pole submarine cable.

Metallic return 5 kV submarine cable	
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	(Stainless) steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 2 Key elements of the metallic return submarine cable

Fibre optic submarine cable	
Outer diameter	50 - 70 mm
Number of fibres	48 – 144 fibres

Table 3 Key elements of the fibre optic submarine cable

The exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

4.2 Design HVDC 525 kV land export cables

The HVDC 525 kV land cable system consists of five cables in a configuration, as shown in Figure 15. In the tables below the key elements of the individual cables are provided.

HVDC 525 kV land cable	
Nominal voltage	525 kV
Outer diameter	120 - 160 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE.

Table 4 Key elements of the 525 kV + or - pole cable.

Metallic return 5 kV land cable	
Nominal voltage	5 kV
Outer diameter	120 - 140 mm
Conductor cross section	2500 - 3000 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Various designs
Outer sheath	Extruded PE

Table 5 Key elements of the metallic return cable

Fibre optic land cables	
Outer diameter	10 - 20 mm (in duct 40-50mm)
Number of fibres	48 – 96 fibres

Table 6 Key elements of the fibre optic land cables

4.3 Design HVAC 220 kV submarine export cables

The HVAC 220 kV sea export cable system consists of a double 3-core combined cable per circuit. Hence the TNW sea cable system consists of two 3-core cables. Key elements of the sea export cable are:

220 kV (export) cable	
Nominal voltage	220 kV
Outer diameter	250 – 300 mm
Conductor cross section	800 – 1800 mm ²
Material conductor	Aluminium (Al) or Copper (Cu)
Insulation	Extruded XLPE
Metal sheath	Extruded lead or smooth aluminium welded sheath
Outer sheath	Steel armouring wires and black polypropylene yarns.

Table 7: Key elements of the sea export cable.

A typical cross section of a HVAC 3-core sea cable is shown in Figure 16.

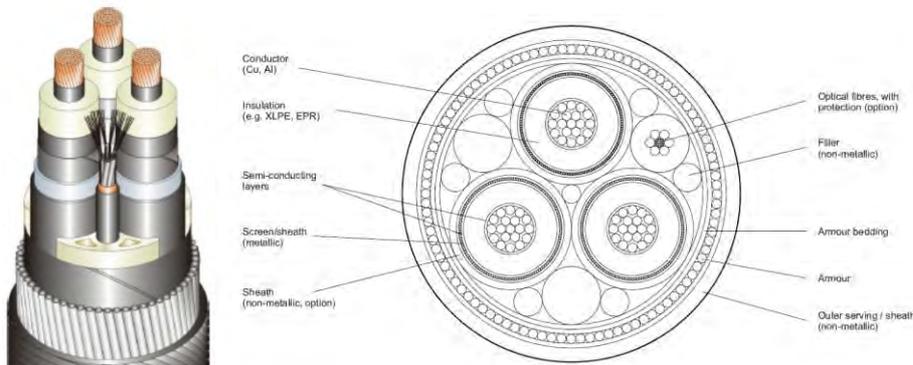


Figure 16 Typical 3-core HVAC 220 kV sea export cable cross section (ref. DNVGL-RP-0360)

Exact dimensions of the cables will be determined by the contractor based on the exact cable routing, burial depth and soil conditions.

Where the export cable system consists out of 2 individual cables this cable system is accompanied by a standard inter-cable distance of 200m. The latter results in the below layout for this 2-cable system.



Figure 17 - layout of 700MW export cable system

5. Protection of the cables at sea

5.1 Protection design philosophy

The subsea cables will be protected against external threats and the environment will be protected against unacceptable negative influences of the cables.

The subsea cables connecting the Doordewind and Ten Noorden van de Waddeneilanden Offshore platforms to shore will be buried to protect the cables against external threats. These threats are amongst others:

- Dragged fishing gear;
- Dragged non holding anchors;
- Lost cargo and to some extent to foundering vessels;
- Protect other users of the seabed against snagging the cable and;
- Reduce the impact on the environment where needed.

5.2 Cable protection considerations at sea

There are several aspect to consider in relation to the protection of cable systems at sea.

The as aspects are amongst others:

1. The Depth of Burial as required by Dutch law and/or licenses. Based on historic knowledge from previous projects in the Dutch offshore section the requirement has typically been 3m below seabed up to 3 km from the low water line, 1m below seabed beyond that line and sometimes 1,5m below the seabed in traffic separation systems at sea. For future projects it is expected that the requirement will be 1m soil cover at all times, taking into account the local seabed mobility.
2. A Risk Based Burial Depth which will provide a rational minimum to the depth of burial for the various sections of the route based on (statistical) threats to the offshore cable in combination with the protection provided by the local soil types. This would be a rational minimum depth of burial in conjunction with the minimum depth of burial as per law and/or license.
3. An economical optimal depth of burial derived from considering the CAPEX installation costs for various installation depths against the OPEX costs of maintenance on the depth of burial over the lifetime of the offshore cable in order to maintain a safe minimum depth of burial.
4. A maximum depth of burial relating to the heating up of offshore cables in relation to the burial depth and the thermal resistivity of the surrounding soils.
5. Seabed mobility at platform locations and along the route. The seabed is a dynamic environment whereby features in the soils can be mobile over the lifetime of the grid connection system. To upkeep a safe and efficiently cover on the cable, the so-called "Non Mobile Reference Level" m (NMRL) must be determined. The cable systems shall be installed at a minimum depth below the NMRL following above considerations.

6. Installation of cables offshore

For details regarding the installation of offshore cables see ref [1] as noted in section 1.3.

In addition to the installation of the cable itself, a number of activities need to be performed for particular sections of the cable (routes). Amongst others these activities are the crossing of 3rd party assets and installation of cable joints. The latter is required due to the limited length of cable that can be carried by the cable laying vessel in a single trip (up to 40km per trip). The cable joints are placed in jointpits on the seabed.

6.1 Dredging

To excavate the jointpits dredging activities need to be performed. The dredging can be done by Trailing Suction Hopper Dredgers (THSD). THSD's are versatile dredging tools which are capable to work in the challenging conditions with waves and currents.



Figure 18 Trailing Suction Hopper Dredger

Once the hopper approaches the dredge location, it lowers the drag head attached to the lower end of the suction pipe to the seabed. The soil is loosened by the cutting and jetting characteristics of the drag head teeth and jets. The dredge pump located in the vessel's hull pumps the loosened soil from the seabed to form the trench. The removed soil is raised via the suction pipe into the vessel's hopper. The dredged soil is kept in the hopper whilst the water leaves the hopper via an overflow.

The volumes to be dredged, the production of the dredging equipment and the time required for the dredging operations will be engineered during the preparation phase of the project. The dredged soil is disposed of in the direct vicinity of the area where the soil is dredged, in order to keep the dredged soils in the local mobile seabed system.

The same approach will be used where artificial backfilling is required to meet specific permit requirements. For the backfilling mobile seabed material from adjacent areas will be used.

6.2 Offshore cable crossings with 3rd party assets

The 525 kV and 220kV submarine cable route crosses some in service 3rd party subsea assets as well as some out of service assets. This section briefly describes the different crossing methods for those in service assets and out of service assets.

6.3 In Service cables, pipes and out of service pipelines

6.3.1 Crossing structures

Three types of crossing structures are considered suitable for the crossings with in-service subsea assets and with out of service pipelines in Dutch waters. Each crossing structure has a means of creating separation between the subsea asset and the power cable of typically 0.3m or more and a means of protecting the cable where it is laid over the 3rd party subsea asset.

1. Separation by rock placement, outer protection by rock
2. Separation by a separator system around the power cable, outer protection by rock
3. Separation by concrete mattresses

Those crossing structures have proven to be suitable and sustainable in the Dutch waters.

If however the owner of the 3rd party subsea asset would require another type of crossing structure and rejects the standard TenneT crossing structures, then the following will be considered as well: separation by sand- or grout bags or rock nets placed at the crossing location, outer protection by rock. This has the downside that placement of these bags or nets is quite labour intensive.

Which crossing structure will be applied where depends on the outcome of the crossing agreement negotiations between TenneT and the 3rd party during the project phase.

The outer rock layer of the crossing structures will be designed to be dynamically stable under design storm and current conditions. This means that some movement of the rock is allowed under design storm conditions as long as the cover of the cable by the rock layer stays sufficient to protect the cables against external threats.

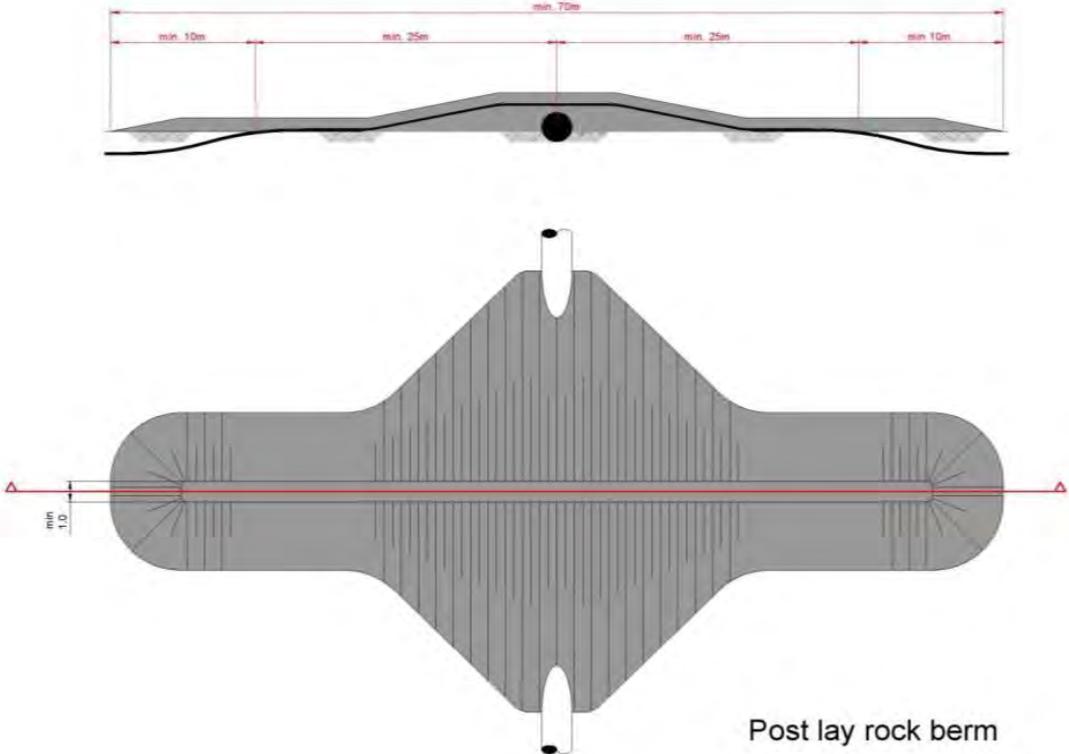


Figure 19 Typical rock - rock crossing structure

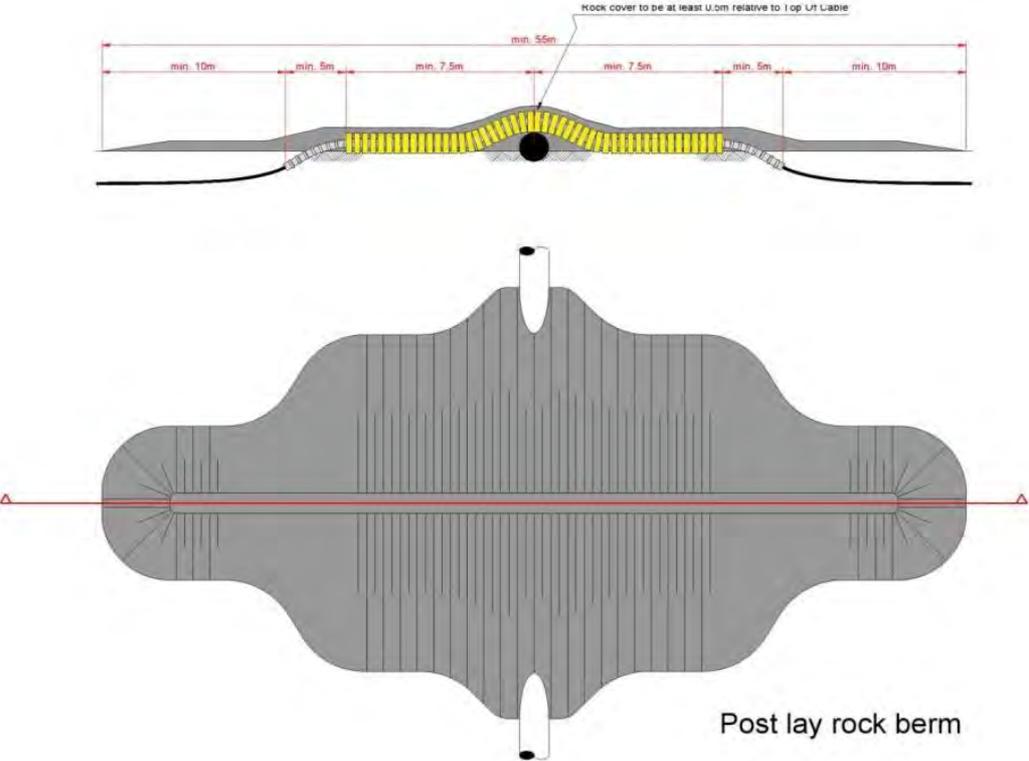


Figure 20 Typical separator - rock crossing structure

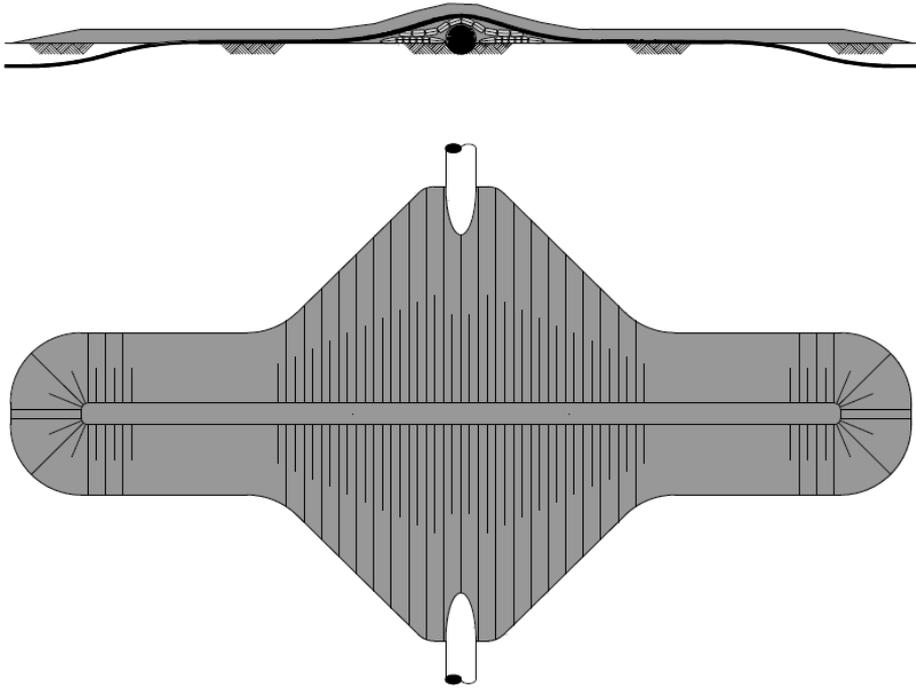


Figure 21 - Typical concrete mattresses - rock crossing structure

7. Post installation activities offshore cables

7.1 Remedial burial by jet trenching or MFE

Along sections of the route where the initial cable burial operations did not result in the required burial depths, additional cable burial can be performed either by an ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation.

7.2 Post lay protection of cable segments

At locations where the cables could not be buried into the seabed, for instance at crossing locations or at locations where unexpected obstacles were encountered during the cable trenching operations, the cables can be post lay protected by rock placements. Rock placements however will be avoided as much as possible as rock placements have the tendency to attract erosion on its edges, which will require maintenance over time. Rock can be placed on these cable sections using a fall pipe vessel, which allows for very accurate rock placement.

8. Operational phase offshore cables

During the operational phase of the offshore cable tree main activities will take place:

1. Periodically survey to determine the depth of burial of the cables. The period in between each survey is determined by the permit (as stated in the previous chapter). When the results of the survey show that the cable is not at the required burial depth, additional cable burial can be performed either by a ROV jet trencher or by mass flow excavation, depending on the local situation. Additional survey can be executed as well after a storm passed over the cable route which exceeded the design conditions.
2. Periodically survey to inspect the status of the crossing structures. When the results of the survey show that the crossing structures are not meeting the requirements, additional rock or gravel dumping might be applied.
3. A third activity that can occur is the repair of a cable failure. In case a cable fails due to internal or external cause, the fault needs to be located and repaired. Depending on the lay configuration of the cables, one cable, a pair of cables or all of the cables will have to be cut and lifted above water for a repair.

9. Decommissioning offshore cables

9.1 Cables

At the end of their operational lifetime (30-40 years) the cables will be removed from the seabed in accordance with the requirements stipulated in the permits. Removal will only be performed when the environmental impact of removal is less than the impact of leaving the cables in place on the environment and on navigation.

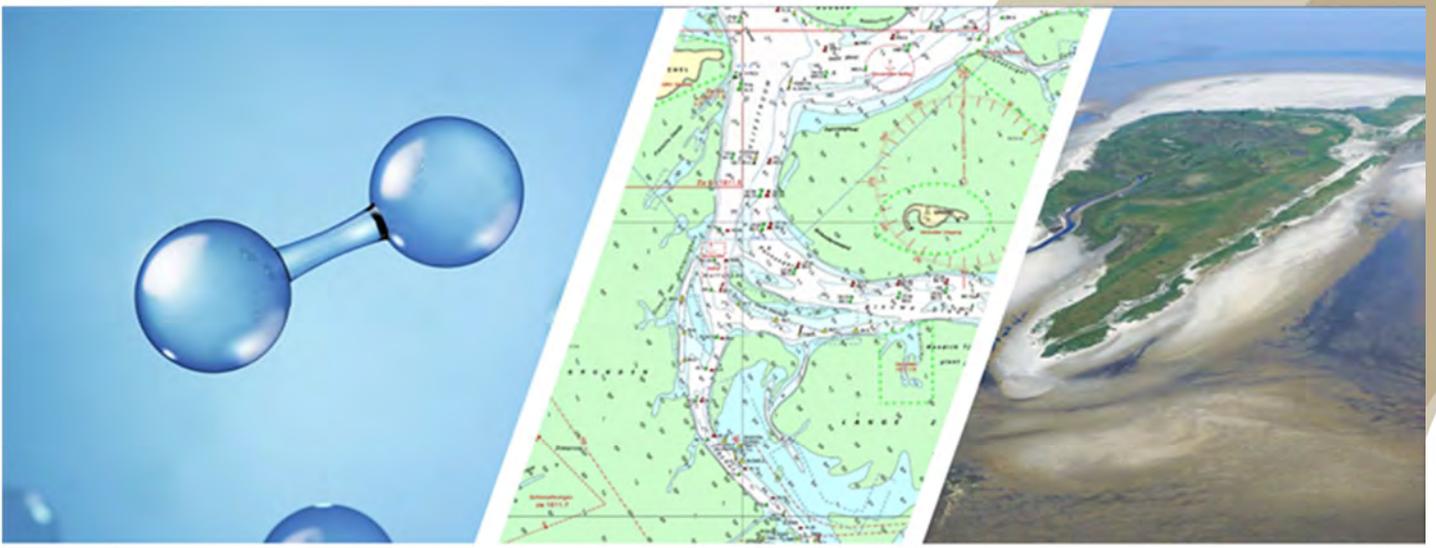
The cables can be pulled out of the seabed using a jet trencher where needed. The cables can be cut in sections on deck and brought to shore for material recycling.

9.2 Crossing structures

At the locations of the crossings with 3rd party subsea assets, the crossing structures will be removed. This can involve removal of rock placements by means of a grab dredger. The recovered rock can be brought to land for recycling purposes.

XI

ANHANG: GASUNIE TRASSENENTWURF BASELINE 2



PAWOZ H2 Eemshaven

Beschrijving aanleg H2 Routes - Baseline 2 Input

NV Nederlandse Gasunie

25 August 2023

406010-00270 00270-Ev10A-REP-01759 0

Intecsea
Warley Group

intecsea.com

Disclaimer

This report has been prepared on behalf of and for the exclusive use of NV Nederlandse Gasunie, and is subject to and issued in accordance with the agreement between NV Nederlandse Gasunie and Intecsea. Intecsea accepts no liability or responsibility whatsoever for it in respect of any use of or reliance upon this report by any third party. Copying this report without the permission of NV Nederlandse Gasunie and Intecsea is not permitted.

Company details

Intecsea

Wilhelmina van Pruisenweg 2
The Hague 2595 AN
PO Box 97776, 2509 GD The Hague
The Netherlands

PROJECT 406010-00270 - 00270-Ev10A-REP-01759: PAWOZ H2 Eemshaven - Beschrijving aanleg H2 Routes - Baseline 2 Input

Rev	Description	Author	Review	Intecsea approval	Revision date
A	Interne Review	EK	FvdL	FvdL	18.08.23
0	Voor Externe Review	EK	FvdL	FvdL	25.08.23

Inhoud

Afkortingen	8
1 Inleiding.....	9
2 Constructie Technieken H₂ pijpleidingen.....	11
2.1 Algemeen	11
2.2 Installatie met pijpenlegschip en begraafmaterieel	11
2.3 Horizontaal Gestuurde Boring (enkel of in serie)	15
2.3.1 Constructietechniek.....	15
2.3.2 Ruimtebeslag landzijde	17
2.3.3 Ruimtebeslag zeezijde.....	18
2.3.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp.....	18
2.3.5 Specifieke risico van HDD's	20
2.4 Microtunnel en segment tunnel.....	21
2.4.1 Constructietechniek.....	22
2.4.2 Ruimtebeslag landzijde	24
2.4.3 Ruimtebeslag zeezijde.....	26
2.4.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp.....	27
2.4.5 Specifieke risico's van tunneloptie.....	31
2.5 Open ontgraving	31
2.5.1 Constructietechnieken	32
2.5.2 Ruimtebeslag landzijde	34
2.5.3 Ruimtebeslag op zee.....	34
3 Route II - Oude Westereems route.....	35
3.1 KP 0.0 - KP 6.5: Kruising primaire zeekering, kwelder en bestaande kabels	36
3.1.1 HDD.....	37
3.1.2 Tunnel.....	38
3.2 KP 6.5 - KP 20.0: Diep genoeg voor geankerd legschip	40

3.3	KP 20.0 – KP 49.0: Diep genoeg voor geankerd / dynamisch gepositioneerd legschip	41
4	Route - VII Schiermonnikoog wantij route	45
4.1	KP 0.0 – KP 2.0 Kruising primaire zeevering en kwelder	46
4.2	KP 2.0 – 13.0 Kruising wadplaten.....	46
4.2.1	Werkzaamheden serie HDD's	46
4.3	KP 13.0 – 16.5 Aanlanding Schiermonnikoog zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde	47
4.4	KP 0.0 – 16.5 Segment tunnel kruising zeevering, wadplaten en Schiermonnikoog.....	48
4.4.1	Werkzaamheden tunnelaanleg	48
4.4.2	Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel.....	50
4.4.3	Ruimtebeslag en aanvoer materieel	50
4.4.4	Baggeren en vergraven	50
4.4.5	Licht en geluid.....	50
4.5	KP 16.5 – KP 29.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip ..	50
5	Route VIII - Ameland wantij route.....	51
5.1	KP 0.0 – KP 1.7 Kruising primaire zeevering en kwelder	52
5.2	KP 1.7 – 10.0 Kruising wadplaten.....	53
5.2.1	Werkzaamheden serie HDD's	53
5.3	KP 10.0 – 13.0 Aanlanding Ameland zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde.....	53
5.4	KP 0.0 – 13.0 Segment tunnel kruising zeevering, wadplaten en Ameland.....	55
5.4.1	Werkzaamheden tunnelaanleg	55
5.4.2	Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel.....	56
5.4.3	Ruimtebeslag en aanvoer materieel	56
5.4.4	Baggeren en vergraven	57
5.4.5	Licht en geluid.....	57
5.5	KP 13.0 – KP 23.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip ..	57
6	Route IX - Zoutkamperlaag route.....	58
6.1	Route Oost.....	58

6.1.1	KP 0.0 - KP 1.7: Kruising primaire zeekering en kwelder.....	59
6.1.2	KP 1.7 – KP 3.0 Diep genoeg voor geankerd legschip.....	59
6.1.3	KP 3.0 – KP 8.0 Toegang baggeren voor legschip.....	59
6.1.4	KP 8.0 – KP 19.0 Diep genoeg voor geankerd legschip	59
6.1.5	KP 19.0 – KP 22.0 Toegang baggeren voor legschip.....	60
6.1.6	KP 22.0 – KP 26.0 Diep genoeg voor geankerd legschip.....	60
6.1.7	KP 26.0 – KP 31.0 Diep genoeg voor dynamisch gepositioneerd legschip.....	60
6.2	Route alternatief West	60
6.2.1	Werkzaamheden tunnelaanleg	60
6.2.2	Werkzaamheden serie HDD's	63
6.2.3	Hybride optie – HDD-trench-laybarge.....	63
7	Offshore Routes C, D, E, F, G en H	65
8	Referenties.....	66

Tabellen

Tabel 2-1: Getallen per aanlegmethode.....	13
Tabel 2-2: Getallen per boring.....	16

Figuren

Figuur 1-1 Overzicht routes.....	9
Figuur 2-1 Pijplegschepen – op ankers (l) en Dynamic Positioning (r).....	11
Figuur 2-2 Voorbeeld ankerpatroon en anker invloed gebied.....	12
Figuur 2-3 Voorbeeld legschip op ankers met pijp supply vessel (ondiep water)	12
Figuur 2-4 Voorbeeld ploeg voor begraven pijpleiding	13
Figuur 2-5 Schematische weergave HDD-boring	16
Figuur 2-6 Overzicht onshore HDD-site	17
Figuur 2-7 Overzicht intreken productpijp	19
Figuur 2-8 Beschikbare tijd positioneren bak afhankelijk getijde	20
Figuur 2-9 Slurry boormachine (afbeelding Herrenknecht).....	22

Figuur 2-10 EPB boormachine (afbeelding Herrenknecht).....	23
Figuur 2-11 Van 54-inch Herrenknecht AVN slurry microtunnel machine (https://tunnelingonline.com/microtunneling-on-a-curve/) tot 20 m tunnelmachine (https://amberggroup.com/news-events)	24
Figuur 2-12 Opslag tunnelsegmenten	25
Figuur 2-13 Toegangsschacht voor een Herrenknecht AVN D2400AH (3 m kabeltunnel, https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/seoul-cable-tunnel/)	26
Figuur 2-14 Allseas Tog Mor bij Houstrup Denemarken aanlanding Europipe II branch line, intrekken pijpleiding.....	27
Figuur 2-15 Bezemer 800 ton lier (https://bezemer.com/products/linear-winches/)	28
Figuur 2-16 Schacht met katrol en ingetrokken pijpleiding.....	29
Figuur 2-17 Humber river kruising.....	30
Figuur 2-18 Pijpleiding aanleg sleuf ontgraving (foto A. Hak)	32
Figuur 2-19 Gebruik trenchboxen om hoeveelheid geroerde grond te beperken.....	33
Figuur 2-20 Gebruik van amfibisch materieel (waterkering.nl/ geocean.com)	33
Figuur 3-1 Overzicht route 2 Oude Westereems	36
Figuur 3-2 Overzicht route 2 aanlanding bij Eemshaven.....	37
Figuur 3-3 Overzicht route 2 diepte kruising met Cobra.....	38
Figuur 3-4 Indicatieve opties voor tunnel Intrede punt	39
Figuur 3-5 Concept tunnelprofiel.....	39
Figuur 3-7 Route II minimum en maximum diepteprofiel.....	41
Figuur 3-9 Route sectie ten noorden van Huibertplaat.....	42
Figuur 3-10 Route II Ondiepte Huibertplaat en Cobra kruising.....	43
Figuur 4-1 Overzicht Route VII Schiermonnikoog.....	45
Figuur 4-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Schiermonnikoog route	47
Figuur 4-3 Route VII kruising Schiermonnikoog.....	48
Figuur 4-4 Tunnelprofiel Schiermonnikoog	49
Figuur 5-1 Overzicht Route VIII.....	51
Figuur 5-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Ameland route	53
Figuur 5-3 Route VIII kruising Ameland.....	54
Figuur 5-4 Tunnelprofiel Ameland.....	56
Figuur 6-1 Overzicht route IX Zoutkamperlaag.....	58
Figuur 6-2 Tunnelprofiel Zoutkamperlaag aanlanding route west.....	61
Figuur 6-3 Tunnelroute met pijplegship op ankers aan offshore uiteinde.....	62

Figuur 6-4 Overzicht potentiële HDD-locaties Zoutkamperlaag route.....	63
Figuur 6-5 Overzicht hybride aanleg Zoutkamperlaag West route.....	64
Figuur 7-1 Overzicht Offshore Route secties.....	65

Appendices

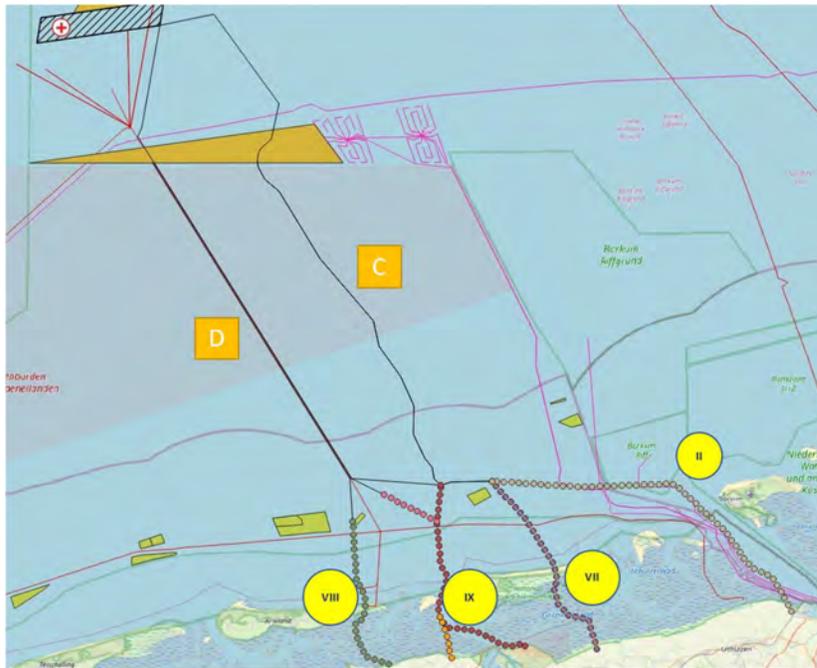
Appendix A	Route II Oude Westereems Tabel
Appendix B	Route VII Schiermonnikoog Wantij Tabellen
Appendix C	Route VIII Ameland Wantij Tabellen
Appendix D	Route IX Zoutkamperlaag Tabellen
Appendix E	Aanvullende tekeningen HDD serie constructie (VLST b.v.)

Afkortingen

CSD	Cutter Suction Dredger/ Cutterzuiger
DP	Dynamic positioning (Dynamisch positioneren van schepen)
EZK	Economische Zaken & Klimaat
GW	GigaWatt
H ₂	Hydrogen (Waterstof)
IEA	Integrale Effecten Analyse
ILT	Integrale Leidingen Tunnel
MER	Milieu Effect Rapportage
MW	MegaWatt
NGT	NoordGasTransport
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
RHDHV	RoyalHaskoning DHV (Dwars, Heederik en Verhey)
TBM	Tunnel Boor Machine
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger
W+B	Witteveen en Bos

1 Inleiding

Het ministerie (EZK) heeft Gasunie gevraagd om als kennispartner deel te nemen aan het project PAWOZ-Eemshaven om de technische mogelijkheden en kosten voor het aanleggen van een waterstofleiding door de Waddenzee te onderzoeken. Dit onderzoek draagt bij aan het opstellen van het NRD en PlanMER. Om invulling te geven aan deze rol, zoekt Gasunie ondersteuning om met name de relevante en significante technische aspecten met betrekking tot een H₂-buisleiding en de aanleg daarvan te identificeren. De intentie van het tijdsplan van dit onderzoek is om samen met het adviesbureau van EZK op te trekken voor een gezamenlijke verkenning. Daarom zal deze verkenning parallel gaan lopen met de onderzoeksvraag van EZK waarbij resultaten van dit onderzoek input zullen zijn voor workshops in werkgroepen.



Figuur 1-1 Overzicht routes

Figuur 1-1 geeft een overzicht van de routes die in het kader van het PAWOZ-programma momenteel worden overwogen voor waterstofpijpleidingen. Een aantal andere routes zijn in het proces afgefallen of worden alleen nog overwogen voor kabels.

De volgende Waddenzeeroutes worden momenteel in het PAWOZ-programma verder uitgewerkt voor de aanleg van een waterstofpijpleiding:

- Route II Oude Westereems route
- Route VII Schiermonnikoog wantij route
- Route VIII Ameland wantij route
- Route IX Zoutkamperlaag route

In aanvulling op bovenstaande routes zijn ook 2 offshore routes ten noorden van de Wadden gedefinieerd met een aantal verbindende leidingsecties.

Voor de beschouwde routes zijn verschillende uitvoeringstechnieken gedefinieerd die verder worden uiteengezet in hoofdstuk 2.

De tabellen (zie Appendices) die als input dienen voor de PlanMER laten zien hoe deze routes met de verschillende uitvoeringsmethodes kunnen worden aangelegd. Dit document ondersteunt de tabellen en bevat aanvullende technische informatie en de randvoorwaarden die gelden bij het gebruik van de tabellen. De hoofdstukken 3 tot en met 6 bespreken de Waddenzeeroutes (II, VII, VIII en IX) en Hoofdstuk 7 de offshore routes (C en D en verbindende secties E, F, G en H).

2 Constructie Technieken H₂ pijpleidingen

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden tot een bepaald detailniveau de verschillende toepasbare installatietechnieken voor waterstofpijpleidingen beschreven. Er wordt geprobeerd een zo compleet mogelijk beeld te geven van de in te zetten materialen en materieel op basis van de algemeen beschikbare omgevingsinformatie. Er zijn op dit moment nog geen specifieke metingen en onderzoeken uitgevoerd aangaande: grondgesteldheid en samenstelling, bathymetrie, stroming, golfhoogten etc. De beschreven activiteiten zijn daarom ontwikkeld op basis van publiek beschikbare gegevens en inschattingen op basis van eerdere toepassing van de beschreven technieken in soortgelijke omstandigheden (indien beschikbaar). In een vervolgfase, zoals een project MER, zal er een verdiepingslag gemaakt moeten worden nadat er uitvoerige project specifieke metingen en onderzoeken hebben plaatsgevonden. Ook is er voor een definitieve beoordeling meer input nodig van uitvoerende bedrijven, vooral voor de uitzonderlijke en innovatieve methodes die ontwikkeld zijn voor secties waar de reguliere methode (legschip en post-lay trenching) veel, ongewenst baggerwerk vergen. Dan kan daadwerkelijk getoetst worden of de uitgangspunten van het PlanMER realistisch zijn geweest. Wellicht dat de effecten dan nog aangepast moeten worden, mogelijk kan er dan nog geoptimaliseerd worden om de optredende installatie effecten te verminderen.

2.2 Installatie met pijpenlegschip en begraaftmaterieel

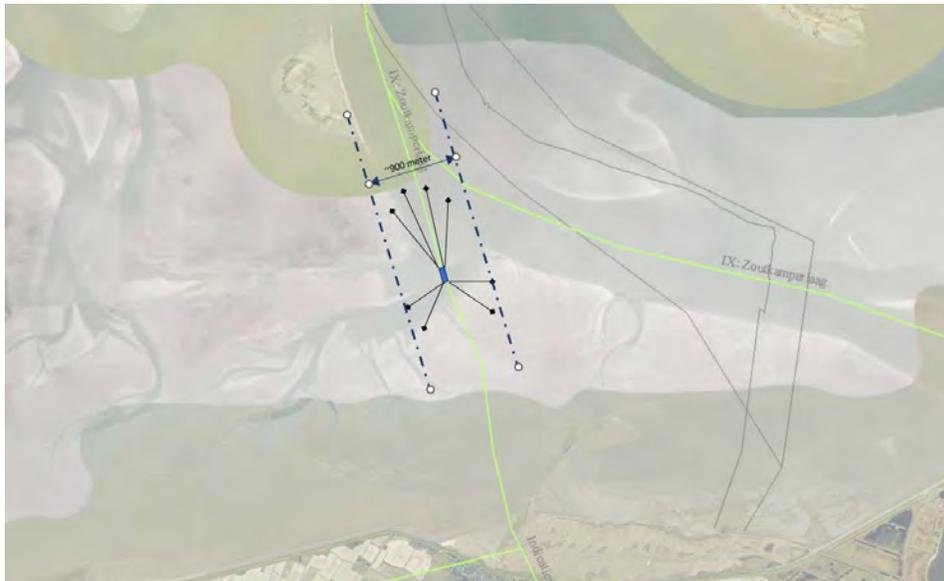
Voor offshore pijpleidingen in wateren met voldoende diepgang (minimaal circa 7 meter) wordt de aanleg van een stalen pijpleiding in beginsel uitgevoerd met een pijpenlegschip. Hieronder zijn in Figuur 2-1 voorbeelden weergegeven van geankerde (vanaf ongeveer 7 m waterdiepte) en dynamisch gepositioneerde (vanaf 15 a 20 m waterdiepte) pijpenlegschepen. Voor de aanleg van pijpleidingen worden pipelementen van 12 meter aangevoerd naar het schip en daar door middel van het maken van lassen boven water aan de pijpstreng toegevoegd. Vanaf het schip loopt de pijpstreng naar de zeebodem om daar doormiddel van nauwkeurige positionering van het schip op de definitieve locatie op de zeebodem geplaatst te worden.



Figuur 2-1 Pijplegschepen – op ankers (l) en Dynamic Positioning (r)

In ondiep water (circa 7 tot 15 meter), zoals van toepassing op de routes rondom en in het Waddengebied, zal in de regel alleen een legschip op ankers gebruikt kunnen worden. Deze ankers worden ten behoeve van de voortgang continu verplaatst. Hierdoor is de impactzone van ankers en

ankerkabels, afhankelijk van waterdiepte en condities, relatief groot (als richtlijn ca 400 tot 500 meter aan beide zijden). De ankerkabels raken voor circa 50% van de lengte het zeebed en zullen bij verplaatsing van het schip over het zeebed bewegen. Een typisch ankerpatroon is weergegeven in Figuur 2-2. Als globale aanname zal door het verplaatsen van een geankerd pijpenlegschip over 50% van het ankergebied (breedte 900 meter, 450 meter aan beide zijde van de route) kans op grondberoering optreden in de bovenste circa 20 cm. Op de plaats van het anker ook dieper door de anker penetratie (ongeveer 2 m).



Figuur 2-2 Voorbeeld ankerpatroon en anker invloed gebied

Voor een dynamisch gepositioneerd legschip (DP: dynamic positioning) is de impactzone veel kleiner, echter is hiervoor een grotere waterdiepte nodig (minimaal 15 tot 20 meter) door de grotere afmetingen van deze schepen en de benodigde vrije ruimte onder de thrusters (voorkomen verstoring grond door thrusters).



Figuur 2-3 Voorbeeld legschip op ankers met pijp supply vessel (ondiep water)

Het begraven van een pijpleiding nadat deze op het zeebed gelegd is wordt in het engels “post-lay trenching” genoemd. Hiervoor zijn verschillende technieken zoals: ploegen, het fluidizeren of wegspuiten van de onderliggende grond of mechanische graafarmen. Het in te zetten materieel voor deze technieken heeft verschillende afmetingen en interactie met de zeebodem en hierdoor zal het oppervlak van vergraven en geroerde grond verschillen. Een voorbeeld van een onderwater ploeg (met inzet graafarmen) is weergegeven in Figuur 2-4. Een postlay trencher kan onder ideale omstandigheden (grond) een diepte van 2 tot 2.5 meter halen, hetgeen neerkomt op een dekking voor de leidingdiameters die beschouwd worden van maximaal 1.0 meter. Bij groetere begraafeisen, vanwege veiligheid of dynamiek van het zeebed, moet een geul gebaggerd worden.



Figuur 2-4 Voorbeeld ploeg voor begraven pijpleiding

Voor het verder invullen van de tabellen met omgevingseffecten en de duratie van de aanlegmethoden worden verder de volgende kengetallen gebruikt:

Tabel 2-1: Getallen per aanlegmethode

Parameters geankerd legschip		
Ankers + ondiep water < 16 meter – 24 hrs operatie en zomercondities	150 m/dag voor 48-inch pijpleiding	
	200 m/dag voor 36-inch pijpleiding	
Bochtradius normaal leggen (aanname)	5000 m voor 48-inch pijpleiding	
	4000 m voor 36-inch pijpleiding	

Vergraven oppervlaktes	n.v.t.	
Verstoorde oppervlaktes door ankers en touchdown per km	451,000 m ²	
Pre-lay baggeren toegang legschip	Zie productie in Ref. [1]	
Legparameters DP legschip		
Legsnelheid DP > 16 meter waterdiepte – 24 hrs operatie en zomercondities	2500 m/dag voor 48-inch pijpleiding	
	3000 m/dag voor 36-inch pijpleiding	
Verstoorde oppervlaktes/km	1,000 m ²	1 meter brede "touch down impact zone"
Leiding Begraven		
Post-lay trenching < 15m wd	0.5 km/dag	
Post-lay trenching > 15m wd	1.0 km/dag	
Vergraven oppervlaktes/km	5,000 m ²	5 meter breed
Verstoorde oppervlaktes/km	10,000 m ²	10 meter breed
Aanleg kruising		
Verstoorde oppervlaktes/crossing (150 x 20 m)	3,000 m ²	Per crossing
Knippen kruising verlaten kabel		
Vergraven oppervlaktes (m ²)	300 m ²	Dreggen 300 x 1 m
Verstoorde oppervlaktes (m ²)	600 m ²	Uiteindes terugleggen en veiligstellen
Licht	1 dag per kruising	
Geluid	1 dag per kruising	
Trenchbox		
Vergraven oppervlaktes (m ²)/km	3,500 m ²	
Verstoorde oppervlaktes (m ²)/km	40,000 m ²	
Vergraven volume	10,500	m ³ per km'
Licht	Bij daglicht	
Geluid	Bij daglicht	

2.3 Horizontaal Gestuurde Boring (enkel of in serie)

Een horizontaal gestuurde boring is een veel gebruikte installatiemethode om de kust te kruisen met een kabel of pijpleiding. Dit alternatief is redelijk ontwikkeld nadat open ontgraving van de zeevering als te groot risico werd gezien voor het achterland. De ervaring opgedaan met HDD's is van land naar land (onshore leidingen voor het kruisen van (water)wegen bijvoorbeeld) of van land naar zee voor het kruisen van zeeveringen. Van een natte omgeving naar een natte omgeving is veel minder gebruikelijk. Het gebruik van een HDD voor het kruisen van de zeevering is dus een gebruikelijke oplossing waar ervaringsgetallen voor zijn. De alternatieve toepassing van een reeks HDD's die sequentieel worden gekoppeld om een ondiep stuk water te kruisen (zoals wadplaten) is echter zeer innovatief. Wereldwijd zijn de toepassing van nat naar nat HDD's voor pijpleidingen beperkt tot enkele gevallen voor een kleine diameter pijpleiding of kunststof mantelbuis.

In deze sectie worden de mogelijkheden van een enkele HDD van droog naar nat beschreven en daarnaast de innovatieve toepassing van HDD's in serie om grotere stukken ondiep water te kruisen. De tekst en aanpak is grotendeels gebaseerd op de input van uitvoerder "van Leeuwen Sleufloze Technieken" (VLST).

2.3.1 Constructietechniek

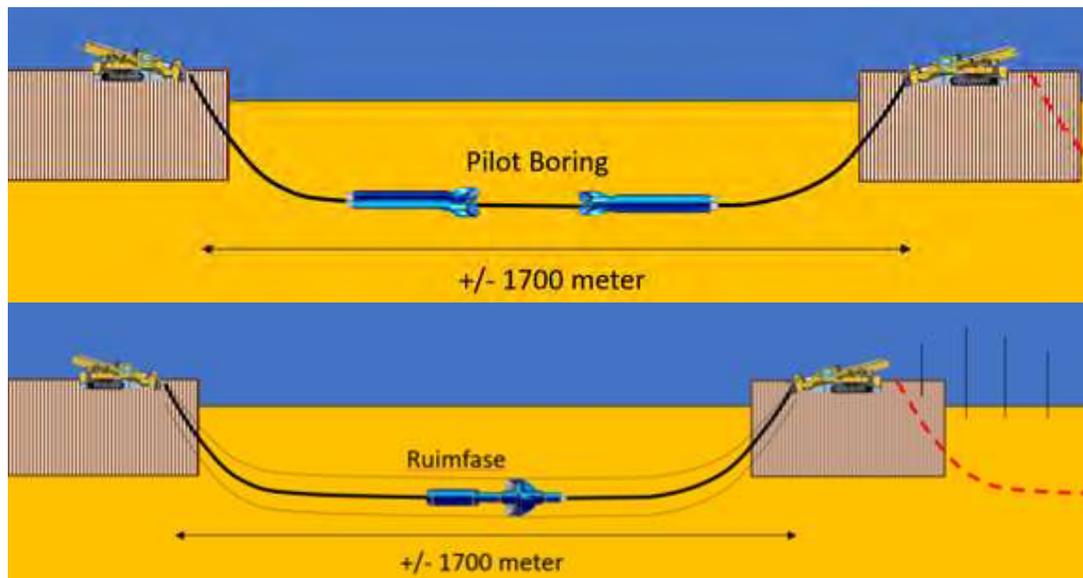
Het boren van een HDD gaat in een aantal stappen:

- Plaatsen van een casing (inslaan van een stalen buis)
- Pilot boring met Gyro Steering Tool
- Een aantal ruimfasen (2 voor 36-inch, 3 voor 48-inch)
- Cleaning run

Het plaatsen van een casing is noodzakelijk om het risico op een uitbraak te minimaliseren bij het initiëren van de boring op land of op zee. Voor de verschillende fasen kan gebruik worden gemaakt van "meet in the middle" om het boorproces te versnellen.

Voor het maken van de boringen op zee (op het wad) zullen met een aantal damwanden, kuipen worden gemaakt waarvan gewerkt kan worden. In de kuip moeten gordingen worden geplaatst om hoog water te keren en om voldoende draagkracht te genereren om de HDD rig te plaatsen en veilig te laten functioneren. Vanaf elke damwandkuip wordt twee kanten opgeboord. Na het voltooiën van de boring moet de pijp in het gemaakte gat worden getrokken en vervolgens moeten de uiteinden van de stukken pijpleiding gekoppeld worden. Daarvoor wordt de kuip gedeeltelijk ontgraven en zal er bemaling in de kuip moeten worden geplaatst.

In de onderstaande afbeeldingen is de methode schematisch weergegeven, dit is indicatief en moet op basis van gedetailleerde informatie over bijvoorbeeld de grond worden uitgewerkt.



Figuur 2-5 Schematische weergave HDD-boring

Voor een enkele boring is het nodig om ongeveer een volume van 2500 tot 3000 liter/min aan boorspoeling te laten circuleren. Om de circulatie te realiseren in geval van meerdere HDD's achter elkaar, zonder behandeling van spoeling offshore of veel extra scheepsbewegingen, kan door de reeds geboorde secties een dubbele 160 mm OD HDPE leiding geïnstalleerd worden om gebruikte en gerecyclede boorspoeling rond te pompen. Dit resulteert in significant minder scheepsbewegingen op het wad om boorspoeling en grond aan en af te voeren.

Voor de boorgat-diameters nodig voor een 36 tot 48-inch pijpleiding is met de huidige stand van de techniek het mogelijk om een HDD-lengte van rond de 1700 m te realiseren. De verwachting is dat dit gedurende de komende jaren (tot 2030) kan toenemen tot ongeveer 2000 m. Deze maximaal te bereiken lengte zal niet onder alle (grond-)omstandigheden mogelijk zijn daarom wordt hier aangehouden dat tijdens de uitvoering de gemiddelde HDD-lengte 1700 m zal zijn.

In de onderstaande Tabel 2-2 zijn een aantal getallen per boring aangegeven.

Tabel 2-2: Getallen per boring

Item	Waarde	Eenheid
Lengte boring	1700	[m]
Diameter boring		
- 36-inch	1280	[mm]
- 48-inch	1700	
Pomp volume	3000	[liter/minuut]
Bentoniet		
- 36-inch	150 / 2200	[ton] / [m ³]

Item	Waarde	Eenheid
- 48-inch	250 / 390	
Water		
- 36-inch	2100	[m ³]
- 48-inch	3700	

De HDD-boorinstallatie is ook beschikbaar als elektrische eenheid met generatoren die op waterstof werken, ook ondersteunend materieel kan elektrisch of op waterstof functioneren. Voor ondiepwater is de beschikbaarheid van emissie-beperkte of -loze schepen nog zeer gering.

2.3.2 Ruimtebeslag landzijde

Voor het kruisen van de primaire zeevering zal een onshore HDD-site worden gemaakt. De benodigde afmetingen voor een site zijn ongeveer 50 x 50 m. Op de site zal al het HDD-materieel, recycle systeem en bentoniet centrale worden geïnstalleerd. Ook zal hier vandaan zoveel mogelijk de activiteiten op zee worden beheerd.

Indien hier ruimte voor is kan ook de eerste pijpstreng op of nabij de HDD-boorlocatie op land worden geprefabriceerd, zodat deze zonder float-in (drijven naar locatie) geïnstalleerd kan worden. Alle overige strengen worden ergens aan land, nabij de kust geprefabriceerd. Daarna via een float-in naar de diverse damwandkuipen verplaatst.



Figuur 2-6 Overzicht onshore HDD-site

Het volgende materieel zal worden opgesteld op land:

- 300-ton HDD rig met stangenkratten en 2000 meter boorpijp
- Pipe pusher en stuurcabine
- Rupskraan (30-ton) en mobiele kraan (18-ton)
- Hogedrukpomp, mixunits, bentoniet opslagtank, mudlab en recycle systeem
- Wateropslag (200 m³)
- Generators en powerpack
- Container gevaarlijke stoffen, reserveonderdelen, werkplaatscontainer, kantoor en voorzieningen

2.3.3 Ruimtebeslag zeezijde

Voor de werkzaamheden op zee zullen op het wad meerdere damwandkuipen worden geïnstalleerd. Om de werkzaamheden uit te voeren zal een dergelijke kuip ongeveer 100 x 10 m worden. De kuip zal een constructiehoogte krijgen van ongeveer 4.5+ meter NAP. De boormachine en stangen zullen op de damwandkuip worden geplaatst.

Het overige materieel zal op een werkponton worden geplaatst. Vanaf dit werkponton zullen ook de damwanden worden geïnstalleerd voor het maken van de kuipen. Het volgende materieel wordt gebruikt offshore:

- 300-ton HDD rig met stangenkratten en 2000 meter boorpijp
- Pipe Pusher en stuurcabine
- Rupskraan (30-ton) en crawler kraan
- Trilblok en damwandplanken
- Spudpalen
- Anker-lieren 4x
- Hogedrukpomp en bentoniet opslagtank
- Olieopslag
- Generator sets en powerpack
- Accommodatie voor 16 personen, reserveonderdelen en werkplaatscontainer

2.3.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp

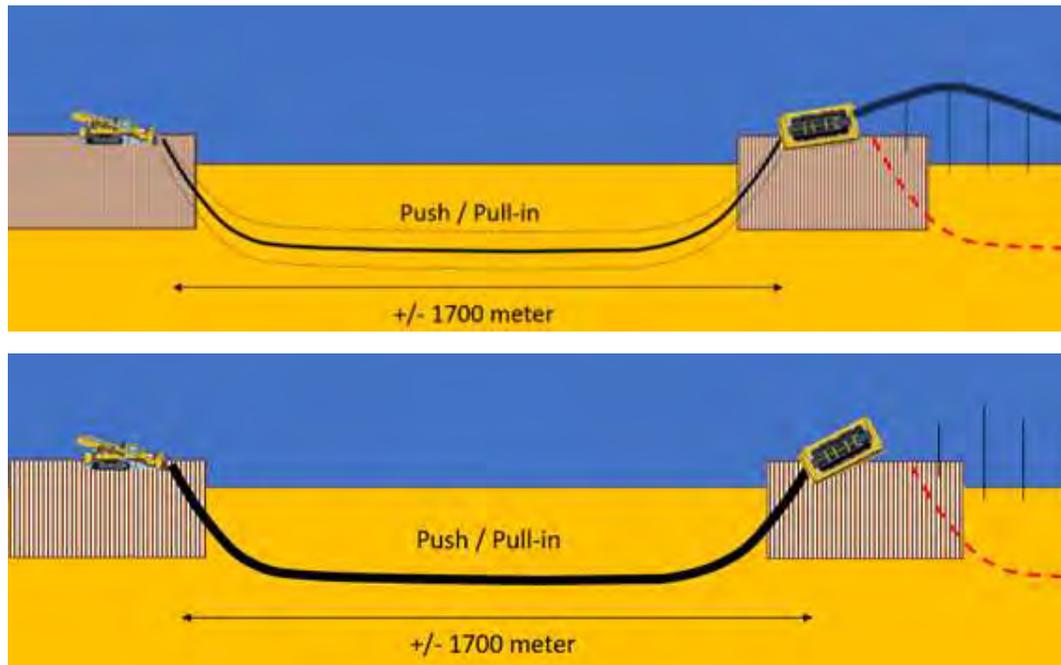
Nadat de HDD op de juiste diameter is geboord zal de elders geprefabriceerde productpijp naar locatie worden gesleept bij hoog water. Het heeft de voorkeur om prefabricage op zo gering

mogelijke afstand te doen, om transportafstand en weersinvloeden bij slepen door dieper water te beperken. Om de pijp over de rand van de damwand van de kuip te brengen, en om de juiste intredehoek te bereiken kan de buis bijvoorbeeld op een rollerbaan worden getrokken om juist uitgelijnd te worden op de 'pipe pusher'.

De rollerbaan kan bijvoorbeeld bestaan uit rolstellen bovenop een reeks verticaal in de bodem geheide buizen. De hoogste buis komt op ongeveer 9 meter boven het zeebed. Hiervoor kunnen mogelijk ook alternatieven worden ontwikkeld.

In de onderstaande afbeeldingen is een schematisch stappenplan toegevoegd om een idee te krijgen van de werkzaamheden. Tijdens het intrekken zal bij beide kuipen een bak liggen om de werkzaamheden te ondersteunen en eventueel overtollige boorspoeling uit het boorgat op te vangen.

Tijdens het intrekken van de waterstofleiding zal deze deels worden gevuld met water om het opdrijvende vermogen van de buis tegen te gaan tijdens het intrekken.



Figuur 2-7 Overzicht intrekken productpijp

Nadat de pijpleiding aan beide zijden is geïnstalleerd zal er een verbindingsstuk (tie-in) worden geplaatst. Dit kan worden gedaan door middel van twee koudgebogen bochtstukken (straal 40 x diameter), omdat het inmeten, fabriceren en aanleveren van warmgevormde bochten logistiek waarschijnlijk te complex is.

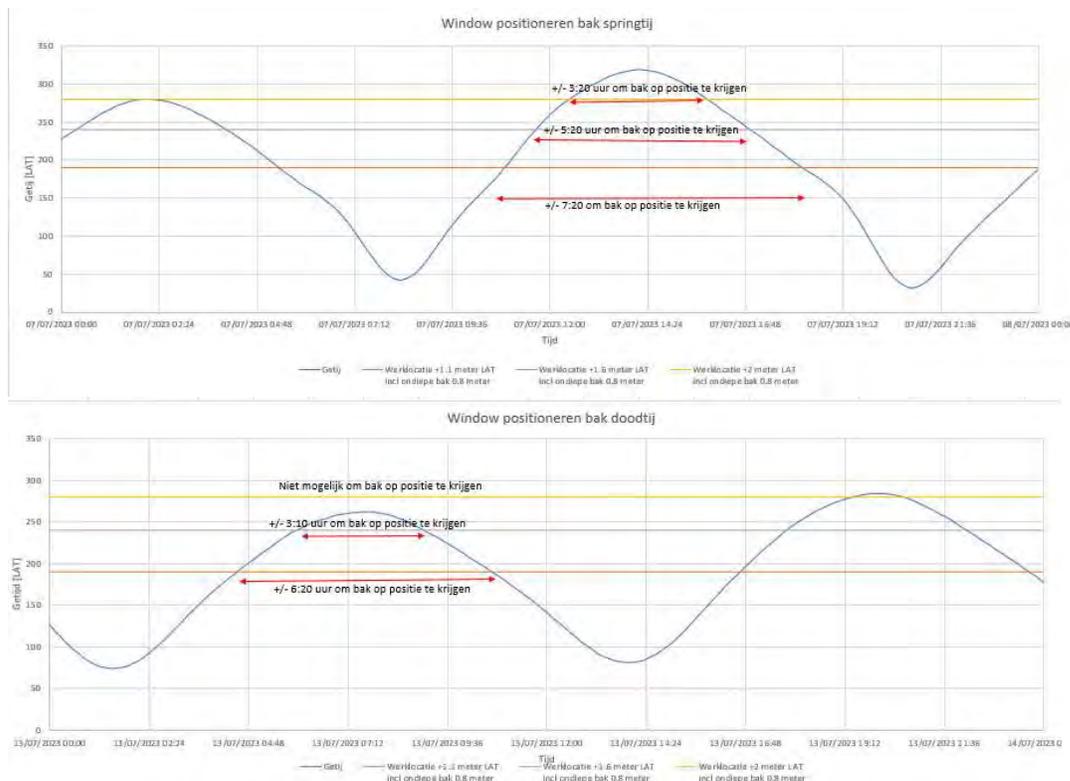
2.3.5 Specifieke risico van HDD's

- Een uitgebreid grondonderzoek is noodzakelijk voor het vaststellen van de uitvoerbaarheid van de methode. Dit betekent dat diverse onderzoeken met groot materieel (diepe grondboringen) nodig zijn nog voor het definitief vaststellen van de uitvoerbaarheid.
- Onder normale omstandigheden kunnen HDD's mislukken omdat onverwachte obstakels de voortgang blokkeren. Soms is dat aanleiding om naast de gestarte HDD een nieuwe poging te doen met een ander traject dat het obstakel kan vermijden. Dit resulteert in meer tijd en activiteit en mogelijk meer ruimtebeslag.
- De ondieptes op het wad vragen een nauwkeurige planning om equipment op de juiste locatie te krijgen bij hoog water.

Het is van belang dat er gebruik wordt gemaakt van "licht gewicht" werkpontons en hulpschepen. Met het beschikbare materieel kan gewerkt worden tot een diepgang van 0.8 tot 1.0 m.

Voor het positioneren, dagelijkse aan- en afvoer van materieel, materiaal en personeel is er gekeken naar het aantal werkbare uren op ondieptes van +1.1, +1.6 en +2.0 m LAT.

Onderstaande grafieken laten zien dat de tijd om een bak te positioneren kan variëren van 3 tot 7 uur bij springtij en 0 tot 6 bij doortij.



Figuur 2-8 Beschikbare tijd positioneren bak afhankelijk getijde

2.4 Microtunnel en segment tunnel

Als alternatief voor het plaatsen van een pijpleiding op of in de grond doormiddel van een open ontgraving (offshore: pijpleggschip en post-lay trenching) kan een tunnel worden aangelgd waar de pijpleiding vervolgens in wordt geplaatst. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen:

- Microtunnel: methode waarbij tijdens de voortgang van het boorproces complete tunnelsecties ingeduwd worden om de boorgang te stabiliseren. Deze methode is technisch beperkt in lengte (ongeveer 2 km) en diameter (ongeveer 2 m).
- Segmenttunnel: methode waarbij tijdens de voortgang van het boorproces de tunnelwand wordt opgebouwd door het plaatsen van segmenten die samen een sectie van de tunnelomtrek vormen, deze methode kan voor grotere diameters en over meerdere kilometers lengte worden toegepast.

Het fabriceren van een tunnel is een activiteit die geen toegevoegde functionele waarde heeft in de operationele fase van de pijpleiding. Met name in het geval van een microtunnel omdat de leiding na plaatsen niet meer extern toegankelijk is voor inspectie, onderhoud en reparatie. Een tunnel is vooral een installatiehulpmiddel als alternatief voor het leggen op of in de grond als dit zonder tunnel onmogelijk of onacceptabel is. Het is een complexe en kostenverhogende installatiemethode die alleen wordt toegepast waar geen andere alternatieven mogelijk zijn en de operationele complicatie acceptabel is. Dit is met name het geval bij kustkruisingen waar open ontgraving ongewenst is, bijvoorbeeld vanwege veiligheid tegen overstroming van het achterland bij tijdelijke doorsnijding van de kustdefensie.

In dit soort gevallen is de eerste keuze een horizontaal gestuurde boring (zie hoofdstuk 2.3). Hierbij wordt de pijpleiding in principe direct in de geboorde gang getrokken (geen tunnelwand) die slechts net iets groter in diameter is dan de pijpleiding. Het is hiermee een relatief simpel alternatief voor open ontgraving en technisch minder complex dan een tunnel. Echter ook voor een HDD gelden limieten in lengte, die ongeveer overeenkomen met die van een microtunnel (limiet is diameter afhankelijk).

Het gebruik van een tunnel is nog niet eerder toegepast voor het aanleggen van een pijpleiding die een zeevering doorkruist (open ontgraving in het verleden, nu HDD's of variaties daarop). Het gebruik van (integrale) leidingentunnels is beperkt tot een aantal relatief korte tunnels voor het kruisen van bijvoorbeeld binnenwater of een snelweg. Buiten Nederland (bv Duitsland) zijn (micro)tunnels wel vaker toegepast voor het kruisen van een zeevering.

De uitvoerbaarheid van een (micro)tunnel is zeer afhankelijk van de grondgesteldheid. Aangezien hier nog geen gedetailleerde informatie over beschikbaar is zal hetgeen er in dit document over de mogelijkheden wordt gezegd voorlopig zijn tot dit met grond-metingen en -testen onderbouwd kan worden. Tunnels worden voor meerdere projecten in Nederland overwogen maar de uitvoerbaarheid in de aanwezige grondgesteldheid moet per geval nog worden aangetoond. De methode kan worden toegepast bij een kustkruising waar een HDD niet meer mogelijk is door de benodigde lengte, maar ook voor het kruisen van grote stukken ondiep water, bv van kust naar (of voorbij) Waddeneiland.

Voor de toepassingen die voor PAWOZ worden overwogen, zoals de kruising van de zeevering voor route IX Zoutkamperlaag en het kruisen van de wadplaten op de route naar Schiermonnikoog, route VII, Ameland, route VIII, allen met een lengte van 5 km of meer, wordt verder vooral naar

segmenttunnels gekeken omdat de technische mogelijkheden (maximale lengte) van microtunnels hiervoor te beperkt is.

2.4.1 Constructietechniek

Uitgangspunt is in eerste instantie een tunnel voor 1 pijpleiding tot 48-inch. Hiervoor is een tunnelafmeting gekozen van:

Tunnel uitwendige diameter: 4 m

Tunnel inwendige diameter: 3.6 m.

Deze afmeting is gekozen op basis van de lengte (5 tot 15 km) en de benodigde voorzieningen voor een dergelijke tunnel, zoals ventilatie.

Uitvoerders gebruiken tunnelboormachines van fabrikanten zoals:

- Herrenknecht
- Komatsu
- The Robbins Company
- Mitsubishi JIMT, enz.

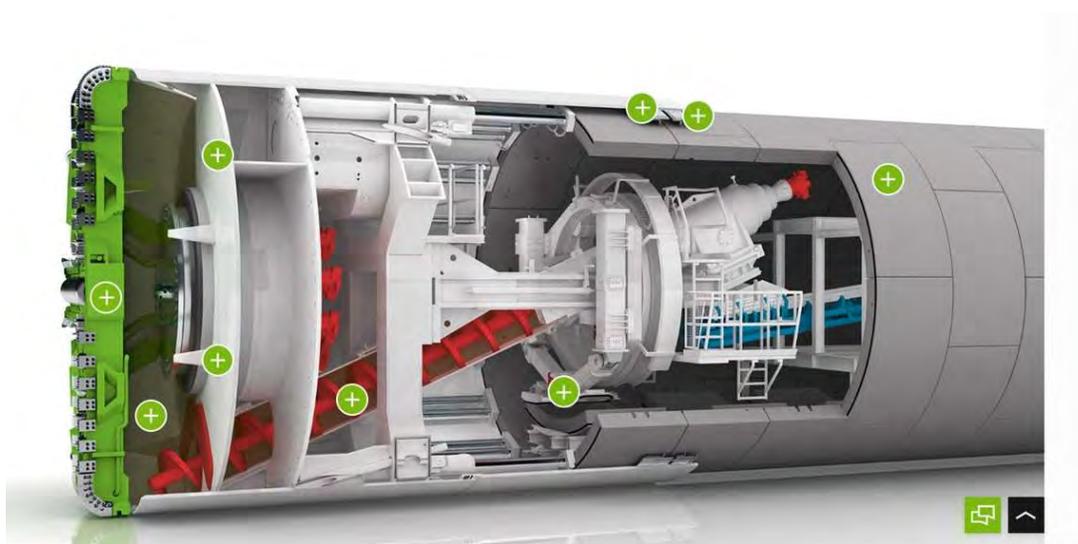
Van de verschillende boormachines zijn voor de Nederandse grond de gesloten-front-boormachines het meest geschikt, daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld Slurry en Earth Pressure Balance boormachines. De boormachine wordt aangepast aan de te verwachten grondsamenstelling: klei, zand, grind of een mix.

Een voorbeeld van een mogelijk geschikte boormachine is de Herrenknecht AVN D3600AH segment lining machine (een Slurry boormachine). Deze is weergegeven in Figuur 2-9. Bij deze machine wordt een slurry (spoeling) naar de grondkamer gevoerd die de geboorde grond meeneemt via de slurry afvoerleiding.



Figuur 2-9 Slurry boormachine (afbeelding Herrenknecht)

Figuur 2-10 toont een EPB-boormachine die een grondboor en lopende band gebruikt voor de afvoer.



Figuur 2-10 EPB boormachine (afbeelding Herrenknecht)

De grote van de equipment en invloed op de omgeving is geïllustreerd voor een kleiner (54-inch microtunnel) en een relatief groot (20 m diameter) project in Figuur 2-11.



Figuur 2-11 Van 54-inch Herrenknecht AVN slurry microtunnel machine (<https://tunnelingonline.com/microtunneling-on-a-curve/>) tot 20 m tunnelmachine (<https://amberggroup.com/news-events>)

2.4.2 Ruimtebeslag landzijde

Om het ruimtebeslag aan de landzijde te beperken kan worden aangevangen met de constructie van een verticale toegangsschacht. Hiermee wordt het hoogteverschil tussen maaiveld en aanvangsdiepte van de tunnel overbrugd, zie Figuur 2-13.

De doorsnede van de schacht kan rechthoekig of rond (of ovaal) zijn met een inwendige doorsnede van ongeveer 10 tot 15 m diameter, en diepte benodigd om op de aanvangsdiepte van de tunnel te komen (bodemhoogte van tunnel plus extra voor aanleg schachtvloer).

Mogelijke constructiemethoden voor het maken van een waterdichte schacht zijn een secanspalenwand of een diepwand. Er kan voor een methode worden gekozen die allereerst geschikt is voor de grondcondities maar die ook gepaard gaat met relatief weinig vibratie en geluid.

Per geval zal een gedetailleerd onderzoek moeten uitwijzen of het nodig is lokaal het grondwaterniveau aan te passen.

Een schatting van de benodigde landruimte voor het aanleggen van de schacht is 100 x 100 m, oftewel 10,000 m². Daarnaast zal opslagruimte nodig zijn voor segmenten voor de constructie van de tunnelwand, zie Figuur 2-12. Dit kan echter ook op enige afstand van de werklocatie.



Figuur 2-12 Opslag tunnelsegmenten

Na completeren van de schacht zal op het terrein rond de schacht een energievoorziening en slurry-behandelstation worden gemobiliseerd voor de tunnelconstructie. Daarnaast zal de grond moeten worden afgevoerd naar een geschikte locatie.

Voor de aanvoer, en later afvoer, van alle materieel en materialen zijn toegangswegen nodig die geschikt zijn voor speciaal- en zwaartransport.

De schacht laat toe om met beperkte verstoring van de omgeving een tunnel aan te leggen, het plaatsen van de pijpleiding, indien dit van land naar zee moet gebeuren kan wel voor een veel grotere impact aan de landzijde zorgen, zie hoofdstuk 2.4.4.



Figuur 2-13 Toegangsschacht voor een Herrenknecht AVN D2400AH (3 m kabeltunnel, <https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/seoul-cable-tunnel/>)

2.4.3 Ruimtebeslag zeezijde

De tunnel wordt geboord van de schacht of intredepunt aan de landzijde naar het uitredepunt op de zeebodem. Voor de verticale stabiliteit van de TBM en stabiliteit van de grond is het wenselijk dat er 2 tot 2.5 maal de diameter van de TBM aan grond als bovenlast aanwezig is tijdens het boren. Al zou dit mogelijk bij het uitredepunt kunnen worden beperkt, kan het toch noodzakelijk zijn om eerst meer zand aan te brengen bij het uitredepunt. De benodigde stappen voor het afronden van de booroperatie en verwijderen van de TBM kunnen dan als volgt worden uitgevoerd:

- Bagger tot een basis van ongeveer 8 x 25 m is gemaakt waar de TBM uiteindelijk op zal eindigen, de beïnvloede oppervlakte zal afhankelijk zijn van het lokale zeebed en grondgesteldheid (stabiliteit wanden put)
- Breng voldoende goede kwaliteit zand aan tot een hoogte boven bodem put die voor stabiele uitvoering booroperatie zorgt (niet nodig als bestaande grond van goede kwaliteit is)
- Uitvoeren laatste meters booroperatie, TBM komt aan op eindlocatie
- Bagger het aangebrachte materiaal weg zodat de TBM vrij toegankelijk is
- Verwijder de TBM met kraanschip
- Vul de tunnel met water
- Bagger een geschikt bodemprofiel van de tunneluitgang naar het bestaande zeebed dat geschikt is voor het inbrengen van de pijpleiding

De geschatte hoeveelheid aangebracht en weer gebaggerd materiaal wordt geschat op 10.000 m³. Het direct verstoorde oppervlak zal ongeveer 4500 m² zijn. Hierbij wordt aangenomen dat de grond tijdelijk stabiel is met een helling van 1:4.

2.4.4 Opties voor het inbrengen van de productpijp

Voor het inbrengen van de productpijp zijn er twee principe-oplossingen: ofwel productie aan boord van een legschip dat aan het offshore uiteinde van de tunnel ligt en intrekken in de tunnel met materieel opgesteld op land, of productie aan land en intrekken/ duwen van land naar offshore. Beide methoden worden kort besproken.

Aan de zeezijde kunnen na voltooiing van de tunnelaanleg op een pijpenlegschip op ankers de individuele pijpelementen van 12 meter aan elkaar gelast worden en door de tunnel ingetrokken, Figuur 2-14.



Figuur 2-14 Allseas Tog Mor bij Houstrup Denemarken aanlanding Europipe II branch line, intrekken pijpleiding

Bij productie of aanvoer van de productpijp vanaf de zeezijde worden aan de landzijde katrollen en takels in de schacht geplaatst die het mogelijk maken om de pijpleiding van zee naar land te trekken. Het intrekken gebeurt met een lier die bij de schacht is opgesteld. Echter de trekkracht van de grootste lieren is beperkt tot 800 ton (Figuur 2-15), dit beperkt dus de lengte aan pijpleiding die ingetrokken

kan worden (lengte is afhankelijk van wrijvingscoëfficiënt met ondergrond en gewicht pijpleiding, dit is kleiner als tunnel gevuld is met water).



Figuur 2-15 Bezemer 800 ton lier ([https://bezemer.com/products/linear-winches/](https://bezemer.com/products/linear-winch/))

De uit te voeren stappen bestaan uit:

- Installeer lier in nabijheid schacht
- Installeer katrollen in de schacht, Figuur 2-16.
- Tunnel is gevuld met water.
- Een legschip (dat de pijpstreng ter plaatse fabriceert) of een geprefabriceerde pijpstreng wordt naar het offshore einde gebracht.
- Pijpleiding wordt door de tunnel getrokken naar de schacht.
- Installeer een afdichting aan het offshore einde van de tunnel (grout inflatable bag).
- Vul de grond aan tot origineel zeebedniveau voor tunneluitgang en pijpleiding
- Verwijder het water uit de tunnel en droog de tunnel.
- Of de tunnel blijft in droge toestand of wordt gevuld met bijvoorbeeld grout
- Een tweede afdichting kan worden gemaakt aan de landzijde van de tunnel
- Met behulp van een riser wordt het pijpeind op de bodem van de schacht verbonden met de bovengrondse pijpleiding (aan te leggen aansluiting op landnetwerk).



Figuur 2-16 Schacht met katrol en ingetrokken pijpleiding

Het alternatief is het maken van pijpstrengen aan land en het induwen/ trekken van land naar zee. Een voorbeeld van deze methode is de Humber crossing waarvan afbeeldingen zijn gegeven in onderstaande Figuur 2-17. Op de bovenste foto is een ingericht terrein te zien van voorgrond tot aan de horizon: op de voorgrond de transitie van oppervlak naar intrede tunnel, op de achtergrond het terrein waar de pijpstrengen zijn geprefabriceerd en opgesteld. Linksonder een detail van het terrein met pijpstrengen en rechtsonder het intredepunt van de tunnel.



Figuur 2-17 Humber river kruising

Deze methode werkt het best als de tunnel niet horizontaal aangelegd wordt van schacht bodem naar offshore uiteinde, maar een gebogen tunnel van het landoppervlak naar het offshore uiteinde wordt gemaakt door op voldoende afstand van de zeewering te starten om de benodigde diepte te bereiken (zoals bij Humber crossing voorbeeld). De stappen kunnen dan als volgt worden beschreven:

- Prepareer uitlegterrein en tunnel/ pijpleiding helling, waarbij het uitlegterrein altijd boven zeeniveau moet blijven. De randen van het terrein moeten het achterland tegen extreem hoog water beschermen.
- Prefabriceer de pijpstrengen
- Tunnel wordt gevuld met (zoet en gezuiverd) water.

- Duw / trek de eerste drijvende streng in de tunnel en las de volgende streng aan de sectie in de tunnel en herhaal

2.4.5 Specifieke risico's van tunneloptie

Het gebruik van een tunnel als installatiemethode voor het kruisen van de zeekering of van specifieke delen van de Waddenzee heeft een aantal specifieke kenmerken die als risico kunnen worden aangemerkt voor deze methode, deze zijn onder andere:

- Een uitgebreid grondonderzoek is noodzakelijk voor het vaststellen van de uitvoerbaarheid van de methode. Dit betekent dat diverse onderzoeken met groot materieel (diepe grondboringen) nodig zijn nog voor het definitief vaststellen van de uitvoerbaarheid.
- De constructieperiode voor een tunnel van 5 tot 15 km zal variëren van ruim een jaar tot mogelijk meer dan 2 jaar (inclusief schacht maken, pijp intrekken) afhankelijk van de lengte.
- Het zeebedniveau aan de tunneluitgang kan sterk variëren. Hierbij is het van belang dat de uitgang op het laagste punt ligt dat gedurende de operationele levensduur voorkomt om te voorkomen dat de pijpleiding op de rand van de tunnelbodem komt te hangen. Aan de andere kant kan de uitgang na een aantal jaren onder meters grond begraven zijn wat in zakking(sverschillen) en spanningen kan resulteren.
- Afhankelijk van de methode van schacht maken is er mogelijk grondwatervlucht beheersing nodig en/of injecteren van de grond met (chemische)middelen om deze te stabiliseren
- Gedurende verschillende fases van constructie zal de tunnel (en schacht) gevuld worden met water en weer leeggepompt. Daarvoor zijn afdichtingen nodig die bij bezwijken grote gevolgen kunnen hebben voor het veilig werken en goed functioneren tijdens operatie.
- Het inbrengen van een dergelijke lange leiding in de tunnel zal gepaard gaan met grote krachten en wordt gezien als een complexe operatie
- Bij intrekken van een pijpleiding die op een geankerd schip bij het uiteinde van de tunnel wordt gefabriceerd zal dit schip daar geruime tijd, onafgebroken moeten kunnen liggen.
- Bij de installatie zullen meerdere keren duikeroperaties nodig zijn, dit zijn altijd risicovolle operaties.

2.5 Open ontgraving

De meest toegepaste methode voor de aanleg van pijpleidingen op land is de open ontgraving. Hierbij worden de leidingdelen op ondersteuning geplaatst en tot strengen aan elkaar gelast. Vervolgens wordt een lange sleuf gemaakt en de streng zijwaarts in de sleuf geplaatst, zie Figuur 2-18.



Figuur 2-18 Pijpleiding aanleg sleuf ontgraving (foto A. Hak)

Hoewel deze methode gebruikelijk is op land met een goede ondergrond, kunnen in drassige gebieden, kwelders- en wantijgebieden problemen optreden met de draagkracht van de grond in combinatie met het gewicht van het materieel. Draglineschotten kunnen hulp bieden door het spreiden van de bovenlast, maar deze oplossing heeft ook zijn limiet. Ook de stabiliteit van de sleufwanden kan in natte gebieden een probleem opleveren. Als oplossing kan gebruik worden gemaakt van trenchboxen.

2.5.1 Constructietechnieken

Het gebruik van trenchboxen om de sleufwanden te stabiliseren is weergegeven in Figuur 2-19. In deze figuur is de constructie van een 48-inch leiding zichtbaar. Het is duidelijk dat de maximaal te behalen begraafdiepte bij deze methode beperkt is.



Figuur 2-19 Gebruik trenchboxen om hoeveelheid geroerde grond te beperken

Om toch dieper te begraven kan als alternatief voor trenchboxen het gebruik van damwanden overwogen worden. Het gebruik van damwanden met het doel de sleuf te stabiliseren is voor een langere route een dermate ingrijpend proces (geluid, materiaal, materieel) dat het in deze studie niet verder is geadresseerd. Alleen voor korte routesecties of specifieke constructie gebieden (tie-in, tunnel shaft etc.) worden damwanden overwogen.

Met behulp van amfibisch materieel (rijdend in ondiep water of van drijvende bak), zie Figuur 2-20, kunnen bovenstaande methodes, zoals gebruikt in drassige/ onstabiele grond, ook worden toegepast op het wad.



Figuur 2-20 Gebruik van amfibisch materieel (waterkering.nl/ geocean.com)

De methode zal per geval in detail moeten worden uitgewerkt en het juiste materieel gekozen dat voor de maximale werkbaarheid zorgt in verband met waterdiepte en getijde en tegelijk de verstoring van de grond beperkt. Zelfs in geoptimaliseerde situaties zal de voortgang beperkt zijn en moet verminderde verstoring van de grond (tov baggeren) afgewogen worden tegen de langere duur van de werkzaamheden.

De stappen in de uitvoering zijn:

- Plaatsen van trenchbox wanden en afsteuning
- Uitgraven van trench
- Plaatsen van pijpleiding
- Terugvullen trench
- Verwijderen trenchbox

2.5.2 Ruimtebeslag landzijde

Het ruimtebeslag voor de pijpleiding is beperkt bij deze methode en wordt mede bepaald door ruimte nodig voor de efficiënte uitvoering van de graafwerkzaamheden. Het grootste ruimtebeslag is voor het materieel dat langs de route moet verplaatsen (en kunnen passeren). Een strook van 40 m langs de route wordt aangehouden.

2.5.3 Ruimtebeslag op zee

Voor het plaatsen van de trenchboxen moet rekening gehouden worden met vergraving over de breedte van de trenchbox (ca. 3.5 m) terwijl over 40 meter breedte de grond zal worden beroerd. Per kilometer zal daarom aangehouden worden 3,500 m² vergraving en 40,000 m² beroering.

3 Route II - Oude Westereems route

De Oude Westereems route is in principe ontwikkeld en geoptimaliseerd voor de installatie van offshore elektriciteitskabels, rekening houdend met de flexibiliteit van kabels en de gebruikelijke installatiemethodes en materieel voor kabels. Daardoor is deze route niet overal optimaal voor de installatie van een pijpleiding, met name als gevolg van de keuze voor de ondiepe delen.

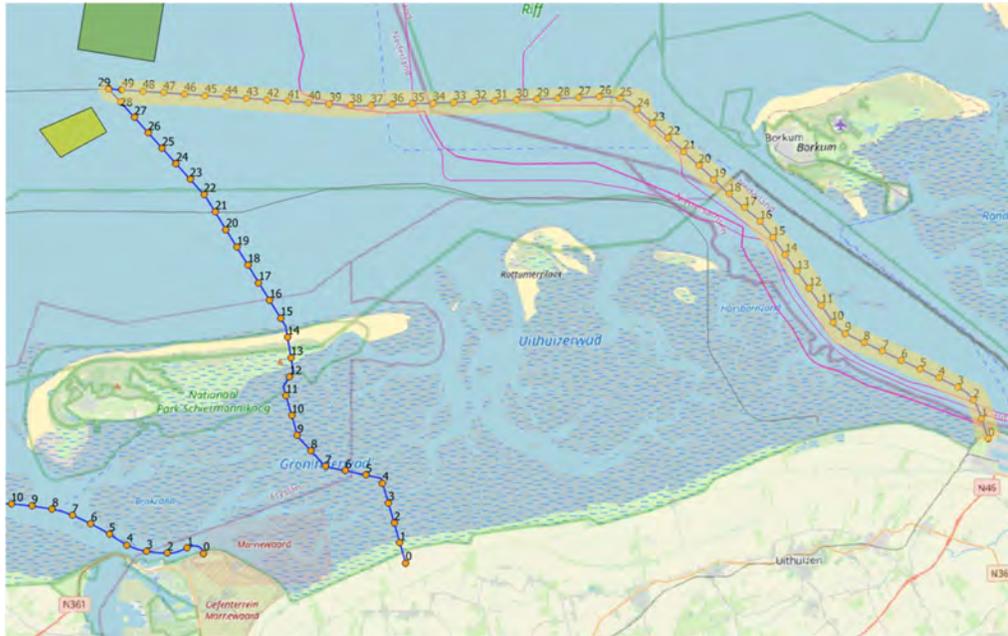
De route loopt door een morfologisch dynamisch gebied. Om permanente begraving, zoals noodzakelijk geacht voor waterstofleidingen offshore, te garanderen zal hier rekening mee moeten worden gehouden. De route zoekt specifiek de ondiepe delen op, en vermijdt de geulen in verband met interactie met scheepvaart.

Als in verband met morfologische dynamiek een grote begraafdiepte is gewenst, zal een aanzienlijke hoeveelheid baggerwerk nodig zijn bij de keuze voor een route via de ondiepe delen. Met name indien toegang voor een legschip gecreëerd moet worden. Installatie met een vaar/voertuig in zeer ondiep water en vervolgens trenchen tot grote diepte zoals mogelijk is met kabels is niet toepasbaar voor pijpleidingen.

Gedurende de verschillende stappen in het routeontwikkelingsproces is een aangepaste en geoptimaliseerde Route II gedefinieerd (Route II Gasunie) die een offshore route direct naar Eemshaven oplevert en geschikt is voor de installatie van een pijpleiding (waterdiepte en bochtstralen). Deze volgt dus juist de diepe delen om toegang voor schepen mogelijk te maken en om met beperkt baggerwerk en binnen de mogelijkheden van post-installatie trenching-materieel de gewenste begraafdiepte te bereiken.

De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m waterdiepte) en volgt hiervoor de geulen in plaats van de ondiepe delen. Langs de route is de waterdiepte overal voldoende voor installatie met een legschip. De aanlanding behoeft nog optimalisatie om de installatie van een pijpleiding mogelijk te maken vanwege de aanwezige kabels die rondom Eemshaven aan land komen.

Met name tijdens installatie zal de ruimte in de geulen dus moeten worden gedeeld met scheepvaart, de route zal dicht langs/ door het grensgebied met Duitsland gaan, maar blijft verder van speciale aangewezen natuurgebieden dan de andere routes naar Eemshaven.



Figuur 3-1 Overzicht route 2 Oude Westereems

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 6.5, hier wordt een HDD/legschip of (micro)tunnel overwogen
- KP 6.5 – KP 20.0, hier is installatie met een legschip en post trenching mogelijk als de route kan worden aangepast aan het bestaande zeebed op het moment van installatie (diepe geulen volgen zoals aanwezig op moment van aanleggen)
- KP 20.0 – 49.0, hier is installatie met een geankerd (en laatste 6 km eventueel met dynamisch gepositioneerd legschip) en post trenching mogelijk (min of meer stabiel zeebed)

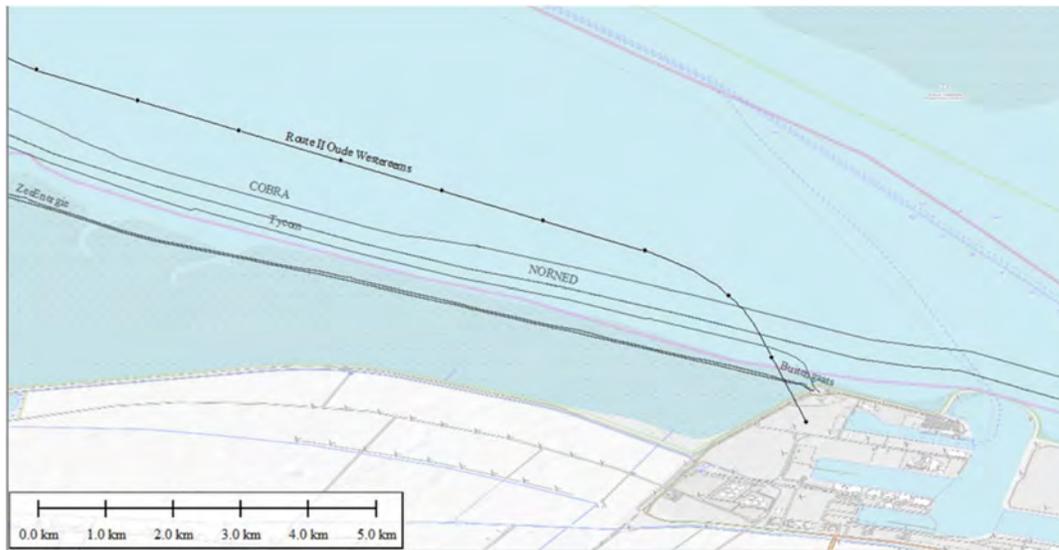
3.1 KP 0.0 - KP 6.5: Kruising primaire zeekering, kwelder en bestaande kabels

Voor de alternative/ geoptimaliseerde route II blijft de aanlanding een deel van de route dat verder geoptimaliseerd moet worden op basis van gedetailleerde informatie van de bestaande infrastructuur zowel op land (met namen startlocatie) als op zee.

Er worden twee opties beschouwd waarvan de (on-)mogelijkheden hieronder worden beschreven: HDD en (micro)tunnel.

3.1.1 HDD

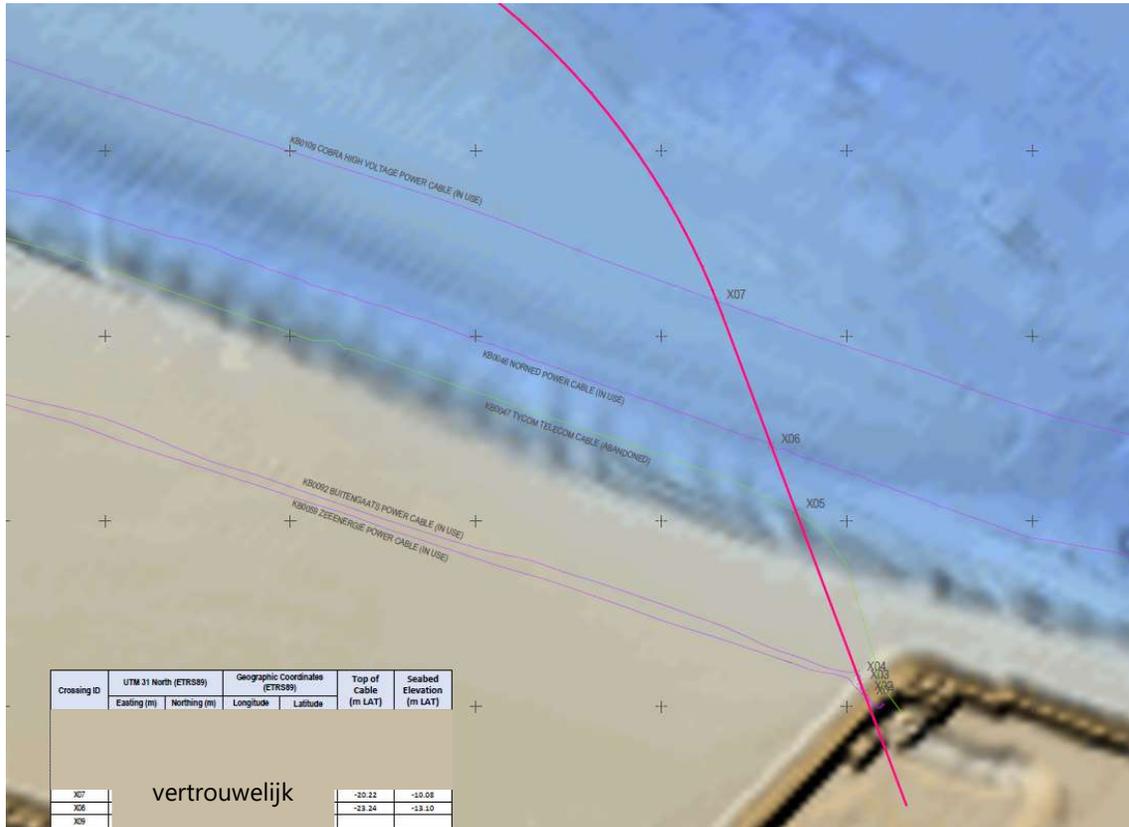
In Figuur 3-2 is de oorspronkelijk gesuggereerde aanlanding weergegeven. Deze aanlanding, in de aangegeven configuratie is niet geschikt voor een HDD-aanlanding (de gebruikelijke installatiemethode voor pijpleidingen bij de kruising van een zeewering). Dit is het gevolg van de technische beperkingen van de methode (maximale lengte voor gegeven diameter) en de aanwezigheid van een aantal bestaande kabels die op vrijwel dezelfde locatie aanlanden of dicht voor de kust langs kruisen.



Figuur 3-2 Overzicht route 2 aanlanding bij Eemshaven

De lengte van een HDD voor een grote diameter pijpleiding is op dit moment beperkt tot 1500 a 1800 m. Er kan vanuit worden gegaan dat in de komende jaren tot de installatie de maximale lengte zal toenemen tot ongeveer 2000 m. Hiermee kan, alleen in horizontaal vlak kijkend net een punt aan de offshore zijde van de verst gelegen kabel: Cobra, bereikt worden.

Wanneer ook in verticaal vlak gekeken wordt is het van belang te weten hoe diep de Cobra kabel begraven ligt ter plaatse van de kruising (KP 1.8 Route II, KP 6.5 Cobra). Gegevens die gekregen zijn van de Cobra beheerder zijn weergegeven in Figuur 3-3. De Cobra kabel wordt aangegeven op ongeveer 10 m onder het zeebedniveau ter plaatse van de kruising (en op dezelfde diepte op ruime afstand naar beide zijden langs de Cobra kabel). Dit laat dus zien dat net voor het punt van de maximaal te bereiken horizontale afstand, waar de Route II pijpleiding dus weer aan het zeebed zou moeten zijn, de Cobra kabel op grote diepte ligt. De pijpleiding kan daar dus niet onderdoor kruisen en tegelijkertijd voor het bereiken van de maximale boorafstand weer op het zeebedniveau zijn.



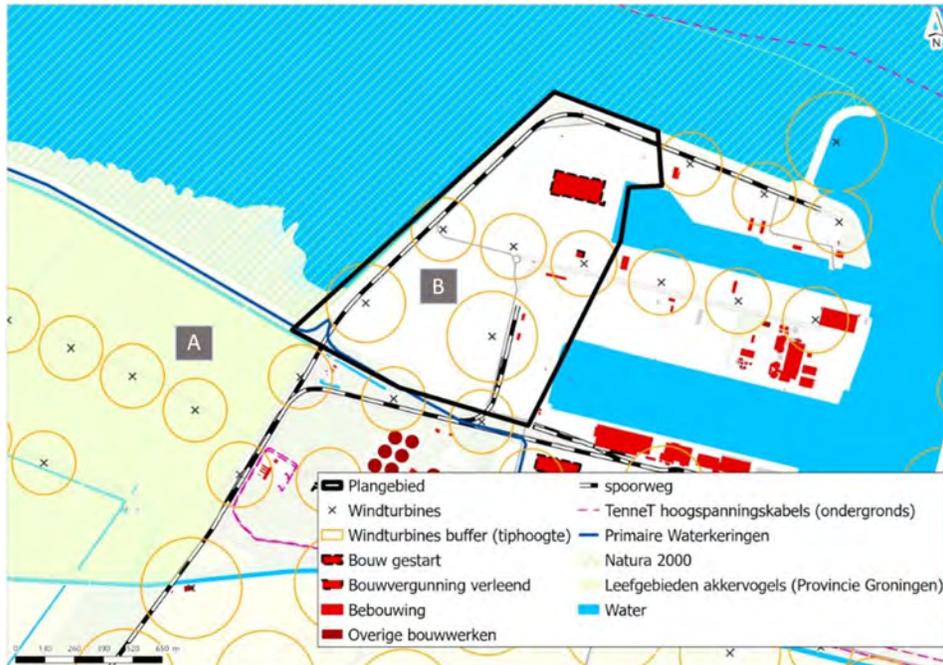
Figuur 3-3 Overzicht route 2 diepte kruising met Cobra

De afstand tussen Cobra (meest noordelijk, verst van kust) en Norned (kabel zuidelijker, dicht bij de kust en parallel aan Cobra) is minder dan 400 m en uit de beschikbare gegevens van de Norned operator blijkt dat de Norned kabel bij de kruising in begraafdiepte varieert van ongeveer 2 tot ongeveer 3 m. Daarmee wordt aan de oppervlakte komen tussen Cobra en Norned en vervolgens over Cobra heen kruisen een risicovolle operatie. Dit alles kan betekenen dat een HDD op deze locatie niet veilig (voor de bedrijfszekerheid van de bestaande leidigen) kan worden uitgevoerd en een alternatief, die in horizontaal vlak verder kan komen dan een HDD, noodzakelijk wordt.

3.1.2 Tunnel

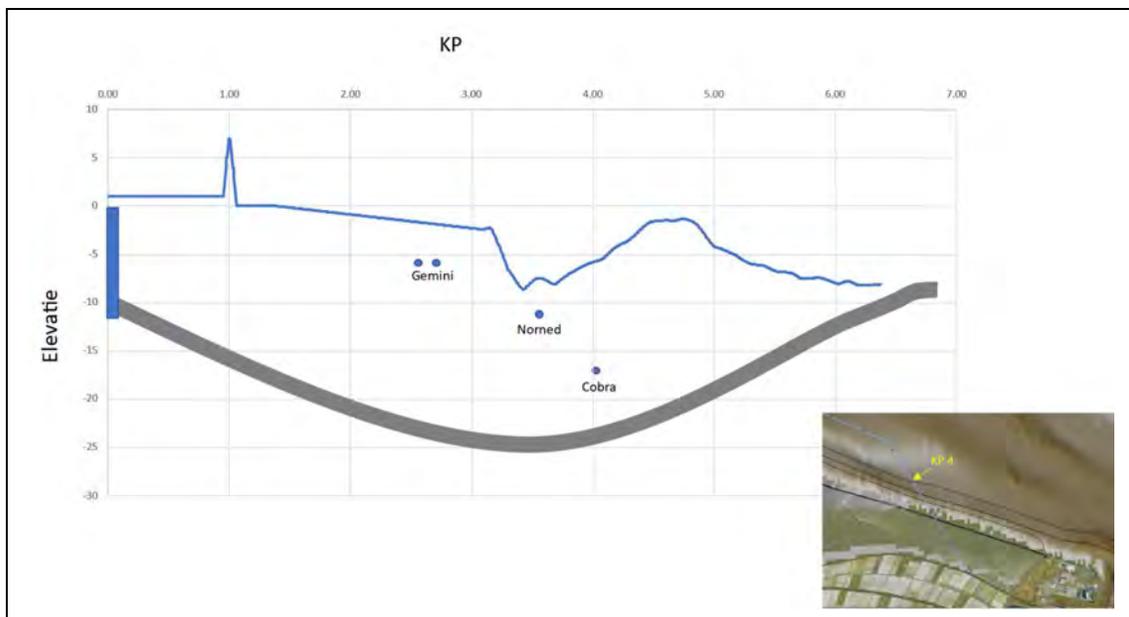
Een tunnel geeft de mogelijkheid om verder offshore uit te komen op het bestaande zeebed, op voldoende afstand van de bestaande kabels (verticaal bij kruisen en horizontaal). De benodigde ruimte op land tijdens constructie en constructieduur is echter aanzienlijk groter.

Op dit moment is nog veel onzeker over een mogelijke locatie voor het intredepunt van de tunnel (of andere kruising methode). Zoekgebieden zijn in het Eemshaven havengebied (zonder dat precies is aangegeven waar) of westelijk van dit havengebied. Hierdoor is niet vast te stellen wat de mogelijke uitvoeringsmogelijkheden zijn van een tunnel (wel of geen schacht/ wel of niet intrekken danwel duwen vanaf land). Zie indicatieve intrede opties in Figuur 3-4.



Figuur 3-4 Indicatieve opties voor tunnel Intrede punt

Zoals in Figuur 3-5 te zien is, zijn er ook voor een tunnel grote uitdagingen met betrekking tot het route profiel in relatie tot de aanwezige kabels. De verwachting op basis van dit profiel is dat een lengte van 6-7 kilometer noodzakelijk is, uitgaande van startlocatie "A" als weergegeven in Figuur 3-5.



Figuur 3-5 Indicatief tunnelprofiel

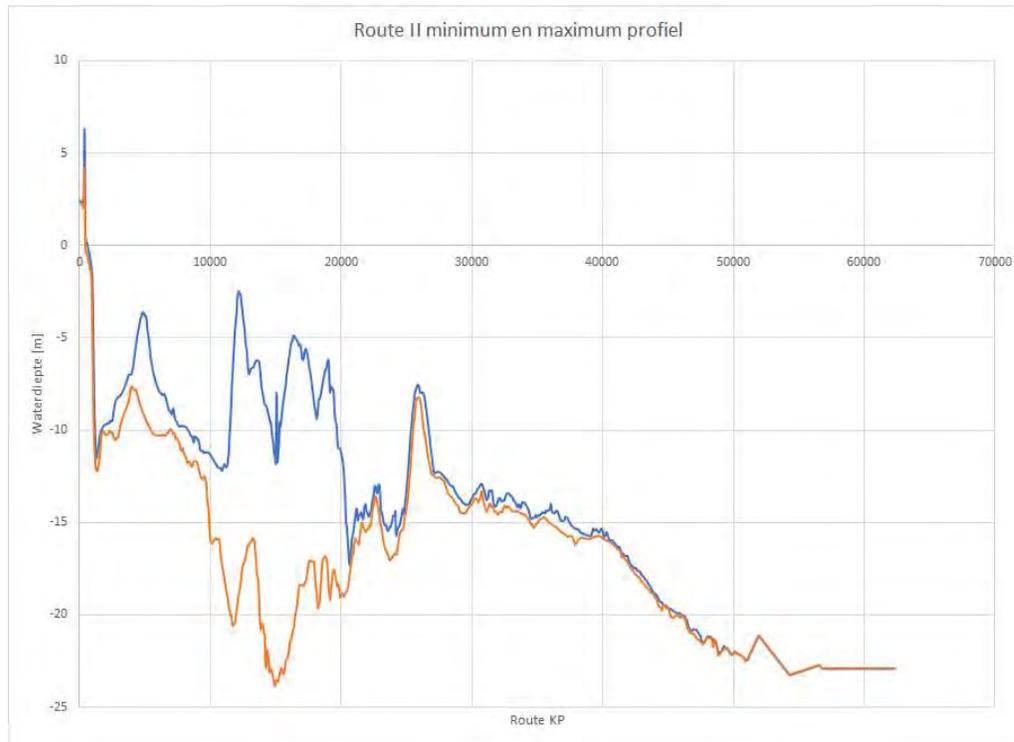
Het profiel (diepte en lengte) zal afhankelijk zijn van de gekozen intrede lokatie, grondsamenstelling, survey data etc. en moet hier dus nog als zeer voorlopig beschouwd worden. Bij een start vanaf lokatie "B" zal een vergelijkbare configuratie met de bestaande kabels te verwachten zijn. Meer gedetailleerde studies zijn noodzakelijk om tot de meest geschikte tunnel configuratie te komen. Voor een algemene beschrijving van de tunnel optie wordt verwezen naar hoofdstuk 2.4, en de uitwerkingen voor de andere routes (VII, VIII en IX).

3.2 KP 6.5 - KP 20.0: Diep genoeg voor geankerd legschip

De leiding kan vanaf de kruising van de zeewering met een legschip verder richting offshore gelegd worden. Om installatie met legschip mogelijk te maken voor deze route is geen, tot een beperkte hoeveelheid baggerwerk noodzakelijk. Hierbij moet worden opgemerkt dat dit is op basis van de huidige waterdiepte langs de route.

Als naar historische data wordt gekeken is de geselecteerde route te ondiep op ten minste 4 secties in de eerste 20 km (KP 20 is noord van Rottumeroog) op basis van het hoogste zeebedniveau gemeten sinds 1989. Op basis van het laagste zeebedniveau is de minimale waterdiepte langs de route 7.7 m, zie Figuur 3-6.

Deze figuur laat zien dat het zeebed hier zeer dynamisch is en installatie onder het op lange termijn te verwachten zeebedniveau is essentieel voor een waterstofpijpleiding. Om baggerwerkzaamheden te voorkomen zal de route op het moment van installeren dus aangepast moeten worden aan de locatie van de geulen op dat moment. Waar andere gebruikers van de zee zich ook aanpassen aan de verplaatsende geulen zal de interactie met deze gebruikers dus hetzelfde blijven. Afhankelijk van het dan bestaande geulenpatroon moet de route worden aangepast en kan worden bepaald of langs de gehele route de pijpleiding zonder baggerwerk kan worden geïnstalleerd. Baggerwerk is ofwel noodzakelijk voor toegang legschip als er ondieptes bestaan op de route, of daar waar de pijpleiding met post-trenching niet op de gewenste diepte kan worden gebracht om permanente begraving gedurende de levensduur te garanderen. Ook is het mogelijk dat uit een kwantitatieve risicoanalyse blijkt dat de pijpleiding om bijvoorbeeld veiligheidsredenen dieper geïnstalleerd moet worden, bijvoorbeeld nabij de scheepvaartroute, dan met post-installatie trenchers kan worden gerealiseerd (ongeveer 0.8 tot maximaal 1.0 m dekking), dan is om deze reden enig baggerwerk mogelijk noodzakelijk. Het gaat dan om een smalle geul die aanzienlijk minder baggervolume heeft dan een toegangseul voor een legschip.



Figuur 3-6 Route II minimum en maximum diepteprofiel

3.3 KP 20.0 – KP 49.0: Diep genoeg voor geankerd / dynamisch gepositioneerd legschip

Uit Figuur 3-6 blijkt dat vanaf KP 20.0 het zeebed veel stabiel is met nauwelijks verschillen in diepteprofiel in de periode 1989-2016.

De pijpleiding kruist de ondiepte tussen KP 25 en KP 28 aan de noordzijde van Huibertplaat, direct grenzend aan de vaargeul. Het zeebed is hier relatief stabiel (variatie van orde 1 m sinds 2002), maar het is niet onwaarschijnlijk dat deze ondiepte verdwijnt.

Voor deze studie is uitgegaan dat 1 meter dekking met post trenching (2 passes) gehaald kan worden hetgeen mogelijk op de limiet is afhankelijk van de pijpleiding diameter. Deze begraafdiepte is daarom ook aangehouden voor de sectie van KP 25 tot KP 28. Deze aanname bespaart baggerwerk over een grote route lengte in gevoelig gebied.

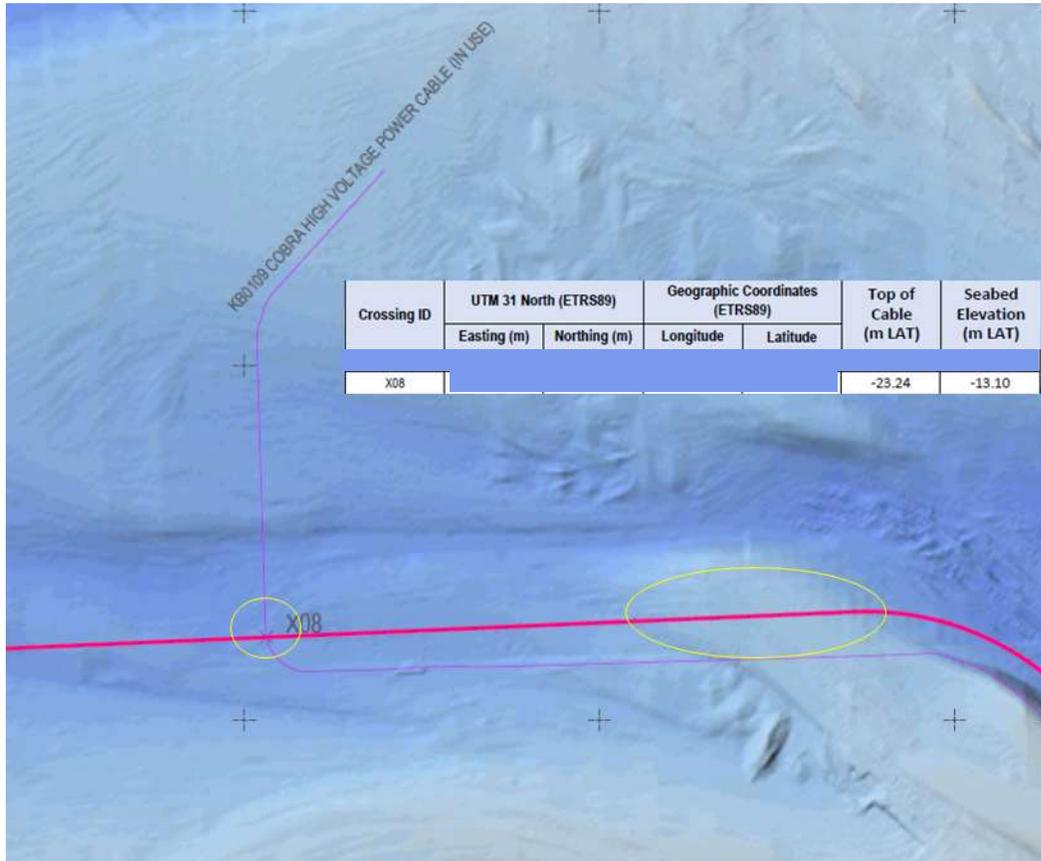
Tussen KP 28 en KP 40 (gebied tussen de Ballonplaat en de vaargeul) is vanuit morphologisch oogpunt een begraafdiepte van 2 meter aangehouden. (3 meter trench diepte). Hier zal daarom wel een geul voorafgaand leidingaanleg gebaggerd dienen te worden.

Deze sectie heeft echter ook andere uitdagingen zoals het deel ten noorden van Huibertplaat. De aanwezigheid van de Cobra kabel en nabijheid van de scheepvaartroute dienen zorgvuldig beschouwd te worden. De "vrije" corridor is op sommige locaties rond de 400 meter, zie Figuur 3-7, wat voldoende kan zijn met eventueel aanvullende beperkende veiligheidsmaatregelen tijdens de uitvoering.



Figuur 3-7 Route sectie ten noorden van Huibertplaat

Dezelfde routesectie is weergegeven in Figuur 3-8 met dieptedata. In de rechter gele cirkel is te zien dat de route door de ondiepe uitloper van de Huibertplaat gaat. (KP 25 – KP 28 zoals hierboven besproken).



Figuur 3-8 Route II Ondiepte Huibertplaat en Cobra kruising

De tweede gele cirkel, links in Figuur 3-8 geeft de kruising met de Cobra kabel weer. Uit informatie van de Cobra kabel kan worden vastgesteld wat de begraafdiepte is van de Cobra kabel op de kruisinglocatie (ongeveer KP 29.4 van Route II Gasunie, en KP 34.5-35.0 Cobra kabel). De begraafdiepte in 2022 op de kruisinglocatie is ongeveer 10 m onder het dan bestaande zeebed. De waterdiepte op de kruisinglocatie is ongeveer 13 m rel to LAT en zowel volgens Cobra data (2020-2022) als de historische data (1989-2016) stabiel. In de MER-toelichting van de Cobra kabel wordt aangegeven dat 3 m dekking voldoende is om aan de eisen gesteld aan de kabel te voldoen en dat bij 6 m dekking de kans op de noodzaak tot toekomstig onderhoud minimaal is.

Op basis van deze gegevens wordt ervan uitgegaan dat de waterstofpijpleiding kan worden aangelegd met een kruising boven de Cobra kabel langs. Het is wel noodzakelijk om hier met de eigenaar van de kabel overeenstemming over te bereiken. Onderdoor kruisen is bij deze begraafdiepte echter zeer complex en uitdagend (mogelijk is doorknippen kabel en herinstallatie na installatie van de pijpleiding de enige praktisch haalbare alternatieve oplossing voor bovenlangs kruisen).

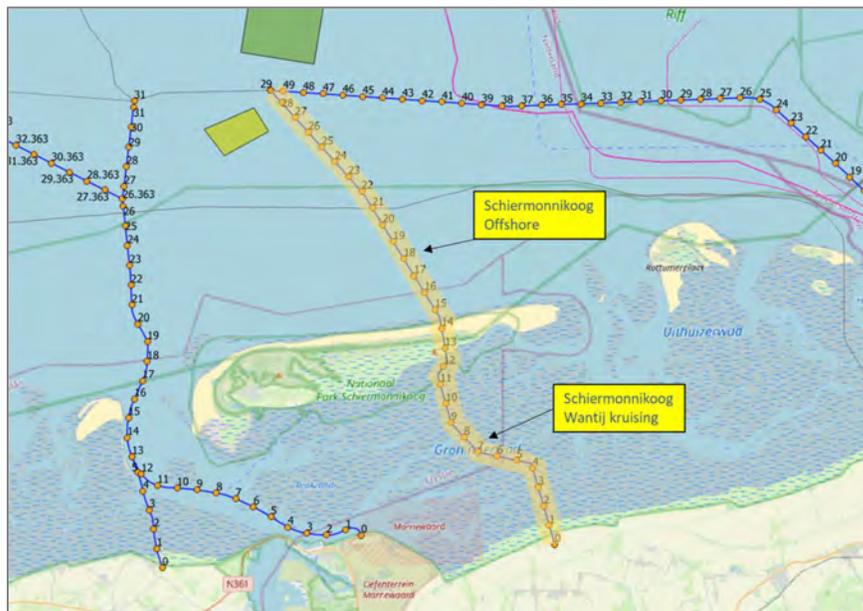
Vanaf ongeveer KP 43 is de waterdiepte voldoende om gebruik te maken van een meer efficiënt legschip met dynamische positionering in plaats van ankers.

Een post-installatie trencher kan gebruikt worden om de pijpleiding op de gewenste diepte te brengen. Als de pijpleiding om bijvoorbeeld veiligheidsredenen dieper geïnstalleerd moet worden, bijvoorbeeld nabij de scheepvaartroute, dan met post-installatie trenchers kan worden gerealiseerd (ongeveer 0.8 tot 1.0 m dekking) is enig baggerwerk mogelijk noodzakelijk.

4 Route - VII Schiermonnikoog wantij route

De Schiermonnikoog wantij route is in meerdere opzichten geschikt voor de installatie van een pijpleiding. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m water diepte) ten noorden van de Waddeneilanden. Na de kruising van de zeewering is er een voldoende recht stuk zonder haakse bochten.

Het deel door ondiep water over het Wantij is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van de tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor reguliere aanleg met legschip) hier noodzakelijk is in verband met de resulterende grote baggervolumes en ook meer praktisch uitvoerbaar is. Beschouwde innovatieve methodes zijn een serie HDD's, een segmenttunnel en het gebruik van trenchboxen om een vorm van open ontgaving mogelijk te maken zonder grote baggervolumes voor de toegang van een legschip.



Figuur 4-1 Overzicht Route VII Schiermonnikoog

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 2.0, de zeewering wordt waarschijnlijk met een HDD gekruist, of met de eerste sectie van een lange segmenttunnel naar/ voorbij het eiland
- KP 2.0 – KP 13.0, op de wadplaten is installatie met een serie HDD's of segmenttunnel (beide als continuatie van zeewering kruising) of trenchboxen aansluitend op een HDD om de zeewering te kruisen mogelijk
- KP 13.0 – KP 16.5, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd met een HDD in zuidelijke en één in noordelijke richting. Om de pijpleiding op de benodigde diepte te krijgen zal op het

noordelijke strand een geul richting zee gegraven moeten worden (volume beperken met damwanden). Een geankerd legschip kan op ongeveer KP 16.5 geplaatst worden waar vandaan een pijpleiding naar de kust getrokken kan worden

- KP 16.5 – KP 39.0, hier is installatie eerst met een geankerd en verder offshore dynamisch gepositioneerd legschip, en post trenching mogelijk

In het geval er gebruik wordt gemaakt van een tunnel tot op Schiermonnikoog, danwel tot een locatie ten noorden van Schiermonnikoog, van waar een legschip de pijpleiding verder kan installeren wordt de indeling tot KP 16.5 als volgt:

- KP 0.0 – KP 12.0, de zeewering en wadplaten worden gekruist door de aanleg van een segmenttunnel waar de pijpleiding in wordt geïnstalleerd
- KP 12.0 – KP 16.5, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd door een continuering van de tunnel tot KP 16.5 waar een legschip het uiteinde van de geïnstalleerde pijpleiding kan oppakken en verder richting offshore leggen. De andere optie is dat de tunnel eindigt bij een schacht op het eiland (rond KP 13.5 op originele route) en dat de aanlanding aan de noordzijde op traditionele wijze wordt uitgevoerd zoals beschreven voor de serie HDD/ trenchbox optie, zie ook hoofdstuk 4.3 (HDD, intrekken in open ontgraving met damwanden aan noordelijk strand)

Deze optie wordt separaat besproken in hoofdstuk 4.4 waarbij wordt opgemerkt dat de tunnel een directe en waar mogelijk een rechte route zal volgen en de lengte van de tunnel dus minder dan 13.5 of 16.5 km zal zijn.

4.1 KP 0.0 – KP 2.0 Kruising primaire zeewering en kwelder

De kruising van de zeewering zal in principe worden uitgevoerd met een HDD. Daarna kan de route verder worden aangelegd met vervolg HDD's danwel open ontgraving met trenchboxen. Alleen als de route naar of tot voorbij Schiermonnikoog met een segmenttunnel wordt uitgevoerd kan de HDD voor de kruising van de zeewering vervallen.

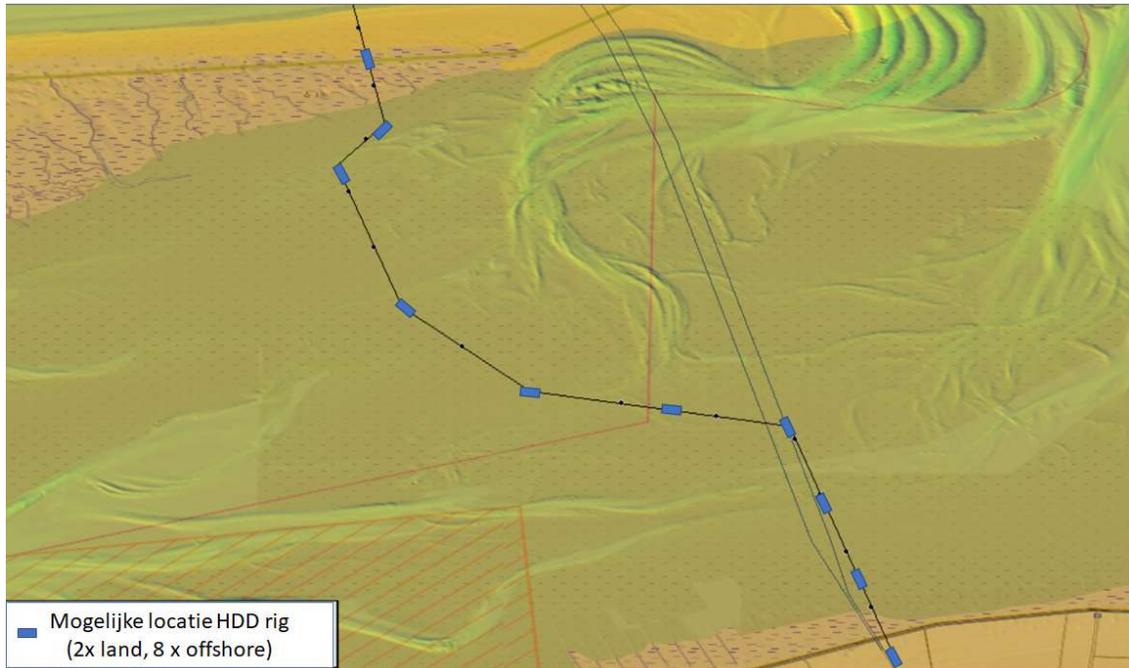
Het offshore einde van de HDD zal uitkomen bij een locatie die afhankelijk van getijde, golven en wind (vrijwel) droog kan vallen en waar af en toe 1 tot 2 m water zal staan. Dit is een compliceerende factor waar rekening mee moet worden gehouden.

4.2 KP 2.0 – 13.0 Kruising wadplaten

4.2.1 Werkzaamheden serie HDD's

Voor de optie om de wadplaten over te steken met HDD's is in Figuur 4-2 aangegeven waar de damwandkuipen / HDD boorlocaties potentieel zouden kunnen worden geplaatst. Dit is alleen op basis van technisch maximale lengte en niet op basis van lokale karakteristieken van grond, waterdiepte, getijde, aanvoerroutes, enz. Het is ook op basis van de "gegeven" route en niet op basis

van een voor deze methode geoptimaliseerde route waar wel alle omgevingsomstandigheden zijn meegenomen.

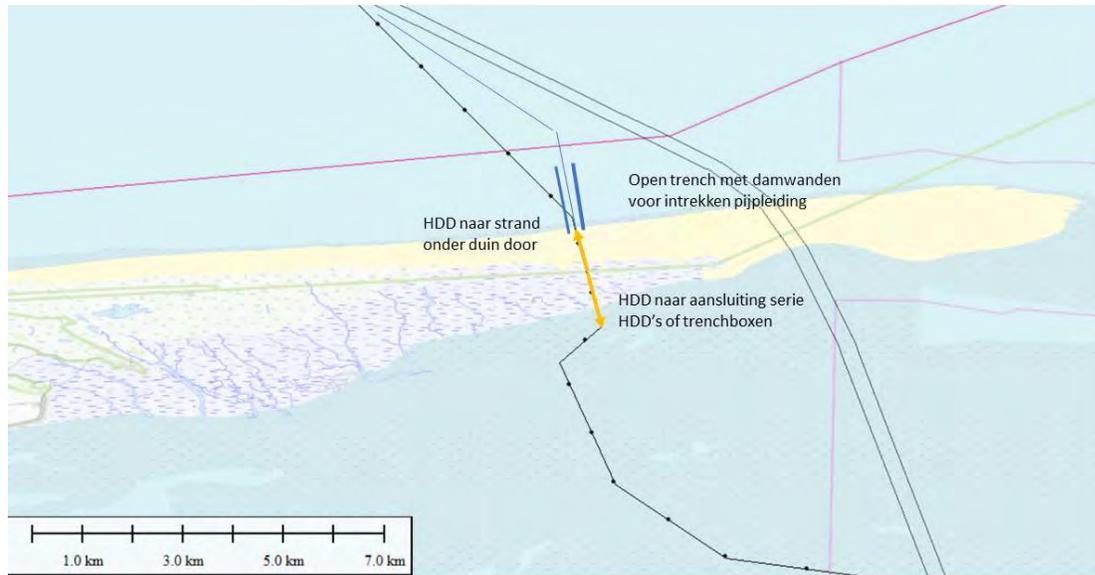


Figuur 4-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Schiermonnikoog route

Met een totaal van 9 of 10 HDD locaties, waarvan 1 op het vaste land en 1 op het eiland zou de oversteek gemaakt moeten kunnen worden.

4.3 KP 13.0 – 16.5 Aanlanding Schiermonnikoog zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde

Vanaf een locatie op Schiermonnikoog kan een HDD geboord worden naar het zuiden om daar offshore aan te sluiten op de reeks HDD's op het wad of de trenchboxen. Er kan naar het noorden geboord worden van dezelfde locatie onder de duinen door naar het strand, zie Figuur 4-3.



Figuur 4-3 Route VII kruising Schiermonnikoog

Vanaf het noordelijke strand wordt met land- en ondiepwater-materieel een sleuf gebaggerd die zo smal mogelijk wordt gehouden met behulp van damwanden aan weerszijde. De pijpleiding kan van een legschip dat aan het einde van de geul is gepositioneerd naar land getrokken en aangesloten op de HDD die onder de duinen naar het strand is aangelegd. Na intrekken van de pijpleiding kan het schip (op ankers) verder leggen naar zee.

De route zoals gegeven buigt net ten noorden van Schiermonnikoog, op 200 m van de waterlijn, af van NNW naar NW in een water diepte van ongeveer 1.0 m. Dit is een locatie/ waterdiepte waar praktisch geen richtingwijziging kan worden doorgevoerd. De richtingwijziging zal dus pas verder naar het noorden, in dieper water waar de installatie van "intrekken" overgegaan is naar installatie met legschip kunnen plaatsvinden zoals aangegeven in bovenstaande figuur.

4.4 KP 0.0 – 16.5 Segment tunnel kruising zeewering, wadplaten en Schiermonnikoog

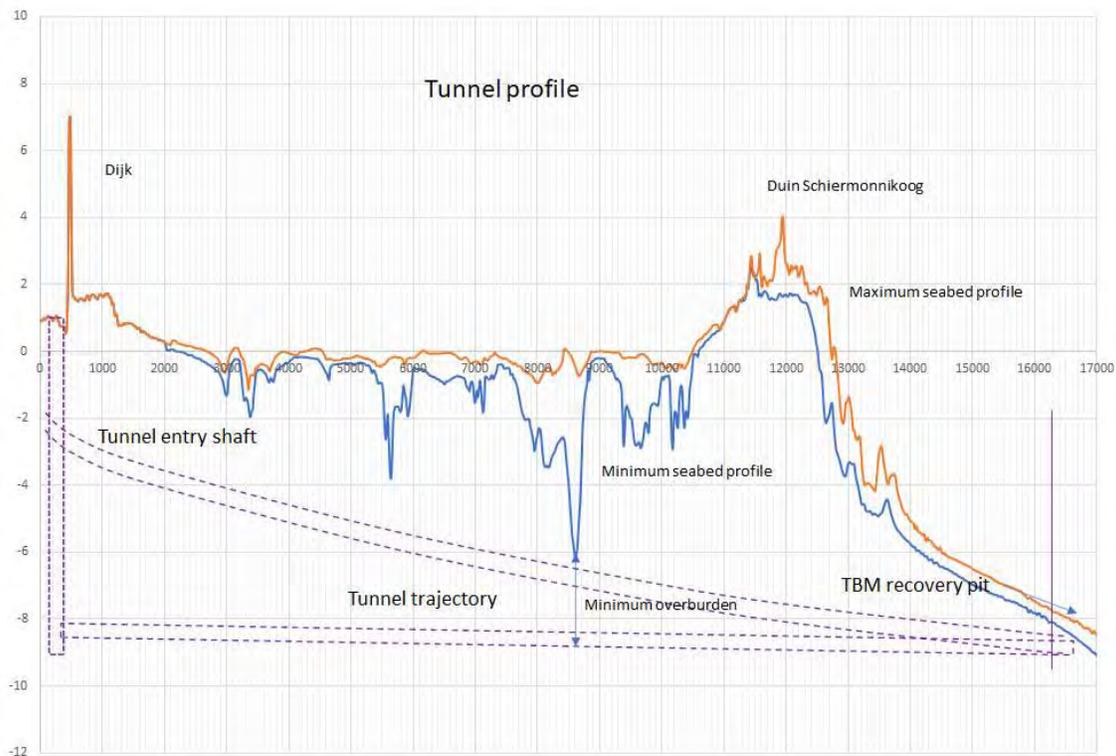
4.4.1 Werkzaamheden tunnelaanleg

Voor het tunnel-alternatief zal een tunnel worden aangelegd, zoals beschreven in Sectie 2.4.1. Wanneer meerdere waterstofleidingen voorzien zijn op deze locatie, moet afhankelijk van de diameter van de pijpleidingen de tunnel groter uitgevoerd worden. Het tunnelprofiel voor deze specifieke locatie is als volgt samengesteld (zonder locatie specifieke grondinformatie):

- De dijk veiligheidszone wordt geschat op 50 m (op basis van $4 \times \text{hoogte} + \text{extra}$), tunnel start locatie buiten deze uitsluitingszone.

- Startlocatie op minstens 100 m afstand van de dijkteen, gezien de aanwezigheid van een weg en dergelijke komt schacht en werkterrein daarmee op ongeveer 200 m voor het startpunt van de route (KP -0.2).
- De waterdiepte bij de uitgang moet ten minste 10 m zijn als de tunnel doorloopt tot voorbij Ameland, of in een schacht op Ameland.
- Minimale grondbelasting boven TBM = 2 tot 2,5 x OD = 8 tot 10 m, als niet voldaan kan worden aan deze eis, zijn mitigerende maatregelen vereist (opvulling of langzame voortgang).
- De diepte van de tunnel wordt gekozen op basis van de maximale offshore geuldiepte (10 m onder de dijk voor minimale impact / zetting (dijk wordt als niet zeer gevoelig beschouwd en eventuele zetting kan later worden verholpen)

Een doorsnede van een mogelijk tunnelprofiel is weergegeven in Figuur 4-4.



Figuur 4-4 Tunnelprofiel Schiermonnikoog

De rechte lijn routelengte naar een locatie op Schiermonnikoog is ongeveer 12 km in plaats van de 13 a 14 km lange route als gedefinieerd voor deze studie. De route moet mogelijk aangepast op details om diepere geulen, die voor onvoldoende bovenbelasting op de TBM / tunnel zorgen te vermijden en kan daarmee iets langer worden. Het alternatief om de tunnel door te trekken tot voorbij

Schiermonnikoog geeft een tunnallengte van ongeveer 15 km, dit is op ongeveer KP 16.5 van de route gedefinieerd voor deze studie.

4.4.2 Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel

Voor een algemene beschrijving wordt verwezen naar hoofdstuk 6.2.1. Een belangrijk aspect van de tunnel voor Schiermonnikoog is dat de lengte 12 tot 15 km is. Dit is aanzienlijk langer dan bestaande tunnels met ingetrokken leiding. Er is gedocumenteerde ervaring met lengtes van 5 km (zoals de Humber kruising). Het is onzeker of grotere lengtes nog op dezelfde wijze haalbaar zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ervaring zoals de Humber kruising is met een inbrengmethode die een groot tijdelijk terrein op land gebruikt.

4.4.3 Ruimtebeslag en aanvoer materieel

Voor tunnelaanleg zal al het materieel en materiaal van de landzijde via de openbare weg aangevoerd worden. Het ruimtebeslag aan de land- en zee-zijde zijn als aangegeven in Sectie 2.4.2 en 2.4.3. De tunnelsegmenten kunnen op grotere afstand opgeslagen worden waarbij de ruimte nabij de tunnelschacht in grootte beperkt kan blijven.

4.4.4 Baggeren en vergraven

Bij de tunneluitgang aan het offshore eind zal na de tunnelaanleg de TBM van het zeebed moeten worden gehaald. Hiervoor moet een ontvangstlocatie op diepte gebaggerd worden zoals aangegeven in Sectie 2.4.3.

4.4.5 Licht en geluid

De installatie van de pijpleiding is in principe een 24-uurs operatie. Licht moet minimaal voldoende zijn voor veilig werken maar veel activiteiten vinden plaats in besloten ruimten.

4.5 KP 16.5 – KP 29.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip

Nadat de pijpleiding is ingetrokken naar het strand / in de HDD of de tunnel, kan het legschip verder leggen richting zee. Gezien de waterdiepte ten noorden van Schiermonnikoog kan dit met behulp van een legschip op ankers (te ondiep voor dynamisch gepositioneerde schepen) tot ongeveer KP 25.0. Daarna is de waterdiepte voldoende voor de inzet van dynamisch gepositioneerde schepen die efficiënter kunnen installeren en zonder gebruik van ankers. De pijpleiding wordt op de bodem geïnstalleerd en met post-trenching materieel op diepte gebracht. Dit is op basis van het feit dat de zeebodem hier redelijk stabiel is het meest waarschijnlijke installatie scenario.

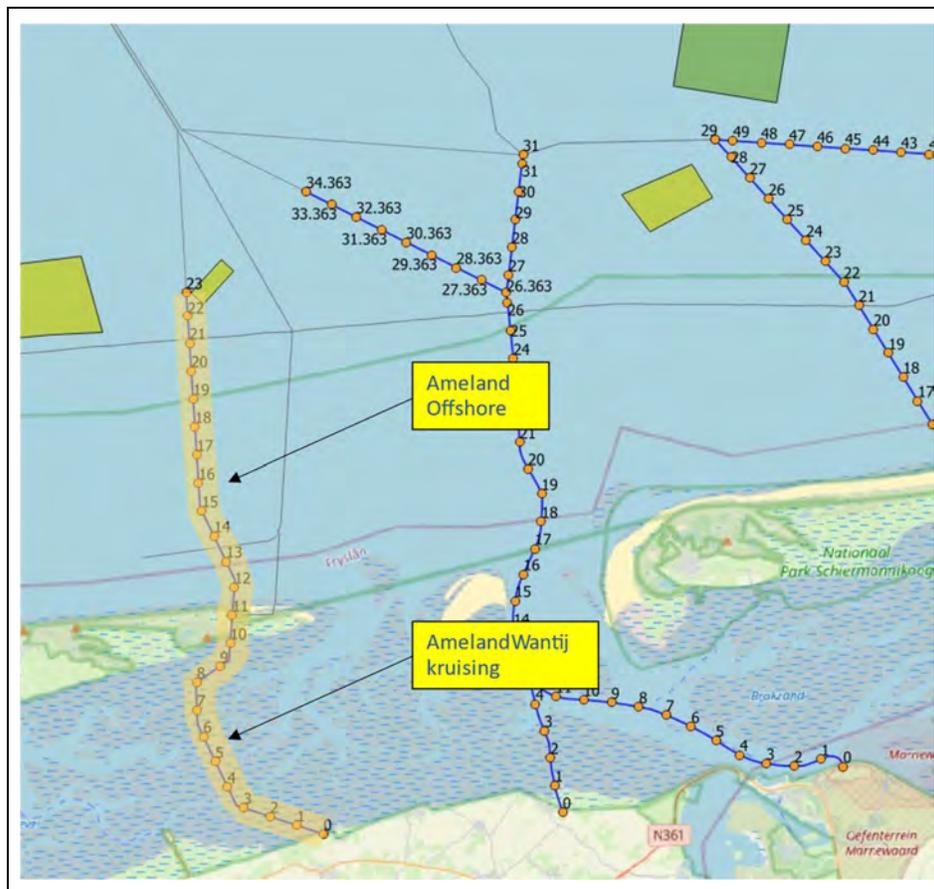
5 Route VIII - Ameland wantij route

De Ameland wantij route is vergelijkbaar met de Schiermonnikoog wantij route. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m water diepte) ten noorden van de Waddeneilanden. De route is nog iets korter dan de Schiermonnikoog wantij route. Na de kruising van de waterkering is de eerste route sectie over het wantij.

Het deel door ondiep water is dusdanig ondiep (valt mogelijk deel van de tijd droog) dat het gebruik van alternatieve installatiemethodes (alternatief voor reguliere aanleg met legschip) hier noodzakelijk is. Een toegangseul voor een legschip zou resulteren in grote baggervolumes en is ook nauwelijks praktisch uitvoerbaar.

De in dit rapport besproken innovatieve methodes zijn een serie HDD's en een segmenttunnel. Het gebruik van open trench, met wel of niet gebruik van trenchboxen, is hier niet verder belicht. Deze methode kan een mogelijke installatie optie zijn, echter met grote volumes die ontgraven moeten worden.

De route is weergegeven in Figuur 5-1.



Figuur 5-1 Overzicht Route VIII

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 1.7, de zeewering wordt waarschijnlijk met een HDD gekruist, of met de eerste sectie van een lange segmenttunnel naar/ voorbij het eiland
- KP 1.7 – KP 10.0, op de wadplaten is installatie met een serie HDD's of segmenttunnel (beide als continuatie van zeewering kruising) mogelijk
- KP 10.0 – KP 13.0, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd met een HDD in zuidelijke en één in noordelijke richting. Om de pijpleiding op de benodigde diepte te krijgen zal op het noordelijke strand een geul richting zee gegraven moeten worden (volume beperken met damwanden). Een geankerd legschip kan op ongeveer KP 13.0 geplaatst worden waar vandaan een pijpleiding naar de kust getrokken kan worden
- KP 13.0 – KP 23.0, hier is installatie eerst met een geankerd en verder offshore eventueel dynamisch gepositioneerd legschip, en post trenching mogelijk

In het geval er gebruik wordt gemaakt van een tunnel tot op Ameland, danwel tot een locatie ten noorden van Ameland, van waar een legschip de pijpleiding verder kan installeren wordt de indeling tot KP 13.0 als volgt:

- KP 0.0 – KP 11.0, de zeewering en wadplaten worden gekruist door de aanleg van een segmenttunnel waar de pijpleiding in wordt geïnstalleerd
- KP 11.0 – KP 13.0, de kruising van het eiland kan worden uitgevoerd door een continuering van de tunnel tot KP 13.0 waar een legschip het uiteinde van de geïnstalleerde pijpleiding kan oppakken en verder richting offshore leggen. De andere optie is dat de tunnel eindigt bij een schacht op het eiland (rond KP 11 op originele route) en dat de aanlanding aan de noordzijde op traditionele wijze wordt uitgevoerd zoals beschreven voor de serie HDD/ trenchbox optie, zie ook hoofdstuk 5.3 (HDD, intrekken in open ontgraving met damwanden aan noordelijk strand)

Deze optie wordt separaat besproken in hoofdstuk 5.4 waarbij wordt opgemerkt dat de tunnel een directe en waar mogelijk een rechte route zal volgen en de lengte van de tunnel dus minder dan 11 of 13 km zal zijn.

5.1 KP 0.0 – KP 1.7 Kruising primaire zeewering en kwelder

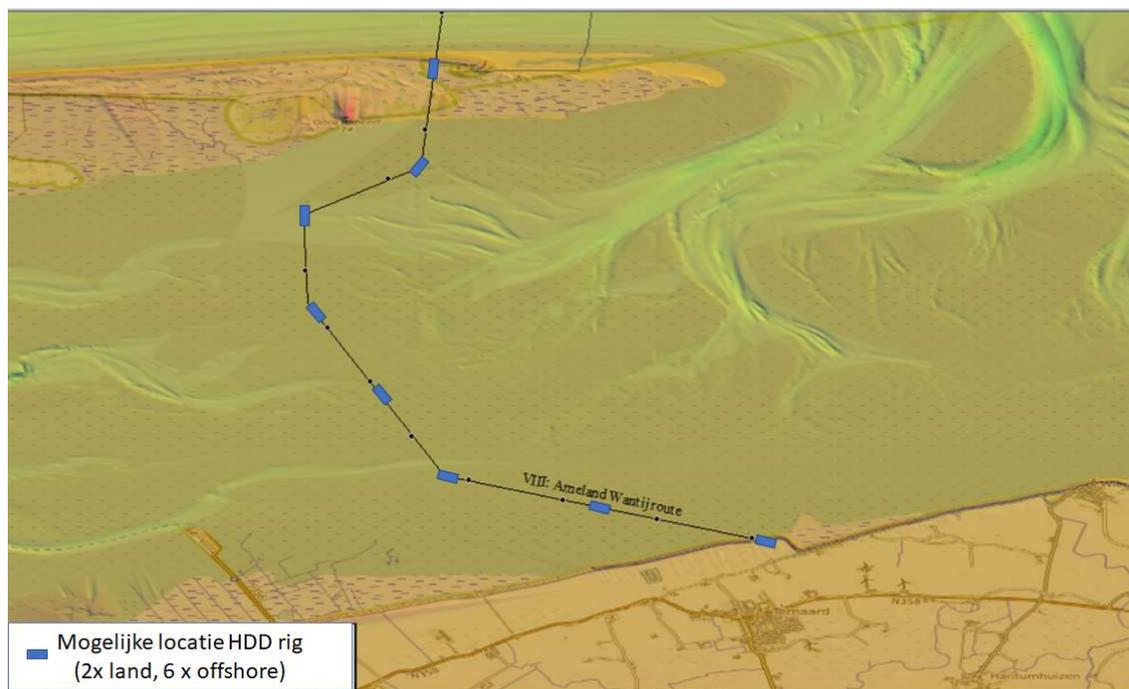
De kruising van de zeewering zal in principe worden uitgevoerd met een HDD. Daarna kan de route verder worden aangelegd met vervolg HDD's danwel open ontgraving met trenchboxen. Alleen als de route naar of tot voorbij Ameland met een segmenttunnel wordt uitgevoerd kan de HDD voor de kruising van de zeewering vervallen.

Het offshore einde van de HDD zal uitkomen bij een locatie die afhankelijk van getijde, golven en wind (vrijwel) droog kan vallen en waar af en toe 1 tot 2 m water zal staan. Dit is een complicerende factor waar rekening mee moet worden gehouden.

5.2 KP 1.7 – 10.0 Kruising wadplaten

5.2.1 Werkzaamheden serie HDD's

Voor de optie om de wadplaten over te steken met HDD's is in Figuur 5-2 aangegeven waar de damwandkuipen / HDD boorlocaties potentieel zouden kunnen worden geplaatst. Dit is alleen op basis van technisch maximale lengte en niet op basis van lokale karakteristieken van grond, waterdiepte, getijde, aanvoerroutes, enz. Het is ook op basis van de "gegeven" route en niet op basis van een voor deze methode geoptimaliseerde route waar wel alle omgevingsomstandigheden zijn meegenomen.

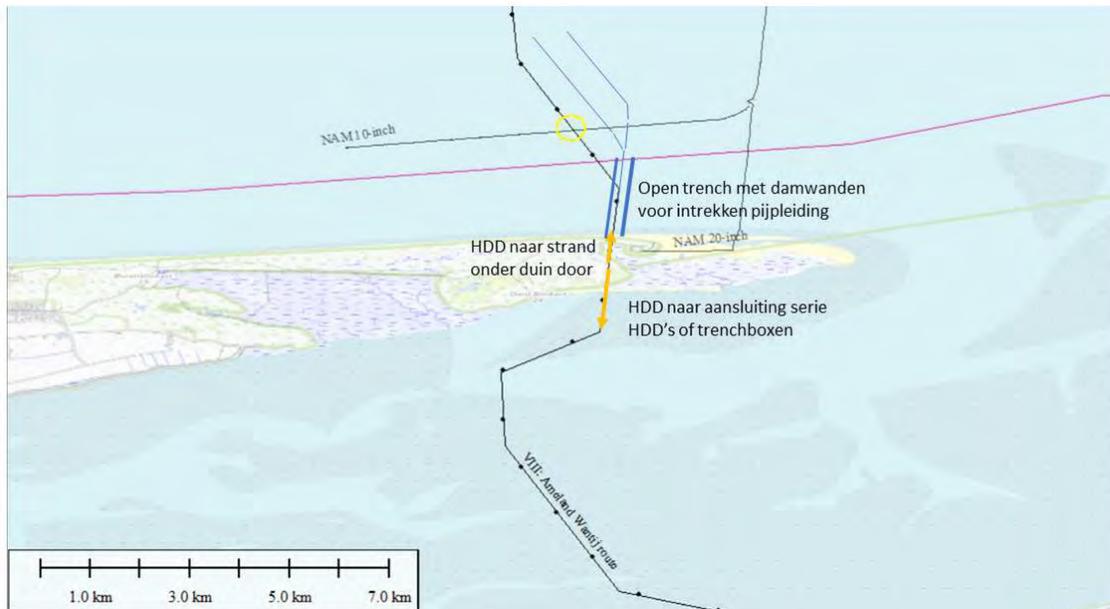


Figuur 5-2 Overzicht potentiële HDD-locaties Ameland route

Met een totaal van 8 HDD locaties, waarvan 1 op het vaste land en 1 op het eiland zou de oversteek gemaakt moeten kunnen worden.

5.3 KP 10.0 – 13.0 Aanlanding Ameland zuidzijde, kruisen eiland en aanlanding noordzijde

Vanaf een locatie op Ameland (bv NAM-locatie) kan een HDD geboord worden naar het zuiden om daar offshore aan te sluiten op de reeks HDD's op het wad of de trenchboxen. Er kan naar het noorden geboord worden van dezelfde locatie onder de duinen door naar het strand, zie Figuur 5-3.



Figuur 5-3 Route VIII kruising Ameland

Vanaf het noordelijke strand wordt met land- en ondiepwater-materieel een sleuf gebaggerd die zo smal mogelijk wordt gehouden met behulp van damwanden aan weerszijde. De pijpleiding kan van een legschip dat aan het einde van de geul is gepositioneerd naar land getrokken en aangesloten op de HDD die onder de duinen naar het strand is aangelegd. Na intrekken van de pijpleiding kan het schip (op ankers) verder leggen naar zee.

De route zoals gegeven buigt net ten noorden van Ameland af van NNO naar NW in een water diepte van ongeveer 4.5 m. Dit is een locatie/ waterdiepte waar praktisch geen richtingwijziging kan worden doorgevoerd. De richtingwijziging zal dus pas verder naar het noorden, in dieper water waar de installatie van "intrekken" overgegaan is naar installatie met legschip kunnen plaatsvinden.

Extra complicatie daarbij is de kruising met de 10-inch NAM-pijpleiding (tussen KP 13 en 14). Gezien de diameter zal deze ondiep begraven zijn. De mogelijkheden om deze leiding te kruisen op deze locatie, in combinatie met de noodzaak om de waterstofleiding ook te begraven moet onderzocht worden in een uitgebreide routing- en ontwerp-studie. Het is waarschijnlijk dat deze flexibele leiding verwijderd moet worden t.p.v. de kruising of dat er een re-route moet plaatsvinden.

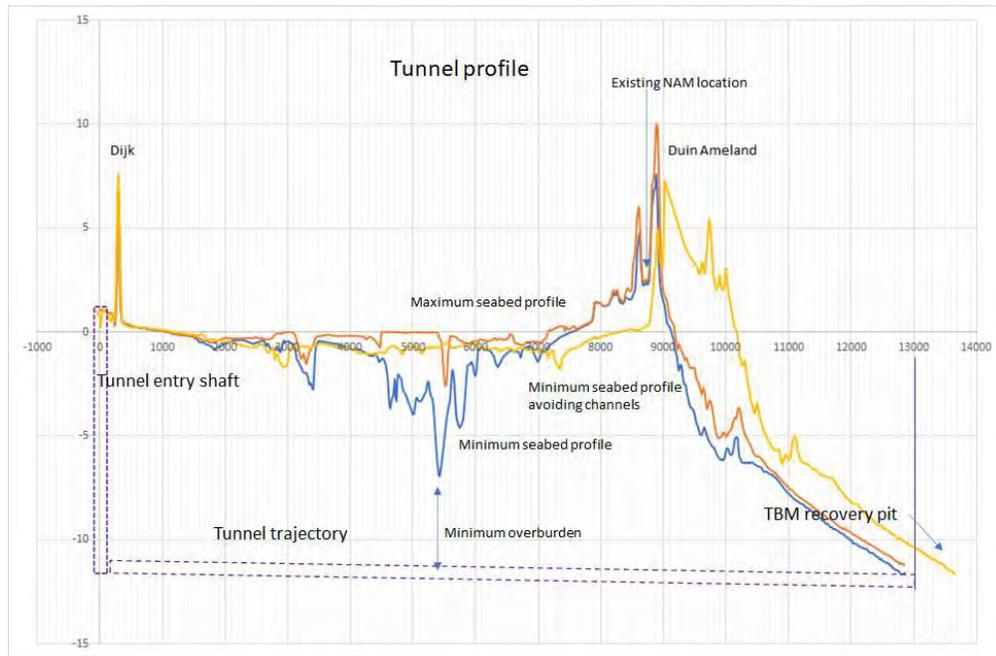
5.4 KP 0.0 – 13.0 Segment tunnel kruising zeewering, wadplaten en Ameland

5.4.1 Werkzaamheden tunnelaanleg

Voor het tunnel-alternatief zal een tunnel worden aangelegd, zoals beschreven in Sectie 2.4.1. Wanneer meerdere waterstofleidingen voorzien zijn op deze locatie, moet afhankelijk van de diameter van de pijpleidingen de tunnel groter uitgevoerd worden. Het tunnelprofiel voor deze specifieke locatie is als volgt samengesteld (zonder locatie specifieke grondinformatie):

- De dijk veiligheidszone wordt geschat op 50 m (op basis van $4 \times \text{hoogte} + \text{extra}$), tunnel start locatie buiten deze uitsluitingszone.
- Startlocatie op minstens 100 m afstand van de dijkteen, gezien de aanwezigheid van een weg en dergelijke komt schacht en werkterrein daarmee op ongeveer 200 m voor het startpunt van de route (KP -0.2).
- De waterdiepte bij de uitgang moet ten minste 10 m zijn als de tunnel doorloopt tot voorbij Ameland, of in een schacht op Ameland.
- Minimale grondbelasting boven TBM = 2 tot $2,5 \times \text{OD} = 8$ tot 10 m, als niet voldaan kan worden aan deze eis, zijn mitigerende maatregelen vereist (opvulling of langzame voortgang).
- De diepte van de tunnel wordt gekozen op basis van de maximale offshore geuldiepte (10 m onder de dijk voor minimale impact / zetting (dijk wordt als niet zeer gevoelig beschouwd en zetting kan later worden verholpen)

Een doorsnede van een mogelijk tunnelprofiel is weergegeven in Figuur 5-4.



Figuur 5-4 Tunnelprofiel Ameland

De rechte lijn routelengte naar een locatie op Ameland is ongeveer 9 km in plaats van de 11 km lange route als gedefinieerd voor deze studie. De route moet mogelijk aangepast op details om diepere geulen, die voor onvoldoende bovenbelasting op de TBM / tunnel zorgen te vermijden en kan daarmee iets langer worden. Het alternatief om de tunnel door te trekken tot voorbij Ameland geeft een tunnallengte van ongeveer 13 km, dit is op ongeveer KP 15.3 van de route gedefinieerd voor deze studie.

5.4.2 Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel

Voor een algemene beschrijving wordt verwezen naar hoofdstuk 6.2.1. Een belangrijk aspect van de tunnel voor Ameland is de lengte. Die is langer dan bestaande tunnels met ingetrokken leiding. Er is gedocumenteerde ervaring met lengtes van 5 km (zoals de Humber kruising). Het is onzeker of grotere lengtes nog op dezelfde wijze haalbaar zijn. Hierbij moet worden opgemerkt dat de ervaring zoals de Humber kruising is met een inbrengmethode die een groot tijdelijk terrein op land gebruikt.

5.4.3 Ruimtebeslag en aanvoer materieel

Voor tunnelaanleg zal al het materieel en materiaal van de landzijde via de openbare weg aangevoerd worden. Het ruimtebeslag aan de land- en zee-zijde zijn als aangegeven in Sectie 2.4.2 en 2.4.3. De tunnelsegmenten kunnen merendeels op grotere afstand opgeslagen worden waarbij de ruimte nabij de tunnelschacht in grootte beperkt kan blijven.

5.4.4 Baggeren en vergraven

Bij de tunneluitgang aan het offshore eind zal na de tunnelaanleg de TBM van het zeebed moeten worden gehaald. Hiervoor moet een ontvangstlocatie op diepte gebaggerd worden zoals aangegeven in hoofdstuk 2.4.3.

5.4.5 Licht en geluid

De installatie van de pijpleiding is in principe een 24-uurs operatie. Licht moet minimaal voldoende zijn voor veilig werken maar veel activiteiten vinden plaats in besloten ruimten.

5.5 KP 13.0 – KP 23.0 Diep genoeg voor geankerd/ dynamisch gepositioneerd legschip

Nadat de pijpleiding is ingetrokken naar het strand / in de HDD of de tunnel, kan het legschip verder leggen richting zee. Gezien de waterdiepte ten noorden van Ameland kan dit met behulp van een legschip op ankers (te ondiep voor dynamisch gepositioneerde schepen) tot ongeveer KP 19.0. Daarna is de waterdiepte voldoende voor de inzet van dynamisch gepositioneerde schepen die efficiënter kunnen installeren en zonder gebruik van ankers. De pijpleiding wordt op de bodem geïnstalleerd en met post-trenching materieel op diepte gebracht. Dit is op basis van het feit dat de zeebodem hier redelijk stabiel is het meest waarschijnlijke installatie scenario. Noot: zie hoofdstuk 5.3 voor de kruising met de NAM-pijpleiding tussen KP 13 en 14.

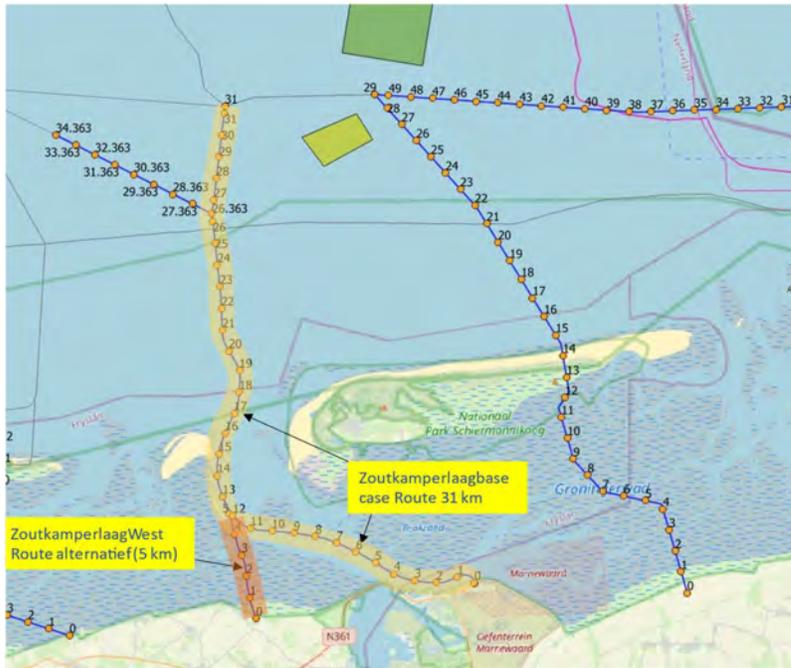
6 Route IX - Zoutkamperlaag route

De Zoutkamperlaag route, zie Figuur 6-1, is ontwikkeld voor pijpleidinginstallatie. De route zoekt de kortste afstand van land naar dieper water (> 7 m water diepte) ten noorden van de Waddeneilanden en is één van de kortste offshore routes. Er zijn twee sub-routes, de westelijke route komt van offshore en volgt de kortste route naar het vaste land en het einde ligt bij Moddergat, ten westen van het Lauwersmeer. De andere optie is om offshore eerst verder naar het oosten te gaan en te landen ten oosten van het Lauwersmeer, bij Lauwersoog

De westelijke/ Moddergat optie heeft tussen de kruising met de waterkering en verder offshore een voldoende recht stuk zonder haakse bochten. De oostelijke/ Lauwersoog optie is wat dit betreft gecompliceerder en daardoor is de aansluiting van de waterkering naar offshore een sectie die nog geoptimaliseerd moet worden.

Afgezien van de laatste 5 kilometer naar de kust is langs de westelijke route de waterdiepte vrijwel overal voldoende voor installatie met een legschip, de oostelijke route gaat iets langer door ondiep water.

Voor de effecttabellen is de KP richting aangehouden, optellend vanaf de landzijde zoals getoond in Figuur 6-1. De oostelijke route van KP 0 tot KP 31 en de westelijke tak van KP 0 tot KP 5.



Figuur 6-1 Overzicht route IX Zoutkamperlaag

6.1 Route Oost

Voor deze route worden de volgende secties onderscheiden:

- KP 0.0 – KP 1.7, hier wordt een HDD overwogen
- KP 1.7 – KP 3.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk
- KP 3.0 – KP 8.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk na baggeren van een ondiepe sectie
- KP 8.0 – KP 19.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk
- KP 19.0 – 22.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk na baggeren van een ondiepe sectie
- KP 22.0 – KP 26.0, hier is installatie met een geankerd legschip mogelijk
- KP 26.0 – KP 31.0, hier is installatie met een dynamisch gepositioneerd legschip mogelijk

6.1.1 KP 0.0 - KP 1.7: Kruising primaire zeekering en kwelder

Van het vaste land, onder de zeewering door naar voldoende diep water voor een legschip is mogelijk met een enkele HDD.

6.1.2 KP 1.7 – KP 3.0 Diep genoeg voor geankerd legschip

Nadat de pijpleiding is ingetrokken in de HDD kan het legschip verder leggen richting zee. Gezien de diepte van de geul kan dit met behulp van een legschip op ankers (te ondiep voor dynamisch gepositioneerde schepen). De pijpleiding wordt geplaatst op de zeebodem en begraven met behulp van post-trenching materieel. Dit is onder voorwaarde dat op moment van leggen en begraven de pijpleiding met deze methode onder het in de toekomst laagste zeebedniveau kan worden geplaatst. Als dit met post-trenching niet mogelijk is (aannee dat met post-trenching bovenkant pijp ongeveer 0.8 m onder het dan bestaande zeebedniveau kan brengen), dan is het baggeren van een smalle sleuf, waar de pijpleiding in kan worden gelegd, noodzakelijk.

6.1.3 KP 3.0 – KP 8.0 Toegang baggeren voor legschip

Een sectie met net onvoldoende diepte voor de veilige passage van een pijpenlegschip. Voor de passage is het nodig een geul te baggeren met een geschat volume van 700,000 m³. Daarna is de installatie gelijk aan de voorgaande en volgende sessie. Hier zal ook gelden dat mogelijk meer gebaggerd moet worden om te zorgen dat de pijpleiding onder het laagst te verwachten zeebedniveau blijft gedurende de levensduur.

6.1.4 KP 8.0 – KP 19.0 Diep genoeg voor geankerd legschip

Voor deze sectie geldt hetzelfde als de sectie beschreven in hoofdstuk 6.1.2. Vanaf KP 12.0 valt deze sectie samen met de westelijke route.

6.1.5 KP 19.0 – KP 22.0 Toegang baggeren voor legschip

Een relatief korte sectie met net onvoldoende diepte voor de veilige passage van een pijpenlegschip. Voor de passage is het nodig een geul te baggeren met een geschat volume van 550,000 m³. Daarna is de installatie gelijk aan de voorgaande en volgende sessie. Hier zal ook gelden dat mogelijk meer gebaggerd moet worden om te zorgen dat de pijpleiding onder het laagst te verwachten zeebedniveau blijft gedurende de levensduur.

6.1.6 KP 22.0 – KP 26.0 Diep genoeg voor geankerd legschip

Voor deze route sectie is de diepte voldoende voor een geankerd legschip. De leiding wordt na aanleg begraven met een trencher. In deze sectie wordt ook de NGT-leiding gekruist bij ongeveer 19 meter waterdiepte. De status van NGT op deze locatie is onbekend.

6.1.7 KP 26.0 – KP 31.0 Diep genoeg voor dynamisch gepositioneerd legschip

De waterdiepte van deze sectie is voldoende voor de inzet van dynamisch gepositioneerde schepen die efficiënter kunnen installeren en zonder gebruik van ankers. De pijpleiding wordt op de bodem geïnstalleerd en met post-trenching materieel op diepte gebracht.

6.2 Route alternatief West

Van het vaste land, onder de zeevering door naar voldoende diep water voor een legschip is te ver voor een enkele HDD (buiten bereik huidige techniek). Om in dit gebied een pijpleiding aan te leggen en geen lang toegangskanaal te hoeven baggeren (verwachte baggerhoeveelheid 2 miljoen kubieke meter), is gekeken naar alternatieve methodes. Deze methodes zijn:

- Een geboorde segmenttunnel van 5 km
- Een serie van HDD's
- Een hybride installatie methode; HDD, trench met gebruik van trenchboxen, korte toegangsecul.

Deze methodes worden hieronder besproken.

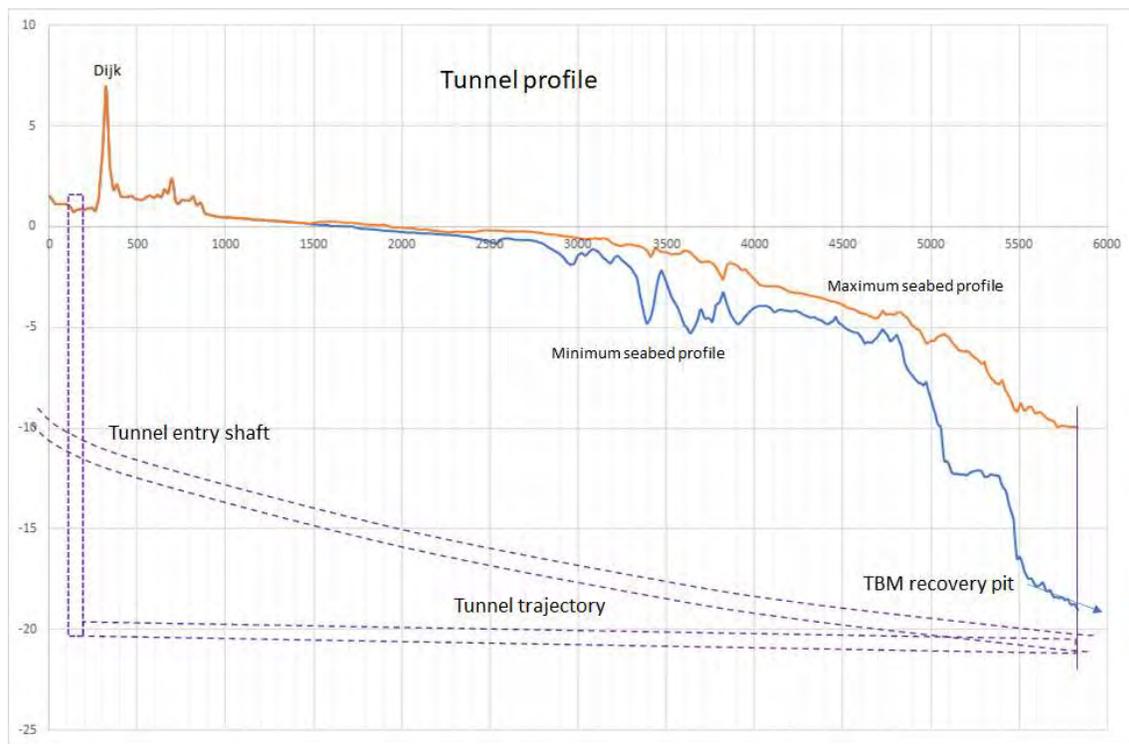
6.2.1 Werkzaamheden tunnelaanleg

Voor het tunnel-alternatief zal een tunnel worden aangelegd, zoals beschreven in Sectie 2.4.1. Wanneer meerdere waterstofleidingen voorzien zijn op deze locatie, moet afhankelijk van de diameter van de pijpleidingen de tunnel groter uitgevoerd worden. Het tunnelprofiel voor deze specifieke locatie is als volgt samengesteld (zonder locatie specifieke grondinformatie):

- De dijk veiligheidszone wordt geschat op 50 m (op basis van 4*hoogte+extra), tunnel start locatie buiten deze uitsluitingszone.

- Startlocatie op minstens 100 m afstand van de dijkteen, de schacht en werkterrein komen daarmee op ongeveer 800 m voor het startpunt van de route (KP -0.8).
- De waterdiepte bij de uitgang moet ten minste 10 m zijn
- Minimale grondbelasting boven TBM = 2 tot 2,5 x OD = 8 tot 10 m, als niet voldaan kan worden aan deze eis, zijn mitigerende maatregelen vereist (opvulling of langzame voortgang).
- De diepte van de tunnel wordt gekozen op basis van de maximale offshore geuldiepte (10 m onder de dijk voor minimale impact / zetting (dijk wordt als niet zeer gevoelig beschouwd en zetting kan later worden verholpen)

Een doorsnede van een mogelijk tunnelprofiel is weergegeven in Figuur 6-2.



Figuur 6-2 Tunnelprofiel Zoutkamperlaag aanlanding route west

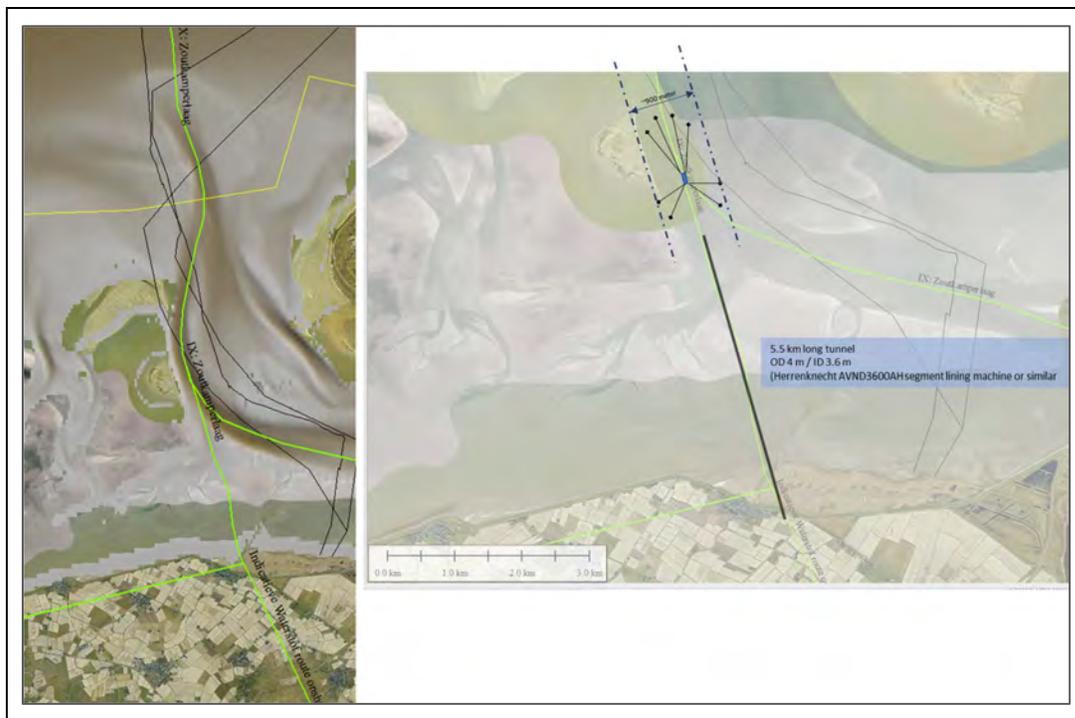
Werkzaamheden pijpleiding installatie in tunnel

Ter illustratie is in Figuur 6-3 de optie weergegeven waarbij de pijpleiding van een legschip aan de offshore zijde wordt ingetrokken (naar land met lier bij schacht). Bij deze configuratie wordt de landruimte beperkt maar is er wel voor langere tijd (3-4 weken) een legschip op locatie aanwezig. Pijpenlegschip met ankergebied en ruimte voor de aanvoer van pijpelementen is geschat op

$900 * 1700 = 1.530.000 \text{ m}^2$. De exacte locatie van het legschip gedurende deze operatie is een afweging tussen minimalisatie baggerwerk (verder weg van tunneluitgang) en beperking hinder scheepvaart door de geul door anker draden (dichter bij tunneluitgang).

Ruimtebeslag en aanvoer materieel

Voor tunnelaanleg zal al het materieel en materiaal van de landzijde via de openbare weg aangevoerd worden. Het ruimtebeslag aan de land en zeezijde zijn als aangegeven in Sectie 2.4.2 en 2.4.3. De tunnelsegmenten kunnen op grotere afstand opgeslagen worden waarbij de ruimte nabij de tunnelschacht in grootte beperkt kan blijven.



Figuur 6-3 Tunnelroute met pijplegship op ankers aan offshore uiteinde

Baggeren en vergraven

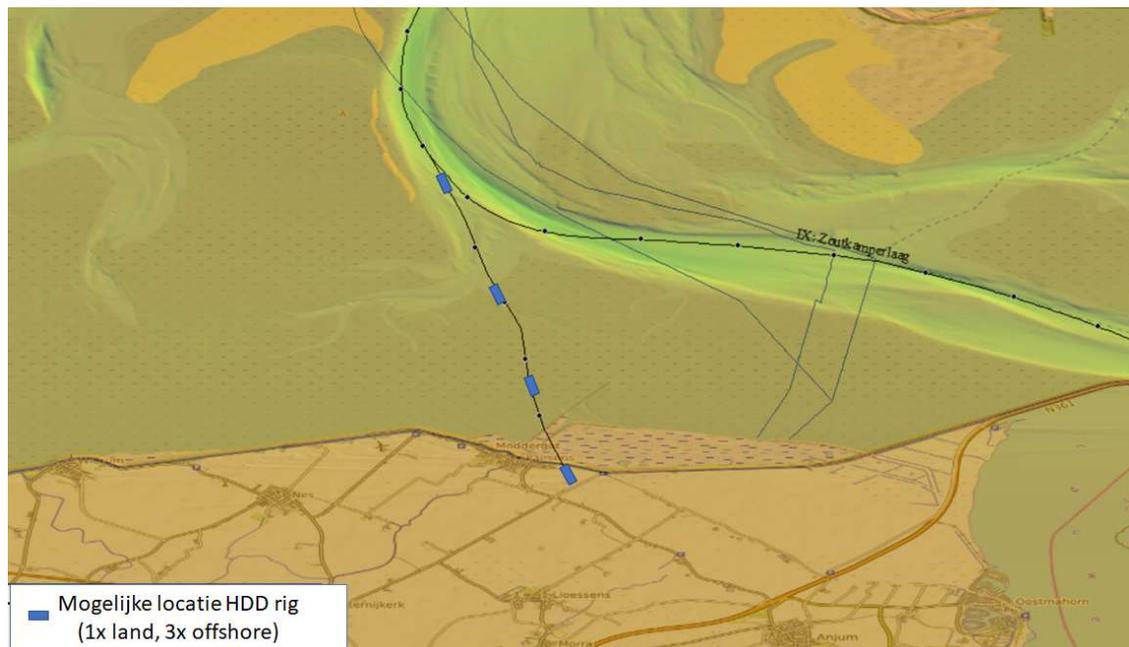
Bij de tunneluitgang aan het offshore eind zal na de tunnelaanleg de TBM van het zeebed moeten worden gehaald. Hiervoor moet een ontvangstlocatie op diepte gebaggerd worden zoals aangegeven in Sectie 2.4.3.

Licht en geluid

De installatie van de pijpleiding is in principe een 24-uurs operatie. Licht moet minimaal voldoende zijn voor veilig werken maar de meeste activiteiten vinden plaats in besloten ruimten.

6.2.2 Werkzaamheden serie HDD's

Voor de optie om de ondiepte bij de kust over te steken met HDD's is in Figuur 6-4 aangegeven waar de damwandkuipen / HDD boorlocaties potentieel zouden kunnen worden geplaatst. Dit is alleen op basis van technisch maximale lengte en niet op basis van lokale karakteristieken van grond, waterdiepte, getijde, aanvoerroutes, enz. Het is ook op basis van de "gegeven" route en niet op basis van een voor deze methode geoptimaliseerde route waar wel alle omgevingsomstandigheden zijn meegenomen.



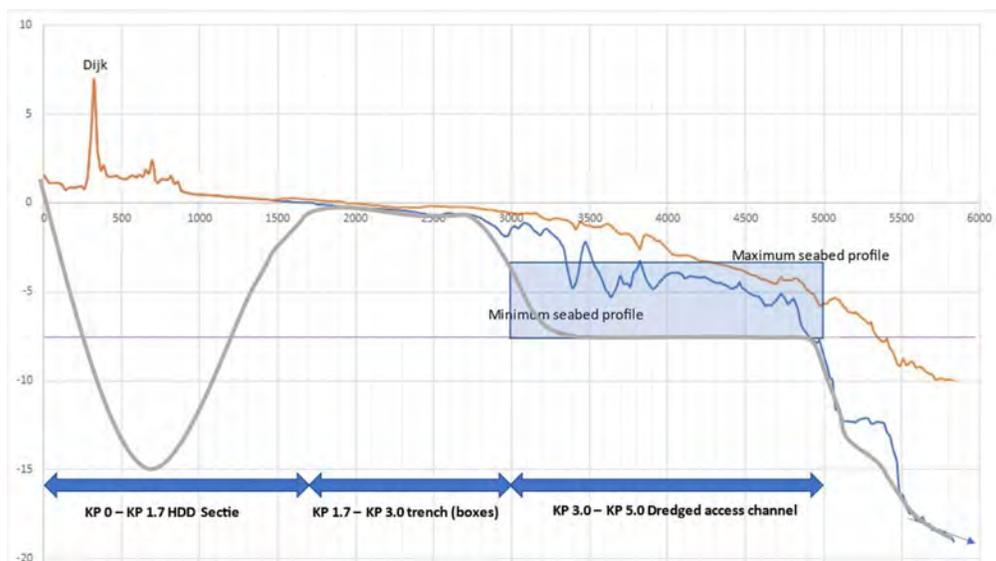
Figuur 6-4 Overzicht potentiële HDD-locaties Zoutkamperlaag route

Met een totaal van 4 HDD locaties, waarvan 1 op het vaste land zou de oversteek gemaakt moeten kunnen worden.

6.2.3 Hybride optie – HDD-trench-laybarge

Bij de hybride optie is de installatie van het 5 km west alternatief over drie secties verdeeld:

1. HDD-kruising van de zeewering – lengte 1.7 kilometer
2. Een ontgraven sectie waarbij door gebruikmaking van trenchboxen de wanden van de trench gestabiliseerd worden. Deze sectie is voorzien over de kwelders bij ondiep water
3. Een 2 km gebaggerd toegangskanaal voor het legschip

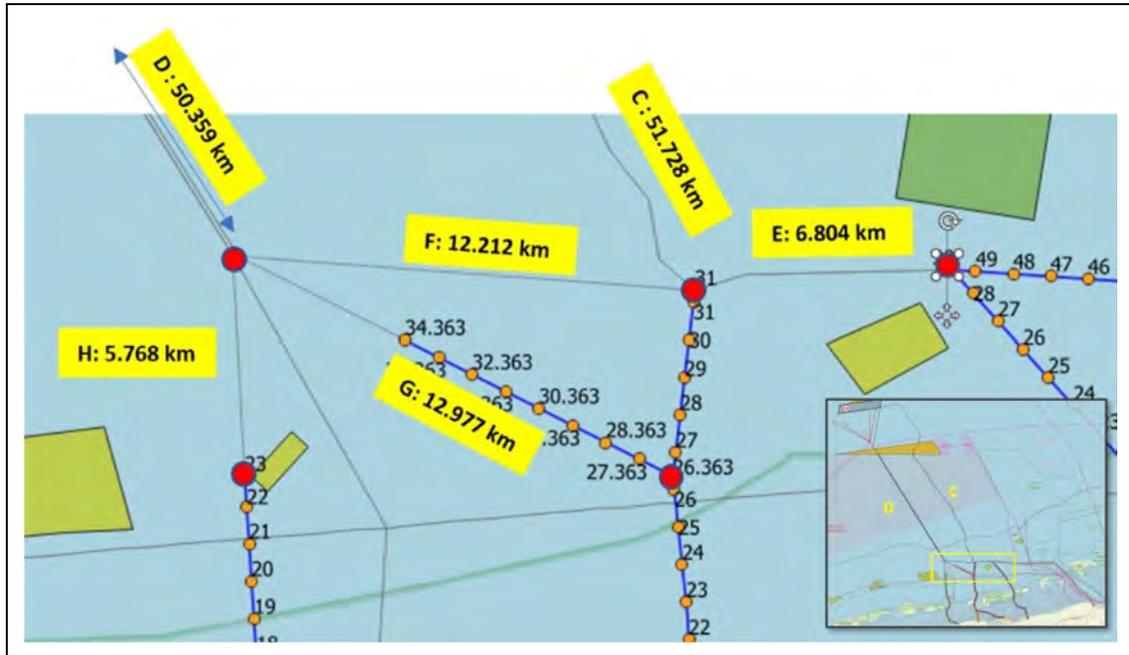


Figuur 6-5 Overzicht hybride aanleg Zoutkamperlaag West route

Hierbij is het baggeren van een toegangseul voor een legschip beperkt door een lange HDD te combineren met een trench en trenchboxen in het ondiepe gedeelte over de kwelders. Hiemeer is de lengte van de toegangseul beperkt gebleven.

7 Offshore Routes C, D, E, F, G en H

Figuur 7-1 geeft een overzicht van alle offshore routesecties waarvoor input in de tabellen is opgenomen.



Figuur 7-1 Overzicht Offshore Route secties

In het algemeen bevinden deze offshore routes zich allemaal in dieper water waar van een DP pijpenlegschip en postlay trenching gebruik kan worden gemaakt. Dit heeft beperkte invloed op de omgeving. In de tabellen voor deze route secties is rekening gehouden met de kruisingen van actieve en verlaten infrastructuur. Verlaten kabels worden verwijderd voorafgaand aan leidingaanleg.

8 Referenties

- Ref. [1] Technische ontwerpparameters voor Baseline 1 Route Ontwerp - kabels en leidingen
PAWOZ – Eemshaven, Witteveen en Bos 27-02-2023



**Appendix A Route II Oude Westereems
Tabel**



Datum 24/08/2023
 Versie 0
 Titel Oude Westereems route - Tunnel aanlanding

Tunnel kruising waterkering		
Nr.	Van KP	0.0
Sectie	Naar KP	6.5
toelichting	Kruising van primaire kering + kwelder	
Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel + intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)	
Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply	
Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	
Duur van werkzaamheden weken	52	
Baggermethode legschip toegangsgeul	TSHD	
Baggervolume (m3)	10,000	
Duur van werkzaamheden (weken)		
Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
Verspreidingslocatie	lokaal	
Verspreidingsmethode	depositie in de geul	
Breedte trench in m	8	
Diepte trench in m	5	
Lengte trench in m	25	
Talud	1:4	
Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine circa 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m ³ Verstoring zeebed 4500 m ² (1:4) slopes)	
Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m ² , plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
Licht		
Geluid		
Pijpleiding Installatie		
toelichting	tunnel exit pit	
Methode	Offshore naar land vanaf pijplegship	
Baggervolume (m3)	10,000	
Duur van werkzaamheden (weken)	12	
Moment (getij) van werkzaamheden	24/7	
Vergraven oppervlaktes (korte transitie trench) - m3	21600	
Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	450,000 m2	
Licht	24 uur operatie - support vessel	
Geluid	24 uur operatie - support vessel	
Breedte trench in m	6 / 42	
Diepte trench in m	3	
Verspreidingslocatie	lokaal	
Verspreidingsmethode		
Lengte trench in m	300	
Talud	1:6	
Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	
Licht	24/7 legschip	
Geluid	24/7 legschip	

Offshore Installatie					
Van KP	6.5	20.0	25.0	28.0	40.0
Naar KP	20.0	25.0	28.0	40.0	49.0
toelichting	Diep genoeg voor geankerd legschip		Diep genoeg voor geankerd legschip		Toegang baggeren voor geankerd legschip
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraven		Geankerd legschip + post installatie begraven		Geankerd legschip + toegangsgel + post installatie begraven
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher		Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher		Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningsschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal	water		water		water
Duur van werkzaamheden weken	13.4		4.8		2.9
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown + ankers)-m ²	6,088,500		2,255,000		1,283,000
Licht	24 uur; Anker legschip		24 uur; Anker legschip		24 uur; Anker legschip
Geluid	24 uur; Anker legschip		24 uur; Anker legschip		24 uur; Anker legschip
Baggeren toegangsgel legschip					
Baggermethode legschip toegangsgel	Niet van toepassing, wanneer geschikte (voldoende diepe) route kan worden gevonden		Niet van toepassing,		Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 2.5 meter baggerdiepte over lengte van 1 km. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag
Baggervolume (m3) - netto					140,000
Duur van werkzaamheden (weken)					2
Moment (getij) van werkzaamheden					24/7
Verspreidingslocatie					buiten geul
Verspreidingsmethode					hopper opening
Breedte trench in m					40
Diepte trench in m					2.5
Lengte trench in m					1,000
Vergraven oppervlaktes					70,000
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m ²					70,000
Talud					1:6
Licht					24/7 operatie
Geluid					24/7 operatie
Pijpleiding begraven					
toelichting	post installatie begraven		post installatie begraven		post installatie begraven in trench
Methode	ploegen, fluidiseren of jetten		ploegen, fluidiseren of jetten		ploegen, fluidiseren of jetten
Breedte trench in m					8 / 44
Diepte trench in m					3
Lengte trench in m					12000
Baggervolume (m3) - netto					940,000
Vergraven oppervlaktes (m ²)	67,500		25,000		in bagger geul
Verstoorde oppervlaktes (m ²)	135,000		50,000		in bagger geul
Duur van werkzaamheden (weken)	2		1		1
Moment (getij) van werkzaamheden	24 uur		24 uur		24 uur
Licht	24 uur operatie - support vessel		24 uur operatie - support vessel		24 uur operatie - support vessel
Geluid	24 uur operatie - support vessel		24 uur operatie - support vessel		24 uur operatie - support vessel
Aanleg kabel en leiding kruising					
Aanvoer van materieel en materiaal	0		0		5
Vergraven oppervlaktes (m ²)	Geen actieve Crossings		Geen actieve Crossings		Geen actieve Crossings
Verstoorde oppervlaktes (m ²)	Geen actieve Crossings		Geen actieve Crossings		Geen actieve Crossings
Licht					water (mattress + rock placement) in gebaggerd gebied
Geluid					in gebaggerd gebied 1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7) 1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)
Knippen kruising verlaten kabel					
Aanvoer van materieel en materiaal	0		0		0
Vergraven oppervlaktes (m ²)	Geen verlaten crossings		Geen verlaten crossings		Geen verlaten crossings
Verstoorde oppervlaktes (m ²)	Geen verlaten crossings		Geen verlaten crossings		Geen verlaten crossings
Licht					water (clumpweights)
Geluid					900 m2 1,800 m2 6 dagen werk daglicht 6 dagen werk daglicht



**Appendix B Route VII Schiermonnikoog
Wantij Tabellen**

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Schiermonnikoog - segmenttunnel shore crossing - gehele route

Nr.	Onderwerp		
Sectie	Van KP	0.0	
	Naar KP	13.0	
	<i>toelichting</i>	<i>Kruising van primaire kering + kwelder</i>	
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel	intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply	Geankerd legschip set-up bij KP13 Transportbak pijpelementen String wordt gelast en in tunnel getrokken (gevuld met water). Details van deze operatie nog onbekend. (Gasunie vervolgstudie met A. Hak)
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	water
	Duur van werkzaamheden weken	52	15 weken
	Baggermethode exit	TSHD	
	Baggervolume (m3)	10,000	
	Duur van bagger werkzaamheden (weken)		2
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
	Verspreidingslocatie	lokaal	
	Verspreidingsmethode		
	Breedte trench in m	8	
	Diepte trench in m	5	
	Lengte trench in m	25	
	Talud	1:4	
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine circa 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m ³ Verstoring zeebed 4500 m ² (1:4) slopes)	
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m ² , plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
	Licht		
	Geluid		



**Appendix C Route VIII Ameland Wantij
Tabellen**

Datum 24/08/2023
Versie 0
Titel Ameland - segmenttunnel shore crossing

Nr.	Onderwerp		
Sectie	Van KP	0.0	
	Naar KP	13.0	
	<i>toelichting</i>	<i>Kruising van primaire kering + kwelder</i>	
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel	intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply	Geankerd legschip set-up bij KP13 Transportbak pijpelementen String wordt gelast en in tunnel getrokken (gevuld met water). Details van deze operatie nog onbekend. (Gasunie vervolgstudie met A. Hak)
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	water
	Duur van werkzaamheden weken	52	15 weken
	Baggermethode exit	TSHD	
	Baggervolume (m3)	10,000	
	Duur van bagger werkzaamheden (weken)		2
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
	Verspreidingslocatie	lokaal	
	Verspreidingsmethode		
	Breedte trench in m	8	
	Diepte trench in m	5	
	Lengte trench in m	25	
	Talud	1:4	
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine circa 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m ³ Verstoring zeebed 4500 m ² (1:4) slopes)	
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m ² , plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
	Licht		
	Geluid		

Datum: 24/08/2023
 Versie: 0
 Titel: Kruising Waddengebied met serie HDD's

nr.	omschrijving	omschrijving	omschrijving	omschrijving	omschrijving	omschrijving		
	installatie	Tussen elke 1700 meter HDD zitten twee werkzaden van 100 x 30 meter	KP 1.6 - KP 1.3	KP 1.4 - KP 1.1	KP 1.2 - KP 1.0	KP 1.0 - KP 1.7		
	bedrijfsomgeving	Kruising van primaire kring + Aevelder	Kruising waddenzee	Kruising waddenzee	Kruising waddenzee	Kruising waddenzee		
	installatiemethode (300 ton HDD rig)	HDD 1 - 1700 meter - Diameter bus (36") (H4) (of 48")	HDD 2 - 1700 meter - Diameter bus (36") (H4)	HDD 3 - 1700 meter - Diameter bus (42") (H4) - Geboorte diameter (63") (H4)	HDD 4 - 1700 meter - Diameter bus (42") (H4) - Geboorte diameter (63") (H4)	HDD 5 - 1700 meter - Diameter bus (42") (H4) - Geboorte diameter (63") (H4)		
	Betoniet en Recycle	Op land	Op land via Boosterpomp / 4' retour leiding geïnstalleerd door HDD1	Op land via Boosterpomp / 4' retour leiding geïnstalleerd door HDD1 & HDD 2	Op land via Boosterpomp / 4' retour leiding geïnstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD 3	Op land via Boosterpomp / 4' retour leiding geïnstalleerd door HDD1 & HDD 2 & HDD3 & HDD 4		
	Boor proces (H4)	- Pilot 12 1/4" (H4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts rûmen fase 1 - Voorwaarts rûmen fase 2 - Voorwaarts rûmen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Clearing run - Clearing run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts rûmen fase 1 - Voorwaarts rûmen fase 2 - Voorwaarts rûmen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Clearing run - Clearing run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts rûmen fase 1 - Voorwaarts rûmen fase 2 - Voorwaarts rûmen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Clearing run - Clearing run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts rûmen fase 1 - Voorwaarts rûmen fase 2 - Voorwaarts rûmen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Clearing run - Clearing run - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (H4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts rûmen fase 1 - Voorwaarts rûmen fase 2 - Voorwaarts rûmen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Clearing run - Clearing run - Optie op meet in the middle		
	Aanvoer personeel	- Via Land	- Via Crew Boat op hoog water (zweeftboot aan boord)	- Via Crew Boat op hoog water (zweeftboot aan boord)	- Via Crew Boat op hoog water (zweeftboot aan boord)	- Via Crew Boat op hoog water (zweeftboot aan boord)		
	installatie Staten bus	Op land met pipe pusher & HDD rig 1700 meter uitleg trace nodig	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie bus live te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie bus live te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie bus live te volgen	- Intrekken met HDD rig & pipe pusher - Float-in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleepboot en positioneren op rollerbaan - Tracking met GPS systeem zodat positie bus live te volgen		
	Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)	4 (excl. mob/demob)		
	Getijden windows	Getijden windows om bouwkupen te bereiken (springs) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkupen te bereiken (doortij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkupen te bereiken (springs) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkupen te bereiken (doortij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkupen te bereiken (springs) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkupen te bereiken (doortij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkupen te bereiken (springs) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkupen te bereiken (doortij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT	Getijden windows om bouwkupen te bereiken (springs) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkupen te bereiken (doortij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT		
	Baggeren en vervoeren	KP 1.0 - KP 1.7	KP 1.8 - KP 1.5	KP 1.6 - KP 1.3	KP 1.4 - KP 1.1	KP 1.2 - KP 1.0		
	bedrijfsomgeving	Kruising van primaire kring + Aevelder	Kruising waddenzee	Kruising waddenzee	Kruising waddenzee	Kruising waddenzee		
	Baggermethode							
	Duur van werkzaamheden (weken)							
	Moment (getij) van werkzaamheden							
	Verspreidingslocatie	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT		
	Verspreidingsmethode							
	Breedte trench in m							
	Diepte trench in m							
	Langte trench in m							
	Talud							
	Verstoorde oppervlakte (grijplading touchdown) m²							
	Talud							
	Lucht							
	Getuid							
	Materiaal (offshore)							
	Overzicht van in te zetten materiaal	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter - Accommodatie voor 16 personen - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter - Accommodatie voor 16 personen - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - 30 ton nspkiaan - 1x Cranes Kraan - Spudpalen - 4x anker lieren - 1x HiBlok - Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter - Accommodatie voor 16 personen - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - 30 ton nspkiaan - 1x Cranes Kraan - Spudpalen - 4x anker lieren - 1x HiBlok - Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter - Accommodatie voor 16 personen - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - 30 ton nspkiaan - 1x Cranes Kraan - Spudpalen - 4x anker lieren - 1x HiBlok - Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter - Accommodatie voor 16 personen - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - 30 ton nspkiaan - 1x Cranes Kraan - Spudpalen - 4x anker lieren - 1x HiBlok - Damwandplanken	- HDD spread op ponton met: - Ponton 60 x 30 meter - Accommodatie voor 16 personen - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - 30 ton nspkiaan - 1x Cranes Kraan - Spudpalen - 4x anker lieren - 1x HiBlok - Damwandplanken	
	Materiaal (onshore)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorspijp 7 5/8") - 1x Skurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x Powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Betoniet opslagtank (40 R) - 2x 500 kVA generator sets (20R) - 1x 60 kVA generator set (10 R) - 1x COSSH Container(10R) - 1x Reuseer onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag betoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m³) - 30 ton nspkiaan - 18 ton mobiele kraan - Ketterpark (kamoor, vergader ruimte, schaft, kantoor, kleedruimte) (Rv 20R) - Lss equipment (optioneel)
	Aanvoer materiaal	land: - Vrachtwagens water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage (pontoons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage (pontoons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage (pontoons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage (pontoons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)	water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage (pontoons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)		
	Oppervlakte							
	Vergroeven oppervlakte (let op, hier zitten formules in dus alleen waarden in tabel zijn veranderende waarden. Dit zijn veranderende waarden)							
	HDD	Waarde	Enheid	Omschrijving				
	Diameter bus	36	[inch]	In de huidige studie gaan we uit van een 36" waterstof leiding. Om voorbereid te zijn in te toekomst kan dit bijvoorbeeld ook een 48" leiding worden.				
	Diameter bus	0.9144	[m]					
	Factor Diameter boogspijp	1.4	[-]	ijdens detailed engineering kan deze factor nog veranderen tussen de waarde 1.2 - 1.5 afhankelijk van de diameter van de bus, inside hook en radius.				
	Totale diameter boogspijp	1.2816	[m]					
	Langte boring	1700	[m]					
	Aantal boringen	6	[-]					
	Aantal m³ per boring	2168.10	[m³]					
	Totaal aantal m³	13208.60	[m³]					
	Bouwkup							
	Langte	100	[m]					
	Breedte	10	[m]					
	Diepte	4	[m]	Er is nu uitgegaan dat er uit de bouwkup 4 meter grond moet worden ontgraven wat later weer terug wordt gebracht tot origineel zeebed niveau. Dit om er voor te zorgen dat de pijp op het wad een minimale dekking heeft van 2.0 meter bovenwater leiding. Dit is voldoende voor de delen in een morfologisch stabiel gebied.				
	Aantal bouwkupen	3	[-]					
	Aantal m³ per bouwkup	4000	[m³]					
	Totaal aantal m³	20000	[m³]					
	Verstoorde oppervlakte							
	Bouwkupen	5000	[m²]	Landrijge verstoring				
	HDD dring voor installatie	10200	[m²]	Kantrijge verstoring (max 2 dagen)				
	Werkbak HDD spread							
	Langte	20	[m]					
	Breedte	30	[m]					
	Ankerlengte (x per locatie)	500	[m]					
	Totale oppervlakte	9500	[m²]	Landrijge verstoring				
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)							
	Langte	30	[m]					
	Breedte	10	[m]					
	Totale oppervlakte	1500	[m²]	Landrijge verstoring				
	Multicat / Sleeper							
	Langte	40	[m]					
	Breedte	12	[m]					
	Totale oppervlakte	2400	[m²]	Landrijge verstoring				
	Totaal aantal vergroeven volume	13208.60	[m³]					
	Totaal aantal verstoorde oppervlakte	20000	[m²]					
	Licht en geluid							
	Licht	- Boorwerkzaamheden zijn 24/7. Er kan gebruik gemaakt worden van speciale kappen rondom de lichten zodat het licht minder intens wordt evenen door vogels in het gebied - Mobiliteits- en andere werkzaamheden kunnen 12/7 worden uitgevoerd						
	Getuid	- Geluidniveau HDD spread op de bron is 93 dB. Hier kunnen mitigerende maatregelen worden genomen. Denk hierbij aan de volgende items: - Electrische HDD rig - Hybride Hogedruk pomp voor betoniet - Gebruik van moderne Generatoren (Stage V generatoren sets) - Eventueel waterstof generatoren						

Van KP	Offshore installatie	10.7	12.7
Naar KP		12.7	23.8
bedrijfsomgeving	Pull string door trench naar de kust en drage verbinding HDD sectie		Diep genoeg voor geankerd legschip
Pijplading installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraaven		Geankerd legschip + post installatie begraaven
Overzicht van in te zetten materiaal	Geankerd legschip Transportoek pijplelementen Ondersteuningschip met trencher		Geankerd legschip Transportoek pijplelementen Ondersteuningschip met trencher
Aanvoer van materiaal en materiaal	water		water
Duur van werkzaamheden weken		3.9	9.8
Verstoorde oppervlakte (ankering) m²		405,000	4,643,300
Licht	24 uur; Anker legschip		24 uur; Anker legschip
Getuid	24 uur; Anker legschip		24 uur; Anker legschip
Baggeren toegespit legschip			
Baggermethode legschip toegangspijp			
Baggermethode (m³) - netto			
Duur van werkzaamheden (weken)			
Moment (getij) van werkzaamheden			
Verspreidingslocatie			
Verspreidingsmethode			
Breedte trench in m	Niet van toepassing.		Niet van toepassing.
Diepte trench in m			
Langte trench in m			
Vergroeven oppervlakte			
Verstoorde oppervlakte (grijplading touchdown) m²			
Talud			
Lucht			
Getuid			
Pijplading begraaven			
bedrijfsomgeving	In gebaggende trench		vloegen, fuisdieren of jatten
Methode	baggeren van 3 meter diepe trench. Kofferdam vanaf het strand door breker zone. Duur baggerwerk gebaseerd op 2000m³ hegger, 6 laden per dag		
Breedte trench in m		6 / 42	
Diepte trench in m		3	
Langte trench in m		2000	
Baggervolume (m³) - netto		144,000	
Vergroeven oppervlakte (m²)		84,000	51,500
Verstoorde oppervlakte (m²)		84,000	102,000



**Appendix D Route IX Zoutkamperlaag
Tabellen**

Datum 24/08/2023
 Versie 0
 Titel Zoutkamperlaag - Oost - gehele route

HDD kruising waterkering	
Nr.	
Sectie	0.0
Naar KP	1.7
toelichting	Kruising van primaire kering + kwelder
Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD - 1700 meter - Diameter buis (36") (of 48")
Bentoniet en Recycle	Op land
Boor proces (H ₂)	- Pilot 12 1/4" (H ₂) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruimen fase 1 - Voorwaarts ruimen fase 2 - Voorwaarts ruimen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle
Aanvoer personeel	- Via land
Installatie Stalen buis	- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitleg trace nodig
Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (excl. mob/demob)
Getijden windows	Getijden windows om bouwkuipen te bereiken springtij: - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuipen te bereiken doodtij: - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT
Materieel (onshore)	- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorpijp 7 5/8") - 1x Stuurcabine (10R) - 1x Hogedrukpomp (20R) - 1x powerpack (20R) - 2x Mixunit (20R) - 1x Bentoniet opslagtank (40 ft) - 3x 500 kVa generator sets (20R) - 1x 60 kVa generator set (10 ft) - 1x Olie opslag (10R) - 1x mudlab (10R) - 2x Recycle system (20R) - 1x Reserve onderdelen container (20R) - 1x Werkplaatscontainer (20R) - 1x Container project items (20R) - Pipe Pusher (20R) - Powerpack Pipe Pusher (20R) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m3) - 30-ton rupskraan - 18-ton mobiele kraan - Ketenschip (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, kleedruimte) (8x 20R) - Las equipment (optioneel)
Aanvoer materieel	land: - Vrachtwagens water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage - pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)
Aanvoer van materieel en materiaal	
Oppervlaktes	
Vergraven oppervlaktes (let op, hier zitten formules in dus allen waarden in Groene Cellen veranderen Rode Cellen zijn b	
HDD	Waarde
Diameter buis (inch)	48
Diameter buis (m)	1.2192
Factor Diameter boorgat	1.4
Totale diameter boorgat (m)	1.70688
Lengte boring (m)	1700
Aantal m3 boring	3889.96
Bouwkuip offshore voor tie-in	
Lengte (m)	100
Breedte (m)	10
Diepte (m)	3
Aantal m3 per bouwkuip	3000
Verstoorde oppervlaktes	
Bouwkuip m2	1000
HDD string voor installatie (m2) - 5 m breed	8500
Werkbak HDD spread	
Lengte	60
Breedte	30
Ankergebied (4x per locatie)	100
Totale oppervlakte	1900
Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)	
Lengte	30
Breedte	10
Totale oppervlakte	300
Multicat / Sleeper	
Lengte	40
Breedte	12
Totale oppervlakte	

Offshore Installatie							
Van KP	1.7	3.0	8.0	12.0	19.0	22.0	26.0
Naar KP	3.0	8.0	12.0	19.0	22.0	26.0	31.0
toelichting	Diep genoeg voor geankerd legschip	Toegang baggeren voor geankerd legschip	Diep genoeg voor geankerd legschip	Diep genoeg voor geankerd legschip	Toegang baggeren voor geankerd legschip	Diep genoeg voor geankerd legschip	Diep genoeg voor DP legschip
Pijpleiding Installatiemethode	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven	Geankerd legschip + post installatie begraven
Overzicht van in te zetten materieel	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher	Geankerd legschip Transportbak pipelementen Ondersteuningsschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal	water	water	water	water	water	water	water
Duur van werkzaamheden weken	1.7	4.8	3.8	6.7	2.9	3.8	0.3
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown + ankers)-m ²	586,300	1,905,000	1,804,000	7000	1,125,000	4000	5000
Licht	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; DP legschip
Geluid	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; Anker legschip	24 uur; DP legschip
Baggermethode legschip toegangsgeul	Niet van toepassing.	Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 2.5 meter baggerdiepte over lengte. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	Niet van toepassing.	Niet van toepassing.	Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 3 meter baggerdiepte over lengte. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag	Niet van toepassing.	Niet van toepassing.
Baggevolumen (m3) - netto		700,000			550,000		
Duur van werkzaamheden (weken)		8			7		
Moment (getij) van werkzaamheden		24/7			24/7		
Verspreidingslocatie		buiten geul			buiten geul		
Verspreidingsmethode		hopper opening			hopper opening		
Breedte trench in m		40			40		
Diepte trench in m		2.5			2		
Lengte trench in m		5,000			3,000		
Vergraven oppervlaktes		350,000			228,000		
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m ²		350,000			228,000		
Talud		1.6			1.6		
Licht		24/7 operatie			24/7 operatie		
Geluid		24/7 operatie			24/7 operatie		
Pijpleiding begraven							
toelichting	post installatie begraven	post installatie begraven in trench	post installatie begraven	post installatie begraven	post installatie begraven in trench	post installatie begraven	post installatie begraven
Methode	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten	ploegen, fluidiseren of jetten
Duur van werkzaamheden (weken)	1	1	1	1	1	1	1
Moment (getij) van werkzaamheden	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur	24 uur
Vergraven oppervlaktes (m ²)	6,500	in bagger geul	20,000	35,000	in bagger geul	20,000	25,000
Verstoorde oppervlaktes (m ²)	13,000	in bagger geul	40,000	70,000	in bagger geul	40,000	50,000
Licht	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Geluid	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel	24 uur operatie - support vessel
Aanleg kabel en leiding kruising	0	0	0	0	0	1 NGT	0
Aanvoer van materieel en materiaal						water (mattress + rock placement)	
Vergraven oppervlaktes (m ²)						mvt	
Verstoorde oppervlaktes (m ²)		Geen active Crossings	Geen active Crossings	Geen active Crossings	Geen active Crossings	3,000 m2	Geen active Crossings
Licht						1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)	
Geluid						1 maal 1 + 2 dagen werk (24/7)	
Knippen kruising verlaten kabel	0	2	7	3	7	0	0
Aanvoer van materieel en materiaal		water (clumpweights)	water (clumpweights)	water (clumpweights)	water (clumpweights)		
Vergraven oppervlaktes (m ²)		600 m2	300 m2	900 m2	300 m2		
Verstoorde oppervlaktes (m ²)		1,200 m2	600 m2	1,800 m2	600 m2		
Licht		4 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht	6 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht	Geen verlaten crossings	Geen verlaten crossings
Geluid		4 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht	6 dagen werk daglicht	2 dagen werk daglicht		

Datum 24/08/2023
 Versie 0
 Titel Zoutkamperlaag - segmenttunnel shore crossing

Benodigde informatie op de Waddenzee baseline 2			Zie voor rest route Baseline2-East HDD KP12 en verder
Nr.	Onderwerp		
Sectie	Van KP	-0.8	
	Naar KP	5.0	
	<i>toelichting</i>	<i>Kruising van primaire kering + kwelder</i>	
	Pijpleiding Installatiemethode	Geboorde tunnel + intrekken leiding (offshore naar onshore of onshore naar offshore)	
	Overzicht van in te zetten materieel	Tunnel OD 4 m / ID 3.6 m (bv een Herrenknecht AVND3600AH segment lining machine, Earth Pressure Balance of Slurry TBM. Geankerd legschip pipe supply	
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	
	Duur van werkzaamheden weken	52	
	Baggermethode legschip toegangsgedul	TSHD	
	Baggervolume (m3)	10,000	
	Duur van werkzaamheden (weken)		
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
	Verspreidingslocatie	lokaal	
	Verspreidingsmethode	depositie in de geul	
	Breedte trench in m	8	
	Diepte trench in m	5	
	Lengte trench in m	25	
	Talud	1:4	
	Vergraven oppervlaktes (tunnel pit, laybarge access channel)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine circa 12 meter diep.: Bagger volume 10.000m ³ Verstoring zeebed 4500 m ² (1:4) slopes)	
	Verstoorde oppervlaktes (ankers, pijpleiding touchdown)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m ² , plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
	Licht		
	Geluid		
	Pijpleiding begraven : Baggeren en vergraven		
	<i>toelichting</i>	<i>tunnel exit pit</i>	
	Methode	TSHD	
	Baggervolume (m3)	10,000	
	Duur van werkzaamheden (weken)	nvt	
	Moment (getij) van werkzaamheden	rondom laagtij	
	Verspreidingslocatie	lokaal	
	Verspreidingsmethode	depositie in de geul	
	Breedte trench in m	8	
	Diepte trench in m	5	
	Lengte trench in m	25	
	Talud	1:4	
	Aanvoer van materieel en materiaal	land en water	
	Vergraven oppervlaktes (m ²)	Ontvangst lokatie tunnel boor machine circa 12 meter diep.: Verstoring zeebed 4500 m ² (1:4) slopes)	
	Verstoorde oppervlaktes (m ²)	Minimale land constructie site 100*100=10,000m ² , plus opslag segmenten (basis is intrekken leiding van offshore)	
	Licht		
	Geluid		

Datum 24/08/2023
 Versie 0
 Titel Zoukampverlaag - West serie HDD's

Bevoegdheidsinformatie op de Werklocatie Baseline X, V15.1			
Nr.	Onderwerp		
	Installatie	Er zijn circa 1700 meter HDD ritten te plaatsen van 300 x 30 meter	NP 3.6 - NP 3.3
	Bevoegdheid	Kruising van primaire kering + beveler	Kruising wadzone / Engelmarsgrijs
	Installatiemethode (300-ton HDD rig)	HDD 1 - 1700 meter - Diameter buis (36") (R4) (of 48")	HDD 3 - 1700 meter - Diameter buis (36") (R4) (of 48")
	Betoniet en Recycle	Op land	Op land via Boorterpomp / 6" retour leiding geïntegreerd door HDD1
	Boor proces (R4)	- Pilot 12 1/4" (R4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruisen fase 1 - Voorwaarts ruisen fase 2 - Voorwaarts ruisen fase 3 (rijen voor 48" pijp) - Clearing van - Optie op meet in the middle	- Pilot 12 1/4" (R4) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts ruisen fase 1 - Voorwaarts ruisen fase 2 - Voorwaarts ruisen fase 3 (rijen voor 48" pijp) - Clearing van - Optie op meet in the middle
	Aanvoer personeel	- Via land	- Via Crew Boat op hoog water (zweeftboot aan boord) - Zwer ondiep + 2 meter LAT eventueel met ambroscische voertuigen
	Installatie Staken buis	Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitlag trace nodig	- In trekken met HDD rig & pipe pusher - Float in op hoog tij met shallow draft multicat / Sleefboot en positioneren op rijkolven - Tracking met GPS systeem zodat positie buis live is te volgen
	Door en moment (getij) van werkzaamheden weken	4 (incl. mob/demob)	4 (incl. mob/demob)
	Getijden winds	Getijden winds om bouwkuipen te bereiken (springtij) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden winds om bouwkuipen te bereiken (doodtij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT	Getijden winds om bouwkuipen te bereiken (springtij) - +/- 5:20 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT Getijden winds om bouwkuipen te bereiken (doodtij) - +/- 3:10 uur voor locaties +1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties +1.1 meter LAT
	Bagger en vergraven	NP 3.3 - NP 3.2	NP 3.6 - NP 3.3
	Bevoegdheid	Kruising van primaire kering + beveler	Kruising wadzone
	Baggermethode		Kruising wadzone / Engelmarsgrijs
	Baggermethode (incl)		
	Doel van werkzaamheden (weeken)		
	Moment (getij) van werkzaamheden		
	Verenigingslicentie	NVT	NVT
	Verprijingsmethode		
	Breedte trench in m		
	Diepte trench in m		
	Langte trench in m		
	Talud		
	Materiaal (offshore)		
	Overzicht van in te zetten materiaal		
	Materiaal (onshore)		
	Overzicht van in te zetten materiaal		
	Aanvoer materiaal		
	Aanvoer van materiaal en materiaal		
	Opmerkingen		
	Vergraven oppervlaktes (zie op, hier zitten formules in dus alleen waarden in tabel) - veranderen naar (klein) zijn berekende waarden		
	HDD	Waarde	Eenhed
	Diameter buis	48	[m]
	Diameter boorgat	1.2192	[m]
	Totaal diameter boorgat	1.2068	[m]
	Langte booring	1700	[m]
	Aantal booringen	6	[]
	Aantal m3 per booring	3889.96	[m3]
	Totaal aantal m3	23339.74	[m3]
	Bouwkuip		
	Langte	100	[m]
	Breedte	10	[m]
	Diepte	6	[m]
	Aantal bouwkuipen	5	[]
	Aantal m3 per bouwkuip	6000	[m3]
	Totaal aantal m3	30000	[m3]
	Verstoorde oppervlaktes		
	Bouwkuipen	3000	[m2]
	HDD string voor installatie	10100	[m2]
	Werkbak HDD spread		
	Langte	60	[m]
	Breedte	30	[m]
	Inhoud (m3 per locatie)	500	[m3]
	Totaal oppervlakte	9500	[m2]
	Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)		
	Langte	30	[m]
	Breedte	10	[m]
	Totaal oppervlakte	1500	[m2]
	Multicat / Sleever		
	Langte	40	[m]
	Breedte	12	[m]
	Totaal oppervlakte	2400	[m2]
	Totaal aantal vergraven volume	53339.74	[m3]
	Totaal aantal verstoorde oppervlaktes	28600	[m2]
	Licht en geluid		
	Licht		
	Geluid		

Zie voor het route Baseline-East HDD KP12 en verder 200 meter tail voor meezorg

Er is nu uitgegaan dat er uit de bouwkuip 1 meter grond moet worden ontgraven wat later weer terug wordt gebracht tot origineel zeed niveau Dit om er voor te zorgen dat de pijp op het wad een minimale dekking heeft van 4.0 meter bovenkant leiding. Dit aangezien het gebied morfologisch instabiel is.

Datum 24/08/2023
 Versie 0
 Titel Zoutkamperlaag - West Hybride

HDD kruising waterkering		
Van KP		0.0
Naar KP		1.7
toelichting		Kruising van primaire kersing + kwelder
Installatiemethode (300-ton HDD rig)		HDD - 1700 meter - Diameter buis (36") (H ₂) (of 48")
Bentoniet en Recycle		Op land
Boor proces (H ₂)		- Pilot 12 1/4" (H ₂) incl. Gyro Steering Tool / Paratek - Voorwaarts rûmen fase 1 - Voorwaarts rûmen fase 2 - Voorwaarts rûmen fase 3 (alleen voor 48" pijp) - Cleaning run - Optie op meet in the middle
Aanvoer personeel		- Via land
Installatie Stalen buis		- Op land met pipe pusher & HDD rig - 1700 meter uitleg trace nodig
Duur en moment (getij) van werkzaamheden weken		4 (excl. mob/demob)
Getijden windows		Getijden windows om bouwkuijen te bereiken springtij - +/- 5:20 uur voor locaties + 1.6 meter LAT - +/- 7:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT Getijden windows om bouwkuijen te bereiken doortij - +/- 3:10 uur voor locaties + 1.6 meter LAT - +/- 6:20 uur voor locaties + 1.1 meter LAT
Materieel (onshore)		
Overzicht van in te zetten materieel		- HDD spread met: - 1x 300-ton HDD rig - Stangenkranen (2000 meter boorpijp 7 5/8") - 1x Stuurcabine (10ft) - 1x Hogedrukpomp (20ft) - 1x powerpack (20ft) - 2x Mixunit (20ft) - 1x Bentoniet opslagtank (40 ft) - 3x 500 kVa generator sets (20ft) - 1x 60 kVa generator set (10 ft) - 1x Olie opslag (10ft) - 1x mudlab (10ft) - 2x Recycle system (20ft) - 1x Reserve onderdelen container (20ft) - 1x Werkplaatscontainer (20ft) - 1x Container project items (20ft) - Pipe Pusher (20ft) - Powerpack Pipe Pusher (20ft) - Gebied opslag project spullen (5x5 meter) - Gebied opslag bentoniet (5 x 10 meter) - Wateropslag (200 m3) - 30-ton rupskraan - 18-ton mobiele kraan - Katerpark (kantoor, vergaderruimte, schaft, sanitair, Meedruimtes) (8x 20ft) - Las equipment (optioneel)
Aanvoer materieel		land: - vrachtwagens water: - Sleepboten < 500 t Gross tonnage (GT) - Crew boten / kleine sleepers < 25 t Gross tonnage pontons (30x10 meter) - Bunker schip < 100 t Gross Tonnage (GT)
Aanvoer van materieel en materiaal		
Oppervlaktes		
Vergraven oppervlaktes (zie op, hier zitten formules in dus allen waarden in Groene Colom, veranderen Rode Colom zijn be)		
HDD		
Diameter buis (inch)	Waarde	48
Diameter buis (m)		1.2192
Factor Diameter boorgat		1.4
Totale diameter boorgat (m)		1.70688
Lengte boring (m)		1700
Aantal m3 boring		3889.94
Bouwkuij offshore voor tie-in		
Lengte (m)		100
Breedte (m)		10
Diepte (m)		3
Aantal m3 per bouwkuij		3000
Verstoorde oppervlaktes		
Bouwkuij m2		1000
HDD string voor installatie (m2) - 5 m breed		8500
Werkbak HDD spread		
Lengte		60
Breedte		30
Ankergebied (4x per locatie)		100
Totale oppervlakte		1900
Werkbak Extra equipment (aan/afvoer)		
lengte		30
breedte		10
Totale oppervlakte		300
Multicat / Sleeper		
Lengte		40
Breedte		12
Totale oppervlakte		480
Totaal aantal vergraven volume		
		3000
Totaal aantal verstoorde oppervlaktes		
		12180
Licht en geluid		
Licht		- Boonwerkzaamheden zijn 24/7. Er kan gebruik gemaakt worden van groene kappen rondom de lichten zodat het licht minder intens wordt ervaren door vogels in het gebied - Mobilisatie en andere werkzaamheden kunnen 12/7 worden uitgevoerd
Geluid		- Geluidsniveau HDD spread op de bron is XX dB. Hier kunnen mitigerende maatregelen voor worden genomen. Denk hierbij aan de volgende items: - Elektrische HDD rig - Hybride Hogedruk pomp voor bentoniet - Gebruik van moderne Generatoren (Stage V generatoren sets) - Eventueel waterstof generatoren

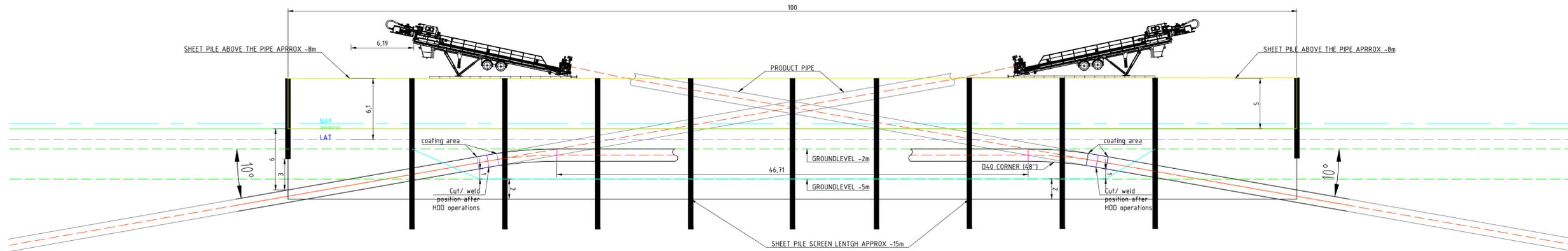
Trench Sectie		
Van KP		1.7
Naar KP		3.0
toelichting		Ondiepe sectietrenching met trenchboxen
Pijpleiding Installatiemethode		Leiding ingetrokken vanaf geankerd legschip bij KP 3.5
Overzicht van in te zetten materieel		Geankerd legschip Transportbak pijpelementen
Aanvoer van materieel en materiaal		water
Duur van werkzaamheden weken (fabriceren string en intrekken ichting HDD tie-in)		3 weken
Licht		24/7 geankerde legbak
Geluid		24/7 geankerde legbak
Trenching		
Materieel		Plaatsen en ontgraven trenchboxen : Opslag trenchboxen en kantoren nabij constructie site: 100 m * 100 m 2* 18 ton mobiele kraan (amfibisch) transport equipment amfibisch
Baggervolume (m3) - (binnen trenchbox)		13,650
Duur van werkzaamheden (weken)		12 weken
Moment (getij) van werkzaamheden		in corridor (later terug geplaatst)
Verspreidingslocatie		backhoe
Verspreidingsmethode		3.5
Breedte trench in m		3.0
Diepte trench in m		1300
Lengte trench in m		4,550
Vergraven oppervlaktes m ²		52,000
Verstoorde oppervlaktes m ²		16
Licht		werk bij daglicht
Geluid		werk bij daglicht
Pijpleiding Intrekken		
toelichting		winch site
Methode		nvt
Baggervolume (m3)		3 weken
Duur van werkzaamheden (weken)		24/7
Moment (getij) van werkzaamheden		NVT
Vergraven oppervlaktes (m ²)		0
Verstoorde oppervlaktes winch site op HDD cofferdam (m ²)		24/7
Licht		24/7
Geluid		24/7
Aanleg kabel en leiding kruising		
Aanvoer van materieel en materiaal		Geen actieve kabel kruising
Vergraven oppervlaktes (m ²)		
Verstoorde oppervlaktes (m ²)		
Licht		
Geluid		
Knippen kruising verlaten kabel		
Aanvoer van materieel en materiaal		Geen verlaten kabel kruising
Vergraven oppervlaktes (m ²)		
Verstoorde oppervlaktes (m ²)		
Licht		
Geluid		

Offshore installatie		
Van KP		3.0
Naar KP		5.0
toelichting		Toegang baggeren voor geankerd legschip
Pijpleiding Installatiemethode		Geankerd legschip + toegangsgeul + post installatie begraven
Overzicht van in te zetten materieel		Geankerd legschip Transportbak pijpelementen Ondersteuningschip met trencher
Aanvoer van materieel en materiaal		water
Duur van werkzaamheden weken		1.9
Verstoorde oppervlaktes (pijpleiding touchdown)-m ²		726,000
Licht		24 uur; Anker legschip
Geluid		24 uur; Anker legschip
Baggeren toegangsgeul legschip		
Baggermethode legschip toegangsgeul		Afhankelijk zeebed migratie. Aangenomen 4 meter baggerdiepte over lengte. Gebaseerd op 2000m3 hopper, 6 ladingen per dag
Baggervolume (m3) - netto		500,000
Duur van werkzaamheden (weken)		6
Moment (getij) van werkzaamheden		24/7
Verspreidingslocatie		buiten geul
Verspreidingsmethode		hopper opening
Breedte trench in m		40 / 88
Diepte trench in m		4
Lengte trench in m		2,000
Vergraven oppervlaktes m ²		176,000
Verstoorde oppervlaktes m ²		176,000
Licht		16
Geluid		24/7 operatie
Aanleg kabel en leiding kruising		0
Aanvoer van materieel en materiaal		Geen actieve Crossings
Vergraven oppervlaktes (m ²)		
Verstoorde oppervlaktes (m ²)		
Licht		
Geluid		
Knippen kruising verlaten kabel		
Aanvoer van materieel en materiaal		Geen verlaten kabel kruising
Vergraven oppervlaktes (m ²)		
Verstoorde oppervlaktes (m ²)		
Licht		
Geluid		

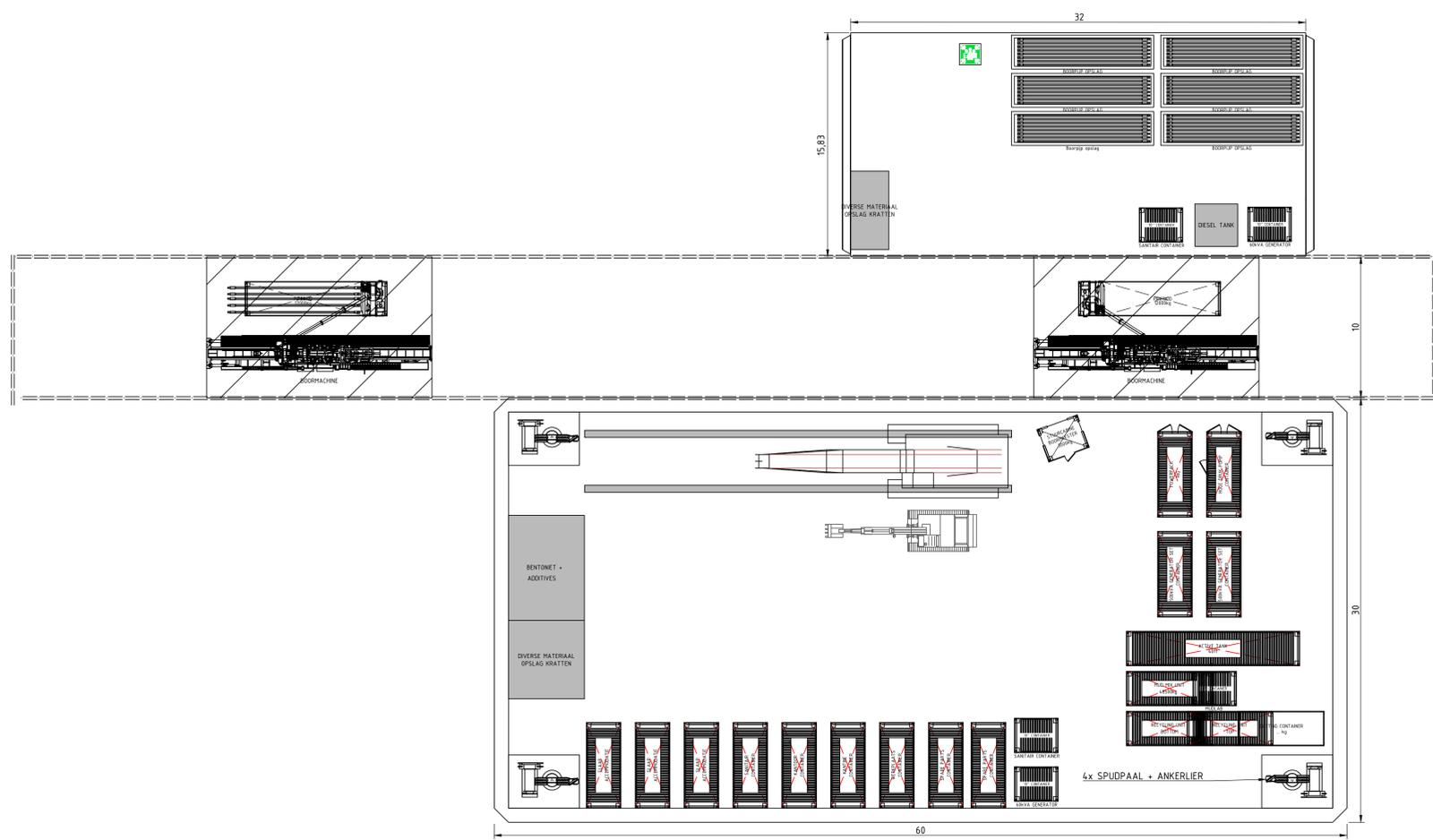
Zie voor rest route
 Baseline2- East HDD
 KP 12 en verder (300
 meter tail voor
 recovery)



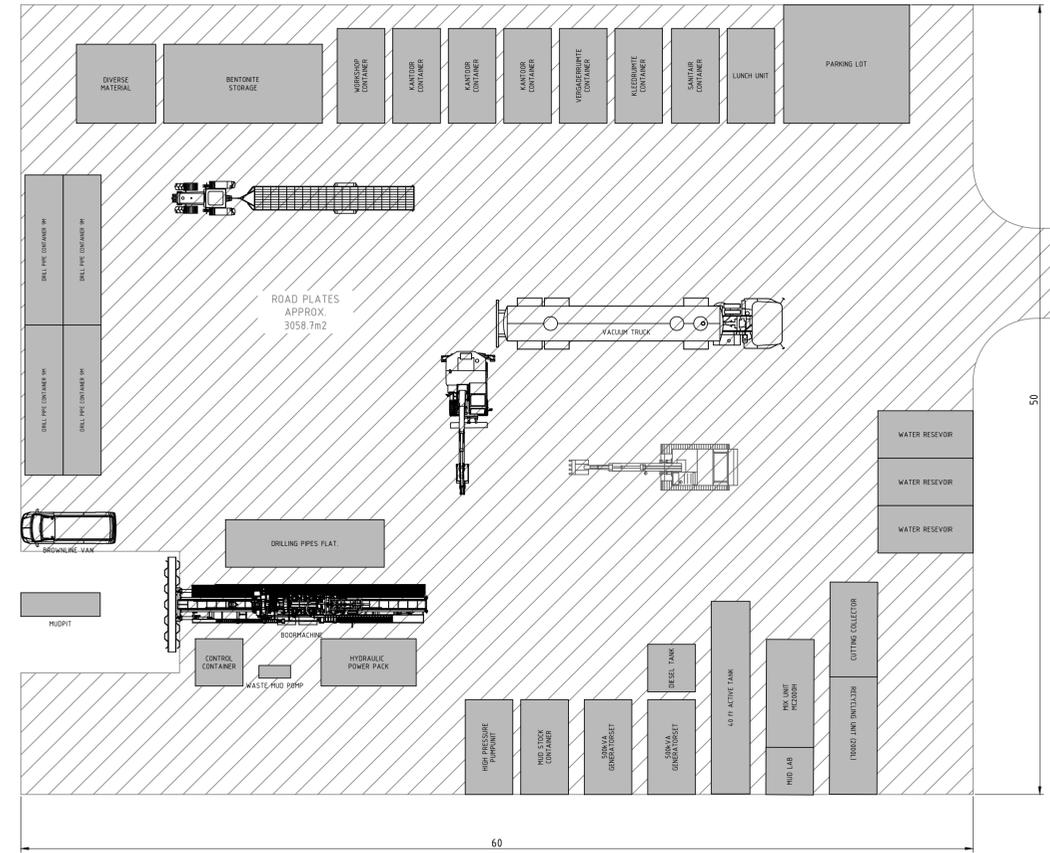
**Appendix E Aanvullende tekeningen HDD
serie constructie (VLST b.v.)**



SIDE VIEW SHEET "DRILL ISLAND"
SCALE 1:200



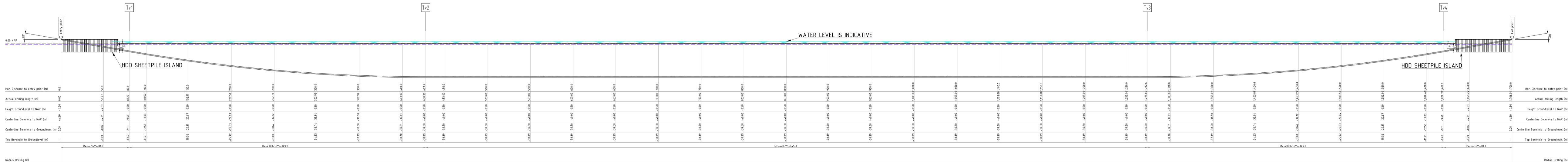
TOP VIEW SITE LAYOUT OFFSHORE HDD
SCALE Custom



TYPICAL SITE SETUP ONSHORE
SCALE 1:200

 		Van Leeuwen Trenchless Techniques <small>Amptreweg 17, 3442 AB Woerden T +31 (0)348 44 14 99 telekamer@vlst.com www.vlst.com</small>	
Project		STUDY "WADDENZEE"	
Subject		DAMWAND KUIP WADDENZEE KRUISINGEN	
Contractor		Intecsea <small>Worley Group</small>	
Licenceholder		N.A.	
Dossier nummer	Drawn by	Date	Scale
-	S.VANZWOL	7-8-2023	1:200
Character	Checked by	Date Check	Format
-	-	-	A15 (594 x 1050)
Coördinaatstelsel: n/a		Sheet	Page
		1 / 1	LAYOUT
		Drawingnumber	Wijz.
		23136999-PO	1

CONCEPT TOP VIEW
SCALE 1:1000



 		Van Leeuwen Trenchless Techniques Ampèreweg 17, 3442 AB Woerden T +31 (0)348 44 14 99 info@vlt.com www.vlt.com	
Project		STUDY "WADDENZEE"	
Subject		CONCEPT HDD PROFILE	
Contractor		INTECSEA	
Licenseholder		N.A.	
Client ID	Drawn by	Date	Scale
	S. VAN ZWOL	3-8-2023	1:1000
Character	Checked by	Date Check	Format
			A23 (420 x 1890)
Sheet		Drawingsheet	WIG
1 / 1		23136999-PO	1
Coordinates/Sheet: n/a			





ANHANG: HERITAGE IMPACT ASSESSMENT



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ)-EEMSHAVEN

Heritage Impact Assessment of the UNESCO World Heritage Site the Wadden Sea

Ministry of Climate and Green Growth

7 February 2025

1	INTRODUCTION	7
1.1	Objective of PAWOZ	7
1.2	World Heritage in Dutch law	7
1.3	PAWOZ in Heritage Impact Assessment	8
1.4	Method	8
2	HIA METHODOLOGY	10
2.1	World Heritage Convention and Statement of Outstanding Universal Value	10
2.1.1	Outstanding Universal Value (OUV)	10
2.2	Assessment alternatives and impact on the World Heritage site	11
2.2.1	Identifying impacts	11
2.2.2	Predicting impacts	11
2.2.3	Evaluating impacts	12
2.3	Mitigating negative impacts	12
3	HIA OF THE WADDEN SEA	14
3.1	Current situation	15
3.1.1	Geological processes	15
3.1.2	Ecological processes and biodiversity	16
3.1.3	Management and protection	16
3.2	Outstanding Universal Value of the Wadden Sea	17
3.2.1	Criteria	17
3.2.2	Substantiating the OUV of the Wadden Sea into attributes	18
3.3	Wadden Sea specific HIA assessment method	19
3.3.1	Relationship HIA and EIA	19
4	THE PROPOSED ACTION IN THE WADDEN SEA	26
4.1	Scope: Distinction World Heritage site, buffer zone and wider setting	26
4.2	The proposed action	26
4.2.1	Electrical connection network at sea and on land	28
4.2.2	Hydrogen connection network at sea and on land	29
4.2.3	Tunnel system	29
4.2.4	Installation techniques for cable systems and pipelines at sea and land	29
4.3	Investigated alternatives	30
4.3.1	II: Oude Westereems route	32
4.3.2	V: Boschgat route	33
4.3.3	VII: Schiermonnikoog Wantij route	35
4.3.4	VIII: Ameland Wantij route	37

4.3.5	IX: Zoutkamperlaag route	38
4.3.6	X: Tunnel route	40
5	IMPACT ASSESSMENT OF PAWOZ ROUTES ON THE OUV OF THE WADDEN SEA	42
5.1.1	II: Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)	42
5.1.2	II: Oude Westereems route - pipeline	53
5.1.3	V: Boschgat route- cable system (variant A and A1 together)	64
5.1.4	VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)	76
5.1.5	VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline	88
5.1.6	VIII: Ameland Wantij route - pipeline	99
5.1.7	IX: Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)	110
5.1.8	X: Tunnel route	122
6	CUMULATIVE EFFECTS	132
6.1.1	Autonomous developments	132
6.1.2	Future developments	134
6.2	Cumulative effects	135
6.2.1	Cumulative effects on geological processes	136
6.2.2	Cumulative effects on ecological processes and biodiversity	136
7	CONCLUSION	148
7.1	Impact on overall OUV	149
7.2	Impact on OUVs per route	151
7.3	Compensation measures	155
7.4	Recommendations for further research	158
7.5	Recommendations for Wadden Sea specific HIA methodology	161
8	TERMINOLOGY	162
9	REFERENCES	165
	Last page	167

Table of contents

Number of pages

I	Outstanding Universal Value Criteria, UNESCO	1
II	HIA Impact Assessment table	1
III	UNESCO statement of outstanding universal value of the Wadden Sea	2
IV	HIA assessment table for PAWOZ	6
V	Cable system and pipeline installation techniques at sea and land	3

SUMMARY

PM to be inserted in the definitive edition (NL/UK)

1

INTRODUCTION

1.1 Objective of PAWOZ

In the Climate Agreement ([2021](#)) the European Union and the Dutch government set the goals to achieve a 55 % reduction in CO₂ emissions by 2030 and to become climate-neutral by 2050. Climate-neutral means ensuring no harmful substances are emitted that alter the climate. To achieve these goals, the generation of wind energy at sea is being considered as one of the solutions. Research by the Dutch government indicates that there is space for multiple wind farms in the North Sea, including northwards of the Dutch Wadden Islands. These offshore wind farms will produce both electricity and hydrogen. These wind farms can generate significant amounts of renewable energy. However, in order to use this energy, it must be transported to the mainland through high voltage electricity cable systems (hereinafter: cable systems) or hydrogen pipelines (hereinafter: pipelines).

The program 'Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven' (PAWOZ or 'Offshore Wind Connection Program - Eemshaven' in English), investigates potential routes in order to transfer energy produced in offshore wind farms to the mainland, more specifically to the Eemshaven. These potential routes not only cross the North Sea and the mainland, but also the UNESCO World Heritage site the Wadden Sea.

1.2 World Heritage in Dutch law

Since 2009, the Wadden Sea has been recognized as a UNESCO Natural World Heritage Site under the World Heritage Convention (1972). This designation entails a commitment to safeguarding the Wadden Sea's Outstanding Universal Value (OUV), encompassing its geomorphological processes, ecological dynamics, and rich biodiversity. Dutch national legislation pertaining to activities that could impact World Heritage is addressed within the framework of the 'Omgevingswet' (Environmental law), more specifically within the 'Besluit activiteiten leefomgeving' (Bal) (Environmental activities decree) and the 'Besluit kwaliteit leefomgeving' (Bkl) (Quality of the living environment decree).

Article 5.131 of the Bkl mandates an 'Omgevingsplan' (Environmental plan) must consider the preservation of the OUV of World Heritage. Furthermore, article 9.2 of the Bkl stipulates that the Minister of Climate Policy and Green Growth is prohibited from issuing a 'Projectbesluit' (project decision) if a project poses a threat to any OUVs. Chapter 14 of the Bal delineates national regulations concerning activities that directly or indirectly affect World Heritage. Specifically, article 14.7 of the Bal mandates safeguarding of World Heritage properties to prevent its damage or destruction ([Cultural Heritage Agency of the Netherlands, et al., 2024, p.8](#)).

The initiator of an activity is obliged to take all necessary measures to prevent any adverse effects on the OUV of the World Heritage Site. This duty of care is fundamental to the protection of World Heritage. However, the assessment of activities against the OUV of the Wadden Sea is not sufficiently ensured in the Nature Conservation Act nor in the Environmental Planning Act system. The geological and ecological processes, biodiversity values, and the integrity of the Wadden Sea are not covered by the Natura 2000 conservation objectives for the Wadden Sea, nor is there any other provision for assessing activities and projects against these components of the OUV (Bastmeijer and Philippart, [2024](#)). Therefore, a Heritage

Impact Assessment (HIA) is needed in the case of PAWOZ, which will be further detailed in the following paragraph.

The site manager (the organization appointed as the custodian responsible for managing the relevant World Heritage Site) has a duty to promptly inform the Minister of Education, Culture, and Science of any planned activities that may impact the OUV of the World Heritage Site (article 10.49 Omgevingsbesluit).

1.3 PAWOZ in Heritage Impact Assessment

The areas in which the potential routes are projected host a variety of users and functions. On the mainland, there are extensive areas of fertile agricultural land, industry, onshore windfarms and the port of Eemshaven. At sea, navigation, fishing- and tourist activities are common, and diverse marine life thrives within. Given the potential implications of the routes for both society and environment, an Environmental Impact Assessment (EIA) and Integrated Impact Assessment (IIA) were conducted. These assessments were carried out to clarify the environmental impact of each potential route.

Considering that the potential routes intersect with the UNESCO World Heritage site the Wadden Sea, this HIA was conducted concurrently with the EIA and IIA. The HIA ensures timely evaluation of the potential impact on the OUV of the Wadden Sea. The HIA assessment is based on findings in the EIA sub-reports Nature and Seabed (In Dutch: MER sub-rapporten Natuur en Bodem op Zee). In line with the EIA, this HIA only assesses the effects of the installation of one cable system or one pipeline per year. The HIA assessment is conducted after technical and spatial optimization and effect mitigation of the routes. The findings of this HIA serve as a crucial component of decision-making information in determining the preferred solution.

1.4 Method

This research report employs the Heritage Impact Assessment (HIA) method, jointly developed by UNESCO and the advisory bodies to the World Heritage Committee, ICCROM, ICOMOS, and IUCN. The HIA methodology was created to foster cross-sectoral, multidisciplinary collaboration to identify solutions for protecting World Heritage properties and its appropriate adaptation to societal developments.

The Guidance and Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context ([UNESCO, et al., 2022](#)) (from now referred to as: HIA Guideline) elucidates how HIAs help to gain insight in how project-related proposed activities may impact the OUV of World Heritage properties.

HIAs are conducted at the outset of project planning to identify any potential conflicts between proposed activities and the OUV of a particular site. Activities that jeopardize the OUV should be avoided. Given the irreplaceable nature of World Heritage, any necessary activities should prioritize minimizing impacts.

Based on the standard HIA method, but applied to the context of the Wadden Sea, this HIA research process involves five key steps:

- 1 Methodology description (Chapter 2).
- 2 Baseline and assessment method of the conservation values (OUVs) of the World Heritage property the Wadden Sea (Chapter 3).
- 3 Description of the proposed action, optimization and mitigation measures (Chapter 4).
- 4 Evaluation of the impacts of the proposed action on the OUVs of the World Heritage property (Chapter 5) and cumulative effects (Chapter 6).
- 5 Conclusion, compensation measures and recommendations for further HIAs of the Wadden Sea (Chapter 7).

Throughout the HIA process, engaging site holders of the relevant World Heritage Site is crucial. These

participatory engagements aim to proactively explore mitigating measures to minimize impacts on the site's core qualities. The participatory process of PAWOZ is detailed in the sub-report Stakeholder Management Plan (PAWOZ deelrapport Omgeving).

2

HIA METHODOLOGY

The rich diversity of heritage sites worldwide underscores the varying impacts they can experience. In order to comprehend the ramifications of activities on UNESCO sites, UNESCO has developed the HIA method. The HIA method involves conducting research to assess the impacts of proposed activities on the OUV of a World Heritage Site. The principal focus lies in safeguarding the integrity and authenticity of these heritage sites, thereby preventing and mitigating adverse effects. This chapter sets out the HIA methodology as outlined by UNESCO advisory bodies. In Section 3.3 the methodology of the HIA applied to the Wadden Sea is specified.

2.1 World Heritage Convention and Statement of Outstanding Universal Value

The World Heritage Convention is an international treaty adopted by the United Nations (UN) in 1972. The treaty establishes that cultural and natural sites, due to their OUV, should be protected in the future. These sites are included on the UNESCO World Heritage list. The Netherlands has signed the treaty and is therefore bound by its provisions.

The UNESCO Statement of Outstanding Universal Value includes the criteria of world heritage that constitute the OUV of a site. The ten criteria established by UNESCO (Annex I) describe aspects that make heritage of exceptional significance and of international importance for current and future generations, thus requiring permanent protection ([UNESCO, 2023](#)).

2.1.1 Outstanding Universal Value (OUV)

A HIA assesses the effects of project-related proposed activities on the OUV of the respective World Heritage. The OUV consists of the cultural and natural qualities that characterize the World Heritage. Heritage that meets at least one of the ten criteria for OUV (Annex I), and the conditions for integrity, protection and management (and in the case of *cultural* World Heritage also authenticity), is deemed 'of Outstanding Universal Value' and is thus eligible for the World Heritage List ([UNESCO, 2023](#)).

Integrity

Integrity is a measure of the wholeness and intactness of the natural and/or cultural heritage and its attributes:

- The extent to which the World Heritage Site includes all elements necessary to express its OUV.
- Whether it is of adequate size to ensure the complete representation of the features and processes which convey the World Heritage Site's significance.
- Whether it has been protected from adverse effects of development and/or neglect.

Authenticity is not considered a criterion for natural heritage and therefore not included in this assessment.

Protection and management

Protection and management relate to how a World Heritage Site's OUV, including its integrity and/or authenticity, are sustained and enhanced over time.

2.2 Assessment alternatives and impact on the World Heritage site

A critical part of the HIA-method is identifying, predicting, and subsequently evaluating impacts.

2.2.1 Identifying impacts

The aim of the impact identification is to determine what would happen to the attributes of a World Heritage Site if a proposed action took place. Attributes are the elements of a World Heritage site that convey its OUV and make them understandable. They can be physical, tangible features, but can also be intangible aspects such as social arrangements or cultural practices. An impact is the interaction of the proposed action with an attribute of the World Heritage Site. The impact assessment distinguishes three types of impact.

Direct impact

Direct impacts destroy or change the OUV of a World Heritage site as an immediate consequence of the proposed action. They are usually spatially close to the activity that causes them. For example, significant increase in noise levels at a natural heritage site reduces the quality of bird habitats.

Indirect impact

Indirect impacts are the effects that affect the OUV of a World Heritage site that are not immediately caused by the proposed action itself but occur as a result of the direct impacts. They are secondary consequences that are usually spatially removed from the initial activity and occur in the wider setting of the site. For example, changes in natural water flow downstream of a new dam affecting the OUV of a heritage site dependent on natural water fluctuation patterns.

Cumulative impact

Cumulative impact is the accumulation of multiple (small) disturbances to the OUV of the heritage site. These impacts consider the aggregate effect of past, present and reasonably foreseeable future actions and how they interact with each other. For example, multiple projects leading to progressive loss of natural habitat and associated animal species ([UNESCO, et al., 2022](#)).

2.2.2 Predicting impacts

Once impacts are identified, the likely scale and nature of these impacts are predicted. Impact prediction compares the current situation of the World Heritage Site (Chapter 3.1) with the situation in which the proposed action takes place (Chapter 4). Predictions of potential impacts can include a range of characteristics (Table 2.1).

Table 2.1 Characteristics of potential impacts and prompt questions as part of an impact assessment.

Impact characteristic	Prompt question
Magnitude	What change will occur?
Type	Is the impact positive or negative?
Extent	Which area will be affected by the impact?
Duration	How long will the impact last?
Frequency	How often will this impact occur?
Reversibility	Can this impact be reversed? If yes, is it easy to reverse?
Likelihood	How likely is it that this impact will occur?

2.2.3 Evaluating impacts

Impact evaluation determines whether the predicted effects of the proposed action are significant or not. This evaluation (Chapter 5) is conducted by scoring the impact of the proposed action/alternative on individual attributes that convey the Wadden Sea's OUV. This score ranges from 'major positive' to 'major negative' impact, in line with the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)).

Based on individual evaluations of the attribute per OUV (Chapter 5), the proposed action/alternative's overall impact on the OUV is concluded (Chapter 6). According to the HIA methodology, the impact evaluation results in conclusions regarding the extent to which the proposed action is acceptable in regard to the OUV. The possible conclusions as stated in the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)) are listed below.

If the proposed action has a negative effect on the OUV, three conclusions are distinguished:

- The negative effect is negligible and of no concern.
- The negative effect is significant but acceptable after mitigating measures are taken.
- The negative effect is significant and cannot be reduced by mitigating measures: the proposed action should not take place. However, within the context of PAWOZ, which is deemed crucial for achieving climate goals, compensation measures are being investigated before concluding that the proposed action should not proceed (see further explanation in Chapter 7.3).

If the proposed action has a positive effect on the OUV, three conclusions are distinguished:

- The positive effect is beneficial for the World Heritage and of no concern.
- A positive effect is indirect and can be achieved through a specific alternative or modifying the proposed action.
- The objective of the proposed action will not achieve the positive effect and therefore should not take place.

However, this HIA is based on the planEIA which means that further research is still needed to assess all effects. Therefore, the scoring of the alternatives in this HIA includes *possible* significant effects that *cannot be ruled out*. Also, the reduction of effects by mitigation is not yet evaluated in this phase of the program. Therefore, in this HIA, as in the planEIA, the assessment is based on *the prospect of* mitigation or compensation (See further elaboration in Chapter 3.3.1). In the conclusion (Chapter 7), recommendations for further data collection and further development of a Wadden Sea specific HIA method needed for improved evaluation is given. Only after the projectEIA is confirmed, in which preferred alternatives are further developed, conclusions can be drawn regarding the *acceptability* of the proposed action regarding the OUV of the Wadden Sea.

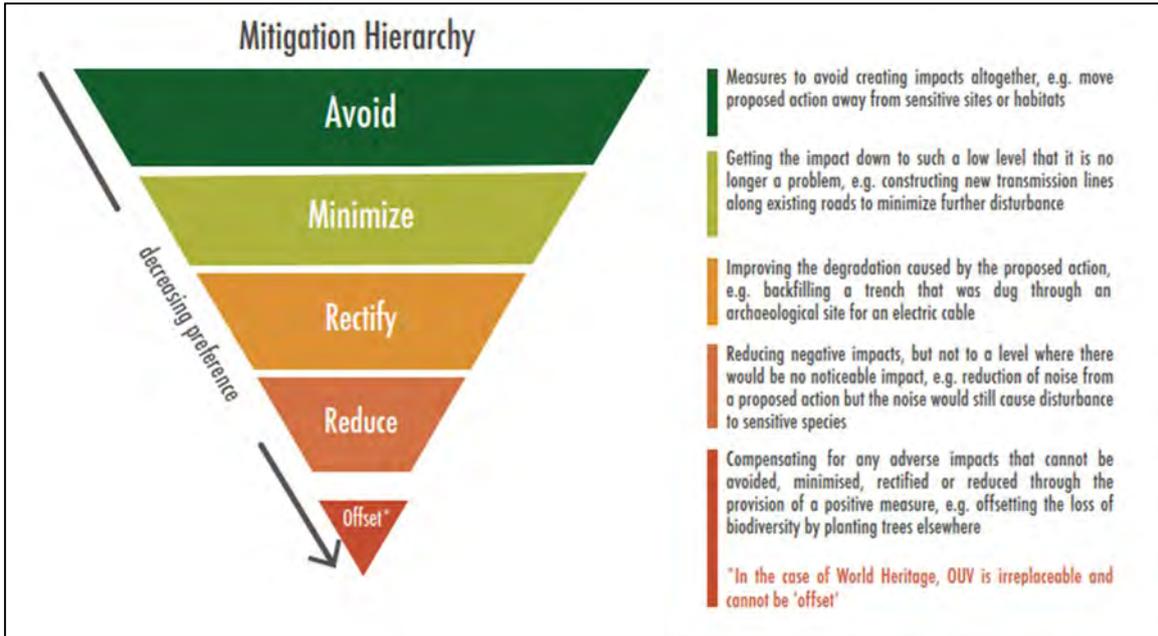
Impact assessment table

The HIA Tool 3 is an impact assessment table from the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)). This tool is used to present the evaluation of potential impacts of the proposed activities (see Annex II).

2.3 Mitigating negative impacts

If the proposed action has a negative impact on the OUV, mitigation should be considered to avoid or minimize any negative impacts. A 'mitigation hierarchy' is used in the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)), ranging from the preferred 'avoidance', through 'minimize', 'rectify', 'reduce' and 'offset' (see Figure 2.1). In the case of World Heritage, the OUV is irreplaceable and cannot be 'offset'. The best outcome for the World Heritage is to avoid negative impacts entirely. This includes the dismissal of the proposed action, or its relocation away from the World Heritage Site. However, as mentioned before, compensation measures are being investigated within the context of PAWOZ before concluding that the proposed action should not proceed (see further explanation in Chapter 7.3).

Figure 2.1 The World Heritage 'Mitigation hierarchy' from the HIA Guideline

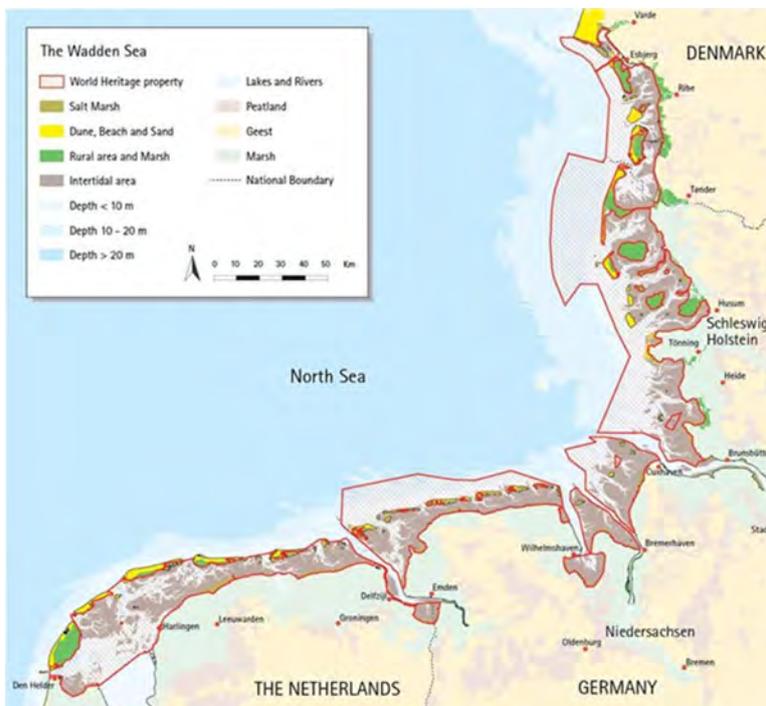


3

HIA OF THE WADDEN SEA

The Wadden Sea is an UNESCO world (natural) heritage site since 2009 because of its unique geological and ecological conservation values. It includes property in The Netherlands, Germany and Denmark, of which 4000 km² is located in The Netherlands (Figure 3.1).

Figure 3.1 Map of the World Heritage Site Wadden Sea and its major habitats ([Common Wadden Sea Secretariat, retrieved 12-09-2024](#)).



The Wadden Sea is a relatively shallow sea that extends from the province of North Holland in the Netherlands to Germany and Denmark. It is the world's largest intertidal ecosystem, covering almost 15,000 km². The tidal cycle is the driving factor of the natural processes in the Wadden Sea. The Wadden Sea contains a large number of transition zones between land, sea, fresh water and salt water, shallow and deep. Subtidal channels, tidal flats, seagrass meadows, mussel beds, sandbanks, mudflats, salt marshes, beaches, and dunes provide a habitat for a great diversity of plant and animal species, including marine mammals. Additionally, the Wadden Sea serves as an important nursery ground for juvenile fish and serves as a breeding and wintering ground for 10 to 12 million migratory birds each year ([UNESCO, accessed 2024](#)).

3.1 Current situation

3.1.1 Geological processes

The unique tidal system of the Wadden Sea has been shaped in the past 7000 years. Its morphology is influenced by natural processes including tides and sediment exchange. It is also affected by human interventions such as the closure of the Zuiderzee (1932) and Lauwersmeer (1969) and land reclamation efforts. Human interventions have reduced water retention and altered sedimentation and erosion patterns ([Deltares, 2019](#)).

Hydrodynamics

The Wadden Sea area is influenced by river discharge from the Rijn, Maas, Schelde, and Eems, leading to significant fluctuations in temperature and salinity. The tidal system ensures a continuous exchange of water between the Wadden Sea and the North Sea, with approximately 300 million m³ of water flowing in and out during each tidal cycle. At low tide, 60 % to 80 % of the Wadden Sea is exposed, and water current speeds are highest in the channels. Waves in the Wadden Sea are lower than in the North Sea due to the shelter provided by the barrier islands.

Freshwater flows into the Wadden Sea from the IJsselmeer, the Ems, Lauwersmeer, and several smaller inlets. The salinity of the Wadden Sea water varies greatly, with average values ranging from 20 to 30 psu. The water is turbid due to the influx of silt, and sediment concentrations range from 5 to 100 mg/l, increasing during storms. In the Ems estuary, sediment concentrations are much higher and aggravated by continuous dredging operations. Since the 1950s, sediment concentrations in the Ems River have increased tenfold due to channel deepening.

Morphology and seabed dynamics

The Dutch part of the UNESCO Wadden Sea site is defined by its natural intertidal and subtidal areas. The seabed morphology of the Wadden Sea is primarily driven by tidal processes. Large volumes of water and sediment flow in and out of the Wadden Sea each tidal cycle, creating a dynamic pattern of channels and tidal flats. Sediment is continuously exchanged between channels, flats, and the outer delta. Silt and fine sand are mainly transported as suspended sediment, contributing to natural turbidity, while the transport of (coarser) sand occurs close to the seabed. Vegetated salt marshes and pioneer salt marshes along the edges of the Wadden Sea trap sediment.

The Wadden Sea consists of several tidal basins (or sea inlet systems), which are basins behind a sea inlet between two Wadden Islands that alternately fill and empty under the influence of tidal currents. Channels in such areas are connected to this sea inlet. Shallow areas called 'tidal divides' form at the boundaries between tidal basins, where fine sand and silt settle due to relatively low hydrodynamic energy. In the main channels with strong tidal currents, silt cannot settle, resulting in a sandy seabed.

Coastal foundation

The coastal foundation lies in the zone between the land and the NAP -20 m bed level contour, entirely within the Wadden Sea area. In 1990, the dynamic maintenance of the coastline was adopted, establishing the base coastline. The Dutch coast, including the Wadden Islands is eroding. When the coastline structurally lies behind the base coastline, it is locally replenished with sand via beach nourishments. This does not apply to the eastern ends of the Wadden Islands Ameland and Schiermonnikoog, where structural erosion is accepted as a natural process, affecting the required burial depth of cable systems and pipelines in these coastal zones. The base coastline has been adjusted several times since its establishment. Sand nourishments are also performed to allow the coastal foundation (up to NAP -20 m) to rise with the sea level.

Soil quality and composition

The seabed of the Wadden Sea mainly consists of sand, with finer sediment on the tidal flats compared to the channels. Approximately 10 % of the seabed material is silt, primarily originating from the cliffs along the French and English coasts, the Atlantic Ocean, and the Flemish Banks. This silt mainly settles on the landward side of the tidal flats and in the salt marshes, where the highest concentrations are found. The Wadden area

also contains clay layers in the subsurface, particularly in the Ems estuary, where erosion-resistant layers such as pot clay and old tidal clay significantly influence the development of channels and flats.

No seabed contamination is known in the Wadden Sea area (PAWOZ EIA sub-report Seabed).

3.1.2 Ecological processes and biodiversity

Natural dynamics and ecotopes

The Wadden Sea consists of a complex network of deep channels and shallow waters with sand and silt banks of which large parts are exposed during low tide. These banks are intersected by a finely branched system of channels. The almost undisturbed natural dynamic of water and sediment flows, creates a varied landscape with smooth natural transitions between deep and shallow waters, sandy and silty sediments, salt and fresh waters and from land to sea. Natural processes ensure the maintenance and development of characteristic ecotopes and habitats, and the boundaries between land and water constantly change. Each ecotope has a characteristic combination of abiotic factors that provides a unique habitat for certain species.

Food web

The availability of light and nutrients is the precondition for life in the Wadden Sea. Single-celled algae in the water column (phytoplankton) and on the surfaces of tidal flats (microphytobenthos) form the basis of the food web. Bottom-dwelling animals such as shellfish (mussels, oysters, Baltic tellins, and cockles) live off these algae and in turn serve as food for birds, fish and crustaceans. In the water column, the food chain is driven by zooplankton, small aquatic animals that live off algae and decomposed plant and animal material (detritus). Zooplankton is consumed by small fish, which are the prey of fish-eating bird species and mammals. Fish eating marine mammals, the harbour porpoise, common and grey seal are currently at the top of the food web in the Wadden Sea.

Biodiversity

As an estuary, at the border of land and sea, the Wadden Sea is a diverse ecosystem with many different habitats that provide foraging, resting and/or reproductive grounds for many species. An unmistakable link in any marine ecosystem, including the Wadden Sea, are bio engineers such as mussels, oysters, eelgrass, tubeworms, and pioneer plants on the salt marshes. By forming physical structures (reefs, fields, beds), they can influence wave action, water and sediment storms and therefore locally modify the physical environment. These structures also provide shelter against predators, attachment substrate and foraging opportunities. Bio engineers are therefore an attractive habitat for a wide range of organisms and an essential part of the biodiversity in the Wadden Sea.

Migratory species

The Wadden Sea is not only important for its permanent inhabitants, but also has an essential role for migratory species. Millions of migratory birds use the rich foraging grounds of the Wadden Sea to refuel before continuing their routes to their breeding or wintering grounds. Similarly, migratory fish use the Wadden Sea to reach fresh water in the hinterland or salty offshore seas to complete their life cycles. In this way, the Wadden Sea is of global importance both for the international flyway of migratory birds and for the swimway and life cycle of fish (PAWOZ sub-report Nature).

3.1.3 Management and protection

The Wadden Sea and surrounding areas play a crucial role in the protection of various habitat types and species, supported by national and international protection regimes such as Natura 2000, OSPAR, Water Framework Directive (KRW in Dutch), and the National Ecological Network.

The following paragraphs are a summary from the PAWOZ EIA sub-report Nature in the Wadden Sea.

Natura 2000

The Wadden Sea and surrounding areas are recognized as Natura 2000 sites with specific goals for the conservation of natural values such as habitat types, animal and plant species. The Wadden Sea (including the Eems-Dollard) is designated as a Bird Directive and Habitat Directive site covering 271,771 hectares, aimed at conserving 15 habitat types, 9 habitat directive species, 13 breeding bird species, and 39 non-breeding bird species.

To protect natural values in Natura 2000 areas, measures have been taken to prevent disturbances of especially birds and seals. This is done through access restriction decisions (TBB), where areas are permanently or temporary restricted for human activities (Ministerie van LNV, 2020). These restrictions are detailed in the 'Omgevingswet', Environmental Act in English, (Article 2.45, paragraph 1). The boundaries and periods of closure for these areas are annually adjusted based on the dynamics of the area.

OSPAR

The Wadden Sea includes various habitats such as mussel and oyster beds that are protected under the OSPAR Convention. Species like the harbour porpoise and the kittiwake are also protected under OSPAR.

Water Framework Directive

The Water Framework Directive focuses on achieving good ecological and chemical status of the waters in the Wadden Sea and adjacent coastal areas. It also encompasses biological elements such as phytoplankton, macrofauna, fish and vegetation (seagrass and saltmarsh) as part of the ecological water quality.

National Ecological Network and bird areas

The Wadden Sea and surrounding areas fall under various protection regimes such as the National Ecological Network (NNN). These areas contain important management types such as salt marshes, tidal flats, and dune landscapes, which are crucial for the conservation of meadow birds, farmland birds, and geese. Additionally, there are specific areas designated throughout the study area for the protection of meadow birds, farmland birds, and geese. These areas are crucial for maintaining biodiversity and provide important resting and feeding places for many bird species.

3.2 Outstanding Universal Value of the Wadden Sea

The Wadden Sea World Heritage Outstanding Universal Value (OUV) consists of three components: criteria, integrity, and protection and management.

3.2.1 Criteria

The Statement of Outstanding Universal Value (SOUV) for the Wadden Sea (see Annex III) specifies how the heritage site meets three criteria for OUV that refer to natural characteristics (see overview of overall criteria Annex I):

1. Outstanding geological processes (criterion viii): 'The Wadden Sea is a depositional coastline of unparalleled scale and diversity. It is distinctive in being almost entirely a tidal flat and barrier system with only minor river influences, and an outstanding example of the large-scale development of an intricate and complex temperate-climate sandy barrier coast under conditions of rising sea-level. Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, saltmarshes and other coastal and sedimentary features ([UNESCO, accessed 2024](#)).'

2. Ongoing ecological and biological processes (criterion ix): 'The Wadden Sea includes some of the last remaining natural large-scale intertidal ecosystems where natural processes continue to function largely undisturbed. Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change. There are a multitude of transitional zones between land, sea and freshwater that are the basis for

the species richness of the property. The productivity of biomass in the Wadden Sea is one of the highest in the world, most significantly demonstrated in the numbers of fish, shellfish and birds supported by the property. The property is a key site for migratory birds and its ecosystems sustain wildlife populations well beyond its borders ([UNESCO, accessed 2024](#)).

3. Vital habitats for in-situ biodiversity conservation (criterion x): 'Coastal wetlands are not always the richest sites in relation to faunal diversity; however, this is not the case for the Wadden Sea. The salt marshes host around 2,300 species of flora and fauna, and the marine and brackish areas a further 2,700 species, and 30 species of breeding birds. The clearest indicator of the importance of the property is the support it provides to migratory birds as a staging, moulting and wintering area. Up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million each year pass through the property. The availability of food and a low level of disturbance are essential factors that contribute to the key role of the property in supporting the survival of migratory species. The property is the essential stopover that enables the functioning of the East Atlantic and African-Eurasian migratory flyways. Biodiversity on a worldwide scale is reliant on the Wadden Sea ([UNESCO, accessed 2024](#)).

The SOUV also details the fulfilment of integrity, and protection and management requirements for the Wadden Sea. The subsequent section presents these descriptions.

Integrity

The protected area of the Wadden Sea World Heritage site encompasses all ecosystem components and features (species, habitats, ecological processes) that form a natural and dynamic Wadden Sea area. The area is of sufficient size to maintain its typical ecosystems. Important features and values are protected from threats such as fishery, tourism, construction of energy infrastructure, commercial activities, extraction of natural resources and impacts of climate change by a management and monitoring system ([UNESCO, accessed 2024](#)).

Protection and Management

The maintenance of hydrological and ecological processes of the contiguous tidal flat system of the Wadden Sea is carried out through protection and management by local regimes and a Trilateral cooperation between the Netherlands, Germany, and Denmark. Human influences are regulated, and activities or developments are strictly controlled or even prohibited. An ecosystem approach is applied, ensuring that management and protection measures are integrated with other important activities, including fisheries, shipping, and tourism ([UNESCO, accessed 2024](#)).

3.2.2 Substantiating the OUV of the Wadden Sea into attributes

The OUV of the Wadden Sea is linked to geological, ecological and biological processes (although ecological and biological processes are distinct, they will hereafter be referred to as 'ecological processes' for readability), as well as biodiversity. It is also linked to the integrity and protection of these conservation values, for example, by preserving the adequate size of the heritage site and ensuring good management.

Attributes

The Wadden Sea Academy is an interdisciplinary research initiative dedicated to studying the Wadden Sea and its surrounding coastal areas. The academy supports scientific research to understand the complex ecological, environmental, and social dynamics of the Wadden Sea region. Bastmeijer and Philippart ([2024](#)) wrote a Memo in which a first list of attributes is proposed to assess the OUV of the Wadden Sea. The list of attributes from the Memo has been chosen in this HIA as the baseline for this assessment because it is more comprehensive, even though it largely aligns with the attributes used in The Integrated Management Plan for One Wadden Sea World Heritage (The SIMP) ([Common Wadden Sea Secretariat, 2023](#)).

The list of attributes identified by the Wadden Sea Academy is provided below, categorized according to the three OUV-criteria:

1. Outstanding geological processes (criterion viii):

- 1 Size of the area where sediment is deposited.
- 2 Amount of river discharge.
- 3 Surface area of regions with salt gradients.
- 4 Rate of sea level rise.
- 5 Size of islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes.

2. Ongoing ecological processes (criterion ix):

- 6 Primary production (production by plants).
- 7 Production by animals, from shellfish to marine mammals.
- 8 Numbers of fish, shellfish, and birds.
- 9 Food availability for fish, shellfish, and birds.

3. Vital habitats for in-situ biodiversity conservation (criterion x):

- 10 Number of species (plants and animals) present in the salt marsh.
- 11 Number of species (plants and animals) in salt and brackish water areas.
- 12 Number of breeding bird species.
- 13 Fattening areas for migratory birds.
- 14 Roosting areas for migratory birds.
- 15 Wintering areas for migratory birds (km²).
- 16 Food supply for migratory birds.
- 17 Tranquility for migratory birds.
- 18 Numbers of birds and migratory birds.
- 19 Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds.
- 20 Biodiversity.

The potential impacts on these attributes will be assessed based on the characteristics of the impact including type of impact and its extent, duration, frequency, reversibility and likelihood, as shown before in Chapter 2, Table 2.1.

3.3 Wadden Sea specific HIA assessment method

Chapter 2 describes the general HIA methodology. This paragraph specifies the HIA methodology for the Wadden Sea.

3.3.1 Relationship HIA and EIA

The HIA is based on the Environmental Impact Reports conducted for PAWOZ, specifically:

- PAWOZ EIA sub-report Seabed.
- PAWOZ EIA sub-report Nature.

Table 3.1 provides an overview of the OUV-criteria, attributes (based on the Memo from the Wadden Academy), and the related components assessed in the EIA (Environmental Impact Assessment, Seabed and Nature sub-reports), and the effects of the activities as presented in the EIA. Below the table the approach is explained in more detail.

Table 3.1 Overview of the OUVs and attributes that are assessed in this HIA based on related components and effects of PAWOZ as presented in the EIA (Nature and Seabed sub-reports). * Habitat type includes the typical species of intertidal flats (Natura 2000 habitat type H1140) and submerged sandbanks (Natura 2000 habitat type H1110). These typical species are fish, shellfish and other benthos species (species living in or on the sediment). ** Habitat type includes the typical species of salt marsh habitat types (Natura 2000 habitat type H1330, H1320 and H1310). These typical species involve saltmarsh vegetation. *** In the HIA only migratory birds with a strong Wadden Sea dependency are evaluated (see explanation below the table).

OUV-criteria	Attribute	EIA	Effects of PAWOZ that could affect the attribute
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimentation and erosion; - Change in seabed levels; - Change in waves and current dynamics
	Quantity of river discharge	Hydrology	<ul style="list-style-type: none"> - Change in current dynamics; - Change in salt gradients
	Surface of areas with salt gradients	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	<ul style="list-style-type: none"> - Change in fresh water inflow from rivers and canals; - Change in current dynamics
	Rate of sea level rise	Global and regional scale consequence of climate change	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimentation and erosion
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimentation and erosion; - Change in substrate dynamics; - Change in seabed levels; - Change in waves and current dynamics
ix) ecological processes	Primary production	Primary production	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in turbidity
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Habitat type (typical species) * Marine mammals Birds (all) Fish	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Change in substrate dynamics
	Numbers of fish, shellfish and birds	Fish Habitat type (typical species) * Birds (all)	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity; - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in sedimentation; - Presence of electromagnetic fields (only applicable for cable systems)
	Food availability for fish, shellfish and birds	Primary production Habitat type (typical species) * Fish Birds (all)	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in sedimentation; - Change in substrate dynamics; - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in turbidity
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Habitat type (typical species) ** Breeding birds Birds (all)	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light

OUV-criteria	Attribute	EIA	Effects of PAWOZ that could affect the attribute
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Marine mammals Fish Habitat type (typical species) * Birds (all)	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in sedimentation; - Increase in turbidity; - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Presence of electromagnetic fields; - Increase in underwater sound and vibrations
	Number of species of breeding birds	Breeding birds	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)	Non-breeding birds Habitat type (typical species) *	<ul style="list-style-type: none"> - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Increase in underwater sound and vibrations
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)	Non-breeding birds	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations
	Wintering areas for migratory birds		Not scored, as it is overarching for Fattening areas for migratory birds and Roosting areas for migratory birds
	Food supply migratory birds	Habitat type (typical species) * Fish	<ul style="list-style-type: none"> - Change in substrate dynamics; - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in turbidity
	Tranquility for migratory birds	Non-breeding birds	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in underwater sound and vibrations
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Non-breeding birds***	<ul style="list-style-type: none"> - - Change in sediment dynamics - Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Increase in underwater sound and vibrations
	Biodiversity		Not scored, as it is overarching with the 'Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh' and the 'Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas'.

Scoring the attribute 'relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds'

The attribute 'relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds' was scored as follows. First, based on the Wadden Sea Quality Status report 'East Atlantic Flyway' (Roomen et al., 2022) a list of bird species with strong Wadden Sea dependency was made.¹ Second, per route it was assessed whether these bird species would be affected by the activities of PAWOZ, with the aid of the appropriate assessment that is conducted for PAWOZ.

¹ These are the bird species in Appendix 1 of Roomen et al. (2022) that scored '1' in the last column 'Wadden Sea dependency', indicating strong Wadden Sea dependency for their flyway.

Motivation of unscored effects

Effects of heating of cables have not been considered in both the EIA and HIA. This is because the cable systems in PAWOZ are buried at such depths that they do not cause any effect on benthic organisms living in the sediment or phytoplankton living in the water column. A literature review by National Grid Viking Link (2017) indicates, that when cables are buried more than 0.75 m deep, the sediment in the upper 20 cm will not heat up with more than 2° C. The cable systems in PAWOZ are buried at depths ranging between 1 and 24 m in the Wadden Sea and North Sea and most of the benthic organisms in the Wadden Sea typically inhabit the upper few (10 cm) of the sediment (Reise, 1985). The magnitude of any effect of heating would therefore to be negligible.

Motivation of unscored attributes

Two attributes have not been assessed in this HIA. These attributes relate to the OUV biodiversity x). These attributes are not further assessed because they are overarching multiple attributes that have already been assessed (see Table 3.1). The attributes are:

- Wintering areas for migratory birds.
- Biodiversity.

Relating attributes to components

One OUV attribute often includes multiple components of the EIA (see Table 3.1). When this is the case, the 'worst case' scenario is followed. This means that the attribute will receive the score of the component that scored the most negative. For example, the attribute 'Number of fish, shellfish, and birds,' composes three EIA components: fish, birds, and habitat types (typical species). If the effect on fish and birds is marked as neutral in the EIA, but the effect on habitat type (typical species) is scored as negative, then the attribute will be scored negative in the HIA.

Evaluation of effects

To evaluate the effects on the attributes, a number of basic principles is followed:

Evaluation after optimization measures and mitigation prospects

The HIA assessment is drafted after technical and spatial optimization of the routes. Based on the results of the phase 1 planEIA impact assessment, the routes have been optimized (see further elaboration in the PAWOZ EIA main report). Optimization can involve:

- A design change, such as widening a corridor or distributing dredged material elsewhere.
- A condition in the program for a potential future project-EIA procedure, such as distributing sediment exclusively within the dredged channel and not beyond it.

For the optimized routes, a reassessment was conducted to determine if the optimization prevents the effects described in the impact assessment of the PAWOZ EIA sub-report Nature. The optimized routes were then re-evaluated. Subsequently, for all routes (optimized routes and routes that could not be optimized), possible mitigating measures to prevent significant effects were proposed (see section 16.1.2 in the PAWOZ EIA sub-report Nature). The effects of these mitigation measures have not been evaluated in the planEIA. This will be part of the next phase of the project (projectEIA). That is why the prospect of mitigation measures is considered in this HIA evaluation, but the effects of mitigation measures have not yet been evaluated in this HIA.

The available and possible mitigating measures related to effects on geological processes for the installation of cable systems and pipelines along the different routes directly relate to the design (for example, limiting burial depth) or the installation methodology (for example, limiting the required dimensions for access trenches or adjusting spreading locations). Therefore, these optimizations have been developed jointly with the technical route design track within PAWOZ. The mitigating measures (optimizations) that are considered technically feasible have been included in the design of the route alternatives and are therefore part of this HIA assessment.

In Chapter 4 the optimization and prospected mitigation measures of the routes are listed.

Evaluation of one cable system or pipeline

In the sub-reports on Nature and Seabed in the EIA, the impact assessment is based on the installation of one cable system or pipeline per route per year, so this approach is also used in this HIA.

Evaluation of installation and operational phase

Effects of both the installation/removal phase and the operational phase are evaluated. The majority of the effects concern the installation phase. As in the EIA, this HIA assigns the same impactscore to effects of activities during the removal phase as the effects of the installation phase. The underlying assumption is that the activities required to remove cable systems or pipelines at the end of their lifecycle will have equal or lesser impact than the initial installation activities. It is also assumed that cable systems and pipelines will be left in the seabed at the end of their lifecycle if this can be shown to have fewer negative effects than removal. In the operational phase, for cable systems, it only concerns the effects of electromagnetic fields, which have been included in this HIA evaluation. For pipelines, no effects in the operational phase were included. However, more effects in the operational phase can be expected, especially for the tunnel system (X: Tunnel route). The exact effects will only become clear in the project EIA (see section 2.2.1).

Evaluation follows an identical scoring scale of the EIA and HIA

The evaluation of effects is scored based on the scale used in the EIA (Table 3.2), which is to a large extent comparable with the HIA impact assessment table (see Annex II, and paragraph 2.2.3). However, in the EIA there are only two positive scores identified, while in the HIA three graduations of positive scores are possible. In the PAWOZ EIA sub-report Nature, scores range between 0 and ---. This is the same for this HIA.

Table 3.2 Comparison of scoring scales for the EIA and HIA

Score in the EIA	Description of score in EIA	Score in the HIA	Description of score in HIA (UNESCO et al., 2022, p.44)
---	Strong negative effect compared to the reference situation. A significant effect cannot be ruled out. No prospect of mitigation measures.	Major negative impact	The negative effect is possibly significant and cannot be reduced by mitigation measures: the proposed action should not take place.
--	Negative effect compared to the reference situation. For now, significant effects cannot be ruled out, but there is sufficient prospect of mitigation measures.	Moderate negative impact	The negative effect is possibly significant but acceptable when mitigation measures will be taken.
-	Small negative effect compared to the reference situation. For now, significant effects can be ruled out by the prospect of mitigation measures.	Minor negative impact	The negative effect is negligible and of no concern.
0	Neutral compared to the reference situation. These are effects that do not make a difference compared to the reference situation.	Neutral	No change is expected to occur to the attribute.
+	Positive effect compared to the reference situation. These are effects that can lead to an improvement of the reference situation.	Minor positive impact	"The positive impact does not reach objectives set for the proposed action (e.g. flood defences would not be effective against predicted flooding events), so the proposed action (or that dimension of the proposed action) should not proceed."

Score in the EIA	Description of score in EIA	Score in the HIA	Description of score in HIA (UNESCO et al., 2022, p.44)
<i>Not applicable in EIA method.</i>	<i>Not applicable in EIA method.</i>	Moderate positive impact	A positive effect is indirect and a more positive impact can be achieved through selecting a specific alternative or modifying the action.
+ +	Strong positive effect compared to the reference situation. These are effects that can lead to a strong improvement of the reference situation.	Major positive impact	The positive effect is beneficial for the World Heritage and raises no concerns.

Hereby it is important to note that in the PAWOZ EIA sub-report Nature the scope of the Wadden Sea area (Waddengebied) also includes the North Sea coastal zone, while in the HIA this is not the case (only if effects in the North Sea coastal zone will also be noticeable within the Wadden Sea world heritage boundary which is further explained in Chapter 4.1). Moreover, the EIA sup-report Nature is based on Natura 2000 conservation values which does not fully cover the scope of OUV conservation values. Therefore, scores in the EIA and HIA are not always 1:1 comparable.

Annex IV includes the HIA assessment table applied to the setting of the Wadden Sea which is used in Chapter 5 to present the impact assessment of proposed activities of PAWOZ.

Evaluation of integrity

Integrity is a component of the OUV of the Wadden Sea (as described in Chapter 2.1). The UNESCO Operational Guidelines specifies what integrity means for natural heritage sites with Wadden Sea specific examples. The table below (Table 3.3) outlines the questions discussed in this HIA to assess the impact of proposed activities on the integrity of the heritage site.

Table 3.3 Specification of integrity assessment in this HIA

OUV-criteria	Operational Guidelines UNESCO (2023)	HIA
viii) geological processes	'Properties proposed under criterion viii) should contain all or most of the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships (note 5, paragraph 93).'	Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?
ix) ecological processes	'Properties proposed under criterion ix) should have sufficient size and contain the necessary elements to demonstrate the key aspects of processes that are essential for the long-term conservation of the ecosystems and the biological diversity they contain (note 5, paragraph 94).'	Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?
x) biodiversity	'Properties proposed under criterion x) "should contain habitats for maintaining the most diverse fauna and flora characteristic of the biogeographic province and ecosystems under consideration (note 5, paragraph 95)." Wadden Sea specific example mentioned: "a property containing wide ranging species should be large enough to include the most critical habitats essential to ensure the survival of viable populations of those species; for an area containing migratory species, seasonal breeding and nesting sites, and migratory routes,	Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds? Does the route affect breeding areas?

OUV-criteria	Operational Guidelines UNESCO (2023)	HIA
	wherever they are located, should be adequately protected (note 5, paragraph 95).'	

In Chapter 5 the integrity is discussed and scored per OUV using the HIA scoring scale (Table 3.2) as a guideline. All possible effects are discussed from neutral to major negative impact, thereby following the results of the HIA impact table that is conducted per route. Also here, we assume the worst-case scenario. So when one of the attributes scores as a 'major negative impact', this will also count for the integrity of that route.

Evaluating the impacts of nitrogen deposition

Exact calculations of nitrogen deposition have not been made at this stage of the project due to uncertainty about the installation phase of the proposed activities. In the EIA, only a rough risk estimate has been made based on distance to determine which habitats on which routes are sensitive to nitrogen deposition. This mainly concerns dune and salt marsh habitats, as nitrogen can positively influence the succession of certain plant species, while other (typical) species can be suppressed and overgrown. This process can also affect the habitat of target species of Natura 2000 sites. What the exact nitrogen deposition on which habitat and route is will be determined in the next phase of the project. Therefore, effects of nitrogen are not part of the impact assessment of the HIA.

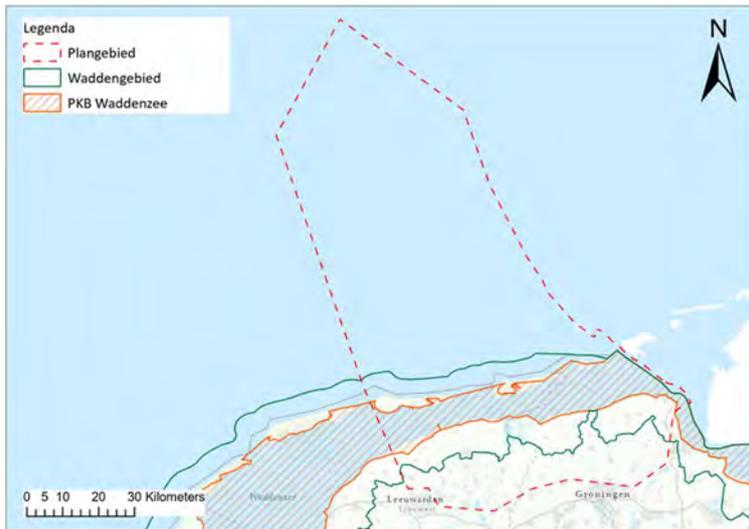
4

THE PROPOSED ACTION IN THE WADDEN SEA

4.1 Scope: Distinction World Heritage site, buffer zone and wider setting

The scope of this HIA is part of the heritage site in The Netherlands and on the border with Germany in which actions are proposed for the installation of cable systems and pipelines (marked in orange) and within the plan area (red dotted), see Figure 4.1.

Figure 4.1 Plan area of PAWOZ that includes part of the World Heritage Site Wadden Sea in The Netherlands and Germany



In some cases, a buffer zone of the World Heritage site is also designated. The buffer zone serves as protection to prevent negative impacts on the heritage site. In the case of the Wadden Sea there is no official buffer zone designated. However, there are proposed actions that take place within the planning area outside the heritage boundary such as Horizontal Directional Drilling (HDD) to cross primary dikes that can have an impact on the natural heritage site. The impact of these activities will therefore also be considered in this HIA, because even if a proposed action occurs outside the heritage boundary, within its buffer zone or wider setting, there is a possibility that it can have a negative impact on the natural heritage site.

4.2 The proposed action

The proposed action for PAWOZ is to establish infrastructure to transport energy from wind farms in the North Sea to the national high-voltage grid in the Eemshaven and the Dutch hydrogen network nearby the Eemshaven. These include the wind farm Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 Megawatts) and the wind farm Doordewind (DDW, 4 Gigawatts). More wind parks may be added in the future for a maximum of 10.7 GW for electricity and 36-42 GW for hydrogen. The energy generated by these wind farms must be transported to the national high-voltage grid of TenneT or the Hydrogen Network Netherlands of Gasunie,

located near Eemshaven on the mainland. This can be done through electricity cable systems or, if the electricity is converted to hydrogen, via pipelines. The goal of PAWOZ is to investigate where there is sufficient space to install cable systems, pipelines, and the associated stations in the North Sea, the Wadden region, and on land (Figure 4.2). Potential routes are investigated. These routes cross the heritage site the Wadden Sea. In the EIA and IIA it is investigated how much space is needed for cable and pipeline systems per route, since for each route there are different users and regulations as well as configuration options for cable systems and pipelines (see Table 4.1). Also, an investigation is being conducted into whether a multi-tube tunnel system between the Ballonplaat, located in the North Sea, and the Eemshaven can be used to bundle cable systems and pipelines, thereby minimizing the impact of crossing the Wadden Sea (PAWOZ EIA main report).

Figure 4.2 Plan area PAWOZ: two wind farms (DDW and TNW) in the North Sea are connected to the mainland, crossing the heritage site the Wadden Sea

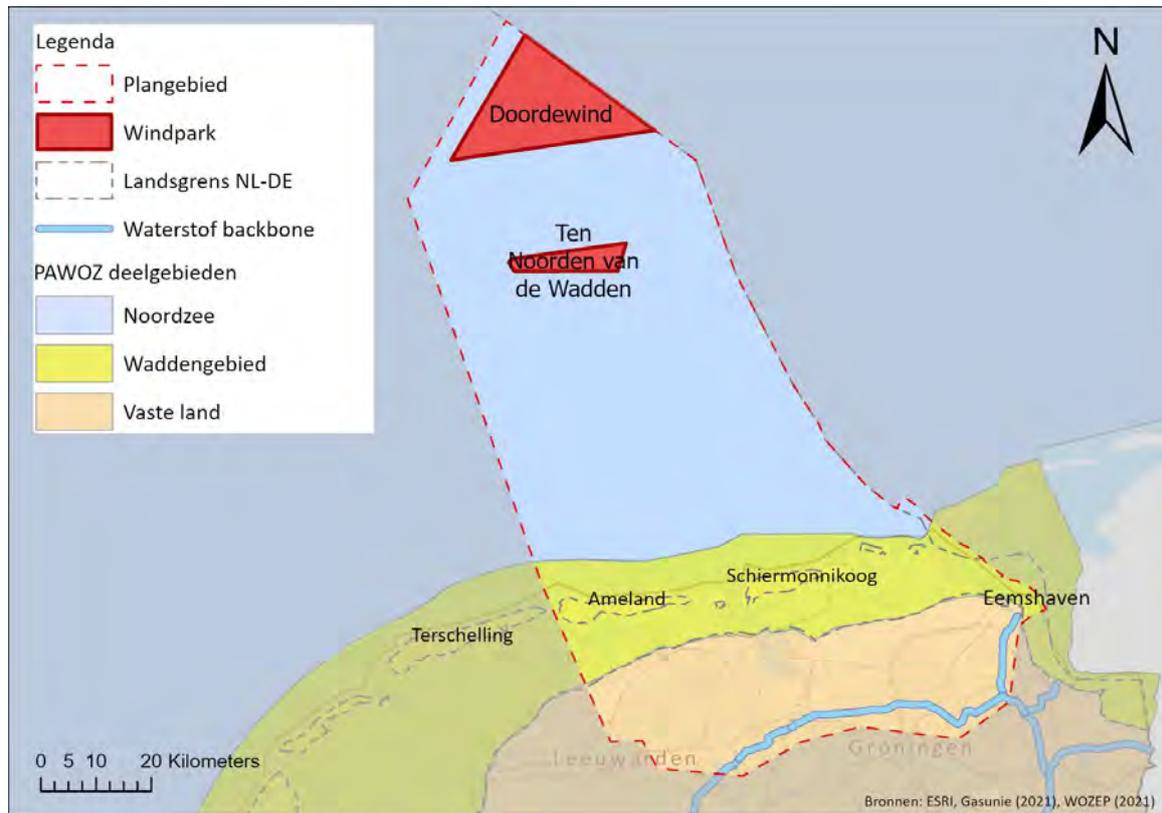


Table 4.1 Investigated configuration of the routes through the Wadden Sea

Route	Route Name	Variant	Maximum Technically Feasible Configuration to be Investigated	Corridor (width)
II	Oude Westereems route	A, A1 for cable systems, 1 pipeline variant	6 cable systems or 3 cable system or 1 cable system and 3 pipelines or 2 cable systems and 1 pipeline	800 m (for cable systems) 500 m (for pipeline)
V	Boschgat route	A, A1, A2	1 cable system	130 m
VII	Schiermonnikoog Wantij route	A, A1 for cable systems, 1 pipeline variant	7 cable systems and 3 pipelines	1500 m (for cable systems) 2000 m (for pipelines)
VIII	Ameland Wantij route		3 pipelines	2000 m
IX	Zoutkamperlaag route	A, A1, A2	3 pipelines	200 m

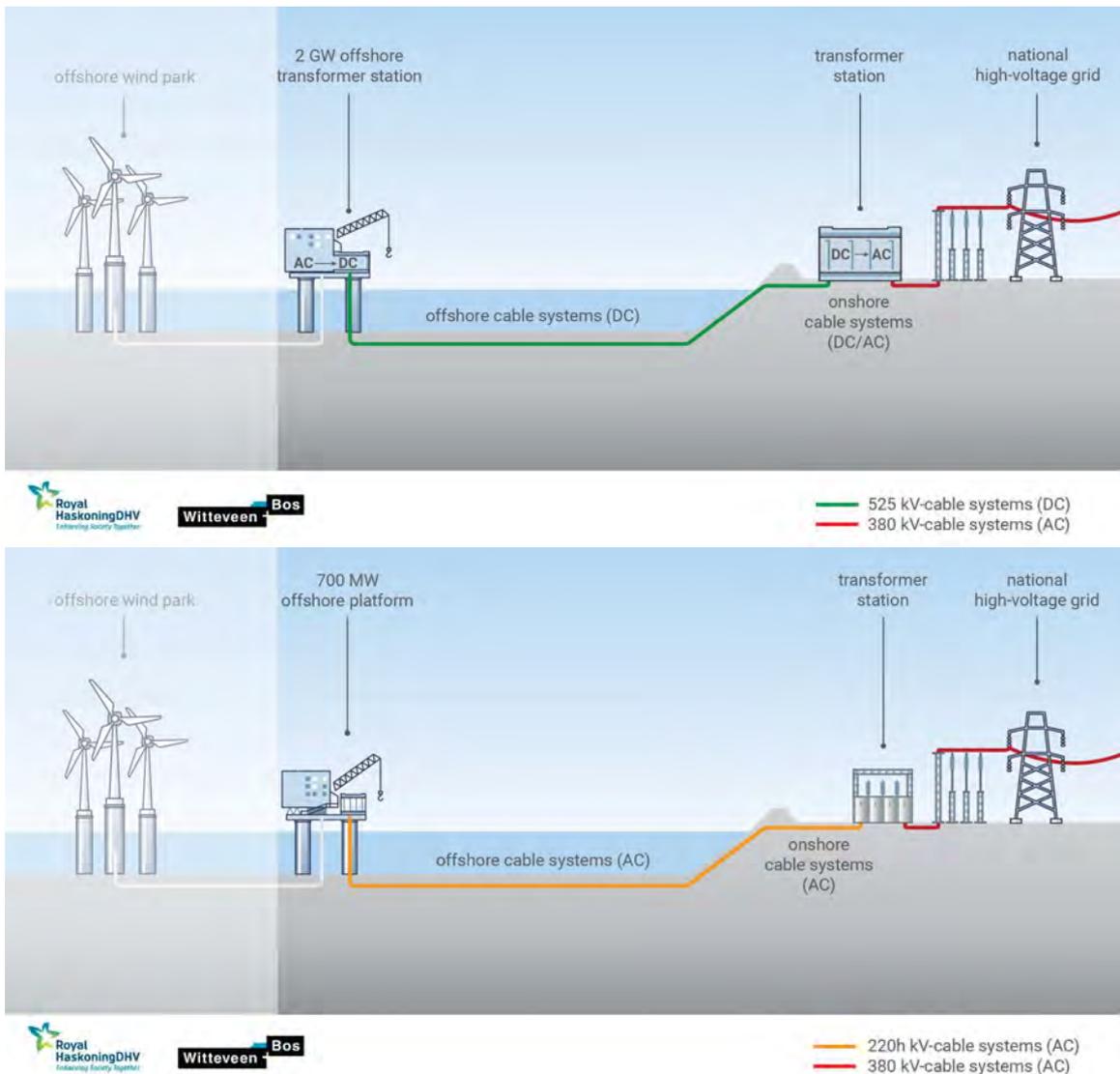
X	Tunnel route	multi-tube* (multiple tunnel tubes)	5 (DC) cable systems and 2 pipelines	160 m
---	--------------	--	--------------------------------------	-------

* With one energy carrier per tunnel tube.

4.2.1 Electrical connection network at sea and on land

PAWOZ is investigating space for transporting electricity with 525 kV (2 GW) direct current (DC-)cable systems and 220 kV (350 MW) alternating current (AC-)cable systems. In both the DC- and AC-cable systems, the generated electricity is transported from a sea platform through cable systems in the seabed to the mainland. Subsequently, the electricity is led to a transformer station (for AC) or converter station (for DC) via onshore cable systems. There, the voltage level is converted to 380 kV. Finally, the electricity is transported to a 380 kV high-voltage station where it is connected to the national high-voltage grid. For every cable system, the components of electrical connections are depicted in (Figure 4.3) (PAWOZ EIA main report). The cables will be buried at least 1.0 m depth in the sediment, but at many sections the burial depth is much larger.

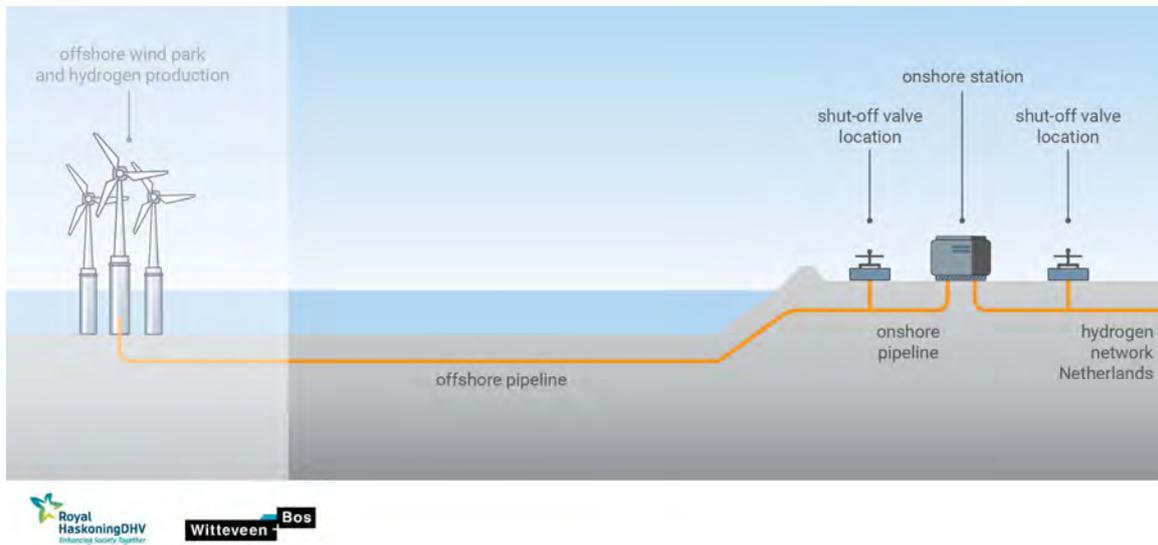
Figure 4.3 Schematic illustration of an electricity network (upper: direct current, lower: alternating current)



4.2.2 Hydrogen connection network at sea and on land

The proposed action for the hydrogen connection network consists of pipelines for transporting hydrogen and other components (see Figure 4.4). The hydrogen pipelines at sea facilitate the transport of hydrogen from offshore platforms (where hydrogen is produced) to the mainland. The area where the pipes come ashore is the landing zone. The hydrogen pipelines on land continue the transport of hydrogen across the mainland until they connect to the Dutch hydrogen network that is being developed by Hynetwork (100 % subsidiary of Gasunie, www.hynetwork.nl). Positioned between the offshore and onshore hydrogen pipelines are valve locations. These valves can close the pipelines to stop the flow of hydrogen. Additionally, a valve location is situated at the point of connection to the Dutch hydrogen network. Situated between the valve locations is a hydrogen landing station. This station serves various functions, including pressure measurement within pipelines and monitoring the quality of the hydrogen (PAWOZ EIA main report).

Figure 4.4 Schematic illustration of a hydrogen connection (source: Gasunie)



4.2.3 Tunnel system

As an alternative to the electricity grid and hydrogen network described in the previous paragraphs, it has been investigated whether cable systems or pipelines can be installed in a drilled multi-tube tunnel system below the Wadden Sea. Within the framework of PAWOZ, this tunnel system is one of the potential routes (see paragraph 4.3.6), the X: Tunnel route. The principles of this alternative differ from the ones of the other routes.

For the development of the tunnel system an entry point in the North Sea and an exit point on land in or near the Eemshaven are needed. The entry point in the North Sea is situated on the Ballonplaat. For the exit point search areas in and near the Eemshaven are used. The tunnel system comprises multiple tunnel tubes which accommodate the cable systems and pipelines. From the entry point as well as the exit point cable systems and pipelines go to respectively the wind farms and point of connections on land using conventional construction methods. The cable systems link to the national high-voltage grid, while the pipelines integrate with the Dutch hydrogen network (PAWOZ EIA main report).

4.2.4 Installation techniques for cable systems and pipelines at sea and land

There are various cable system and pipeline installation techniques used at sea. For the installation of cable systems and pipelines in the Wadden Sea, the principle of 'bury and would like to forget' is applied. This

principle aims to bury cable systems and pipelines deep enough, so they do not become exposed over time. The burial depth is determined based on a burial depth study. Installation vessels are used to bury cable systems and pipelines. Dredging may be necessary to achieve sufficient water depth for installation vessels or to achieve the required burial depth. HDD is used for crossing coastlines and islands. The duration of cable system and pipeline installation work at sea depends on factors such as the installation technique, cable system or pipeline length, and route. PAWOZ operates under the premise that a maximum of one cable system or pipeline is installed per year. The installation of the tunnel system includes the construction of an entry point in the North Sea through dredging and sand spraying and the construction of shafts for installing tunnel tubes. Annex 5 gives an elaborate overview of different installation techniques (PAWOZ EIA main report).

4.3 Investigated alternatives

PAWOZ investigates various routes for energy infrastructure. There are routes crossing the North Sea and mainland, but this HIA focusses only on the routes that cross the UNESCO heritage site the Wadden Sea. Among the routes under investigation, six traverse the Wadden Sea. Several of these routes offer variants, i.e. when part of the route differs from the main route. Table 4.2 names the routes that are evaluated in this HIA.

Table 4.2 Routes within the Wadden Sea heritage site of which effects are evaluated in this HIA

Route	Route name
II	Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)
II	Oude Westereems route - pipeline
V	Boschgat route - cable system (variant A, A1 and A2)
VII	Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)
VII	Schiermonnikoog Wantij route - pipeline
VIII	Ameland Wantij route - pipeline
IX	Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)
X	Tunnel route - cable system and pipeline

The naming of the routes is not sequential (I, II, III etc.), because several routes have been eliminated in earlier phases of the project for various reasons, for example because the route was expected to cause significant negative impact on geomorphology and ecology. The location of the routes is presented in Figure 4.5. The map shows route numbers (such as A, II, etc.) in combination with the accompanying variants (A, A1, etc.). For example II-A is the II: Oude Westereems (land)route variant A. In Figure 4.6 the borders of the World Heritage site are marked to show in more detail the location of the routes within the heritage site.

Figure 4.5 The investigated routes within PAWOZ plan area

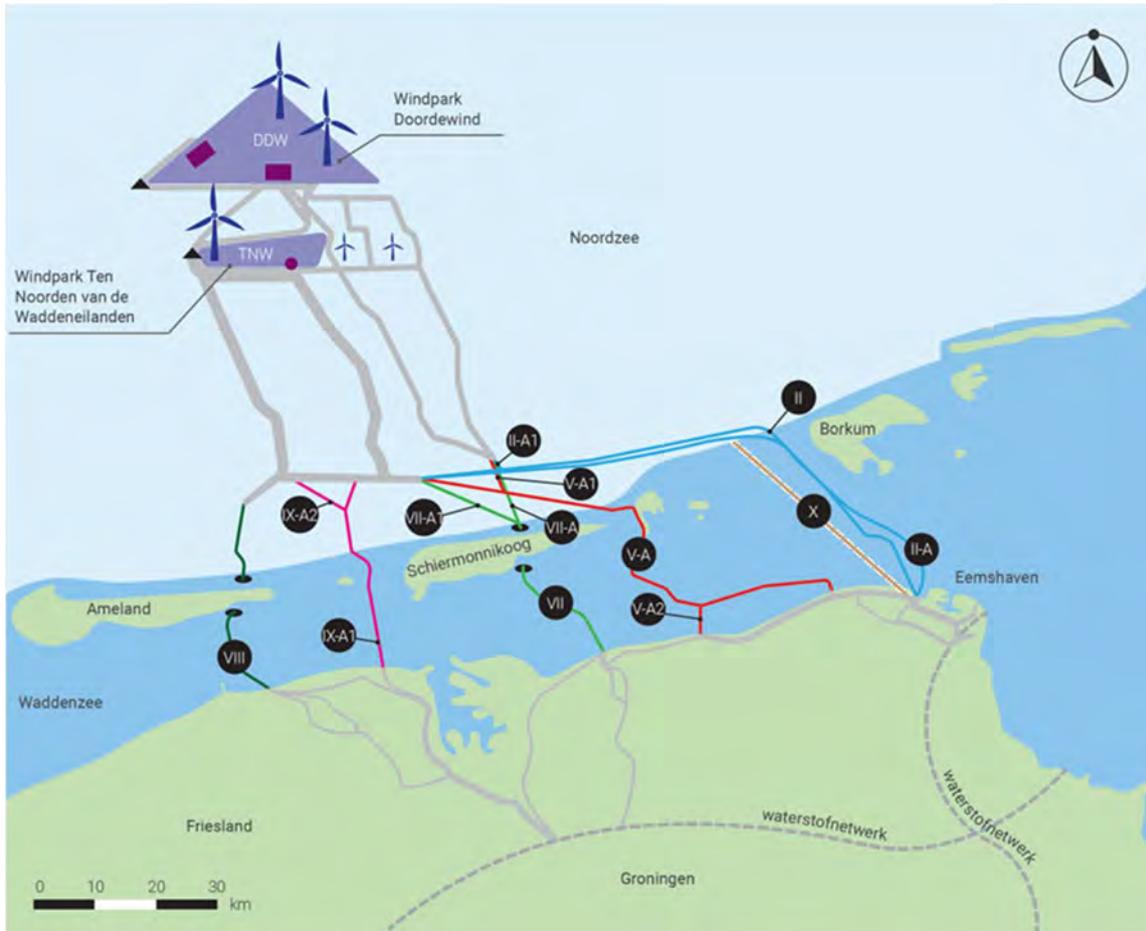
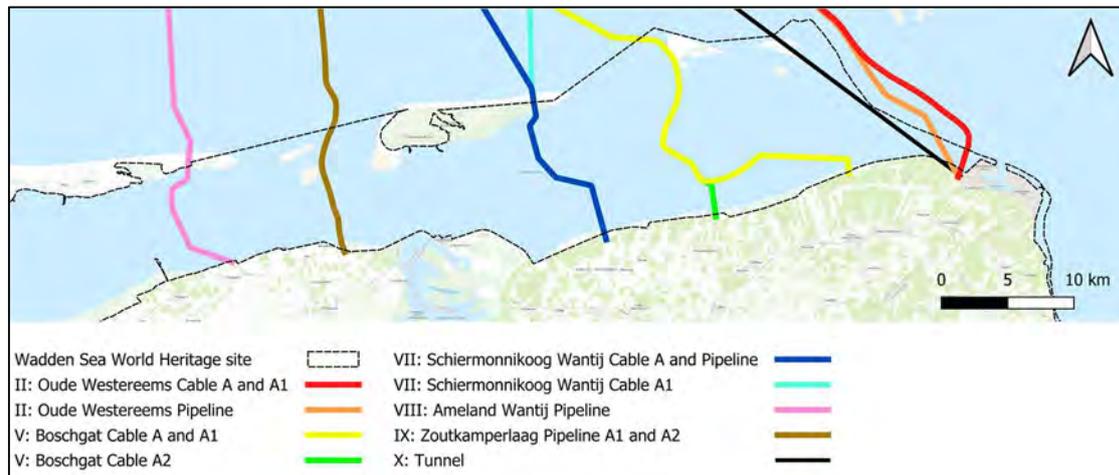


Figure 4.6 The investigated routes within the Wadden Sea World Heritage site



In line with the EIA, this HIA only assesses the effects of the installation of one cable system or one pipeline per year.

The HIA methodology prescribes to also discuss the necessity of the proposed action, or in other words, the alternative in which no action is taken. For PAWOZ, the alternative in which the proposed action does not take place is not considered a realistic option. Without constructing electricity and hydrogen connections, the energy generated by the wind farms cannot be used on land to meet Dutch energy demand and climate

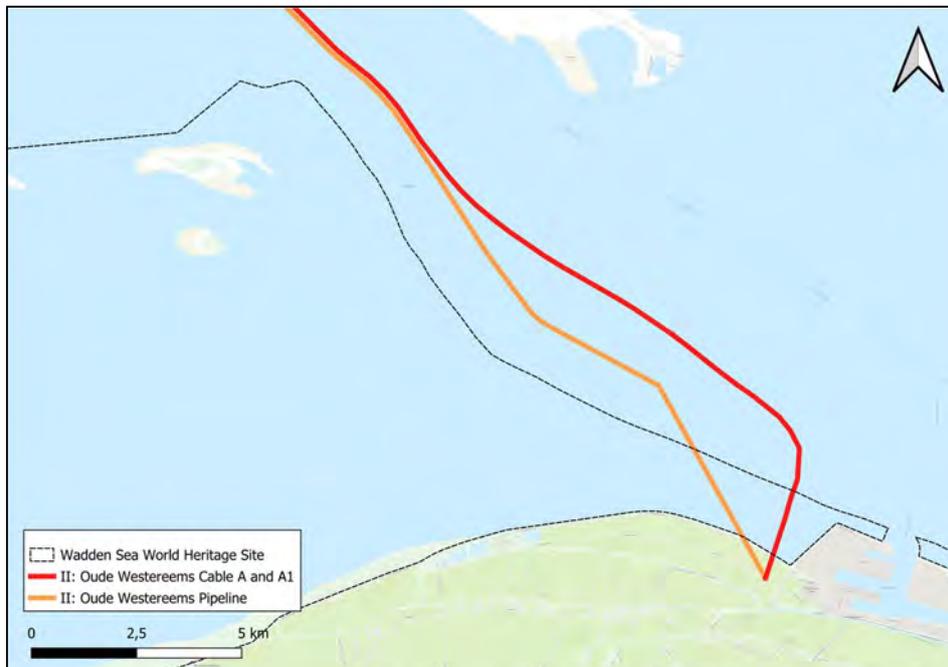
goals. Energy supply is recognized as an imperative reason of public interest and is considered a matter of public safety according to the Emergency Ordinance. The importance of this project is explained in the PAWOZ Program Document.

4.3.1 II: Oude Westereems route

The II: Oude Westereems route (Figure 4.7) is being considered for the installation of a pipeline and a cable system. Its routing strategy involves tracing morphologically stable deep sections within the Ems Estuary, potentially reducing burial depth. Departing from the mainland, the route intersects the primary dike at Eemshaven-West before curving north-westward to track the Oude Westereems channel.

This route encompasses three distinct variants: one tailored for a pipeline and two designed for a cable system. The cable system variants begin to diverge approximately 10 kilometers north of Schiermonnikoog, outside the Wadden Sea. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, both cable system variants adhere to the same trajectory and will be assessed in the same way in the HIA. Even though this route is largely located outside of the heritage site, all effects of activities along the route are evaluated because they can impact the nearby heritage site.

Figure 4.7 Location of the II: Oude Westereems route



Installation method of the cable system

The cable system is installed along most of the route using a vertical injector or a trencher. Localized dredging is required to achieve sufficient water depth for installation vessels. The route crosses the primary dike and existing cable systems along the coast with an HDD.

Installation method of the pipeline

The pipeline is installed by using a pipelaying vessel and trenching equipment (S-lay). On the route through the Ems channel, preparatory dredging work is necessary to achieve the desired burial depth. The route crosses the primary dike and existing cable systems along the coast with a drilled segment tunnel approximately 6 km long.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- During the installation of pipelines over the 6 km long section of the pipeline route between the COBRA-cable and the actual location of the Eemsgeul, obstruction in the Eemsgeul itself will be avoided.
- Widening of the corridor from 500 m to a minimum of 700 m and a maximum of 1,300 m for the cable system.
- Widening of the corridor from 500 m to a minimum of 500 m and a maximum of 700 m for the pipeline.
- Dredging activities for the installation of the pipeline will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures for II: Oude Westereems route cable system

For this route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (locations with high ecological value (hotspots) and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of underwater sound and vibrations on marine mammals:* Keep subtidal channels for foraging near haul-out sites (for resting, moulting and breeding) accessible for seals during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

Mitigation measures for II: Oude Westereems route pipeline

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

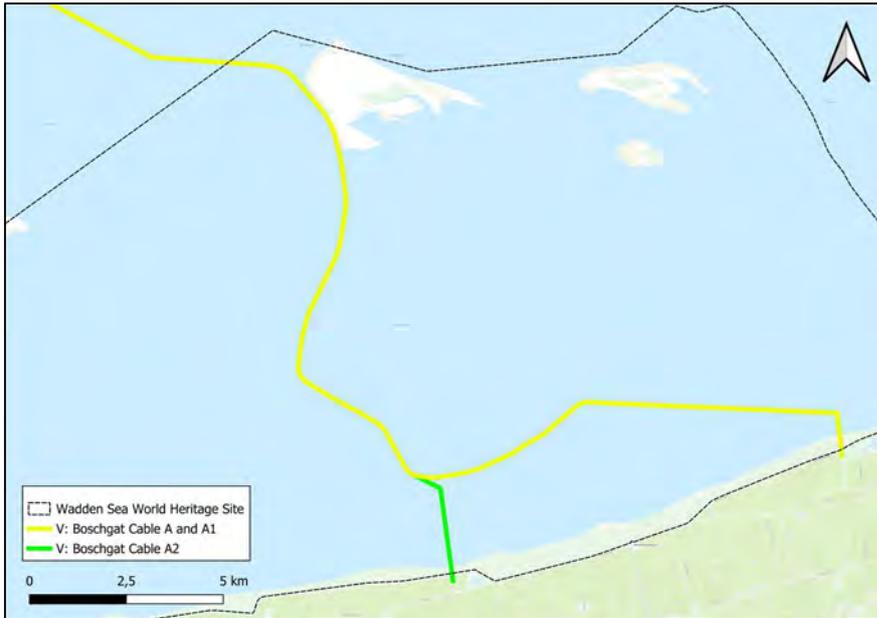
- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.

4.3.2 V: Boschgat route

The V: Boschgat route (Figure 4.8) is only being considered for one cable system. The route crosses the primary dike in Groningen at the Uithuizen location (variants A and A1). Variant A2 crosses the primary dike more westwards. All variants pass through the tidal flats towards the Southeast Lauwers channel. It then follows the Southeast Lauwers and Boschgat channels before heading northwards. At the most westerly point of Rottumerplaat, the route continues in a northwesterly direction.

Variants A and A1 diverge approximately 7,5 kilometer north of Schiermonnikoog, in the North Sea. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, these variants adhere to the same trajectory.

Figure 4.8 Location of the V: Boschgat route



Installation method of the cable system

On the tidal flats, a tidal flat trencher is used. In subtidal channels, floating equipment with a vertical injector or trencher is employed. The route crosses the primary dike and existing cable systems using HDD.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measure:

- Dredging activities will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common goldeneye).

- No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common merganser).

4.3.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route

The VII: Schiermonnikoog Wantij route (Figure 4.9) is being considered for both a cable system and a pipeline. The route crosses the primary dike at the coast of Groningen near Kloosterburen and then follows the tidal flat towards Schiermonnikoog. Subsequently, the route crosses Schiermonnikoog and continues northwards through the North Sea coastal zone.

This route encompasses three variants: two for a cable system and one for a pipeline. Within the confines of the Wadden Sea World Heritage site, all variants overlap and will not be assessed individually.

Figure 4.9 Location of the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Installation method of the cable system

On the tidal flats, a tidal flat trencher is used to install the cable system. The cable system is drilled underneath the primary dike and the island of Schiermonnikoog using HDD. North of Schiermonnikoog, the cable system is buried using a trencher or a vertical injector. Preparatory dredging work is required because the area is otherwise too shallow for the installation vessels.

Installation method of the pipeline

The tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog, as well as the island of Schiermonnikoog itself, will be crossed using a series of consecutive HDD operations. The pipeline will pass under the island of Schiermonnikoog using HDD. North of Schiermonnikoog, an open excavation will be made in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth. Subsequently, the pipeline will be installed using the 'S-Lay' technique. In deeper waters, a pipelaying vessel with trenching equipment will be utilized.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- Widening of the corridor from 1,500 m to a minimum of 1,500 m and a maximum of 4,000 m for the cable system.
- Widening of the corridor from 2,000 m to a minimum of 2,000 m and a maximum of 4,000 m for the pipeline.

Mitigation measures for VII: Schiermonnikoog Wantij route cable system

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of sedimentation of typical species:*
 - Prevention of sedimentation of shellfish banks in the Wadden Sea.
 - Prevention of sedimentation of seagrass beds in the Wadden Sea.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
 - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
 - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common goldeneye).
 - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on tidal flats:* No working activities from July until and including September near the moulting and foraging area of the spoonbill at Lutjewad and above Westpolder (regarding the spoonbill).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

Mitigation measures for VII: Schiermonnikoog Wantij pipeline

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

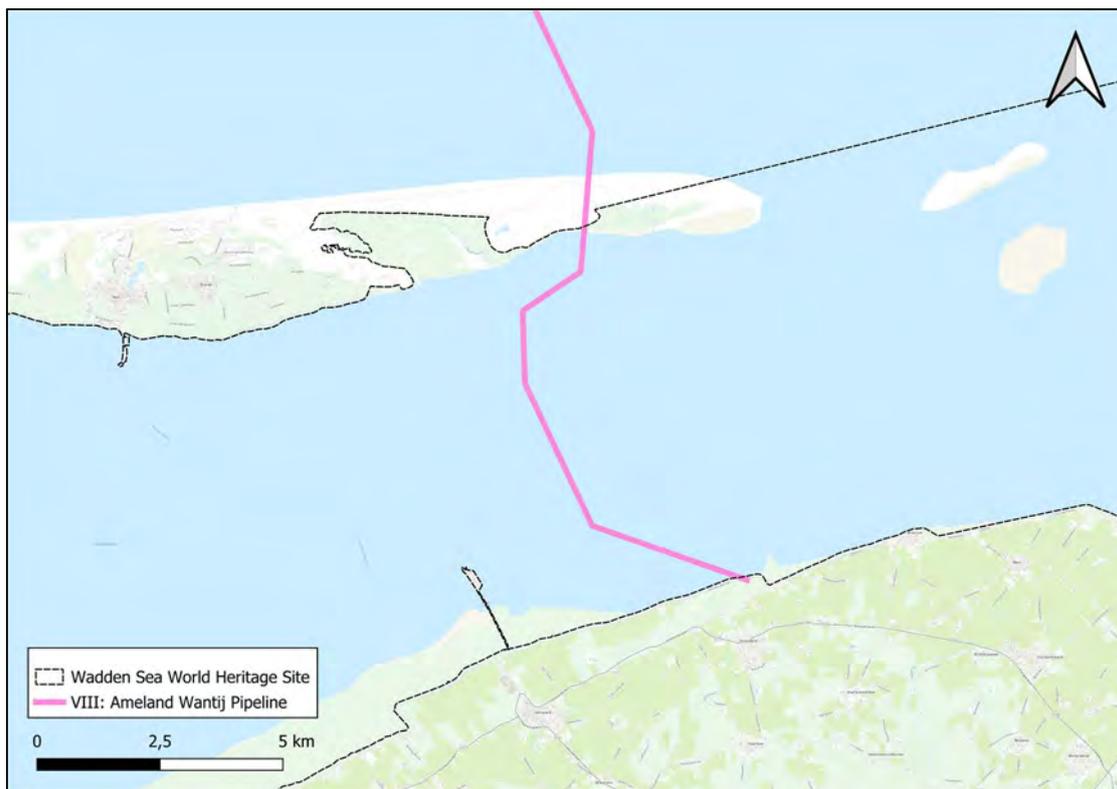
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
 - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
 - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.

- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common goldeneye).
 - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on tidal flats:* No working activities from July until and including September near the moulting and foraging area of the spoonbill at Lutjewad and above Westpolder (regarding the spoonbill).

4.3.4 VIII: Ameland Wantij route

The VIII: Ameland Wantij route (Figure 4.10) is the most western route and is only considered for a pipeline. The basis of this route is to follow the tidal flats between the Frisian coast (around Ternaard) and Ameland. The route crosses the primary dike near Ternaard and then follows the tidal channel towards Ameland. Subsequently, the route crosses the eastern part of Ameland and continues northward through the North Sea coastal zone.

Figure 4.10 Location of the VIII: Ameland Wantij route



Installation method of the pipeline

The tidal flat will be crossed using a series of consecutive HDD operations. Pipelines will be drilled under the eastern part of Ameland using HDD. North of Ameland, an open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth. The pipeline will then be installed using the 'S-Lay' technique. In deeper waters, a pipelaying vessel with trenching equipment will be used for burial.

Optimization measures

There are no optimization measures for this route.

Mitigation measures

For this route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A) Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
 - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
 - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:* No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

4.3.5 IX: Zoutkamperlaag route

The IX: Zoutkamperlaag route (Figure 4.11) is only considered for a pipeline. The route crosses the primary dike from the Frisian mainland (west of Lauwersmeer). The route follows the subtidal channels of the tidal basin Zoutkamperlaag between Het Rif and Schiermonnikoog and west of the 'Gronden van het Plaatgat' and continues in a northern direction towards the North Sea.

This route encompasses two variants. These diverge approximately 10 kilometres northwest of Schiermonnikoog. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, the variants overlap and will therefore not be assessed individually.

Figure 4.11 Location of the IX: Zoutkamperlaag route



Installation method of the pipeline

Both variant crosses the primary dike using HDD. In the channel, the pipeline is placed to depth by using a pipelaying vessel with burial equipment (post-trenching), and S-lay technique is applied over a short segment.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- (Western variant) dredging activities will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of turbidity on breeding birds and typical species:* No working activities in the growing season of primary production and in the breeding period (half March with and until August) or ascertain at most a limited increase of turbidity in the aforementioned period in the Wadden Sea (max. 20 %).
- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of sedimentation on mammals:* Distribute dredged sediment in the dredged slot.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A) Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of underwater sound and vibrations on mammals:* Keep subtidal channels for foraging near haul-out sites accessible for seals during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.

- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities in January in the Wadden Sea (in regard to the common eider).
 - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

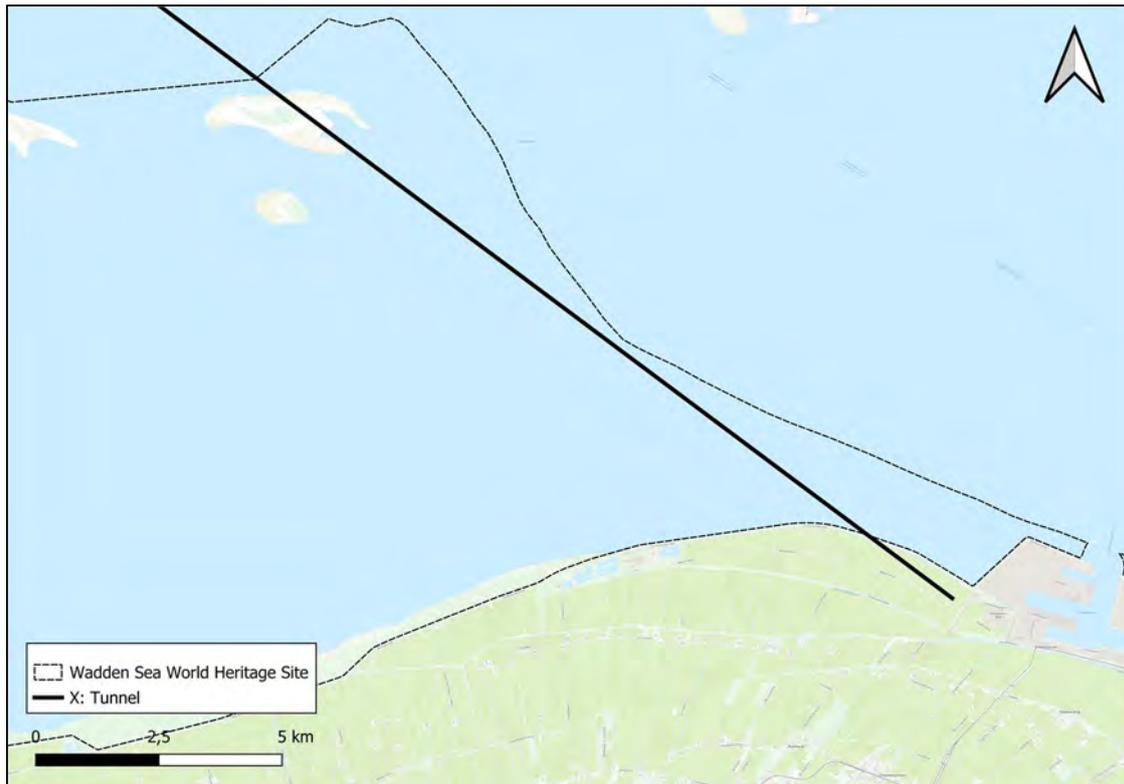
4.3.6 X: Tunnel route

The X: Tunnel route (Figure 4.12) has a length of approximately 26 km. The X: Tunnel route starts at the entry point in the North Sea and ends at the exit point onshore. The onshore exit point is planned in the vicinity of the Eemshaven. The offshore entry point is located in the Ems-Dollard treaty area, approximately 12 km west of Borkum on the Ballonplaat.

From the entry point North Sea, heading westwards, the cable systems and pipelines will follow the II: Oude Westereems route deep below the seabed. Towards the mainland a maximum of seven tunnel tubes are directed in a straight line from the entry point North Sea to the exit point near the Eemshaven. The tunnels descend deep into the seabed (approximately 35 to 45 meters below NAP, or Amsterdam Ordnance Datum in English). On the mainland near the Eemshaven, the tunnels emerge onto land, from where the cable systems and pipelines follow the II: Oude Westereems landroute (onshore) to the points of connection on land.

The offshore entry point, the Eemshaven exit point, and the multi-tube tunnel system itself must be accessible for management, maintenance, and the installation of (additional) cable systems and pipelines throughout the tunnel system's lifespan. Additionally, the entry and exit points of the tunnel are used for the management and maintenance of the tunnel itself, its installations, and the cable systems/pipelines within the tunnels. Therefore, they must remain accessible and available throughout the lifespan of the tunnel system.

Figure 4.12 Location of the X: Tunnel route



Installation method of the tunnel system

The activities for the construction of the North Sea entry point consist of the following steps: dredging of an access channel, constructing a sea wall, spraying sand, building breakwaters, constructing a quay, and dredging a harbour basin.

Once the entry point is completed, two shafts with combi-walls will be built for the first three tunnel tubes. From these shafts, tunnel tubes can be drilled at depth. Subsequently, the next two shafts and four tunnel tubes can be constructed. The shafts at the exit point onshore near the Eemshaven are similar to the shafts at the North Sea entry point. The tunnel tubes will be drilled from both sides: from the entry point and the exit point.

Next, in each tunnel tube, a cable system or pipeline will be installed separately. Cable systems will be pulled into the tunnel tubes using a monorail. Pipelines will be driven into the tunnel tubes in segments on a rail and then welded together

Optimization measures

There are no optimization measures for this route.

Mitigation measures

For this route there are no mitigation measures in prospect.

5

IMPACT ASSESSMENT OF PAWOZ ROUTES ON THE OUV OF THE WADDEN SEA

This chapter discusses per route the effects of proposed actions on the attributes that sustain the OUV of the Wadden Sea. The impact on the integrity of the heritage site is also discussed.

5.1.1 II: Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)

This route offers two variants for a cable system, A and A1. These two variants for cable systems have not been assessed separately because the effects of activities in the Wadden Sea are the same as the route diverges outside the heritage site, in the North Sea coastal zone.

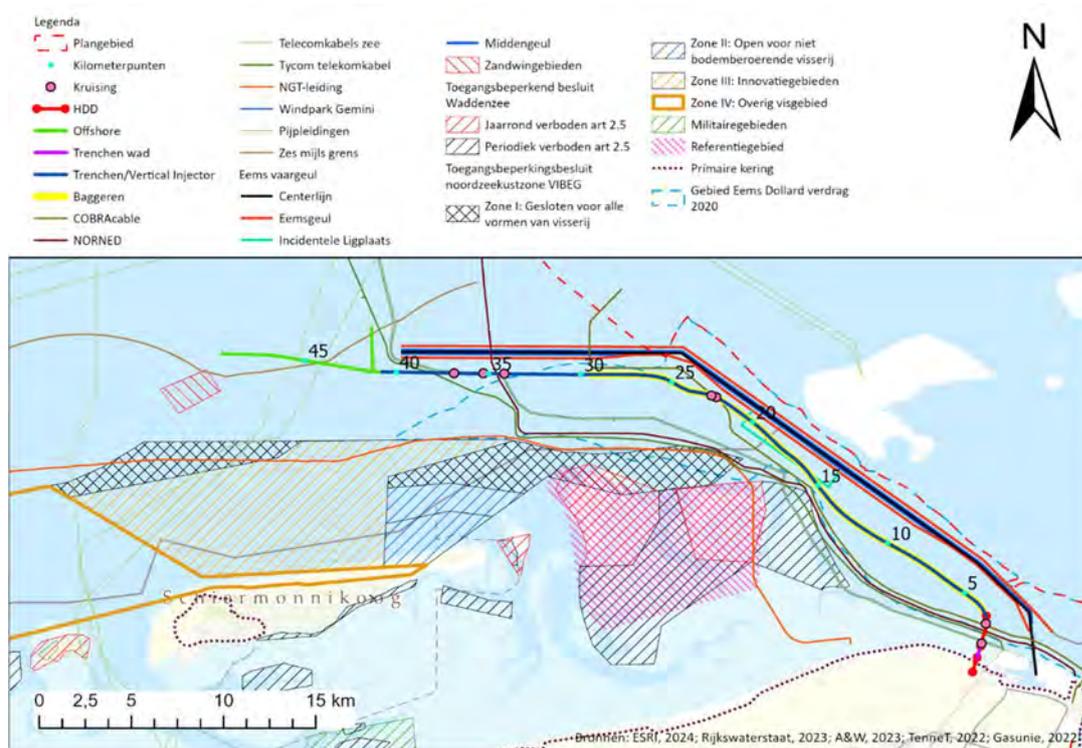
Activities

The activities occurring along II: Oude Westereems route for variant A and A1 are (see Figure 5.1):

- Installation of the cable system with vertical injector/trencher.
- Localized dredging (to create access trenches for installation vessels).
- HDD to cross the primary dike and existing cable systems along the coast.
- And installation of entry points for the HDD.

Over the whole trajectory (Wadden Sea and North Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 24 m depending on the exact location.

Figure 5.1 Proposed activities for cable installation on the II: Oude Westereems route



Evaluation of impacts

Table 5.1 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The effects of the installation of a cable system with vertical injector/trencher on this route are limited. There are local and temporary disturbances of the seabed that will recover quickly because of natural dynamics. Dredging (for access of installation equipment) causes more negative effects because large quantities of sediment are dredged. These dredging works take place mostly in shallow parts. Mainly on the west side of the corridor significant quantities need to be dredged. This will cause disturbance to the seabed. However, recovery will take place because of natural dynamics. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

Within the UNESCO area, HDD is used to install the cable system underneath the salt marsh. It is still unclear where the exit point of the HDD will exactly be located. The HDD is crossing a potential sea grass area and benthic diversity hotspots (locations with many different species living in and on top of the seafloor).

Seagrasses and benthic organisms are very sensitive to changes in sediment dynamics. Depending on the exact location, the activities could affect the primary and secondary production in this area (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). However, it is possible to avoid seagrass

locations and benthos diversity hotspots via mitigation measures (see Chapter 4.3.1). Therefore, the impact of this activity via a change in sediment dynamics is scored as a *moderate negative impact*.

Outside the UNESCO boundary, the cable system (approximately 25 km) is installed by dredging and burying it underneath the sediment. Approximately 7.800 m³ silt will be dredged during a total of 41 days. The surface area that is affected, however, is small, and the increase of turbidity will not exceed >5 mg/L (absolute numbers). The sediment plume is therefore not visible in Figure 5.2. Primary production by phytoplankton, shellfish and visual hunting birds and fish will therefore not be hampered. Additionally, the dredged sediment will be deposited at a licensed location (P3) and will also not cause an impact. Therefore, the impact of this activity via sedimentation and turbidity is scored as *neutral*.

Figure 5.2 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system in the II: Oude Westereems route. The sediment plume is not visible as the surface area is small and the concentrations relatively low (Mustafa & van Engelen, 2024)



The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020). while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance. Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, trencher and HDD cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Two mitigation measures for birds (paragraph 4.3.1) are in prospect that can potentially reduce the disturbance of birds. Therefore, this impact is scored *moderate negative*.

Impact on OUV x) biodiversity

Dredging on this route does not cause effects via turbidity and sedimentation on shellfish, birds, and fish living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). Therefore, the impact of this activity via sedimentation and turbidity on biodiversity attributes is scored as *neutral*.

The HDD and trencher can affect seagrass and benthos via a change in sediment dynamics (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). Therefore, this activity has a *moderate negative impact* on the number of species in marine and brackish water areas. Fattening areas of birds are evaluated as *neutral* by this effect, because the amount of suitable bird food available is low and therefore there will be no

impact. This also accounts for migratory bird species with a strong dependence on the Wadden Sea.

Dredging and the sound of ship engines generate underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Erbe et al., 2019). Marine mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. There is a prospect of mitigation measures for seals (paragraph 4.3.1). Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *moderate negative*.

The use of ships, trencher and HDD cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency on the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002) ringed plover, grey lag goose, common greenshank, northern pintail and Eurasian curlew use the high tide roost in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that especially for the European oyster, pied avocet and ringed plover mitigation measures need to be taken to prevent significant effects. There are prospective mitigation measures for breeding and non-breeding birds (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *moderate negative*.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered to cause *minor negative impact* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for cable systems. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the size of the heritage site nor the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Direct negative effects of installation activities on intertidal species (benthos and seagrass) can be avoided by a prospective mitigation measure. Subtidal species (fish and mammals) can be affected by underwater sound and vibrations produced by additional shipping activities. In addition, electromagnetic fields can affect the swimway of some fish species which are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). To limit the effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light, mitigation measures are in prospect to reduce the effects on birds and seals. Regarding ecological processes, the effects of dredging on primary production will be small, as the increase in turbidity will not exceed >5 mg/L (absolute numbers). During the operational phase, electromagnetic field of the cable system can have an impact on the habitat of fish species. Depending on the fish species, this can lead to behavioural changes such as attraction or avoidance of the cable system, however this does not have a major impact. Regarding the effects on species, habitats and processes, impact on the integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will not severely be affected by the activities. The amount of suitable bird food in this area is already small. Above water sound and vibrations, and optical disturbance and light can affect resting migratory birds on high tide roosts. There is a mitigation measure in sight to reduce these effects (paragraph 4.3.1.). Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Breeding birds are not hampered by turbidity. However, above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). There is a mitigation measure in prospect that can reduce these effects. Regarding breeding birds, the impact on integrity of Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.1 Evaluation of the impact of the II: Oude Westereems route - cable system

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative effect
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Reversible	Reversible	Permanent	Some change	Negative	Minor negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.2 II: Oude Westereems route - pipeline

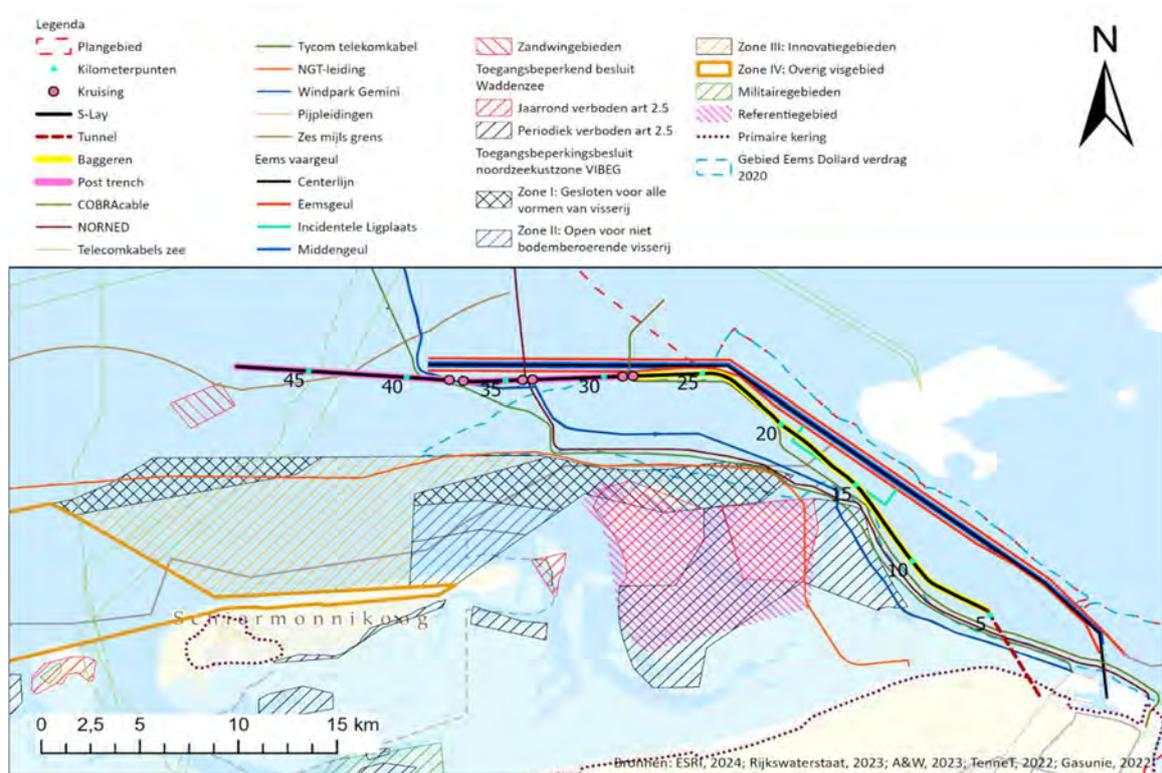
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities occurring along the II: Oude Westereems route for installing a pipeline are (see Figure 5.3):

- Installation of pipeline with pipelaying vessel and trenching equipment (S-lay and post-trench).
- Localized dredging (to make access trench for installation vessels); and dredging in the Eems-Dollard (outside UNESCO area).
- Drilled segment tunnel of 6 km to cross primary dike and existing cables along the coast and underneath the seagrass field and saltmarsh.

Figure 5.3 Proposed activities for pipeline installation on the II: Oude Westereems route



Evaluation of impacts

Table 5.2 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

For the installation of a pipeline larger quantities need to be dredged compared to for a cable system, which causes larger negative effects. These effects will recover naturally over time but are deemed moderately negative due to the large dredging volumes. A drilled segment tunnel is used to cross the primary dike and existing cable systems along the coast. Access pits of limited size are being dug and filled up after usage. This has minor negative effects, that are negligible. Overall, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

The installation of the pipeline does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt

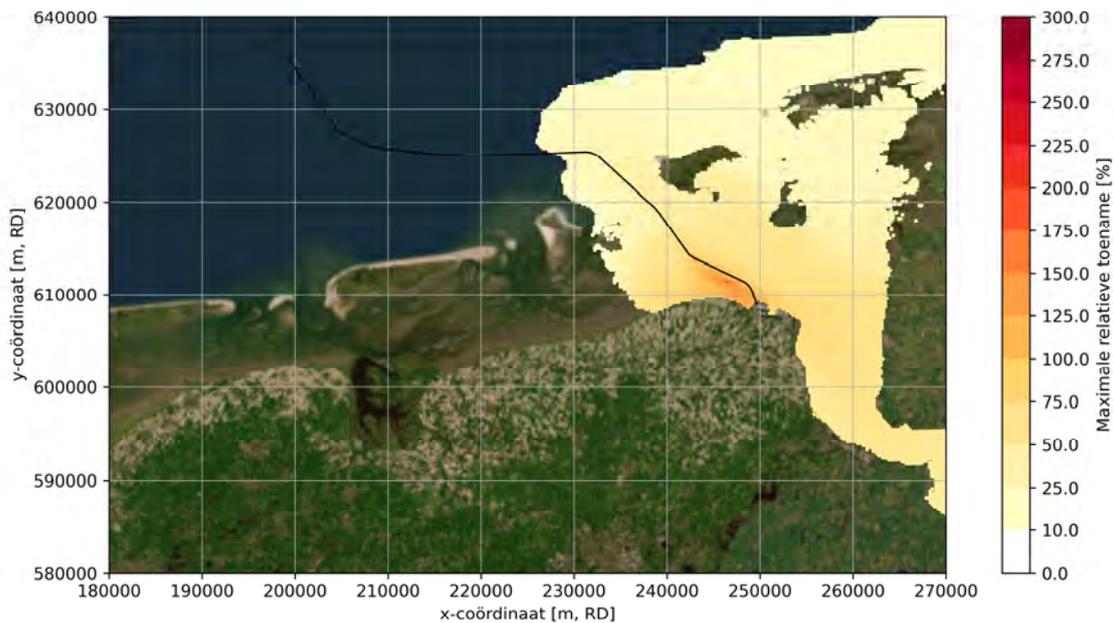
gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a segment tunnel will be used from the mainland. Organisms living in or on the seafloor (benthos) will therefore not be affected. Consequently, the food source for benthos-feeding fish and birds will not be changed by the activity. Therefore, the impact of this activity via a change in sediment dynamics is scored as *neutral*.

The majority of the pipeline is installed by dredging and burying it underneath the sediment. Approximately 414.700 m³ silt will be dredged during a total of 128 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 130 days have an absolute increase of >50 mg/L and 12 days have an absolute increase of 250 mg/L (Figure 5.4). This has a strong negative effect on primary production, typical species (like shellfish living in and on the sea floor) and fish Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). Mitigation measures are not in sight in this stage of the program. Therefore, the impact of this activity via turbidity is scored as a *major negative impact*.

Figure 5.4 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the II: Oude Westereems route (Mustafa & van Engelen, 2024)



Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after the laying of the pipeline. Therefore, surrounding habitat (submerged sandbanks) will largely stay intact. However, small effects on (typical) species living in or on the seafloor cannot be totally ruled out. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound, (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020) while the settlement and growth of invertebrates can be negatively

affected by this kind of disturbance although evidence is rare (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Mitigation measures for breeding birds and non-breeding birds are in prospect (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *minor negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of tidal flats will not be affected by a change of sediment dynamics, as the segment tunnel will pass below the tidal flats. Consequently, the food supply for birds living on tidal flats and fattening areas for migratory birds will not be directly negatively affected. The impact via a change in sediment dynamics is therefore scored as *neutral*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). This also has a negative effect on the fattening areas and food supply of migratory birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *major negative impact*. For non-breeding birds (including migratory species with a strong dependence on the Wadden Sea) there is a mitigation measure in prospect. Therefore, turbidity has a *moderate negative impact* on the attributes relevant to migratory birds.

Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after laying of the pipeline. Small effects on (typical) species living in or on the seafloor cannot be totally ruled out (Rozemeijer & Smith, 2017). In addition, the II: Oude Westereems route is passing seal haul-outs from where seals are swimming to the deeper channel (where the pipeline is installed) to forage. However, this gully is relatively large and very dynamic. The deposited sediment will spread relatively fast and the effect on seals is limited. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Dredging, drilling and the sound of ship engines generates underwater and above sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the effects of underwater and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated to have a *major negative impact*. For breeding and non-breeding birds, two mitigation measures are in prospect resulting in *minor negative impact* on the attributes that involve birds. For details on the affected migratory species see Chapter 5.1.1.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Dredging causes most negative impacts on geological processes, especially dredging for the installation of the pipeline as this requires dredging of larger quantities. This has a temporary, *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site because the natural dynamics are disturbed. The dredging works will not permanently alter the size of the heritage site. The key interrelated and interdependent elements in their natural relationships will be restored by natural processes on a timescale of years.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Benthos species living on the tidal flats will not directly be affected as a segment tunnel from the mainland is used. However, the enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010).

As a result, primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms) are affected. As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Because the dredged sediment will be deposited in the dredged slot, only minor effects on the habitat of subtidal species

(benthos, fish, seals) are expected. Sound and vibrations, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals (Erbe *et al.*, 2019). Currently, there are no mitigation measures in sight to limit disturbance of seals. For birds, mitigation measures are in sight. Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Compton *et al.* (2017), but a mitigation measure is in prospect to limit these effects. Underwater and above water sound and vibrations can also affect foraging fish-eating migratory birds or birds resting on high tide roosts. However, mitigating measures are in prospect to limit effects on breeding and non-breeding birds. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *major negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Turbidity can hamper the ability of visually hunting birds to track and catch prey below water. Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld *et al.*, 2022). A mitigation measure is in prospect that can limit these effects, this is also the case for the effects of turbidity on migrating birds, therefore the impact of turbidity on migrating birds is moderate negative for this route. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *major negative* for this route.

Table 5.2 Evaluation of the impact of the II: Oude Westereems route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals)	Sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	occurring in marine and brackish water areas									
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral	
	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact	

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact
		Effects on migratory path of birds								Major negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Major negative impact

5.1.3 V: Boschgat route- cable system (variant A and A1 together)

This route offers three variants (A, A1, A2) for installing a cable system. Here we present the effects on variant A and A1 together as the route diverges outside of the heritage site (route A diverges to the left, A1 diverges to the right). Route A2 has a different exit point on the mainland (lands at the left point).

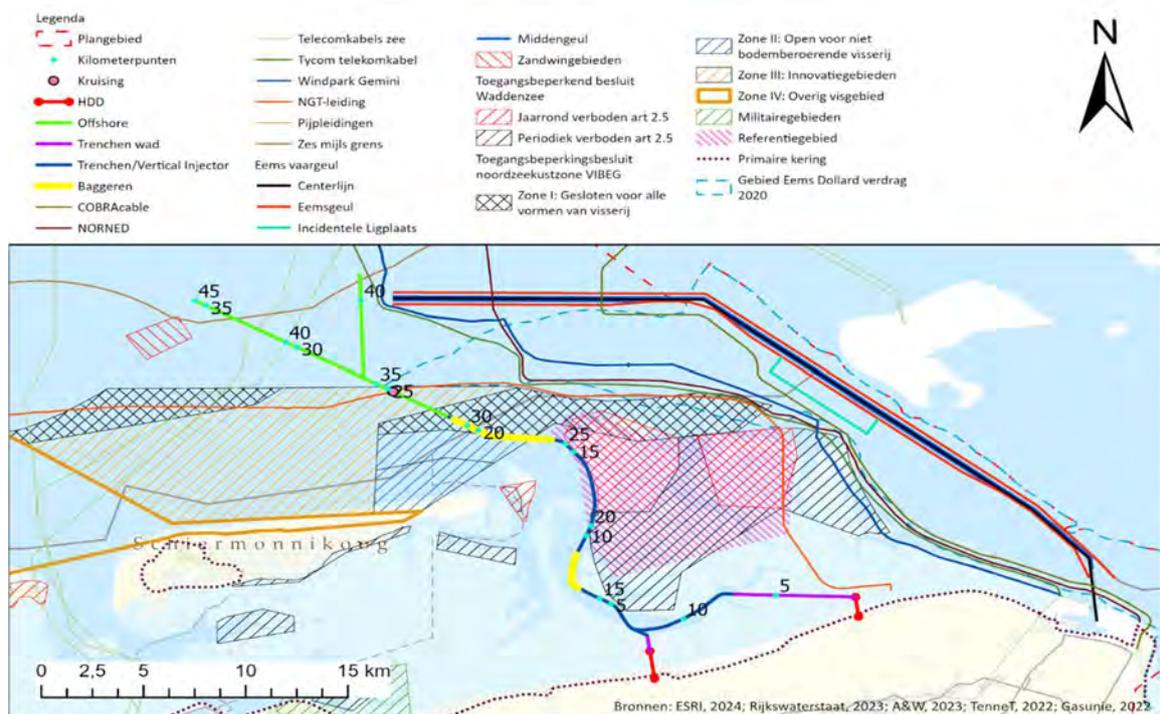
Activities

The activities for the V: Boschgat route variants A/A1/A2 are (see Figure 5.6):

- Installation of cable system with vertical injector/trencher (on shallow tidal flats).
- Installation of cable system with floating equipment with vertical injector/trencher (in the deeper subtidal channels).
- HDD to cross primary dike and existing cables along the coast; and installation of entry points for the HDD.
- Dredging (to make access trench for installation vessels).
- Increased number of ships and ship movements during installation.

Over the whole trajectory (Wadden Sea and North Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 16 m depending on the exact location.

Figure 5.6 Proposed activities for cable system installation on V: Boschgat route



Evaluation of impacts

Table 5.3 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. There are no differences between among variants. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

Installation of cable systems with a tidal flat trencher on shallow mud flats and floating equipment with vertical injector/trencher in the subtidal channels cause localized and temporary negative effect on mudflats. The impact is neutral as the mudflats will likely recover relatively fast. HDD to cross primary dike and existing cable systems along the coast causes negligible impact because access pits are filled up after usage.

to widen the natural channel causes moderate negative impact as it causes local and temporary disturbance to tidal channels. Dredged material is spread directly after burial of cable systems and as much as possible within the channel, so not on a mudflat, which would cause more negative effects. However, the amount of sediment deposited into the channel is very large, almost completely filling up the channel. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

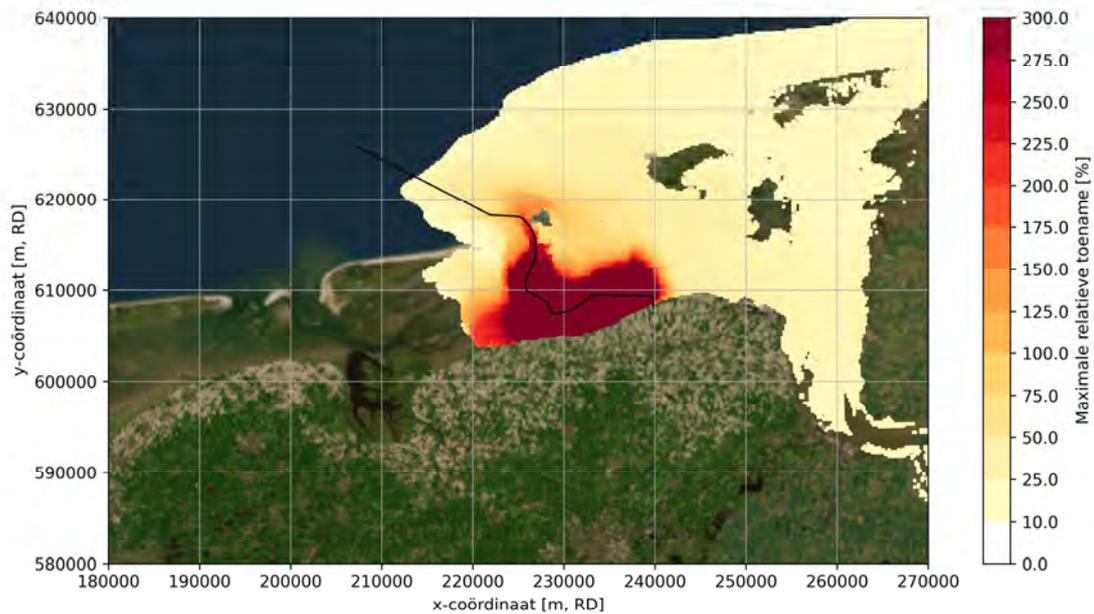
The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For all variants the installation of the cable system a HDD will be used from the mainland to cross the primary dike and salt marsh, where it emerges onto the mudflat. The presence of the exit point causes local destruction of benthic life. From the exit point a trencher will be used to bury the cable system in the intertidal flats. The trencher is crossing areas with a high number of species living in or on top of the mudflats, like sea grass and shellfish banks. These mudflats are also important foraging areas for birds (Soudijn *et al.*, 2022). Two mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

For some areas on the route dredging is necessary. For variant A/A1 approximately 268.000 m³ silt will be dredged during a total of 152 days. The surface area that is affected is large (Figure 5.7) and the increase of turbidity will exceed >5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 135 days have an absolute increase of >50 mg/L and 18 days have an increase of 250 mg/L. For variant A2 approximately 323.600 m³ silt will be dredged during a total of 181 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 169 days have an absolute increase of >50 mg/L and 31 days have an absolute increase of 250 mg/L. The turbidity effects of variant A2 are stronger than the effects of variant A/A1. However, both routes have significant negative effects on primary production, typical species (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish. There are no mitigation measures in sight to reduce these effects. Therefore, the effect of this activity via turbidity is scored as a major negative impact.

Figure 5.7 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system on the V: Boschgat route variant A/A1 (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in nearby gullies. The sediment layer will have a thickness between 3.3- 7.5 m for all variants. Because of the relatively large surface area at some locations, typical species (Baltic tallin, sea grass, cockle, mussel) could be smothered and not survive (Rozemeijer & Smith, 2017), and the habitat of fish is negatively affected. The effects of sedimentation cannot be mitigated. Therefore, the effects of sedimentation are scored as a *major negative impact*.

The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as a result of continuous sound, (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020), while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling causes above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Mitigation measures are in prospect that can potentially reduce these effects for breeding and non-breeding birds (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in on or top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD-exit point and trenching (van der Heide et al., 2007; Rozemeijer & Smith, 2017). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be affected (Soudijn et al., 2022). This counts for example for the ringed plover, dunlin, red knot, ruddy turnstone, common redshank, Eurasian curlew, grey plover and spotted redshank which have a strong dependency on the Wadden Sea. Mitigation measures are in prospect to limit these effects. Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). There is a mitigation measure in sight to reduce the effects of turbidity. Therefore, effects of turbidity are scored as *moderate negative effects*.

In addition, dredged sediment will be deposited on gullies, the large amount of sediment will almost fill the gullies, smothering potential species that live on the seafloor, and restricting the flow of water in the gullies on low tide. This also negative effects on the habitat of mammals and fish. Therefore, effects of turbidity and sedimentation on associated biodiversity attributes are scored as *a major negative impact* for most attributes. However, there are a mitigation measures in sight for non-breeding birds. Therefore, for non-breeding (migratory) birds the effect of turbidity is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging, drilling and the sound of ship engines generates underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *major negative*. negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *major negative*.

The above mentioned effects affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002) multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of pied avocet, eider, ringed plover, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian curlew and spotted redshank. To reduce the effects of above water sound and vibrations, light and optical disturbance multiple mitigation measures are in prospect for birds. Therefore, these effects are scores as *moderate negative impacts* for attributes including birds.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajjura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered a *minor negative effect* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system. This has a *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The negative effects of trenching on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) can be potentially mitigated by avoiding locations with high ecological value (hotspots). Turbidity and sedimentation as a result of dredging activities have the largest impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity in all variants. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth. This affects primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms). As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Dredged sediment will be deposited on nearby gullies, with a high risk of smothering typical species. In addition, the habitat of mammals is negatively affected by the thick layer of sediment. Sound (above and below water), light and optical disturbance associated with the activities will

cause negative effects on especially seals. Currently, there are no mitigation measures in sight to reduce these effects. In addition, electromagnetic fields can affect the swimway of some fish species who are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). For birds, mitigation measures are prospected. Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* on this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Tulp et al., 2022). To reduce the effects of turbidity on non-breeding birds a mitigation measure is in prospect. Shellfish growth and survival can be hampered in high turbid waters (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020), especially when turbidity levels are relatively high during a long period of time. This might lead to local food reductions for birds, while this area is known for its rich foraging grounds. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Above water sound and vibrations, light and optical disturbance can also affect foraging and resting migrating birds (Kleijn, 2008). However, multiple mitigation measures are in prospect that can reduce these effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *major negative* on this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). A mitigation measure is in sight to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *major negative* on this route.

Table 5.3 Evaluation of the impact of the V: Boschgat route variants A/A1/A2

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Major negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
Fattening areas for migratory birds		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact
		Effects on migratory path of birds								Major negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Major negative impact

5.1.4 VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)

This route offers two variants for a cable system and one for a pipeline. This paragraph sets out the effects of a cable system on this route. The VII: Schiermonnikoog Wantij route A and A1 for a cable system diverges outside the heritage site, so they are not assessed separately in this report.

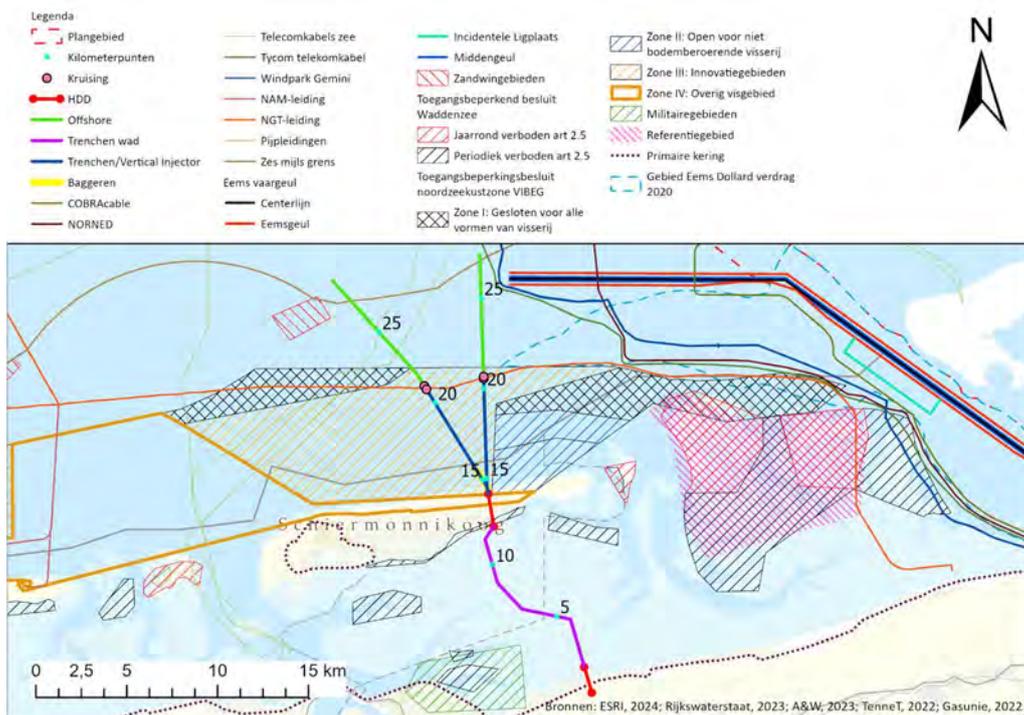
Activities

The activities taking place at the VII: Schiermonnikoog Wantij route for cable system variant A and A1 are (see Figure 5.8)

- HDD (under the primary dike and the island of Schiermonnikoog); and installation of entry points for the HDD.
- Installation of cable system using a tidal flat trencher (on shallow tidal flats).
- Installation of cable system with floating equipment and trencher/vertical injector (outside of UNESCO site, north of Schiermonnikoog).
- Dredging (to make access trench for installation vessels).
- Increased number of ships and ship movements during installation.

Over the whole trajectory (North Sea and Wadden Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 12 m depending on the exact location.

Figure 5.8 Proposed activities for cable system installation on the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.4 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

A wad trencher is used to install the cable system on shallow tidal flats. This has minor negative impact because the impacted area is small and will recover fast because of natural dynamics. HDD is used to install the cable system under the primary dike and the island of Schiermonnikoog. An access pit is being dug on a mudflat. The pit is of limited size and will be filled up after usage. This has negligible impact on the quality of

the mudflat. A trencher/vertical injector is used to install the cable system north of Schiermonnikoog. North of Schiermonnikoog, an access channel will be dredged so that the cable system installation vessel can arrive in closer vicinity to the coast. This will remain visible for several years before the trench is naturally filled up. So, North of Schiermonnikoog, the effects are relatively long-lasting, but these effects only affect a small portion of the overall route. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the cable system a HDD will be used from the mainland to cross the primary dike and salt marsh, where it emerges onto the mudflat. In addition, HDD will be used to lead the cable system underneath Schiermonnikoog. The entry and exit points need to be excavated and causes changes in sediment dynamics that have a negative impact on local benthic life (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). A trencher will be used to bury the cable system in the intertidal flats. The route over the intertidal flats is crossing areas with a high number of species living in or on top of the mudflats, like sea grass and shellfish. These mudflats are also important foraging areas for birds. Mitigation measures are in prospect to reduce the effects of changes in substrate dynamics (see paragraph 4.3.3.). Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

For some locations on the route dredging is necessary. Approximately 300 m³ silt will be dredged during a total of 40 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.9) and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for 42 days, of which 20 days have an absolute increase of >50 mg/L and 7 days have an absolute increase of 250 mg/L. This could potentially affect primary production, benthos (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish. However, because of the small affected surface area, the short duration of turbidity and the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.9 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system on the VII: Schiermonnikoog Wantij route. For the installation of this cable system three of these access channels need to be dug, this is the simulation of the average one (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in nearby gullies of the Wadden Sea. The sediment layer will have a thickness between 1.7- 2.5 m and will cover a relatively small surface area, where typical species (Baltic tallin, sea grass, cockle, mussel) could be smothered and probably will not survive (Rippen et al., 2020). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, the effects of sedimentation are scored as a *moderate negative impact*.

Over the largest part of the route the cable system will be buried during low tide with the trencher. Material will be transported via vessels to accessible gullies. The number of vessels needed is marginal for this route. Consequently, the amount of underwater sound and vibrations that is produced is also minimal. Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities is scored as a *minor negative impact*.

The use of ships, trenching, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. Multiple mitigation measures for breeding and non-breeding birds are in prospect to reduce these effects (paragraph 4.3.3). Therefore, this impact was scored as a *moderate negative effect*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points and trenching. Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be affected (Candolin & Rahman 2023). This counts for example for the ringed plover, dunlin, red knot, Eurasian oystercatcher, ruddy turnstone, common redshank, Eurasian curlew, grey plover and spotted redshank which have a strong dependency on the Wadden Sea. However, mitigation measures are in sight that can reduce these effects (see paragraph 4.3.3). Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022), and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the

food web. However, the amount of dredged and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, and the effects are temporal. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

Dredged sediment that is deposited in nearby gullies can smother seagrass, shellfish and other benthic species (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Shellfish and benthic species important food sources for birds. However, mitigation measures are in prospect that can reduce these effects. Therefore, the impact of sedimentation is scored as a *moderate negative impact*.

The number of vessels used on this route is limited. Resulting in only a small increase in underwater sound and vibrations, which has a marginal impact on mammals (Erbe et al., 2019), benthos, (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). and birds. Therefore, the effect of underwater sound and vibrations is scored as a *minor negative impact*.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced during work activities at low tide (HDD, excavations, etc.). These activities can disturb seals on the haul-out sites. However, the relative importance of this area for seals is low. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of these disturbance effects is scored as a *moderate negative impact*.

The activities also cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, common greenshank, northern pintail, brent geese, common redshank, Eurasian curlew, spotted redshank. These mitigation measures in prospect to limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderate negative impacts*.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as a nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered a *minor negative impact* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system, especially dredging and trenching. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The negative effects of trenching on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) can be reduced by avoiding locations with high ecological value (hotspots). Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which only very locally can cause minimal effects on primary and secondary production. Dredged sediment is spread in nearby gullies where it can affect the survival of benthic species. However, a mitigation measure is in sight to reduce this effect. Underwater sound and vibrations produced by ships are not substantial on this route and habitats of fish and mammals largely remain undisturbed. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. However, various mitigation measures to reduce effects on birds and seals are in prospect. Finally, electromagnetic fields can affect the swimway of

some fish species who are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by trenching, as the route is projected on a valuable foraging area for birds. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. HDD drilling and trenching causes above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging migratory birds. However, various mitigation measures are in prospect that can reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). However, a mitigation measure is in sight to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.4 Evaluation of the impact of the VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sand-banks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of sea-bed (change in sea-bed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals)	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	occurring in marine and brackish water areas									
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.5 VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

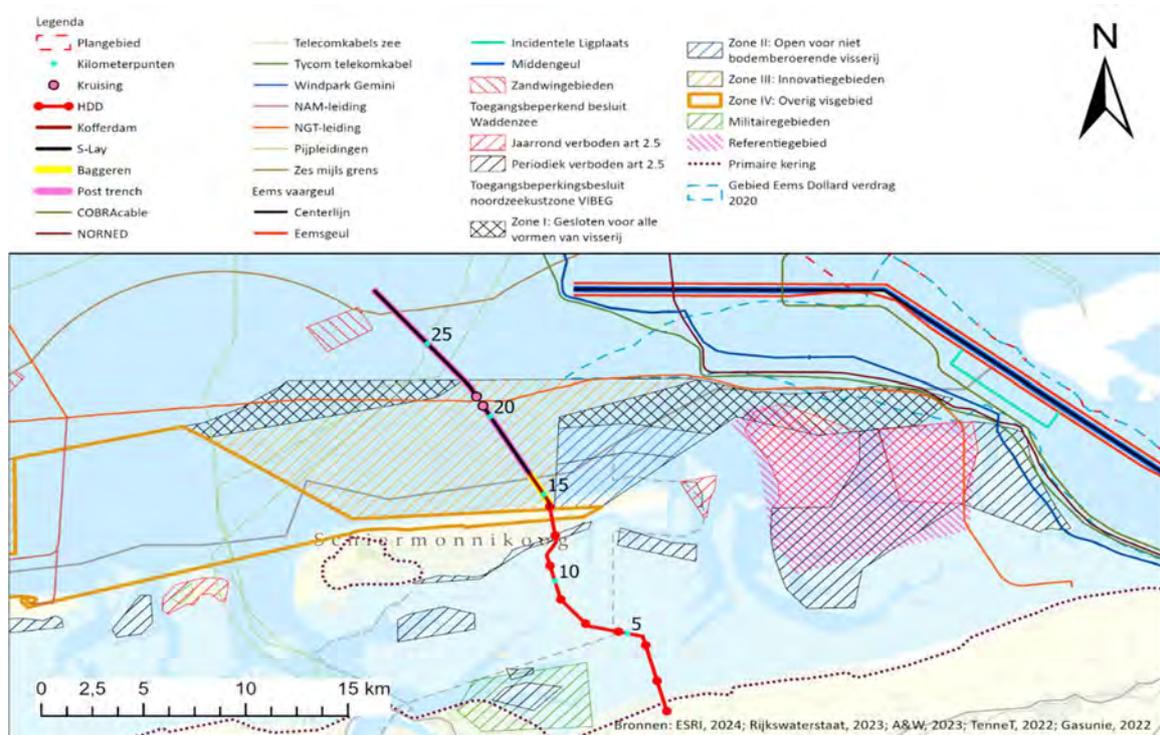
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities taking place along the VII: Schiermonnikoog Wantij route for installing the pipeline are (see Figure 5.10):

- HDD to cross tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog and pass under island Schiermonnikoog; including installation of (eight) entry points for the HDD.
- Increased number of movements of vehicles on the tidal flat during low tide, during installation.
- Open excavation and cofferdam to bury the pipeline at depth north of Schiermonnikoog.
- S-lay technique to install the pipeline.
- Dredging to achieve access trench for installation vessels.

Figure 5.10 Proposed activities for pipeline installation on the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.5 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

Multiple HDDs are used to cross the tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog, to pass the pipeline under the island Schiermonnikoog and cross the primary dike at the northern side of Schiermonnikoog. This will be done in sections. In total, eight access pits will be excavated. These pits are small and will be filled up afterwards, so do not alter the size or quality of coastal or sedimentary features. The effect of using HDD for the installation of pipelines on this route is therefore negligible. Open excavation and a cofferdam are used to bury the pipelines at depth north of Schiermonnikoog. Sand will be dredged, and a vessel will be used to lay the pipeline. The presence of the cofferdam is expected to lead to erosion of the coastline on the east side and sedimentation on the west side. During the storm season, sediment will naturally redistribute. The trench will be replenished after the pipeline is installed. Therefore, the impact of these activities via

disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a series of HDDs will be used from the mainland to the North Sea, crossing the tidal flats and Schiermonnikoog. Eight entry and exit points need to be excavated. The extend of disruption of benthic life depends on the exact location of this HDD entry and exit points. Seagrasses, shellfish beds and typical mudflat species are present in the area, representing a rich foraging ground for birds. Mitigation measures are in prospect to limit effects of changes in substrate dynamics on typical species and non-breeding birds. Therefore, the effect (change in substrate dynamics) is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging will be needed for the access of installation vessels. Approximately 2.500 m³ silt will be dredged during a total of 10 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.11) and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for 12 days, in which concentrations will not be higher than 50 mg/L. Most of the turbidity will occur in the North Sea coastal zone. Because of the small affected surface area, the short duration of turbidity, the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, and the location of the turbidity, the effect on primary production, benthos and birds will be small. Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.11 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the VII: Schiermonnikoog Wantij route (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in the North Sea coastal zone, outside the boundary of the Wadden Sea World Heritage. This could have negative effects on local species, but these fall outside of the spatial scope of this HIA. Therefore, the effect of sedimentation is scored as *neutral*.

The building of HDD entry and exit points in the Wadden Sea will be done during low tide. Therefore, the effects of underwater sound and vibrations are scored as *neutral*. In the North Sea coastal zone also trenching will take place, which produces extra underwater sound and vibrations. However, these effects fall outside the spatial scope of this HIA.

The use of HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. Multiple mitigation measures are in sight to reduce these effects for breeding and non-breeding birds. Therefore, these effects are scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be locally affected (see Chapter 5.1.5). Mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, these effects via changes in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022), and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the food web. However, the amount of dredged material and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, the effects are temporal and occur mostly in the North Sea coastal zone. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

The dredged sediment is deposited in the North Sea coastal zone, outside the boarder of the Word heritage site. Therefore, the impact of sedimentation is scored as *neutral*.

The number of vessels used on this route is limited, because of the use of HDDs during low tide. As a result, the increase of underwater sound and vibrations is negligible, and the habitat of fish and mammals is not affected in the Wadden Sea. Therefore, the impact of underwater sound and vibrations is scored as *neutral*. The effects of underwater sound are more severe in the North Sea coastal zone, but this area falls outside the boarder of the Wadden Sea World Heritage.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced by the HDD and the trencher during work activities at low tide. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. However, the relative importance of this area for seals is low. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily locate to different haul-out sites areas. However, it is not possible to avoid working activities during the sensitive season for seals as there are no mitigation measures in sight. Therefore, the impact of these disturbance effects is scored as a *major negative impact*.

The activities also cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, common greenshank, northern pintail, brent geese, common redshank, Eurasian curlew, spotted redshank. There are mitigation measures in prospect to limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderate negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes will be temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system on this route. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Changes in sediments can cause negative effects on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) (Rippen et al., 2020; van der Heide et al., 2007). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which can only very locally cause minimal effects on primary and secondary production (mostly in the coastal zone). Dredged sediment is spread outside the Wadden Sea heritage site, with no effects on species and habitats in the Wadden Sea. Underwater sound and vibrations produced by HDD is limited, as working activities take place during low tide. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals (Cremer et al., 2017) and birds (Kleijn, 2008). While various mitigation measures are prospected for birds, disturbance of seals cannot be mitigated. Regarding species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by HDD entry and exit points, as the route is projected on a valuable foraging area for birds (Soudijn et al., 2022).. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. HDD drilling and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging areas of migratory birds. However, various mitigation measures are in prospect to reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). Two mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route

Table 5.5 Evaluation of the impact of the VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in freshwater inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in freshwater inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
o		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.6 VIII: Ameland Wantij route - pipeline

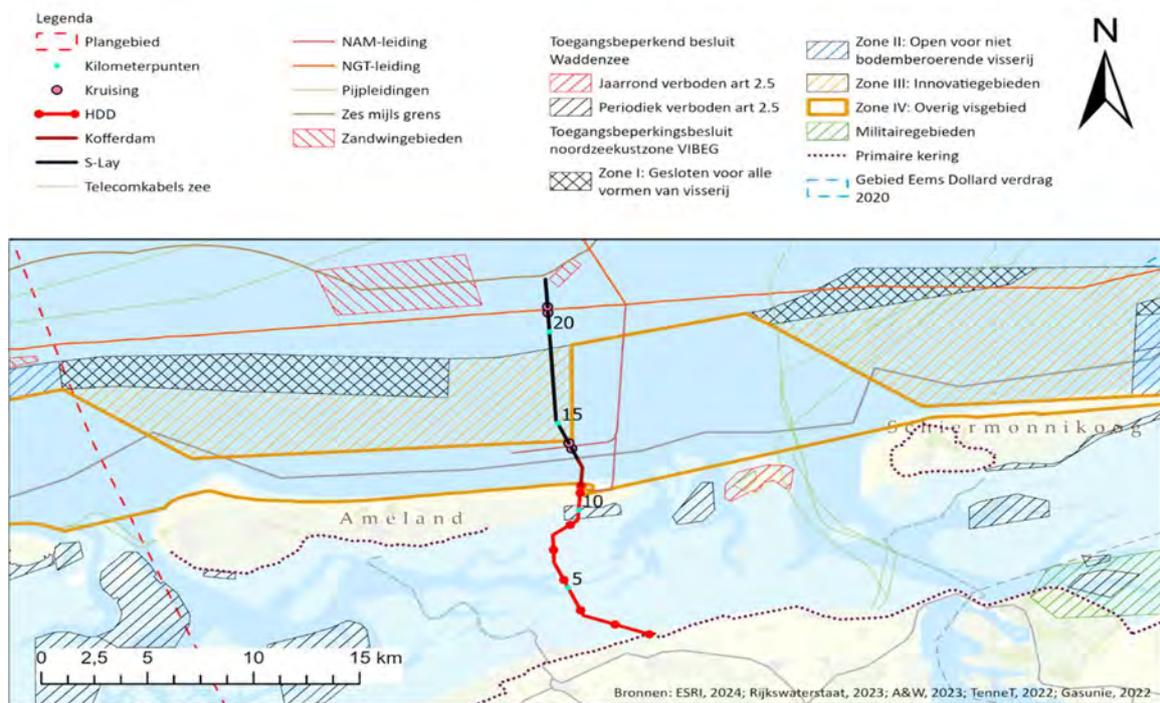
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities taking place at the VIII: Ameland Wantij route for installing pipelines are (see Figure 5.12):

- Installation of a pipeline using HDD to cross tidal flat and pass below the eastern tip of the island of Ameland, including installation of several entry points for the HDD.
- Installation of a pipeline with a pipeline laying vessel with trenching equipment (S-lay technique).
- An open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth North of Ameland (outside UNESCO site).
- Increased vehicle movements on the tidal flat during low tide, during installation.

Figure 5.12 Proposed activities for pipeline installation on the VIII: Ameland Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.6 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The difference between this route and the VII: Schiermonnikoog Wantij route are trenching lengths and number of drilled access pits. However, the effects of the proposed actions are comparable. HDD is being used to drill pipelines across tidal flat and under the eastern part of the island Ameland. Drilling will be done in sections. Several access pits will be excavated. These pits are small and will be replenished with sediment after usage, therefore causing a negligible impact on size and quality of tidal flats. An open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth North of Ameland. Sand will be dredged to allow access to the pipeline installation vessel. The presence of the cofferdam is expected to lead to erosion of the coastline on the east side and sedimentation on the west side. During the storm season, sediment will naturally redistribute. The trench will be replenished after the pipeline is installed. Therefore, the effects of this intervention are expected to be minor negative. A pipeline vessel with trenching equipment (S-lay technique) will be used for burial in deeper waters. Trenching has neutral impact in the deep waters of the North Sea because there are strong waves and strong currents, so because of natural

dynamics the geomorphological system will recover quickly. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

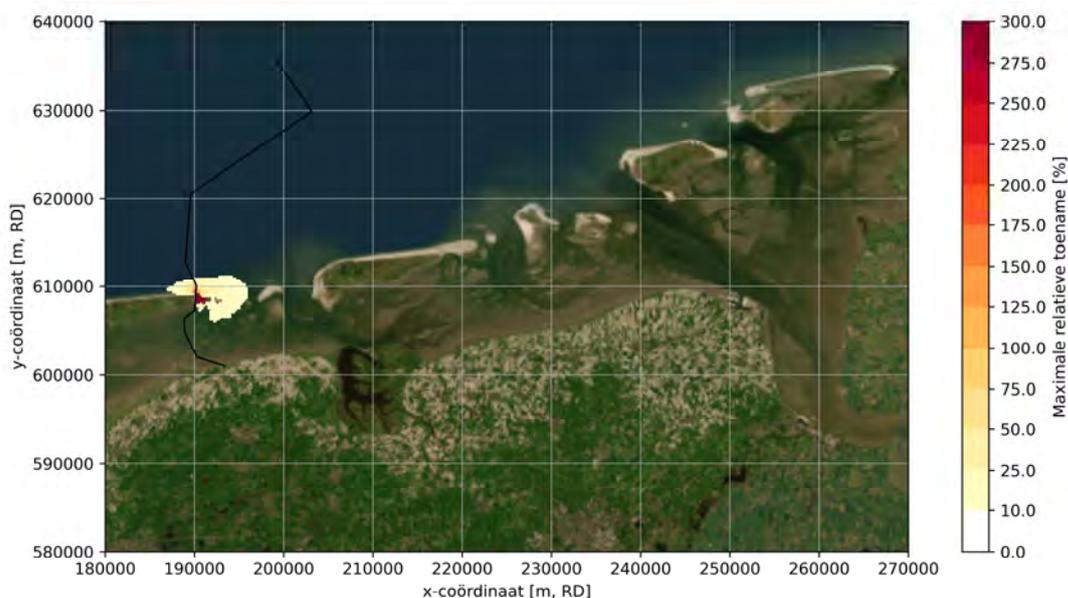
The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a series of HDDs will be used from the mainland to the North Sea, crossing the tidal flats and the eastern point of the island of Ameland. Multiple entry and exit points need to be excavated. The extend of disruption of benthic life depends on the exact location of this HDD entry and exit points. Shellfish beds and typical mudflat species are present in the area, although the number of species is lower than the area that the VII: Schiermonnikoog Wantij route is intersecting. Mitigation measures are in prospect to mitigate the effects of changes in substrate dynamics. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging will be needed for the access of the pipeline installation vessel. Approximately 3.500 m³ silt will be dredged during a total of 9 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.13) and the absolute increase of turbidity will exceed 5 mg/L for 12 days, of which 11 days concentrations are higher than 50 mg/L and one day concentrations exceed 250 mg/L. Most of the turbidity will occur in the North Sea coastal zone and in the tidal flats (Figure 5.12). Because of the small affected surface area, the short duration of turbidity, the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, and the location of the turbidity, the effect on primary and secondary production (by benthic organisms) will be small (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.13 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the VIII: Ameland Wantij route (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in the North Sea coastal zone, outside the boundary of the Wadden Sea World Heritage, where it can have effect on typical species occurring there. No sedimentation will occur in the Wadden Sea, because here only HDDs are used. Therefore, the effect of sedimentation is scored as *neutral*.

The building of HDD entry and exit points will be done in the Wadden Sea during low tide. Therefore, the effects of underwater sound and vibrations are scored as *neutral*. In the North Sea coastal zone trenching and the presence of vessels can cause an increase in underwater sound and vibrations, but this effect falls outside the scope of this HIA.

The use of HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. However, multiple mitigation measures for birds are in prospect that can reduce these effects (paragraph 4.3.4). Therefore, these effects were scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be locally affected. However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects of changes in substrate dynamics (see paragraph 4.3.4). Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022) and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the food web. However, the amount of dredged material and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, the effects are temporal and occur mostly in the North Sea coastal zone. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

As the dredged sediment is deposited in the North Sea coastal zone and not in the Wadden Sea within the borders of the World Heritage site, the impact of sedimentation is scored as *neutral*.

The number of vessels used on this route is limited, because of the use of HDDs during low tide in the Wadden Sea. As result, the increase of underwater sound and vibrations is negligible, and the habitat of fish and mammals is not affected in the Wadden Sea. Therefore, effect of underwater sound and vibrations is scored as *neutral*. In the North Sea, the effects of underwater sound and vibrations are more severe, but these fall outside the spatial scope of this HIA.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced by the HDD and the trencher during work activities at low tide. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. The relative importance of this area for seals is average. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily located to different haul-out sites in different areas. To prevent disturbance of seals during the sensitive period, a mitigation measure is prospected. Therefore, the impact of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as moderate *negative*.

Can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, eider and common redshank. These mitigation

measures in prospect limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderative negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the pipeline. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

This route has negative effects on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) via changes in sediment dynamics caused by excavations of the HDD. Mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and Processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which can only very locally cause minimal effects on primary and secondary production. Dredged sediment is spread outside Wadden Sea heritage site. Underwater sound and vibrations produced by HDD is limited, as working activities take place during low tide. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Regarding species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by HDD entry and access points, as the route is crossing a valuable foraging area for birds (Soudijn et al., 2022). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging migratory birds. However, various mitigation measures are in sight to reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on the integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). When there are no working activities from April up to and including August near locations (within 600 m) of breeding birds or noise levels will be limited by using barriers (mitigation measure), there will be less effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.6 Evaluation of the impact of the VIII: Ameland Wantij route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact	
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact	
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative	
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact	
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact	
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact	
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative	
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral	
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral	
	Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.7 IX: Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)

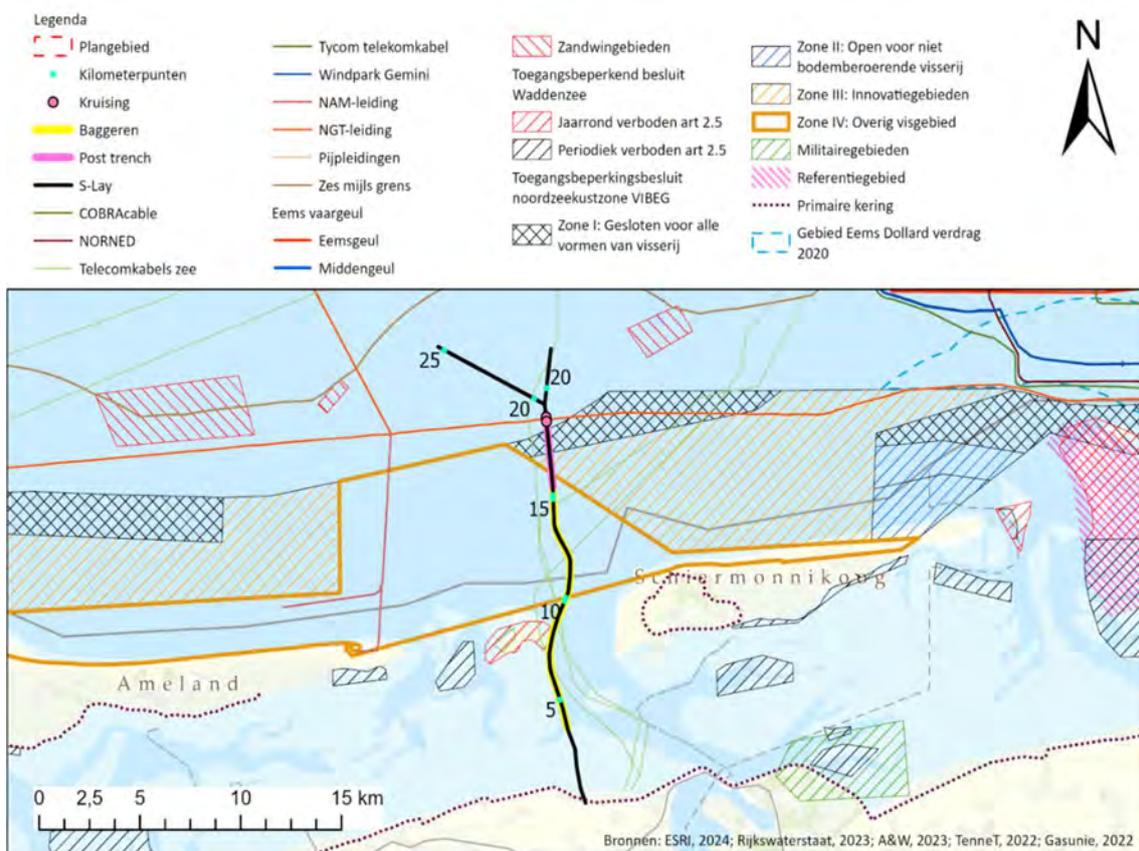
This route offers two variants for a pipeline, A1 and A2. The IX: Zoutkamperlaag route A1 and A2 only diverge outside the heritage site, so they are not assessed separately in this report.

Activities

The activities taking place at the IX: Zoutkamperlaag route for installing a pipeline are (see Figure 5.14):

- HDD to cross primary dike and existing cable systems along the coast.
- Pipelaying vessel with burial equipment is used to lay pipeline at depth (S-lay technique and post trench).
- Preparatory dredging (to achieve access trench for installation vessels) (dredged material is spread out directly in the access trench after burying the pipeline).

Figure 5.14 Proposed activities for pipeline installation on the IX: Zoutkamperlaag route



Evaluation of impacts

Table 5.7 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The variants of the route differ in the North Sea but have the same evaluation of impacts. For the installation of the pipeline HDD is used to cross primary dike on the mainland. Access pits will be replenished after usage, so its impact is neutral.

A significant volume will be dredged to dig an access channel of two kilometers close to the Wadden Sea coast within the existing deep tidal channel. After the pipeline is installed, the dredged trench will be partially replenished. The sediment dynamics in this area are limited, so it is expected to take several years for the

channel to naturally recover and dispersed volume to be redistributed by natural processes. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

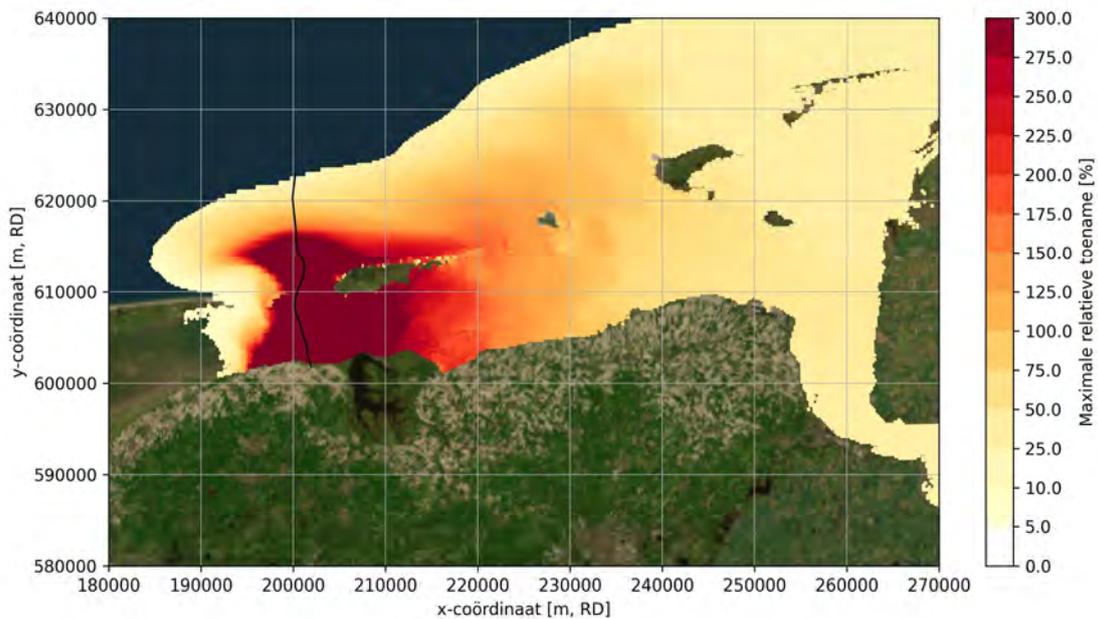
Impact on OUV ix) ecological processes

For installation of the pipeline, a large amount of sediment is dredged. This causes large changes in the dynamics of substrate in the Wadden Sea which has a negative effect on benthic species (e.g. seagrass and shellfish) (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects (see paragraph 4.3.5). Therefore, the effect of changes in substrate dynamics is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging activities also cause an increase in turbidity. Approximately 640.600 m³ silt will be dredged during a total of 71 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 150 days have an absolute increase of >50 mg/L and 65 days have an absolute increase of 250 mg/L (Figure 5.15). This has a negative effect on primary production, benthos (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). However, mitigation measures are in prospect to limit effects on typical species, breeding and non-breeding birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity is scored as a *moderate negative impact*.

Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after the laying of the pipeline. Therefore, surrounding habitat (submerged sandbanks) will largely stay intact. However, small effects on (typical) species living in or on the seafloor and in the gullies (fish and invertebrate species) cannot be totally ruled out (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.15 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the IX: Zoutkamperlaag route (Mustafa & van Engelen, 2024)



The activities and associated shipping traffic cause an increase underwater sound. Fish (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020) and fish-eating birds (Kleijn, 2008) typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound, while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance. Therefore, underwater sound has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple mitigation measures for birds (paragraph 4.3.1) are in prospect that can reduce the disturbance of birds. Therefore, this impact was scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the dredging (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). However, a mitigation measure is in prospect to mitigate these effects. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*. The food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds can also be affected by changes in sediment dynamics. However, the route only marginally crosses tidal flats and the majority of the route follows the gullies. Foraging areas of birds are not in close vicinity of the route. Therefore, regarding food availability for birds (Soudijn et al., 2022), the effects of changes in substrate dynamics are scored as a *minor negative impact*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). This also has a negative effect on the fattening areas and food supply of migratory birds. However, mitigation measures are in prospect to mitigate the effects of turbidity on typical species, breeding and non-breeding birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *moderate negative impact*.

The effects of sedimentation on typical species, fish and mammals are reduced by optimization of the route. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Dredging and the sound of ship engines generates underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Erbe et al., 2019). A mitigation measure is in prospect to prevent disturbance of mammals (see paragraph 4.3.5). Therefore, the impact of underwater sound and vibrations is scored as a *moderate negative impact* for mammals. The effects on benthos, fish and birds are discussed under the previous section (Impact on OUV ix) ecological processes).

The activities and associated shipping cause above water sound and vibrations, light and optical disturbance. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. The relative importance of this area for seals is average. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily locate to different haul-out sites areas. To prevent disturbance of seals during the sensitive season a mitigation measure is in prospect.

The above mentioned effects can also affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, eider duck, Eurasian curlew and spotted redshank (among others). For birds, also various mitigation measures are in prospect. Therefore, for birds and seals, disturbance effects have been scored as *moderate negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Dredging causes most negative impacts on geological processes, especially dredging for the installation of pipelines as this requires dredging of larger quantities. This has a temporary, *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site because the natural dynamics are disturbed. The dredging works will not permanently alter the size of the heritage site. The key interrelated and interdependent elements in their natural relationships will be restored by natural processes on a timescale of years.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth. This affects primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms) (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Because the dredged sediment will be deposited in the dredged slot, only minor effects on the habitat of subtidal species (benthos, fish, seals) are expected. Underwater sound and vibrations can affect the quality of habitats of seals, diving birds, fish and benthos, but effects are expected to be minimal. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. For birds and seals, mitigation measures are in prospect to reduce these effects (see below). Regarding, species, habitats and processes, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Soudijn et al., 2022). Foraging areas on tidal flats are not in the vicinity of the route. Underwater and above water sound and vibrations can also affect foraging fish-eating migratory birds or birds on high tide roosts. However, mitigation measures are in sight to reduce these effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquillity of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.7 Evaluation of the impact of the IX: Zoutkamperlaag route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative change	Moderate negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Tranquility for migratory birds	Optical disturbance and light	Once)	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.8 X: Tunnel route

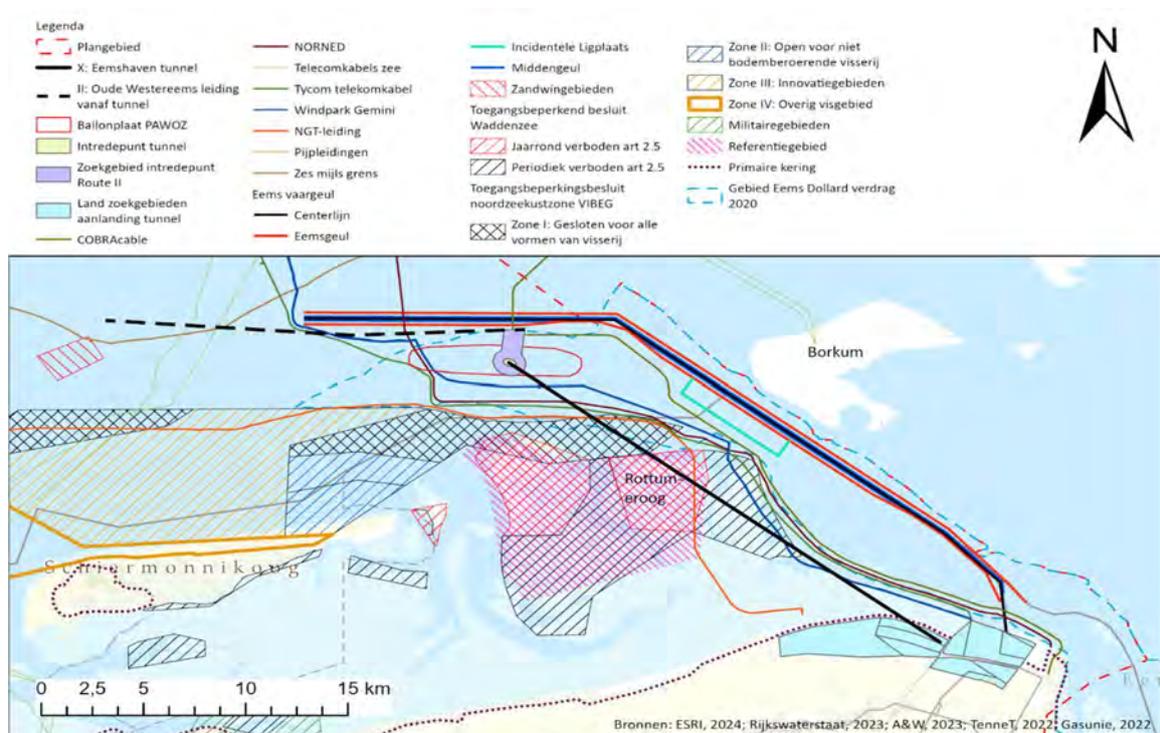
On this route the construction of a tunnel is being assessed.

Activities

The activities taking place at the X: Tunnel route are (see Figure 5.16):

- Construction of the entry point on the Ballonplaat in the North Sea (includes construction of a dike, sand spraying, construction of breakwaters, construction of quay, dredging of basin).
- Construction of shafts at the entry point on the Ballonplaat and drilling of tunnel tubes under the Wadden Sea.
- Construction of shafts at the exit point tunnel near the Eemshaven and drilling of tunnel tubes.
- Management and maintenance of entry point during usage tunnel (yearly dredging to maintain access channel, and several ship movements to transport personnel and (small) materials to and from the entry point for the execution of management and maintenance).

Figure 5.16 Proposed activities for tunnel installation on the X: Tunnel route



Evaluation of impacts

Table 5.8 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The construction of shafts and drilling of tunnel tubes does not have direct impact on geological processes of the Wadden Sea as the tunnel will start on the mainland and then emerges on the Ballonplaat sandbank, where an island with entry point will be constructed. This island has dimensions of approximately 800 m by 450 m will be accessible in the operational phase by ships through an access channel that needs to be regularly dredged.

The island (entry point) affects water movement (currents and waves) and sediment transport. In the direct vicinity of the island this leads to a permanent influence on the bed levels of the Ballonplaat, which is a

dynamic area by nature. The morphology of the Ballonplaat is expected to change due to the contraction of the current around the entry point, which causes erosion and possibly also gully formation on the north-east and south-west sides of the entry point. Sheltering effects are expected to lead to sedimentation on the north-west and south-east sides.

The effects of the island on water movement and sediment transport are limited in the neighboring reference area and Natura 2000 area south of the island (at the transition between Rottumeroog and Rottumerplaat with Huibertgat). During storms, there are greater changes in sediment transport in these areas. There will be no observable effects on the large-scale currents and sediment transport in the Eems-Dolland channel.

Because the entry point has a permanent effect on the natural morphological processes of neighboring tidal channels and flats (some of which are in Natura 2000 area of reference area) and because regular maintenance dredging works are required for the access channel, the impacts of this variant are scored as *moderate negative*. Although the effects are permanent, the effects are not deemed 'major negative' because the entry point only causes local effects which are small on the scale of the Wadden Sea.

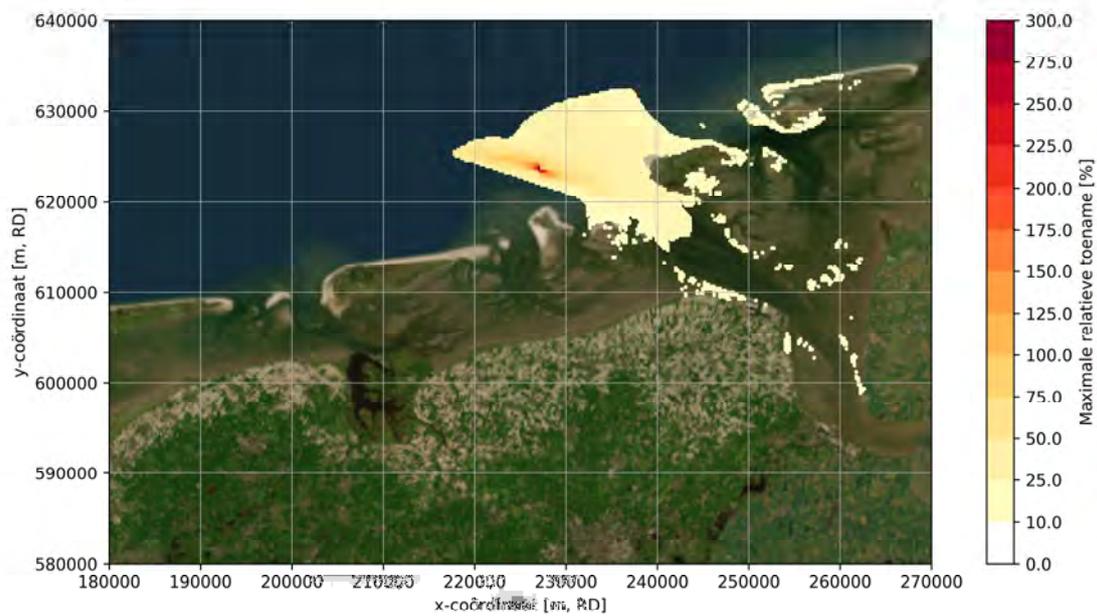
The tunnel and island on the Ballonplaat do not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

The tunnel will transect the Wadden Sea below ground, causing only small effects on attributes in the World Heritage site.

On the entry point of the Ballonplaat a harbour basin and access gully will be realized, causing a marginal increase in turbidity (Figure 5.16). The sediment that is released by the digging of the tunnel, causes a larger increase in turbidity. However, the increase in concentration is relatively low, and the affected areas relatively small, mostly covering area outside the borders of the Wadden Sea World Heritage. Yet, some effects might be noticeable on primary production, (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010) shellfish beds, seagrasses and birds. Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.17 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the construction of the pipeline on the X: Tunnel route (Mustafa & van Engelen, 2024)



Changes in substrate dynamics and sedimentation will be completely absent for this route and therefore indicated as 'not applicable' in Table 5.8.

Within the Wadden Sea area, no vessels will be used for the installation of the tunnel. The entry point is located on the Ballonplaat and the exit point on the mainland. The tunnel will cross the Wadden Sea at great depth below the sea floor. Consequently, no effects of underwater or above water sound and vibrations will occur. Similarly, the presence of light or other forms of optical disturbance are neglectable. These effects are therefore scored as *neutral* for this route in the Wadden Sea.

Impact on OUV x) biodiversity

As described in the previous section (impact on OUV ix) ecological processes) turbidity has a small effect on biodiversity attributes. These effects are scored as a *minor negative impact*.

Changes in substrate dynamics and sedimentation will be completely absent for this route and therefore indicated as 'not applicable' in Table 5.8.

Effects of underwater and above water sound and vibrations, light and optical disturbance do not occur within the borders of the Wadden Sea world heritage and are therefore scored as *neutral*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes will be directly impacted by proposed installation techniques for the tunnel. The tunnel causes permanent, moderate negative impact on geological processes because the entry point will result in the disappearance of a shallow sandbank and will be accessed due to yearly dredging during the operational phase of the tunnel. This has a *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site as it will permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Turbidity has only a small effect on species, habitats and processes. The affected area is relatively small and lays for the most part in the North Sea. Increased concentrations are very low. Therefore, the impact on

primary production, seagrass, shellfish beds, fish and the foraging area is very small. Regarding, species, habitats and processes, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *minor negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Only turbidity has minimal effects on the foraging area of non-breeding birds. However, these birds can easily fly over to other areas in the Wadden Sea. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *minor negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

No effects on breeding areas are expected. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *neutral* for this route.

Table 5.8 Evaluation of the impact of the X: Tunnel route

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sand-banks, channels, mudflats and saltmarshes	Permanent but local effect on the natural morphological processes of neighbouring tidal channels and bed disturbance in access channel due to dredging works.	Construction of island: once, maintenance dredging of access channel: frequently (weekly to monthly)	Short-term	Irreversible	Irreversible	Permanent	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact	
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Reversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact	
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact	
		Increase in sedimentation	Not applicable								
		Change in substrate dynamics	Not applicable								
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Natural	
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some change	Neutral	Minor negative impact	
		Change in substrate dynamics	Not applicable								
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Not applicable							
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Not applicable							

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact	
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact	
		Change in substrate dynamics	Not applicable								
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral	
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact	
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Not applicable								
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact	
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral	
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact	
		Increase in sedimentation	Not applicable								
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral	
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Not applicable								
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Minor negative change	
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral	

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
		Underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Minor negative change
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Neutral

6

CUMULATIVE EFFECTS

In this HIA, an evaluation has been made to determine the effects of the installation of one cable system or pipeline per route on the three OUVs of the Wadden Sea (geological processes, ecological processes, and biodiversity). In Chapter 2, the HIA methodology is explained in more detail. The evaluation is based on the scoring method in the EIA, but also differs at some points. This is explained in Chapter 3. The results of the evaluation are presented in Chapter 5 per route.

For most of the routes there are minor and moderate negative effects expected after optimization measures (see Chapter 4 for the optimization measures per route). Hereby, it was taken into account whether mitigation measures are in prospect to reduce the effects. For a minority of the routes, no mitigation measures are in prospect, and major negative effects remain.

Wadden Sea OUVs are not only impacted by these isolated effects of a single activity on each route, but are impacted by the cumulative effects of all activities on the route, across multiple routes and of all the activities in the Wadden Sea. Also, climate change can contribute to the cumulative impact. This can lead to the conclusion that cumulation causes major negative effects on OUVs of the Wadden Sea.

Based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed, this chapter discusses:

- Effects within a route. To meet PAWOZ' objectives, multiple cable systems/pipelines or a combination of a cable system and a pipeline may be needed per route. In Chapter 6.2, the effects of multiple cable system(s) and/or pipeline(s) are assessed per route, and it has been indicated whether there is a prospect of installing multiple cable systems and/or pipelines on each route.
- Cumulative effects of other plans and projects in the Wadden Sea (including autonomous and future developments, which will be first introduced in the following sections 6.1.1 and 6.1.2). Effects from PAWOZ that are not significant (major negative) may become significant when the effects of all activities are combined. The cumulative effects have been considered on a higher (less detailed) level, appropriate to the level of detail of a planEIA. In the projectEIA, cumulative effects need to be examined in more detail.

6.1.1 Autonomous developments

To determine cumulative effects of the proposed routes on the OUVs of the Wadden Sea, it is necessary to describe autonomous developments and processes related to the heritage site. Autonomous developments result in changes within the planning area, which occur independently of the proposed activity and for which a decision has already been made. For example, when developments are established in a spatial plan and a permit has been granted.

Autonomous processes are inevitable for the future state of the site's characteristics. This includes, for example, sea level rise and other consequences of climate change. Generally, these processes only lead to significant changes over an extended period of time. A summary of most relevant autonomous development and processes as well as other future developments in the Wadden Sea is presented in the tables below (Table 6.1 and Table 6.2) based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed.

Table 6.1 Autonomous developments in the Wadden Sea related to its OUVs: geological processes, ecological processes, and biodiversity

Autonomous development	Description
Baseline coastline	<p>The Netherlands has a naturally eroding coastline; more sand disappears than is naturally supplied. In 1990, the baseline coastline was established. When the coastline at a location structurally lies behind the baseline coastline, the coast is locally replenished with sand nourishments. This does not apply to the eastern ends of the Wadden Islands, Ameland and Schiermonnikoog, where structural erosion is accepted. This has implications for the required burial depth of cable systems if they transect this part of the islands. The baseline coastline has been adjusted several times since its establishment in 1990. In addition to maintaining the baseline coastline, nourishments are also carried out to allow the coastal foundation (up to NAP -20 meters) to keep up with the rising sea level. In 2024 the nourishment program for 2024-2027 commenced.</p> <p><i>The EIA sub-report Seabed examined whether the program has an effect on coastal maintenance (and thus on the required sand extraction). This is not the case. No cumulative effects occur on geomorphology thus neither on the OUV viii) ecological processes.</i></p>
Dredging maintenance	<p>In the Wadden Sea, dredging activities are conducted to maintain sufficient depth in channels and harbours for shipping logistics. These dredging activities are appropriately assessed and included as regular maintenance in the Natura 2000 management plan for the Wadden Sea. In the past, some of the sand released during fairway maintenance in the Wadden Sea coastal zone could be extracted for sand trade. In 2016, Rijkswaterstaat initiated a decision-making process to gradually phase out this form of sand extraction from the Wadden Sea starting in 2018. Since 2022, no sand has been extracted from the Wadden Sea. The underlying philosophy is to keep as much sediment in the system as possible.</p> <p><i>The principle in PAWOZ is that all sediment excavated in the Wadden Sea is also dispersed within the Wadden Sea. In the EIA sub-report Seabed it was investigated whether the interventions in PAWOZ have an effect on dredging requirements. This is not the case and therefore no cumulative effects occur on geomorphology thus neither on the OUV viii) geological processes. However, this activity is included in section 6.2.2 as it is relevant in the discussion of cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.</i></p>
Safe operating space for gas and salt extraction under the Wadden Sea	<p>Gas and salt are extracted below the Wadden Sea. Within the planning area, gas extraction by the Dutch Petroleum Company (NAM) takes place. This gas extraction occurs from land: on Ameland and from Blija since the 1980s and from Moddergat, Lauwersoog, and Vierhuizen since 2006. The 'hand on the tap' principle is applied to prevent nature impacts. This means that it is pre-assessed how much gas and salt can be extracted, so that the subsidence remains within the limits that the Wadden Sea can compensate for based on natural sedimentation of sand and silt. The government sets a safe operating space per subsidence area where gas or salt extraction occurs, within which the subsidence rate must remain. Sea level rise is also considered. The subsidence areas within the planning area for which operating spaces are established are Pinkegat (4.6 mm/year) and Zoutkamperlaag (3.6 mm/year) for the period 2021-2026. Both the actual subsidence and effects on nature are monitored to be able to reduce or stop extractions in time. The operating spaces are updated at least every 5 years.</p> <p><i>In the EIA sub-report Seabed, it was investigated whether this program leads to additional subsidence due to erosion. This is not the case, so no accumulation of effects occurs on geomorphology thus neither on the OUV geological processes. However, this activity will be included in section 6.2.2 on cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.</i></p>
Gas Extraction near Ternaard	<p>The NAM (Dutch Petroleum Company) wants to extract gas from a yet untapped gas field north of Ternaard. A small part of that gas field is located below the mainland, while the majority lies beneath the Wadden Sea. The draft decisions for this project were available for public</p>

Autonomous development	Description
	<p>inspection in 2021. A final decision on the permit was expected in 2022 but was postponed due to a ruling by the Council of State regarding the construction exemption for nitrogen deposition. A decision on the final project was expected in 2024, but this too has been delayed, as on March 5, 2024, the State Secretary of Mining indicated that gas extraction in Ternaard is provisionally prohibited.</p> <p><i>This will be included in chapter 6.2.2 on cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.</i></p>
Eems-Dollard 2050 Program (ED2050)	<p>In the Eems-Dollard 2050 Program (ED2050), governments, nature and environmental organizations, and businesses are working together to strengthen the natural and economic value and liveability of the Eems-Dollard. Various pilots are being conducted to reduce turbidity with different measures, for example through sediment extraction. The aim is to scale up in sediment extraction in the future to 1 million m³ of sediment per year. In addition, the Supplement Natura 2000 Management Plan for the Eems-Dollard, which will be established in 2025, also focuses on research and measures to reduce turbidity.</p> <p>Several ED2050 projects in the second phase of the Eems-Dollard 2050 Program have been implemented since 2021, such as: the pilot for Raising Agricultural Land, IBP-VLOED, MIRT exploration of Eemzijen, the development and operation of the intermediate area of the Double Dike for sediment capture, nature restoration, and salt-tolerant and wet crop cultivation, the monitoring of the Clay Ripening Facility, the construction of the Broad Green Dike, and the development of the Kleine and Groote Polder. The planning has been further detailed in the 2021-2026 Program Plan for the Eems-Dollard 2050 Program.</p> <p><i>This does not influence the impact assessment.</i></p>

6.1.2 Future developments

Table 6.2 gives an overview of other future developments in the Wadden Sea related to its OUVs.

Table 6.2 Other future developments in the Wadden Sea related to geological processes, ecological processes, and biodiversity

Other future developments	Description
Restoration of quality of permanently submerged sandbanks (sublittoral) and mudflats and sandflats (littoral)	In the Wadden Sea, Natura 2000 requires to improve the maintenance of permanently submerged sandbanks (Natura 2000 habitat type). To support this goal, the gradual phase-out of bottom-disturbing mussel seed fishing is ongoing, allowing multi-year beds to develop more effectively. There is also a requirement to improve the quality of littoral mudflats and sandbanks (Natura 2000 habitat type). To achieve this, restoration of intertidal mussel banks and seagrass fields is necessary.
Measures to reduce impact of bottom-disturbing activities	The cumulative effect of seabed-disturbing activities such as fishing, channel maintenance, and replenishment works in the Wadden Sea and the North Sea coastal zone has been investigated on behalf of Rijkswaterstaat, the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, and the Wadden Nature Coalition. Rijkswaterstaat will discuss the next steps with the involved parties, including further research. This will also take into account the recommendations of the Wadden Academy, which reviewed the report.
Programmatic Approach to Large Waters (PAGW)	The Programmatic Approach for Large Waters (PAGW) provides measures for the Wadden Sea to restore habitats and soften hard edges of the Wadden Sea by restoring gradual transitions between land and water, fresh and salt water. In the third phase of the PAGW

Other future developments	Description
	<p>(2022), 15 million euro has been reserved for the Underwater Nature Wadden Sea project, which aims to improve fish populations and the food web, provide hard substrate for underwater nature restoration, and work on improving seagrass fields and habitats for fish.</p>
	<p>The quality of the exposed flats and food availability for birds has declined due to mechanical shellfish fishing in the past. The Pacific oyster has been able to expand significantly on the flats. Today, most of the banks consist of mixed beds of Pacific oysters and mussels. As a result, the carrying capacity for shellfish-eating birds such as the oystercatcher and eider has permanently decreased. In recent years, research has been conducted in the Wadden Sea on the restoration of mussel beds. However, experiments aimed at restoring the beds have been largely unsuccessful, resulting in no significant improvement and no concrete management measures being implemented.</p>
Restoration of biogenic structures	<p>In addition, the area of seagrass beds in the Dutch Wadden Sea has significantly decreased. Consequently, the total number of biogenic structures on the exposed flats is lower than optimal. In recent years, there has been considerable experimentation with seagrass restoration in the Wadden Sea, which has proven particularly successful at Griend. In the coming years, further experiments will be conducted on seagrass restoration. Since the restoration has only taken place locally so far, there has not yet been any substantial improvement in quality.</p>
	<p>In the past century, the Wadden Sea has been a net importer of sand. This has so far compensated for the effects of sea-level rise and subsidence in the area. It is expected that this balance will hold for the coming decades as well. The western part of the Wadden Sea has been mostly impacted by the construction of the Afsluitdijk, resulting in deeper water and higher sensitivity to sea-level rise compared to the eastern Wadden Sea (Deltares, 2019). The long-term evolution depends on the climate scenario and the associated rate of sea-level rise.</p>
Climate Change	<p>The effects of climate change on ecology are already noticeable in the Wadden Sea area and can increase in the future. It is still difficult to foresee the exact consequences because it is a current topic of research. The effects are currently most evident in marine habitats. Higher sea water temperatures have reduced the nursery function of the Wadden Sea for plaice and flounder. Drought and high summer temperatures lead to massive mortality of cockles, in particular. The cockle population has also declined due to higher water temperatures. High winter water temperatures lead to reduced shellfish spawning, preventing the stocks from recovering. In addition, high winter water temperatures lead to increased survival rates of crabs and shrimps. They can therefore predate more on shellfish larvae, resulting in a reduction of shellfish population (Beukema, J. J., Dekker, R., 2020). For coastal breeding birds, the risk of flooding has already increased in recent decades, sometimes with devastating effects and poor breeding results. Sea level rise will aggravate this, making especially breeding areas on salt marshes, higher susceptible to floodings. This will also affect other habitat types in the Wadden Sea that will increase or decrease in surface area.</p>

6.2 Cumulative effects

This section discusses cumulative effects on the OUVs of the Wadden Sea based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed. In these sub-reports there is insight into the recovery time of various

species and habitat types. To determine all cumulative effects, it is important to also take into account the extent of the impact and the recovery time of the impact. This consideration requires a higher level of detail than is used in the EIA's sub-reports. Also, at this stage, the cumulative effects of nitrogen deposition (eutrophication) have not been considered in the EIA sub-reports, as only a risk assessment of the effects has been conducted. In the project EIA, cumulative effects therefore need to be investigated in more detail, which can in turn be used to assess cumulative effects on the OUVs of the Wadden Sea.

6.2.1 Cumulative effects on geological processes

Effects within a route

The effects of installing cable systems or pipelines on the seabed are independent of previously installed cable systems or pipelines. For each proposed cable system or pipeline, the necessary work to achieve installation has been detailed, and the impacts have been assessed. Similar work is required for subsequent cable systems or pipelines. For example, an access channel needs to be created again, but at a different location. If a second cable system or pipeline is installed simultaneously with the first, the total effects will be (nearly) twice as large. If there is a long period between the first and second installation, the effects will occur twice, thereby almost doubling the duration period of the impacts. However, this does not apply to dredged access channels to provide access for installation equipment. If there is overlap between the required access channels for different cable systems or pipelines and they are installed simultaneously or shortly after one another, the dredging volume needed to create the second channel can be reduced. This could potentially make the summation of effects of the access channels smaller than the sum of the individual effects.

In conclusion, **the summation of negative effects on the OUV geological processes of the installation of multiple cable systems or pipelines within a route or within multiple routes can be expected to be larger than the effects of only one cable system or pipeline per route and also the recovery time of impacts will be longer.**

Cumulative effects of other projects and activities

It has also been considered whether a cumulation of effects occurs on the seabed with autonomous developments in the project area (see Table 6.1 and Table 6.2). **PAWOZ does not lead to cumulative effects on the seabed with autonomous developments, thus neither on the OUV geological processes (PAWOZ EIA sub-report Seabed).**

6.2.2 Cumulative effects on ecological processes and biodiversity

As there is a lot of overlap between the attributes of the two ecological OUVs iv) ecological processes and x) biodiversity, the cumulative effects on the two OUVs are discussed in general.

Whether cumulative effects are present depends on the following factors (find a more elaborate explanation of these factors in PAWOZ EIA sub-report Nature Chapter 17.6.1):

- Recovery time of benthic animals. The most sensitive species (shellfish) have a recovery time of 5–10 years, while the least sensitive species (worms) have a recovery time of approximately 1 year (Rippen et al., 2020). In general, the shorter the disturbance, the faster the recovery of certain benthic species. After a disturbance, mobile species such as nematodes and worms can return relatively quickly (within 1–6 months) (Dittmann et al., 1999). However, the recovery of total biomass, in particular, can take several years (>3 years). Complete recovery of large individuals of long-lived shellfish species can also take
- several years (>4 years). Since larger shellfish generally do not relocate, it may take more than 10 years for all age classes to be present again (Beukema et al., 1999).
- Changes in substrate dynamics can negatively affect the potential of an area as a settlement/expansion site for shellfish banks and seagrass.

- Recovery time of habitat quality depends on the recovery time of benthic animals and fish (typical tidal and subtidal species of brackish and marine waters), and the morphodynamic processes occurring during recovery. In channels, water currents are stronger, resulting in coarser sediment on the seabed. This affects the recovery time of benthic life (Royal HaskoningDHV, 2021).
- Recovery time of food availability for birds depends not only on the recovery of benthic life but also on the recovery times of fish. Little is known about the recovery time of fish. Fish can, either temporarily or permanently, choose a different habitat and exhibit altered (foraging) behaviour. These changes can affect, among other things, the survival and reproductive success of fish, as well as other trophic levels. Indirect negative effects may occur due to the displacement of prey (Candolin & Rahman, 2023). Whether, and especially when, fish become habituated to disturbances remains unclear.
- Frequent increase in turbidity can cause growth retardation in seagrass and shellfish. Turbidity can have a negative effect on photosynthesis, as light penetrates less deeply into the water column, and fine sediment can form a layer on the leaves of seagrass. The small seagrass *Zostera noltii*, found in the Wadden Sea, can survive for only a few weeks under low light conditions, while the large seagrass *Zostera marina* can survive for less than a year (Peralta et al., 2002; Erftemeijer & Lewis 2006). Turbidity can also cause additional stress for some shellfish, such as increased energy use from cleaning the gills, suffocation from sedimentation, and mortality due to oxygen depletion.
- Disturbance by noise and moving objects in birds shows recovery within two years if the source of the disturbance is removed. For species for which carrying capacity is insufficient, recovery is unlikely or will occur very slowly. Habituation may occur, but there is not enough known about this. Disturbance that results in an area being underused or not used at all also leads to underutilization of the potential food availability in the area, which can negatively affect the recovery of populations. Additionally, the animals may experience physiological stress responses, such as an increased heart rate and elevated stress hormone levels. This can be accompanied by higher energy consumption and stress-related consequences such as weight loss (Krijgsveld et al., 2022).
- The same applies to seals that, due to disturbance, leave their haul-out sites. Seals may adjust their behaviour in response to the disturbance and start using the haul-out sites at different, possibly less favorable, times. Regular short-term disturbances, such as from boats, can lead to seals entering the water more frequently and leaving their haul-out sites, but no large-scale permanent displacement is necessary (Paterson et al., 2019). The effect of (large) disturbances over several years is still unclear, but it may lead to changes in habitat use and reduced access to food-rich areas (Becker et al., 2011). It is still uncertain whether seals will return after prolonged (intensive) disturbance.

Effects within a route

The following paragraphs discuss the potential summation of effects related to the OUVs viii) ecological processes and ix) biodiversity, when installing multiple cable systems and/or pipelines per route.

II: Oude Westereems route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system can be ruled out as mitigation measures are in sight. The effects are similar across the corridor's width and mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds. The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can potentially be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and high tide roosts (HVPs) or shielding noise. What the exact effects of mitigation measures are is uncertain at this stage of the project.

When installing multiple cable systems, a summation of residual effects may occur, possibly leading to major negative effects. The risk of a significant effect when installing a second cable system is present if installation takes place within birds' recovery time (two years). If the next cable system is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low for species with sufficient carrying capacity but high for species with insufficient carrying capacity. More time between the installation of different cable systems may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance, but it is currently unclear how much time is required.

A minor negative effect on typical species (like shellfish and seagrass), fish, mammals and birds occurs due to underwater sound and vibrations. The risk of a significant effect when constructing a second cable system is present if installation activities take place within the recovery time of these species groups.

In conclusion, the installation of multiple cable systems on this route is in prospect, provided sufficient consideration is given to species recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects, including the effects of nitrogen deposition.

II: Oude Westereems route - pipeline

For pipeline installation, major negative effects cannot be ruled out. This also applies to the installation of multiple pipelines or when a combination of a pipeline with a cable system is installed. Chapter 7.3 discusses the possibility of compensation of major negative effects, this is not the case and therefore the effects of multiple pipelines is not investigated.

V: Boschgat route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system cannot be ruled out. This also applies to the installation of multiple cable systems. Chapter 7.3 investigates the possibility of compensation of major negative effects, this is not the case and therefore the effects of multiple cables is not investigated.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system can likely be ruled out as mitigation measures are in sight. Shellfish banks and benthic hotspots are located at various points within the corridor and should be avoided. The effects relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds, and changes in substrate dynamics on habitat types. After taking mitigating measures, there may be residual effects:

- Haul-out sites for common seals during sensitive periods will be avoided, and the residual effects are expected to be minimal, thus also minimizing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds from disturbance will be mitigated by keeping a distance from breeding areas and important feeding areas or by shielding noise and moving objects. Residual effects are likely to remain as the disturbance cannot be entirely removed. Multiple cable system installations could result in a summation of residual effects. The risk of significant effects from installing a second cable system exists if done within the birds' recovery period (two years). If the second cable system is installed after the two-year recovery period, the risk of significant effects is likely low. More time may be needed between installations to prevent 'semi-permanent' disturbance, but the necessary amount of time is currently unclear.
- The effects of changes in substrate dynamics on habitat type H1140A and non-breeding birds will be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic hotspots. The route will pass through a lower quality part of the habitat type, but residual effects will still be present. The recovery time is 1-10 years. With multiple pipeline installations, the disturbed area increases, reducing the likelihood of quality improvement. The risk of significant effects due to a summation of effects increases with each installation.
- A slight negative effect on habitat types, breeding birds, and non-breeding birds occurs due to increased turbidity. Repeated increased turbidity could potentially cause growth retardation in seagrass and shellfish, but it is currently unclear if this could lead to significant effects.

In conclusion, multiple cable systems are in prospect as long as sufficient consideration is given to the recovery time of species and habitat types. The project EIA should further investigate the precise effects, including nitrogen impacts.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

For this route, major negative effects of the installation of a pipeline cannot be ruled out and for several effects there is no prospect of mitigation. This also applies to the installation of multiple pipelines. Chapter 7.3 investigates the possibility of compensation of major negative effects, this is the case. Therefore, there is a prospect of multiple pipelines as long as the recovery time of species and habitat types and compensation measures are taken into account. In the project EIA it should be further investigated what the exact effects are.

VIII: Ameland Wantij route - pipeline

For this route, major negative effects from the installation of a pipeline can likely be ruled out as mitigating

measures are in sight. The effects mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds and changes in substrate dynamics on typical species (like shellfish and seagrass). What the exact effects of mitigation measures are uncertain at this stage of the project. After taking mitigating measures, residual effects may still occur:

- By choosing the HDD locations, seal haul-out sites can be avoided during the sensitive period; residual effects are expected to be minimal, reducing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and HVPs or shielding noise. However, residual effects may still occur as the disturbance cannot be entirely eliminated. When constructing multiple pipelines, a summation of residual effects may occur, possibly leading to significant effects. The risk of a significant effect when constructing a second pipeline is present if installation activities take place within the bird recovery time (two years). If the second pipeline is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low. More time between the installation of different pipelines may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance, but it is currently unclear how much time is required.
- The effects of changes in substrate dynamics on typical species of mudflats (benthos, seagrass, shellfish) and non-breeding birds can be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic animal hotspots. Although the route passes through a part of the habitat type of lesser quality, residual effects still occur. The recovery time is 1-10 years. When installing multiple pipelines, the disturbed area becomes larger, reducing the chance of quality improvement in this area. The risk of a significant effects when installing a second pipeline is moderate, and high for a third pipeline.
- A minor negative effect on typical species (benthos, seagrass, shellfish), breeding birds, and non-breeding birds occurs due to increased turbidity. Repeated increased turbidity may cause growth retardation in seagrass and shellfish. It is currently unclear whether this leads to a significant effect.

In conclusion, the installation of multiple pipelines is in prospect, provided sufficient consideration is given to species and habitat recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects, including the effects of nitrogen.

IX: Zoutkamperlaag route - pipeline

For this route, major negative effects from the installation of a pipeline can likely be ruled out as mitigating measures are in sight. The effects are similar across the corridor's width and mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds, effects of turbidity on breeding and non-breeding birds, and changes in substrate dynamics on typical species. After taking mitigating measures, residual effects may still occur:

- By working near haul-out sites outside the sensitive period of the common seal, significant effects can be prevented. Residual effects are expected to be minimal, reducing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and HVPs or shielding noise. However, residual effects may still occur as the disturbance cannot be entirely eliminated. When installing multiple pipelines, a summation of effects may occur, possibly leading to significant effects. The risk of a significant effect when installing a second cable system is present if done within the bird recovery time (two years). If the second pipeline is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low. More time between the installation of different pipelines may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance. It is currently unclear how much time is required.
- By carrying out dredging works outside the January-August and November-December period, major negative effects of turbidity on breeding and non-breeding birds can be prevented. A minor negative residual effect occurs outside the mentioned period. Repeated increased turbidity may cause growth retardation in seagrass and shellfish. It is currently unclear whether this leads to a significant effect.
- The effects of changes in substrate dynamics on habitat type H1140A and non-breeding birds can be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic animal hotspots. Although the route passes through a part of the habitat type of lesser quality, residual effects still occur. The recovery time is 1-10 years. When installing multiple pipelines, the disturbed area becomes larger, reducing the chance of quality improvement in this area. The risk of a significant effect when installing a second pipeline is moderate, and high for a third pipeline.

In conclusion, the installation of multiple pipelines is in prospect, provided sufficient consideration is given to species recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects.

X: Tunnel route

There are no effects from the installation or user phase of the Tunnel route on the OUV ecological processes or biodiversity of the Wadden Sea heritage site. So, **there is no summation of effects**. Therefore, the construction of multiple shafts and tunnel tubes is in prospect. The effects of installing multiple shafts and tunnel tubes are evaluated at the entry point of the North Sea (Chapter 7 and 12 in PAWOZ EIA sub-report Nature) and the exit point on the mainland (Chapter 9 and 14 in PAWOZ EIA sub-report Nature).

Cumulative effects of other projects and activities

Cumulation of effects with other projects and activities have also been considered. This involves projects that have been permitted and have not yet been fully or partially implemented. For example, the gas extraction near Ternaard and the construction of the windfarm Eemshaven west, as further detailed in the following paragraphs. Additionally, an overview is provided of the effects of other activities in the Wadden area, which are not legally required to be included in a cumulative assessment. For each activity and project, it has been identified which disturbance factors (turbidity, sedimentation, sound and optical disturbance, etc.) are relevant and which geological processes and species groups are expected to be affected (Table 6.3 and 6.4). At this stage, it is not possible to quantify these effects or clearly distinguish between the routes.

Gas extraction near Ternaard

NAM intends to extract gas from an untapped gas field located north of Ternaard. A small part of this gas field lies beneath the mainland, while the majority is situated beneath the Wadden Sea. Draft decisions for this project were open for public consultation from Friday, August 27, 2021, to Thursday, October 7, 2021. A final decision on granting permits was expected in 2022 but was delayed due to a ruling by the Council of State on the nitrogen deposition exemption for construction.

The Appropriate Assessment for Gas drilling and gas extraction near Ternaard (Arcadis, 2021) drew the following conclusions:

- There are no negative effects from disturbance during the installation phase.
- Negative effects of subsidence on the natural features of the Wadden Sea are not a concern.
- Considering the prospected mitigating measures, there are no significant nitrogen deposition impacts on the natural features of the Wadden Sea.

This means that the residual effects of sand nourishments and nitrogen deposition must be included in a cumulative assessment. The gas extraction will occur near Route VIII: Ameland Wantij. The cumulative effects of this route and the gas extraction must be examined. Potential cumulative effects that could result in significant effects include:

- Effects of disturbance on birds and marine mammals caused by sand nourishments.
- Effects of nitrogen deposition on sensitive habitat types. (e.g. saltmarshes).

A cumulative assessment cannot yet be conducted during this planEIA-phase because the residual effects of pipeline construction near Route VIII: Ameland Wantij cannot yet be sufficiently detailed. A more detailed cumulative assessment will need to be conducted in the projectEIA if gas extraction proceeds.

Windfarm Eemshaven-west

Since the end of November 2022, the Province of Groningen has been working on a single spatial plan (Provinciaal Inpassingsplan, Provincial Spatial Plan (in English), PIP) for the entire Eemshaven-West wind area. Earlier plans for the development of the area are thereby nullified. The draft PIP for phase 1 has been revised and expanded to cover the entire area. Due to the intensive preparatory process and the agreements made with stakeholders, the principles of the preferred alternative remain the foundation for the development of the wind area. On December 5, 2023, the Provincial Executive (Gedeputeerde Staten in Dutch) decided to adopt the draft decisions for the windfarm Eemshaven-West.

The Appropriate Assessment in the EIA for the windfarm Eemshaven West (Pondera, 2023) drew the following conclusions:

- Effects of disturbance from above-water noise during the installation and operational phases on birds and marine mammals.
- Effects of disturbance from underwater noise during the installation phase on fish, birds, and marine mammals.
- Barrier effects during the operational phase on breeding and non-breeding (migratory) birds.
- Collisions during the operational phase leading to casualties among breeding and non-breeding (migratory) birds.
- Disturbance of breeding and non-breeding (migratory) birds during the installation and operational phases of the wind farm.
- Effects on habitat types and/or living areas due to a temporary increase in nitrogen deposition.

Potential cumulative impacts that could result in significant effects include:

- Disturbance from above-water noise during installation on birds and marine mammals.
- Disturbance from underwater noise during installation on fish, birds, and marine mammals.
- Disturbance of breeding and non-breeding birds during the installation phase.
- Effects of nitrogen deposition on sensitive habitat types.

Comparable effects are also caused by PAWOZ and must therefore be examined in the cumulative assessment. A cumulative assessment cannot yet be conducted during this planEIA because the residual effects of cable system and pipeline installation cannot yet be sufficiently detailed. A more detailed cumulative assessment will need to be conducted in the projectEIA.

The following tables present a general overview of possible effects due to present and future developments in or nearby the Wadden Sea on the OUVs of the Wadden Sea. Table 6.3 presents possible effects on the OUV geological processes. Table 6.4 presents possible effects on the OUV ecological processes and biodiversity. Further research is needed to fully comprehend the cumulative effects of present and future developments in and nearby the Wadden Sea on the OUVs of the Wadden Sea.

Table 6.3 Impact of present and future developments on Wadden Sea OUV geological processes

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted geological processes
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	<ul style="list-style-type: none"> - Climate change (sea level rise) - Gas extraction - Civil works and maintenance (e.g. coastal protection) 	<ul style="list-style-type: none"> - Change in seabed levels - Change in mean water level - Change in waves and current dynamics - Sedimentation and erosion 	<ul style="list-style-type: none"> - Natural morphodynamic and hydrodynamic processes
	Quantity of river discharge	<ul style="list-style-type: none"> - Climate change (mainly rainfall and fresh water inflow) 	<ul style="list-style-type: none"> - Change in current dynamics - Change in salt gradients 	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrology - Stratigraphy - Hydrodynamics
	Surface of areas with salt gradients	<ul style="list-style-type: none"> - Climate change (mainly rainfall and fresh water inflow) 	<ul style="list-style-type: none"> - Change in fresh water inflow from rivers and canals - Change in current dynamics 	<ul style="list-style-type: none"> - Natural morphodynamic and hydrodynamic processes
	Rate of sea level rise	<ul style="list-style-type: none"> - Climate change: not impacted directly by activities or processes related to Waddensea 	N/A	N/A
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ and/or other planned cables and pipelines - Dredging maintenance - Gas extraction - Civil works and maintenance - Salt extraction 	<ul style="list-style-type: none"> - Sedimentation and erosion - Change in substrate dynamics - Change in seabed levels - Change in waves and current dynamics 	<ul style="list-style-type: none"> - Natural morphodynamic and hydrodynamic processes

Table 6.4 Impact of present and future developments on Wadden Sea OUV ecological processes and biodiversity

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
ix) ecological processes	Primary production	- PAWOZ	- Increase in turbidity	- Phytoplankton
		- Dredging maintenance		
		- Gas extraction		
		- Civil works and maintenance		
		- Climate change		
		- Fisheries		
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	- PAWOZ	- Increase in turbidity - Increase in sedimentation - Change in substrate dynamics	- Phytoplankton - Benthic animals - Breeding birds - Migratory birds - Fish - Marine mammals
		- Dredging maintenance		
		- Gas extraction		
		- Civil works and maintenance		
		- Fisheries		
		- Salt extraction - Climate change		
	Numbers of fish, shellfish and birds	- PAWOZ	- Increase in underwater sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in sedimentation - Presence of electromagnetic fields	- Breeding birds - Migratory birds - Fish - Benthic animals
		- Fisheries		
		- Dredging maintenance		
		- Salt extraction		
- Gas extraction				
- Wind farms				
- Civil works and maintenance				
- Military exercises				
- Recreation				
- Climate change				
Food availability for fish, shellfish and birds	- PAWOZ	- Increase in sedimentation - Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity	- Phytoplankton - Benthic animals - Fish - Breeding birds - Migratory birds	
	- Fisheries			
	- Dredging maintenance			
	- Salt extraction			
	- Gas extraction			

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	<ul style="list-style-type: none"> - Civil works and maintenance - Climate change - PAWOZ - Salt extraction - Gas extraction - Civil works and maintenance - Climate change - Military exercises - Recreation 	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light 	<ul style="list-style-type: none"> - Saltmarsh vegetation - Breeding birds - Migratory birds
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises 	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in sedimentation - Increase in turbidity - Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Presence of electromagnetic fields - Increase in underwater sound and vibrations 	<ul style="list-style-type: none"> - Benthic animals - Breeding birds - Migratory birds - Fish - Marine mammals
	Number of species of breeding birds	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises 	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity 	<ul style="list-style-type: none"> - Breeding birds

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Climate change - Military exercises - Recreation 	<ul style="list-style-type: none"> - Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Increase in sedimentation - Increase in underwater sound and vibrations 	<ul style="list-style-type: none"> - Migratory birds - Fish - Benthic animals
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises 	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations 	<ul style="list-style-type: none"> - Migratory birds
	Wintering areas for migratory birds		<ul style="list-style-type: none"> - Not scored, as it is overarching for Fattening areas for migratory birds and Roosting areas for migratory birds 	
	- Food supply migratory birds	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Civil works and maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> - Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity 	<ul style="list-style-type: none"> - Benthic species - Fish

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
		<ul style="list-style-type: none"> - Climate change; - 		
	- Tranquility for migratory birds	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change 	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations 	- Migratory birds
	- Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	<ul style="list-style-type: none"> - PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change 	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations - Change in substrate dynamics - Increase in turbidity - Increase in sedimentation. 	- Migratory birds
	- Biodiversity		<ul style="list-style-type: none"> - Not scored, as it is overarching with the 'Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh' and the 'Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas'. 	

For the effects mentioned for PAWOZ, some major negative effects cannot be ruled out after optimization measures are taken and there are no mitigation measures in sight. After optimization and when mitigation measures are in prospect, activities can only have moderate or minor negative impact or neutral impact (see tables in Chapter 5). **Whether minor or moderate negative effects on the OUV of the heritage site become major negative (significant) through accumulation with effects of other activities in the Wadden Sea should be further investigated in a project EIA.**

7

CONCLUSION

Wind energy and hydrogen are needed to reach the sustainability targets of the European Union and Dutch government. This HIA concludes that the installation of one cable system or one pipeline per year on routes in the Wadden Sea has a moderate negative impact on the OUVs of the heritage site. Certain routes, however, have major negative impacts that cannot be mitigated.* These include the II: Oude Westereems route (pipeline), the V: Boschgat route (cable system), and the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). The major negative impacts include turbidity, sedimentation, above and underwater sound and vibrations, and optical disturbance and light as a result of the installation activities. These effects negatively impact food webs and species such as birds, benthos, and the common seal. Further research is required to determine the duration of effects. In this HIA, they are mostly scored temporary, because the majority of actions only take place during the construction phase of the project. The exact duration of the actions and therefore also the duration of the effects, is not yet clear.

*When there are both minor and moderate negative impacts on the attributes of a route, the overall score for the route is considered moderate negative, as moderate impacts have a greater effect than minor ones. Similarly, when major negative impacts occur on a route, these major impacts are decisive in determining the route's overall score.

Firstly, Chapter 7.1 describes the overall impact of the installation of one cable system or pipeline per year on the three OUVs of the Wadden Sea. Chapter 7.2 provides a summary of the effects for each route after optimization and where no mitigation measures are in prospect. It also discusses compensation measures to address any residual impacts (Chapter 7.3). Thereafter, recommendations are provided for further research and for further developing a Wadden Sea specific HIA methodology (Chapter 7.5 and 7.6).

In the HIA Guidelines, it is stated that the impact evaluation results in conclusions regarding the extent to which the proposed action is acceptable regarding the OUV. However, further research to the effects of the mitigation measures on the routes (projectEIA) and improvement of the Wadden Sea-specific HIA methodology is needed to make these conclusions.

7.1 Impact on overall OUV

The table below (Table 7.1) shows a summary of the results of this HIA. The overall impact on the OUVs and integrity of the heritage site is presented per route for the installation of one cable system or pipeline per year after optimization measures. Hereby, prospected mitigation measures are considered. However, the exact effects of mitigation measures are not yet known in this phase of the EIA and are therefore not taken into consideration in this HIA. Cumulative effects and need and feasibility of compensation measures is also included.

Table 7.1 Summary of HIA PAWOZ Wadden Sea

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
viii) geological processes	Minor	Moderate	Moderate	Minor	Minor	Minor	Moderate	Moderate
ix) ecological processes	Moderate	Major	Major	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
x) biodiversity	Moderate	Major	Major	Moderate	Major	Moderate	Moderate	Minor
Integrity								
viii) geological processes	Minor	Major	Moderate	Minor	Minor	Minor	Moderate	Moderate
ix) ecological processes	Moderate	Major	Major	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
x) biodiversity	Moderate	Major	Major	Moderate	Major	Moderate	Moderate	Minor
Cumulative effects								

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
Summation of effects within route for multiple cable systems and/or pipelines*	Further research needed	Summation of effects expected	Summation of effects expected	Further research needed	Summation of effects expected	Further research needed	Further research needed	No summation of effects expected
Cumulative effects with other autonomous/future developments and activities	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed
Conclusion	No compensation needed	Compensation needed	Compensation needed	No compensation needed	Compensation needed	No compensation needed	No compensation needed	No compensation needed
Prospect of compensation?	Not applicable	Not sufficient	Not sufficient	Not applicable	Prospect of compensation	Not applicable	Not applicable	Not applicable

7.2 Impact on OUVs per route

Table 7.2 provides a summary of the type of major negative effects of the installation of one cable system or pipeline per route on the attributes that convey the OUVs of the Wadden Sea. It is chosen to only present an overview of major negative effects for readability, while in most cases there are also minor to moderate negative effects. In the following paragraphs, these major negative effects per route are discussed and compared.

Table 7.2 Summary of type of major negative effects per route on attributes per OUV after optimization and prospected mitigation measures

OUV	Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
		cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
viii) geological processes	Size of barrier island, sandbanks, channels, mudflats, etc.								
	Quantity of river discharge								
	Surface of areas with salt gradients								
	Rate of sea level rise								
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes								
ix) ecological processes	Primary production		Turbidity	Turbidity					
	Production by animals, from shellfish to marine mammals		Turbidity	- Turbidity - Sedimentation					
	Numbers of fish, shellfish and birds		Turbidity	- Turbidity					

	Route	II: Oude Westereems route	V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route	VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
			- Sedimentation				
	Food availability for fish, shellfish and birds		Turbidity	- Turbidity - Sedimentation			
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh						
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas		- Turbidity - Underwater sound and vibrations - Above water sound and vibrations - Optical disturbance and light	- Sedimentation - Turbidity - Above water sound and vibrations - Underwater sound and vibrations		- Above water sound and vibrations - Optical disturbance and light	
	Number of species of breeding birds		Turbidity	Turbidity			

Route	II: Oude Westereems route	V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route	VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
Fattening areas for migratory birds (foraging area)						
Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)						
Food supply migratory birds						
Tranquility for migratory birds						

As shown in Table 7.2, a major negative impact is expected on attributes of the OUVs ecological processes and biodiversity for the II: Oude Westereems route (pipeline), the V: Boschgat route (cable system) and the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). For these effects there are no mitigation measures in prospect.

II: Oude Westereems route - pipeline

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of turbidity, sedimentation, above water sound and vibrations (seals), optical disturbance and light (seals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.2. for an explanation).

V: Boschgat route - cable system

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of turbidity, sedimentation, above and underwater sound and vibrations (for mammals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.3. for an explanation).

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of above water sound and vibrations, optical disturbance and light (for mammals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.5. for an explanation).

Conclusion

Routes with the most effects on the OUVs of the Wadden Sea are the II: Oude Westereems route (pipeline), V: Boschgat route (cable system) and VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). Overall, the X: Tunnel route has the least impact on the Wadden Sea OUVs.

7.3 Compensation measures

After optimization measures, there are three routes that have a major negative impact on the OUVs ecological processes and biodiversity of which the effects cannot be mitigated by prospected mitigation measures (Table 7.3). PAWOZ is considered important for reaching climate goals. Therefore, compensation measures are being investigated according to the guidelines of the Dutch Environmental Planning Act (a more elaborate explanation can be found in the EIA). Compensation measures are being investigated when mitigation measures cannot fully prevent or reduce major negative impacts, and the alternatives are still considered despite adverse effects. The table below (Table 7.3) specifies what habitat types and species are significantly negatively impacted after optimization measures. The following paragraphs describe the feasibility of compensation at an abstract level. An elaborate discussion of these compensation measures can be found in Chapter 18 in PAWOZ EIA sub-report Nature.

Table 7.3 Overview of major negative effects on the OUV ecological processes and biodiversity for which no mitigation measures are in sight and for which compensation measures are needed

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
Turbidity		H1110A* H1130* H1140A* breeding birds	H1110A H1130 H1140A breeding birds					
Sedimentation			H1110A H1140A, fishcommon seal					
Above water sound and vibrations, and optical disturbance		common seal	common seal		common seal			
Underwater sound and vibrations		common seal	common seal					
Conclusion	no compensation needed	compensation needed	compensation needed	no compensation needed	compensation needed	no compensation needed	no compensation needed	no compensation needed

*Habitat types:

H1110A: Sandbanks which are constantly slightly covered by sea water

H1130: Estuaries (dynamic environments where rivers meet the sea, characterized by a mix of fresh and saltwater)

H1140(A): Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide

II: Oude Westereems route - pipeline

There is no prospect of compensation for the effects of turbidity on multiple attributes in the Wadden Sea OUV. Prohibition of sources of turbidity such as dredging activities and/or shrimp fishing near the route from mid-March to August during the installation years is not realistic.

There is prospect of compensation of disturbance of the tranquility of seal haul-out sites caused by above water sound and vibrations, and optical disturbance and light. The compensation measure entails the prohibition of all disruptive activities on the mudflats for at least the entire calving and pup-rearing period during the installation years of the pipeline between the coast of mainland Groningen and the Wadden island Schiermonnikoog.

There is no prospect of compensation of disturbance of the common seal due to underwater sound and vibrations caused by installation vessels. Reducing other sources of underwater sound and vibrations such as maritime traffic during the installation period of cable systems and pipelines, is most likely not realistic nor sufficiently effective because disturbance sources nearby the route are scarce.

V: Boschgat route - cable system

There is no prospect of compensation for the effects of turbidity on habitat types and birds, because it is not effective to prohibit shrimp fishery and dredging activities nearby the route from January to August during installation years.

There is no prospect of compensation for the effects of sedimentation on habitat types, because it is not effective to prohibit dredging activities and/or shrimp fishery during the installation period of cable systems and pipelines.

There is prospect of compensation of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on tranquility on seal haul-out sites, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

There is no prospect of compensation of disturbance of the tranquility of the common seal on seal haul-out sites due to underwater sound and vibrations, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

There is prospect of compensation for disturbance of tranquility on seal haul-sites caused by above water sound and vibrations, and optical disturbance and light, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

Conclusion

Overall, there is no sufficient prospect of compensation of major negative effects of the II: Oude Westereems route (pipeline) and the V: Boschgat route (cable system). There is prospect of compensation measures for the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline).

The prospect of compensation considering the summation of effects within a route

This paragraph sets out the prospect of compensation when installing multiple cable systems or pipelines per route. It is assumed that installation of cable systems or pipelines occurs sequentially and not simultaneously. There are two types of compensation measures:

- Compensation measures applicable during the installation phase. These measures address disturbances during installation of one cable system or pipeline and can be repeated annually. They allow for the installation of multiple systems without additional issues.
- Compensation measures applicable before, during and/or after the installation phase. These measures focus on improving the quality of an ecosystem before installation of one cable system or pipeline and maintaining it during and after. The improvement and/or recovery of ecosystems can take years, which requires careful planning to ensure effective compensation.

7.4 Recommendations for further research

To assess the effects of proposed activities on the OUVs of the Wadden Sea in more detail further research is recommended.

Further research to assess effects on geological processes

Seabed elevation data

The impact assessment described in this report is based on seabed elevation data collected as part of the regular monitoring program by Rijkswaterstaat. In many locations, this data was collected three years or longer ago. Between the time of data collection and the moment of installing the cable systems and pipelines along the routes, the topography changes due to natural dynamics, especially in the Wadden Sea area. Based on the available data, the best possible estimate has been made. However, morphological developments have inherent uncertainties, as feedback between soil development and hydrodynamics can reinforce each other. Therefore, the precise bed level at the time of installation of the cable systems and pipelines cannot be determined with certainty at this time. It is recommended to collect new elevation data along the route in the year preceding the installation of a cable system or pipeline and to optimize the design based on this data. Both the exact route location and burial depth can be optimized, potentially limiting impacts on the seabed and water at sea.

Soil composition

For the II: Oude Westereems route through the Wadden Sea, the available information about the soil composition is limited. It is known that hard layers (erosion-resistant layers such as clay) are present in the area, but their exact location and thickness are unknown. Geotechnical research should be conducted prior to the final design of a cable system or pipeline along this route to obtain and incorporate this information into the installation method. It is uncertain what effects digging through a hard layer will have on soil development. This may locally lead to deep erosion pits that subsequently influence the location of channels in the Ems estuary or to erosion patterns that further expand. This is a knowledge gap.

Sedimentation

The effect of spreading very large volumes of sediment on a containment system is insufficiently known. The following aspects may be relevant: (1) spreading a large volume of sand (order of 1 Mm³ or more) at the same location can lead to sand accumulation and the formation of local seabed features with their own dynamics, prolonging the system's recovery to its undisturbed state; (2) when spreading very large volumes of silt-rich sediment, a density current with very high sediment concentrations may form near the seabed, extending over several km²; (3) hard layers spread during dredging operations are expected to remain at the spreading location, leading to a permanent disturbance of natural seabed features. If a route requiring large sediment volumes to be dredged is chosen, further research, possibly with pilot excavations, is needed to better understand these aspects and their possible effects.

Monitoring and evaluation

The overall task of realizing connections between the sea and the onshore energy network requires various cable systems and/or hydrogen pipelines, several of which may pass through the Wadden Sea area. The interventions in this area involve considerable uncertainty. Examples of processes with uncertainty include:

- The degree of re-sedimentation that occurs when dredging channels and how this can be minimized.
- How long the traces of a trench remain visible on the seabed and how this duration depends on the specific location where the trench is deployed.
- The long-term effect of soil disturbance for the construction of an HDD entry or exit point on soil development.
- How much coastal erosion occurs around a cofferdam.

Conservative assumptions have been chosen for assessing such processes. However, it is expected that significant knowledge can be gained by extensively monitoring the effects of the installation of the first

pipeline or cable system. This requires at least measurements of elevation and soil composition in a period before and after the installation of the first cable system or hydrogen pipeline. Results from such a monitoring program can be used to determine the effects of subsequent cable systems and hydrogen pipelines more accurately and where possible, to mitigate them (PAWOZ EIA subreport Seabed).

Further research to assess effects on ecological processes and biodiversity

Due to the scale and level of detail, uncertainties in the available information, and in some cases the nature of the disturbance factors, there are a number of knowledge gaps. Several of these knowledge gaps have been identified in the assessment. These are summarized in this chapter.

Current and location-specific occurrence

Several significant knowledge gaps have been identified regarding the current and location-specific occurrence of marine habitats and species. This includes the lack of insight into the presence of benthic hotspots on the tidal flats, as these change over the years. Mitigation measures are in prospect to avoid these hotspots. However, there is insufficient information about the current and location-specific occurrence of hotspots of sensitive typical species. Therefore, the occurrence of hotspots should be better mapped on and near the design route to avoid them effectively.

Four significant knowledge gaps have been identified concerning non-breeding birds. The first gap concerns insufficient information about the current and location-specific occurrence of hotspots of food species for oystercatchers, eiders, and spotted redshank. Additionally, it is unclear how these bird species use the foraging area. The food hotspots and the use of the area need to be better mapped to determine the actual impact and to avoid the most important food hotspots. The second knowledge gap concerns the lack of insight into the distribution of birds during low tide and the general importance of parts of the Wadden Sea as foraging areas. This gap can only be fully filled by conducting regular low tide counts, which currently do not occur. An alternative approach is to determine the suitability of areas for different species through a detailed analysis of exposure time, location of high tide roosts, and food availability. Such an analysis is beyond the scope of the planEIA phase but can be carried out in the projectEIA phase. Additionally, there is a knowledge gap concerning the occurrence of non-breeding birds on Ameland. Although several waterbird counts are conducted annually on Ameland, just like elsewhere in the Wadden Sea, these could not be provided in the same way as for other counting areas for this nature assessment. This makes it difficult to assess the effects of disturbance on non-breeding birds on Ameland (the VIII: Ameland Wantij route) in the context of conservation objectives. It is desirable to seek a solution for this in the projectEIA phase. The final knowledge gap is the lack of insight into the distribution of non-breeding birds within the waterbird counting units. Therefore, a worst-case scenario has been assumed, where all birds within the counting area are disturbed. This information can be obtained by interviewing bird counters, as they have insights into the distribution of birds within the counting units based on their experiences.

Turbidity

The dose-effect relationships of turbidity on visual hunting birds are not well known. There is a particular lack of realistic threshold values for turbidity for visual hunting birds in turbid coastal waters.

Sedimentation

For the assessment of the ecological effects, a sedimentation model was performed, providing a general insight into the extent of the affected area and the thickness of the sediment layer. However, this does not provide insight into the impact of sedimentation on specific locations, habitat types, and habitats. It is desirable to further elaborate on this in the projectEIA phase to better analyse and assess the effects.

Additionally, a knowledge gap has been identified concerning the effects of sedimentation on (migratory) fish.

Substrate dynamic changes

The tidal flat trencher study investigated the effects of excavation and driving on the tidal flats on the survival and recovery of benthos living in and on top of the seafloor. However, knowledge gaps remain regarding the long-term effects of prolonged sediment compaction, the burial technique, and effects that manifest over time. It is desirable to further investigate these knowledge gaps in the projectEIA phase.

Moreover, the effects of compaction on sandy soils and the potential consequences for benthic animals are still insufficiently known. Here too, it is desirable to conduct monitoring to help filling this knowledge gap.

Disturbance (sound, visual disturbance, and light)

The assessment indicated that the effects of sound on benthos have been poorly studied to date. Current impact studies on this subject also demonstrate varying results. However, it is plausible that disturbance from continuous sound does not lead to direct mortality. It is desirable to conduct monitoring to help filling this knowledge gap.

Electromagnetic fields

The assessment indicated that electromagnetic fields (EMF) may have effects on fish and marine mammals. However, the extent to which these effects manifest is still unclear.

Additionally, the assessment showed that benthos living in and on top of the seabed are sensitive to EMF, but the extent is not always clear. Given the low field strengths resulting from the cable systems, no large-scale effects on the quality of intertidal and subtidal mudflats are expected, but monitoring of the effects on typical species, fish and sea mammals is desirable.

Desiccation

Changes in groundwater levels and sometimes in groundwater quality may potentially lead to a shift in species composition and, in the long term, to a change in habitat types. There are still too few details known about the implementation to determine the effect on hydrology. It is desirable to investigate this knowledge gap with more detailed information in the projectEIA phase.

Monitoring and evaluation

Through monitoring, action-effect relationships are made comprehensible, and the presence of conservation values in the Wadden Sea should be better mapped to avoid potential effects as much as possible. In light of the above knowledge gaps, it is therefore recommended to conduct further research on several points.

These include:

- The effects of sedimentation on fish and marine mammals.
- The current and location-specific occurrence of hotspots of sensitive typical species.
- The current and location-specific occurrence of hotspots of food species for oystercatchers, eiders, and spotted redshank and the use of the foraging area.
- Monitoring the use of high tide roosts (HVP's). The goal is to determine the specific location of the HVP's, their size, and how they are used by present bird species.
- The distribution of bird species at low tide and the importance of foraging areas in the Wadden Sea.
- The presence of benthic hotspots on the tidal flats, as these change over the years.
- The effects of EMF on fish and harbour porpoises (PAWOZ EIA sub-report Nature).

Further research to assess effects on all OUVs of the Wadden Sea

Climate change

The exact effects of climate change on the OUVs of the Wadden Sea are still difficult to foresee. Further (scientific) research is needed on the broad topic, outside the scope of PAWOZ. For example, to what extent the tidal flats can grow with (accelerated) sea-level rise through sedimentation is subject of scientific research. What impact this will have on the location and dimensions of channels is still unknown. The expectation is that the effects on soil and water at sea will be limited in the coming decades. How climate change will affect the development of the Wadden Sea in the second half of the 21st century is currently unknown and will partly depend on the amount of greenhouse gases emitted in the coming decades. Similarly, more research is needed to consequences of climate change on ecological processes and biodiversity.

Cumulative effects

Further research, outside the scope of PAWOZ, is required to the cumulative effects of present and future developments and activities in and nearby the Wadden Sea. This can then be applied to further assess cumulative effects on the OUV of the Wadden Sea.

7.5 Recommendations for Wadden Sea specific HIA methodology

This section proposes recommendations to further develop a Wadden Sea specific HIA methodology. In this HIA, the list of OUV attributes as set out in the Memo of the Wadden Sea Academy is used. To assess OUV of the Wadden Sea it is advised to revise the OUVs and attributes that convey the OUV of the Wadden Sea.

Choice of wording for OUVs

Experts prefer to use the word geomorphology instead of geological processes because it is more accurate in the context of this research.

Experts prefer to use ecological processes for readability instead of 'ecological and biological processes' as they are interlinked.

Attributes for geomorphology need to be more clearly defined and quantifiable

The impact on geomorphology (morphology of the seabed, substrate dynamics and current and wave dynamics) is discussed in the planEIA. In this HIA, it is attempted to translate this data to assess the effects on the OUV geological processes. In order to do this more effectively, the attributes that convey this OUV need to be more clearly defined and quantifiable. For example, the natural dynamics of the Wadden Sea and continuity or connectedness of the Wadden Sea could be attributes to assess effects on geomorphology and hydrodynamics.

Overlap between OUV ecological processes and biodiversity

The attributes that convey the OUVs ecological processes and biodiversity overlap thus give similar evaluation descriptions. For example, the attributes conveying the OUV ecological processes relate to food webs. However, there are also attributes related to food webs that convey the OUV biodiversity. Another example is the attribute 'number of fish, shellfish and birds' that conveys the OUV ecological processes which overlaps with the attribute 'number of species occurring on the salt marsh' and 'number of species occurring in marine and brackish water areas' that convey the OUV biodiversity. There is foremostly an overlap in attributes related to food availability for birds. Overall, the distinction between the OUV ecological processes and biodiversity is not made clear with the current attributes.

We suggest making a clear distinction between ecological attributes and biodiversity attributes. In the OUV ecological processes, attributes should be taken into account that involve ecological interactions of species with the environment (habitat related) or food web related. In the OUV biodiversity, there can then be a focus on different species groups (e.g. benthos, seagrass, breeding birds, non-breeding birds, mammals, fish, salt marsh). This clear separation makes it easier to understand the exact effects. In addition, the relationship with EIA is then easier to understand. It will be more efficient to write, read and understand the HIA.

Missing attributes

In the list proposed in the Memo by the Wadden Sea Academy, there are no attributes for assessing effects specifically on mammals, sea grass, and salt marsh vegetation. In the list proposed in the Memo by the Wadden Sea Academy, there are neither attributes for assessing effects on habitat types (intertidal and subtidal habitats). Adding these species and habitat types would be useful, because these are typical species in the Wadden Sea and of great importance from a management and protection perspective.

Evaluating integrity

Integrity is the most challenging aspect to evaluate. The HIA assessment does not give an indication about the severeness of an impact of integrity. A spatial scale related to a measure of impact on integrity would be helpful in this assessment. In addition, the definition of integrity can be clarified. In this HIA, we have formulated questions to help evaluate integrity. It would be helpful if the HIA methodology would give more tools and insight how to understand the definition of integrity and how to evaluate it. Hereby it would be useful to create not too much overlap with the impact assessment of the OUVs ecological processes and biodiversity, to avoid repetition in the HIA.



TERMINOLOGY

AC: Alternating Current. An electric current that periodically changes direction. Almost the entire electricity grid in the Netherlands uses this type of current.

Autonomous development: Autonomous developments result in changes within the planning area, which occur independently of the proposed activity and for which a decision has already been made. For example, when developments are established in a spatial plan and a permit has been granted.

Appropriate Assessment: An Appropriate Assessment (Natuurtoets in Dutch) is an assessment conducted to determine whether a plan, project, or activity could have negative effects on protected natural areas, such as Natura 2000 sites. This assessment is a requirement under the European Habitats Directive and is part of the permitting process for spatial developments in the Netherlands.

Autonomous processes: Autonomous processes are inevitable for the future state of the site's characteristics. This includes, for example, sea level rise and other consequences of climate change. Generally, these processes only lead to significant changes over an extended period of time.

Ballonplaat: A sandbank in the North Sea, approximately 4 kilometers north of Rottumerplaat. The area is relatively shallow and stable, and the location is being studied for potential tunnel entry/exit points.

Bufferzone: For World Heritage properties, a buffer zone is an area surrounding the World Heritage Site with legal and/or customary restrictions on its use and development to offer additional protection to the property.

Cable system: A bundle of electrical cables consisting of two parallel cable circuits in AC or one cable circuit and a fiber-optic connection in DC. It refers only to the power cables, not the platform or transformer/converter station.

Compensation: Measures taken to offset damage after applying mitigation measures. For example, planting new trees in place of those cut down.

Converter station: A station where direct current (DC) is converted to alternating current (AC) and adjusted to the appropriate voltage level.

Cumulative effects: The combined effects of various developments. These developments can occur within or outside the proposed activity.

DC: Direct Current. An electric current where the direction remains constant, as opposed to alternating current. The 525 kV cable systems operate on DC.

Entry point: The location where the cable system or hydrogen pipeline cross the primary dike and existing cables along the coast.

Entry point Eemshaven: The point where the tunnel begins at Eemshaven. This is where a shaft is located, allowing cable systems and/or pipelines to enter the tunnel.

Environmental Planning Act: The Omgevingswet (Environmental Planning Act) is a comprehensive law in the Netherlands that regulates the planning and management of the physical environment. It aims to simplify and streamline the regulatory process by consolidating and modernizing numerous laws and regulations related to spatial planning, environmental protection, infrastructure, and building permits.

Exit point: The point where the cable system and/or hydrogen pipeline exits to connect with the offshore infrastructure.

Gasunie: Gasunie is a network company for energy. Its subsidiary, HyNetwork Services, develops and manages the onshore and offshore hydrogen network in the Netherlands (Hydrogen Network Netherlands).

GW: Gigawatt. A unit of power equal to one billion watts. It is commonly used to measure large-scale power generation, such as the output of power plants or the energy consumption of entire cities or countries.

Habitat type: A specific type of ecosystem, either terrestrial or aquatic, with characteristic features.

HIA: Heritage Impact Assessment. A project-level assessment identifying and evaluating the potential effects of a proposed activity or project on the heritage or conservation values of a natural or cultural heritage site.

Hotspots: Locations with high ecological value.

ICCROM: International Centre for the Study of Preservation and Restoration of Cultural Property.

ICOMOS: International Council on Monuments and Sites.

IUCN: International Union for Conservation of Nature.

Impact: The result or effect of an activity or event on a given attribute, system, or environment.

Integrity: A measure of the wholeness and intactness of a heritage site, including its physical state, authenticity, and the preservation of its essential features.

IIA: Integrated Impact Assessment. An analysis of the environmental effects, costs, technical aspects, agriculture, planning, and future sustainability of the routes. A separate document for PAWOZ-Eemshaven.

KRW: The Water Framework Directive (KRW in Dutch) is a European regulation focused on maintaining and improving water quality, aiming to achieve "good status" for all water bodies by 2027.

kV: Kilovolt. A unit of electrical voltage, equal to 1,000 volts.

Mitigating measures: Actions taken to reduce or avoid negative effects from activities or physical interventions.

MW: Megawatt. A unit of power equal to one million watts, commonly used to measure the output of power plants or the power consumption of large systems.

N2000: Natura 2000 areas. Ecological network of protected zones designated under the EU Habitat and Birds Directives to preserve biodiversity.

NNN: National Ecological Network (Natuur Netwerk Nederland in Dutch). The national network of natural areas and corridors established by the Dutch government to promote biodiversity.

Offshore: Referring to areas located at sea, typically beyond the 6-mile zone, often in water depths exceeding 10 to 20 meters.

Onshore: Referring to land areas, as opposed to offshore.

PAWOZ: Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven. It is a program under the Dutch Environmental Law (Omgevingswet) that aims to plan and regulate the connection of offshore wind farms to the Dutch electricity grid. PAWOZ provides a framework for identifying suitable routes for the cables and infrastructure needed to connect wind farms located in the North Sea to the national grid.

PlanEIA: Environmental Impact Assessment for a plan or program.

Project decision: A project decision is a decision used in the Netherlands to facilitate complex projects of public interest. It serves as an instrument under the Environmental Law (Omgevingswet) and establishes the necessary rules for the execution, implementation, or maintenance of a project. The project decision can amend the environmental plan and includes the legal frameworks for the project, such as the identification of specific locations, routes, and other conditions. It replaces other instruments like integration plans, route decisions, and project plans.

ProjectEIA: An Environmental Impact Assessment for a project decision, focusing on more detailed information than a planEIA.

Proposed activity: A description of the activity that the proponent intends to carry out, including what will be built and how it will be installed.

Residual effects/impacts: Effects/impacts that remain even after mitigation measures have been applied.

Route: A possible layout for the cable systems and/or hydrogen pipelines from an offshore wind energy area to an onshore location for connecting it to the electricity or hydrogen network.

Statement of Outstanding Universal Value: The official statement adopted by the World Heritage Committee, summarizing why a property is considered to have OUV and detailing the required protection and management measures.

TenneT: The network operator in the Netherlands for electricity from 110 kV onwards, also managing offshore networks.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Hydrogen: A common chemical element and energy carrier. It is used to store and transport renewable energy, especially for heavy industry, large vehicles, and energy storage.

Hydrogen pipeline: Pipelines for transporting hydrogen gas. These can be newly constructed or repurposed pipelines.

Wider setting: Refers to the broader environment surrounding a World Heritage property, including elements like topography, infrastructure, land use, and social or cultural practices.

World Heritage Site: A cultural, natural, or mixed heritage site inscribed on the World Heritage List and considered to have Outstanding Universal Value for humanity.

Wantij: Is a Dutch word for a tidal channel. A tidal channel is an area between islands and the coast with tidal action but without strong currents.

REFERENCES

- Arcadis (2021). Passende beoordeling gasboring en gaswinning Ternaard. Referentie: D10020532:11.
- Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (*Uria aalge*), an auk seabird, reacts to underwater sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(6), 4069-4074.
- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis*, 152(4), 815–825.
- Bastmeijer, C. J., & Philippart, C. J. M. (2024). Toetsing van activiteiten aan de uitzonderlijke universele waarde (Outstanding Universal Value) van de Waddenzee als Werelderfgoed. Waddenacademie Memo 2024-01. Leeuwarden.
- Becker, B.H., Press, D.T. and Allen, S.G. (2011), Evidence for long-term spatial displacement of breeding and pupping harbour seals by shellfish aquaculture over three decades. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21: 247-260.
- Bedore, C. N., & Kajiura, S. M. (2013). Bioelectric fields of marine organisms: voltage and frequency contributions to detectability by electroreceptive predators. *Physiological and Biochemical Zoology*, 86(3), 298-311.
- Beukema, J. J., Flach, E. C., Dekker, R., Staring, M., (1999). A long-term study of the recovery of the macrozoobenthos on large defaunated plots on a tidal flat in the Wadden sea. *Journal of Sea research*, 42(3), 235-254.
- Beukema, J. J., & Dekker, R. (2020). Winters not too cold, summers not too warm: Long-term effects of climate change on the dynamics of a dominant species in the Wadden Sea: The cockle *Cerastoderma edule* L. *Marine Biology*, 167(44). <https://doi.org/10.1007/s00227-020-3659-1>
- Candolin, U., & Rahman, T., (2023). Behavioural responses of fishes to anthropogenic disturbances: Adaptive value and ecological consequences. *Journal of Fish biology*. 103(4) 773-783.
- Cervello, G., Olivier, F., Chauvaud, L., Winkler, G., Mathias, D., Juanes, F., & Tremblay, R. (2023). Impact of anthropogenic sounds (pile driving, drilling and vessels) on the development of model species involved in marine biofouling. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1111505. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1111505>.
- Common Wadden Sea Secretariat. (n.d.). Retrieved on 12 September 2024, from <https://www.waddensea-worldheritage.org/naturally-unique>.
- Compton, T. J., Holthuijsen, S., Mulder, M., van Arkel, M., Schaars, L. K., Koolhaas, A., Dekinga, A., ten Horn, J., Luttkhuizen, P. C., van der Meer, J., Piersma, T., & van der Veer, H. W. (2017). Shifting baselines in the Ems Dollard estuary: A comparison across three decades reveals changing benthic communities. *Journal of Sea Research*, 127, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.06.014>.
- Cremer, J. S. M., Brasseur, S. M. J. M., Meijboom, A., Schop, J., & Verdaat, J. P. (2017). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/428796>.
- Darby, J., Clairbaux, M., Bennison, A., Quinn, J., & Jessopp, M. (2022). Underwater visibility constrains the foraging behaviour of a diving pelagic seabird. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1978), 20220862.
- Dittmann, S., Günther, C-P., Schleier, U., 1991. Recolonization of tidal flats after disturbance. In: Dittmann, S. (Ed.), *The Wadden Sea Ecosystem: Stability, Problems and Mechanisms* (1999). Springer, Berlin.
- Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., & Embling, C. B. (2019). The effects of ship noise on marine mammals—A review. *Frontiers in Marine Science*, 6, 606.
- Erfteijer, P. L. A., & Lewis, R. R. (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 52(12), 1553–1572. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.006>.

- Glorius, S. T. (2018). Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum: Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/466779>.
- Glorius, S. T., & Meijboom, A. (2020). Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van het referentiegebied Rottum: Tussenrapportage 13 jaar na sluiting (najaar 2018). <https://doi.org/10.18174/519252>.
- Hermans, A., & Schilt, B. (2024, in prep.). Current state of knowledge Electromagnetic fields. Electromagnetic fields and the Marine Strategy Framework Directive Descriptor 11—Energy. Update 2024 [Final].
- Hutchison, Z. L., Secor, D. H., & Gill, A. B. (2020). The interaction between resource species and electromagnetic fields associated with electricity production by offshore wind farms. *Oceanography*, 33(4), 96-107.
- Kleijn, D. (2008). Effecten van geluid op wilde soorten-implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 gebieden (No. 1705). Alterra.
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & van der Winden, J. (2022). Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel, 1.
- Mikkelsen, L., Johnson, M., Wisniewska, D. M., van Neer, A., Siebert, U., Madsen, P. T., & Teilmann, J. (2019). Long-term sound and movement recording tags to study natural behavior and reaction to ship noise of seals. *Ecology and Evolution*, 9(5), 2588-2601.
- Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselkwaliteit (LNV) (2020). Leidraad toegangsbeperking.
- Mustafa, A. K., & van Engelen, T. E. (2024). PAWOZ PlanMER Vertroebelingsstudie (133960). Witteveen+Bos.
- National Grid Viking Link Ltd., & Energinet.dk. (2017). Appendix I - Cable Heating Effects – Marine Ecological Report. <https://www.commissiener.nl/projectdocumenten/00002753.pdf>.
- Noordhuis, R., de Rijk, S., van Geest, G. J., Maarse, M. J., Vergouwen, S. A., & Boon, A. R. (2019). Klimaat Scan Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor het ecologisch functioneren van de Nederlandse Grote Wateren? Deltares.
- Nyqvist, D., Durif, C., Johnsen, M. G., De Jong, K., Forland, T. N., & Sivle, L. D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine environmental research*, 155, 104888.
- Olivier, F., Gigot, M., Mathias, D., Jezequel, Y., Meziane, T., L'Her, C., Chauvaud, L., & Bonnel, J. (2023). Assessing the impacts of anthropogenic sounds on early stages of benthic invertebrates: The "Larvosonic system." *Limnology and Oceanography: Methods*, 21(2), 53-68. <https://doi.org/10.1002/lom3.10527>.
- Peralta, G., Pérez-Lloréns, J. L., Hernández, I., & Vergara, J. J. (2002). Effects of light availability on growth, architecture and nutrient content of the seagrass *Zostera noltii* Hornem. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 269(1), 9-26.
- Pondera (2023). Passende beoordeling Windpark Eemshaven West t.b.v. MER Windpark Eemshaven West. Referentie: 715071 | Definitief v2.0.
- Reise, K. (1985). Tidal flat ecology: An experimental approach to species interactions. Springer-Verlag.
- Rippen, A., Van der Zee, E., Fieten, N., Latour, J., & Wymenga, E. (2020). Review effecten natuurlijke bodemdynamiek en menselijke bodemberoering in de sublitorale Waddenzee (A&W-rapport 19-304). Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Royal HaskoningDHV (2021). Rapportage onderzoek innovatie doorkruising Waddengebied. Rapport: T&PBH9744R001F01.
- Schaffeld, T., Schnitzler, J. G., Ruser, A., Baltzer, J., Schuster, M., & Siebert, U. (2022). A result of accidental noise pollution: acoustic flowmeters emit 28 kHz pulses that may affect harbor porpoise hearing. *Frontiers in Marine Science*, 9, 892050.
- Soudijn, F. H., van Donk, S., Leopold, M. F., van der Wal, J. T., & Hin, V. (2022). Cumulative population-level effects of habitat loss on seabirds 'Kader Ecologie en Cumulatie 4.0'.
- Taal, M. D., Schmidt, C. A., Brinkman, A. G., Stolte, W., & Van Maren, D. S. (2015). Slib en primaire productie in het Eems-estuarium: Een samenvatting van vier jaar meten, modelleren, kennis bundelen en verwerven. Deltares, Imares, Rijkswaterstaat.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380-391.

- The Integrated Management Plan for One Wadden Sea World Heritage (The SIMP). (2023). Common Wadden Sea Secretariat. <https://www.waddensea-worldheritage.org/system/files/KOL019%20-%20SIMP%20Report%20%28English%29%202023%20-%20digital.pdf>.
- Tulp, I., Chen, C., & Vrooman, J. (2022). The nursery function of the Ems estuary for fish. Wageningen Marine Research.
- Van der Heide, T., van Nes, E. H., Geerling, G. W., Smolders, A. J., Bouma, T. J., & van Katwijk, M. M. (2007). Positive feedbacks in seagrass ecosystems: implications for success in conservation and restoration. *Ecosystems*, 10(8), pp. 1311-1322.
- Van Roomen, M., Agblonon, G., Citegetse, G., Crowe, O., Langendoen, T., Nagy, S., Schekkerman, H. & van Winden, E. (2022). East Atlantic Flyway. In: Wadden Sea Quality Status Report. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 06.09.2022. Downloaded 12.02.2024. [qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/east-atlantic-flyway](https://www.waddensea-worldheritage.org/reports/east-atlantic-flyway).
- UNESCO. (2023). Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention.
- UNESCO. Statement of Outstanding Universal Value Wadden Sea. Accessed on October 2024, <https://whc.unesco.org/en/list/1314/>.
- UNESCO, ICCROM, ICOMOS & IUCN. (2022). Guidance and toolkit for impact assessments in a World Heritage context.
- UNESCO Werelderfgoed! En nu? Een beknopte introductie voor provinciale en gemeentelijke beleidsmedewerkers. (2024). Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Dutch UNESCO Commission, Foundation World Heritage Netherlands. p. 8.
- Weilgart, L. I. N. D. Y. (2018). The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates. Report for OceanCare, Switzerland.
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA main-report (In Dutch: MER hoofdrapport).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Nature (In Dutch: MER deelrapport Natuur).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Seabed (In Dutch: MER deelrapport Bodem op Zee).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Stakeholder Management Plan (In Dutch: MER deelrapport Omgeving).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Appropriate Assessment (In Dutch: Natuurtoets).
- Zhao, Y., Yang, B., Li, M., Xiao, R., Rao, K., Wang, J., Zhang, T., & Guo, J. (2019). Community composition, structure and productivity in response to nitrogen and phosphorus additions in a temperate meadow. *Science of the Total Environment*, 654, 863–871. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.155>.

Annex(es)

ANNEX: OUTSTANDING UNIVERSAL VALUE CRITERIA, UNESCO

Table I.1 Overview of the ten criteria for OUV from the UNESCO Statement of Outstanding Universal Value

Box 3.1. Criteria for Outstanding Universal Value

The property should:

- i. represent a masterpiece of human creative genius;
- ii. exhibit an important interchange of human values, over a span of time or within a cultural area of the world, on developments in architecture or technology, monumental arts, town-planning or landscape design;
- iii. bear a unique or at least exceptional testimony to a cultural tradition or to a civilization which is living or which has disappeared;
- iv. be an outstanding example of a type of building, architectural or technological ensemble or landscape which illustrates (a) significant stage(s) in human history;
- v. be an outstanding example of a traditional human settlement, land-use, or sea-use which is representative of a culture (or cultures), or human interaction with the environment especially when it has become vulnerable under the impact of irreversible change;
- vi. be directly or tangibly associated with events or living traditions, with ideas, or with beliefs, with artistic and literary works of outstanding universal significance. (The Committee considers that this criterion should preferably be used in conjunction with other criteria);
- vii. contain superlative natural phenomena or areas of exceptional natural beauty and aesthetic importance;
- viii. be outstanding examples representing major stages of earth's history, including the record of life, significant on-going geological processes in the development of landforms, or significant geomorphic or physiographic features;
- ix. be outstanding examples representing significant on-going ecological and biological processes in the evolution and development of terrestrial, freshwater, coastal and marine ecosystems and communities of plants and animals; and/or
- x. contain the most important and significant natural habitats for in-situ conservation of biological diversity, including those containing threatened species of Outstanding Universal Value from the point of view of science or conservation.

Source: UNESCO, 2021.



ANNEX: HIA IMPACT ASSESSMENT TABLE

Table II.1 Standard impact assessment table from the HIA Guidelines (tool 3)

Element of proposed action	Attribute	Description of potential impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to attribute	Longevity of change to attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
			Once/intermittent/continuous	Short-term/long-term	Reversible/irreversible	Reversible/irreversible change	Temporary/permanent change	None/negligible/some/large change	Positive/negative change	Neutral/minor/moderate/major/impact (negative and positive)
										Major negative impact
										Moderate negative impact
										Minor negative impact
										Neutral
										Minor positive impact
										Moderate positive impact
										Major positive impact



ANNEX: UNESCO STATEMENT OF OUTSTANDING UNIVERSAL VALUE OF THE WADDEN SEA

“Brief synthesis

The Wadden Sea is the largest unbroken system of intertidal sand and mud flats in the world, with natural processes undisturbed throughout most of the area. The 1,143,403 ha World Heritage property encompasses a multitude of transitional zones between land, the sea and freshwater environment, and is rich in species specially adapted to the demanding environmental conditions. It is considered one of the most important areas for migratory birds in the world and is connected to a network of other key sites for migratory birds. Its importance is not only in the context of the East Atlantic Flyway but also in the critical role it plays in the conservation of African-Eurasian migratory waterbirds. In the Wadden Sea up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million pass through it each year.

Justification for the Outstanding Universal Criteria

Criterion viii): The Wadden Sea is a depositional coastline of unparalleled scale and diversity. It is distinctive in being almost entirely a tidal flat and barrier system with only minor river influences, and an outstanding example of the large-scale development of an intricate and complex temperate-climate sandy barrier coast under conditions of rising sea-level. Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, saltmarshes and other coastal and sedimentary features.

Criterion ix): The Wadden Sea includes some of the last remaining natural large-scale intertidal ecosystems where natural processes continue to function largely undisturbed. Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change. There are a multitude of transitional zones between land, sea and freshwater that are the basis for the species richness of the property. The productivity of biomass in the Wadden Sea is one of the highest in the world, most significantly demonstrated in the numbers of fish, shellfish and birds supported by the property. The property is a key site for migratory birds and its ecosystems sustain wildlife populations well beyond its borders.

Criterion x): Coastal wetlands are not always the richest sites in relation to faunal diversity; however, this is not the case for the Wadden Sea. The salt marshes host around 2,300 species of flora and fauna, and the marine and brackish areas a further 2,700 species, and 30 species of breeding birds. The clearest indicator of the importance of the property is the support it provides to migratory birds as a staging, moulting and wintering area. Up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million each year pass through the property. The availability of food and a low level of disturbance are essential factors that contribute to the key role of the property in supporting the survival of migratory species. The property is the essential stopover that enables the functioning of the East Atlantic and African-Eurasian migratory flyways. Biodiversity on a worldwide scale is reliant on the Wadden Sea.

Statement of integrity

The boundaries of the extended property include all of the habitat types, features and processes that exemplify a natural and dynamic Wadden Sea, extending from the Netherlands to Germany to Denmark. This area includes all of the Wadden Sea ecosystems and is of sufficient size to maintain critical ecological processes and to protect key features and values.

The property is subject to a comprehensive protection, management and monitoring regime which is supported by adequate human and financial resources. Human use and influences are well regulated with clear and agreed targets. Activities that are incompatible with its conservation have either been banned or are heavily regulated and monitored to ensure they do not impact adversely on the property. As the property is surrounded by a significant population and contains human uses, the continued priority for the protection and conservation of the Wadden Sea is an important feature of the planning and regulation of use, including within land/water-use plans, the provision and regulation of coastal defences, maritime traffic and drainage. Key threats requiring ongoing attention include fisheries activities, developing and maintaining harbours, industrial facilities surrounding the property including oil and gas rigs and wind farms, maritime traffic, residential and tourism development and impacts from climate change.

Protection and management requirements

Maintaining the hydrological and ecological processes of the contiguous tidal flat system of the Wadden Sea is an overarching requirement for the protection and integrity of this property. Therefore, conservation of marine, coastal and freshwater ecosystems through the effective management of protected areas, including marine no-take zones, is essential. The effective management of the property also needs to ensure an ecosystem approach that integrates the management of the existing protected areas with other key activities occurring in the property, including fisheries, shipping and tourism.

The Trilateral Wadden Sea Cooperation provides the overall framework and structure for integrated conservation and management of the property as a whole and coordination between all three States Parties. Comprehensive protection measures are in place within each State. Specific expectations for the long-term conservation and management of this property include maintaining and enhancing the level of financial and human resources required for the effective management of the property. Research, monitoring and assessment of the protected areas that make up the property also require adequate resources to be provided. Maintenance of consultation and participatory approaches in planning and management of the property is needed to reinforce the support and commitment from local communities and NGOs to the conservation and management of the property. The State Parties should also maintain their commitment of not allowing oil and gas exploration and exploitation within the boundaries of the property. Any development projects, such as planned wind farms in the North Sea, should be subject of rigorous Environmental Impacts Assessments to avoid any impacts to the values and integrity of the property ([UNESCO](#))."

IV

ANNEX: HIA ASSESSMENT TABLE FOR PAWOZ

Table IV.1 presents the overall effects of proposed activities along the routes. This is a standard table from The Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context (Tool 3) adapted to PAWOZ. The table shows:

- 1 OUV criteria of the Wadden Sea.
- 2 Attributes that convey the OUV criteria of the Wadden Sea.
- 3 Description of potential impact based on findings of the PAWOZ EIA. The effects are described based on the installation of one cable system or one pipeline per year and after optimization of the route and application of mitigation measures.
- 4 Description of evaluation of impact, including description of frequency, duration and reversibility of action as well as reversibility, longevity, degree and quality of change. The evaluation of impact is scored from major positive impact, moderate positive impact, minor positive impact, neutral impact, moderate negative impact, to major negative impact.



ANNEX: CABLE SYSTEM AND PIPELINE INSTALLATION TECHNIQUES AT SEA AND LAND

Cable system installation techniques at sea

Deepwater trencher

In sufficient water depth, a cable-laying ship is used, which can be held in place by anchors or dynamic positioning. Several devices are used to bury cable systems in the seabed. Cable plows and jet sleds are dragged along the bottom by a ship or barge. An underwater trencher is a remotely operated underwater robot controlled from a ship. The trencher moves over the laid cable system and buries it, or the cable system is fed directly into the trencher from a barge or cable-laying ship. The seabed can be fluidized with water jets or mechanically opened to bury the cable.

Installation in deeper trenches with the Vertical Injector

A Vertical Injector is a cable burial device that can bury cable systems at relatively great depths in the seabed. It stands on a barge or vessel and consists of a relatively long metal "sword" that is pulled through the ground, taking the cable system with it. These swords can fluidize the seabed with water jets, vibrations, or mechanical excavation. A cable installation plow has a smaller sword mounted on a sled, which buries the cable system by being dragged through the ground. Plows can have water jets or mechanical excavation. The cable system can be pre-laid on the seabed or fed simultaneously from a barge or vessel during plow installation.

Dredging

In areas where there is insufficient depth for a cable-laying vessel, dredging is performed first to create a trench for the installation vessel. In sections where the required burial depth for the cable system is too great for specific burial equipment, a trench is dredged to a depth that allows the burial machine to bury the cable system to the appropriate depth.

Installation in shallow tidal flats

In shallow tidal flats and not too deep trenches, a special tidal trenching machine can be used. This machine moves over the tidal flat on tracks, bringing the pre-laid cable system to depth with a 'sword'. Burying can be done with water jets, vibrations, or mechanical excavation. First, the cable system is laid on the tidal flat using a shallow-draft barge or a tracked vehicle.

Crossing existing cable systems and pipelines

Various techniques are used to cross existing cable systems and pipelines, depending on the local context and agreements between TenneT and the owner of the cable system or pipeline.

Cable joints

Cable systems can typically be transported in lengths of up to 40 km. For longer distances, joints are used to connect two cable sections. A joint pit is dredged on the seabed where the joint is placed.

Cable system installation techniques on land

Open trenching

The standard method for installing cable systems on land is open trenching. This is the installation technique where a trench is dug, in which the cable systems are laid. Dewatering can be applied to keep the trench dry.

Horizontal Directional Drilling (HDD)

Where there is insufficient space or significant damage is expected, cable systems are installed using HDD. Primary dikes are crossed using HDD. During HDD, work is done at the entry and exit points. The installation consists of three steps:

- 1 The drilling rig is set up at the entry point.
- 2 The drilling is executed, and the casing pipes are pulled in. The casing pipes must be laid out as a single continuous string at the exit side beforehand.
- 3 The cable systems are pulled through the casing pipes.

Pipeline installation at sea

Deep water and deeper trenches

In sufficient water depth (at least 7 meters), a pipelaying ship with burial equipment is used. The ship can be held in place by anchors or dynamic positioning. The pipeline is first laid on the seabed and then buried using plows, fluidizing or spraying away the underlying ground, or mechanical digging arms. Cable plows and jet sleds are dragged along the bottom by a ship or barge.

Dredging

In sections of the route where there is insufficient depth for a pipelaying ship, dredging is performed first to create a trench for the installation vessel. In sections where the required burial depth for the pipeline is too great for the burial equipment, a trench is dredged first to a depth that allows the pipeline to be buried to the correct depth.

Installation in shallow tidal flats

In shallow tidal flats and not too deep trenches, a pipelaying ship cannot be used. Here, open excavation is applied. Open excavation is the most common method for laying pipelines on land. In shallow water and tidal flats, a construction like trench boxes or digging shields is used to stabilize the trench walls and keep the trench dry. The use of multiple HDDs from a wet environment to a wet environment is also being explored. This application of HDDs is less common and considered innovative.

Coastal crossings

For crossing the coast, a HDD from dry to wet is applied. Occasionally, a segment tunnel can also be used. There is a lot of experience with HDDs from land to land (such as crossing roads or waterways) or from land to sea for crossing sea defences. For PAWOZ, the use of segment tunnels is also being considered, requiring a large work area. Segment tunnel construction is complex and is only used when no alternative methods are possible.

Crossing existing cable systems and pipelines

Various techniques are used to cross existing cable systems and pipelines, depending on the local context and agreements between Gasunie and the owner of the cable system or pipeline.

Pipeline installation techniques on land

Open trenching

The standard method is that pipelines on land are installed using open trenching. This is the installation technique where a trench is dug, in which the pipelines are laid. Dewatering can be applied to keep the trench dry.

HDD

Where there is insufficient space or significant damage is expected, a press technique or HDD is used. This

method is employed for crossing primary dikes, watercourses, forests, railways, highways, provincial roads, other water management structures, nature reserves, pipelines, high-voltage cable systems, and pipelines, and archaeologically valuable areas.

Tunnel installation techniques

Installation of an entry point

The entry point on the Ballonplaat consists of a reclaimed work area within a seawall. The activities for the construction of the entry point include the following steps: dredging an access channel, constructing a seawall, sand reclamation, installing breakwaters, constructing a quay, and dredging the harbour basin. The goal is to complete the entry point within two summer seasons.

Tunnel construction

After the entry point is completed, shafts are built. From these shafts, tunnel pipes can be drilled at depth. The shaft is constructed using diaphragm walls. The construction of the entry point and the shaft takes about 3 years. Subsequently, additional shafts and tunnel pipes can be constructed. The construction of the shaft and the drilling of the first tunnel pipes at the Eemshaven exit point are carried out in a similar manner to those at the entry point.

The tunnel pipes are drilled from both sides: from the entry point and the exit point. The total construction time for a 27 km tunnel pipe is approximately 3 years, in addition to the construction time for the entry point and the shafts.

IV

ANHANG: KREISLAUFPRINZIP



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Notitie Circulariteit

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Project Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Opdrachtgever Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Titel Notitie Circulariteit
Organisatie RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket 2.8 MER - Circulariteit
Onderdeel GEN - General
Soort RP - Report
Discipline MR - MER
Status A1 - Client accepted
Voortgangpercentage 100%
Projectnummer BI9148
Document Referentie BI9148-RHW-2.8-GEN-RP-MR-031743

Datum 7 februari 2025

Adres **Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.** **Royal HaskoningDHV Nederland B.V.**
Postbus 24087 Postbus 1132
3511 SW Utrecht 3818 EX Amersfoort
Nederland Nederland
www.witteveenbos.com www.royalhaskoningdhv.nl

INHOUDSOPGAVE

0	SAMENVATTING	5
	LIJST VAN AFKORTINGEN	7
	LIJST VAN BEGRIPPEN	8
1	ALGEMENE INTRODUCTIE	10
1.1	Waarom deze notitie?	10
1.2	Waar gaat circulariteit over?	10
1.2.1	Waarom is circulariteit belangrijk?	10
1.2.2	Welke onderdelen vallen onder circulariteit?	11
1.2.3	Wat is nodig voor meer circulariteit?	11
2	NATIONAAL EN INTERNATIONAAL BELEID	12
2.1	Europese doelen	12
2.2	Nationale doelen voor circulaire economie	13
2.2.1	Circulariteit als onderdeel van tenders	15
2.2.2	Circulariteit als onderdeel van milieueffectrapportage (MER)/IEA.	16
3	CIRCULARITEIT EN PAWOZ	18
3.1	Introductie	18
3.2	Welke methode is gehanteerd voor vergelijking van PAWOZ-routes op circulaire aspecten?	18
3.2.1	Onderdelen en materialen voor de infrastructuur van PAWOZ (Stap 1)	18
3.2.2	Activiteiten in levensfasen (Stap 2)	20
3.2.3	Hoe kan circulariteit bevorderd worden binnen PAWOZ en wat zijn mogelijk onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 3)	21
3.3	Welke onderscheidende circulaire aspecten worden gehanteerd voor de PAWOZ-routes? (Stap 4)	22
3.4	Hoe scoren de PAWOZ-routes op onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 5)	23
4	CONCLUSIES	28

5	VERVOLGSTAPPEN: TOEPASSING OP PAWOZ	30
5.1	Vervolg uitwerking op projectniveau en projectMER/IEA	30
5.1.1	Circulair ontwerpproces	30
5.1.2	Marktscan	32
5.1.3	Geleerde lessen	32
5.1.4	Kennisdeling	32
5.1.5	Informatiebeheer en monitoring	32
	Laatste pagina	45
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Interview Gasunie	2
II	Interview TenneT	2
III	Interview Tunnelsysteem-Ontwerpteam PAWOZ	2
IV	Overzicht van combinaties voor routes	3

0

SAMENVATTING

Deze Notitie Circulariteit maakt deel uit van de milieueffectrapportage (planMER) voor het Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ). Het thema Circulariteit is samen met Klimaatadaptatie en Biodiversiteit in de NRD benoemd als overige relevante thema's. Circulariteit (en Klimaatadaptatie en Biodiversiteit) zijn niet in het in de NRD uitgewerkte beoordelingskader opgenomen. Ze zijn kwalitatief uitgewerkt in het planMER voor PAWOZ. Deze notitie behandelt circulaire aspecten van de PAWOZ-routes en bijbehorende elektriciteits- en waterstofinfrastructuur van PAWOZ op planMER-niveau. Ook belicht de notitie op hoofdlijnen hoe in de toekomst bij het ontwerpen van genoemde infrastructuur circulariteit als mede-ontwerpfactor kan worden toegepast.

Circulariteit draait om het gebruiken van minder primair materiaal en het sluiten van de materiaalketen om afval en milieubelasting te verminderen.

Gasunie en TenneT zijn aangewezen partijen voor de aanleg van de kabelsystemen en waterstofleidingen voor PAWOZ. Interviews met Gasunie en TenneT hebben inzicht gegeven in hoe deze organisaties circulariteit (willen) integreren in hun projecten, dus ook voor de realisatie van infrastructuur binnen PAWOZ.

Onderscheidende aspecten

Op dit moment zijn de PAWOZ-routes nog slechts op globaal niveau bepaald. Op basis van de beschikbare informatie, zijn in deze notitie de onderscheidende aspecten voor circulariteit geïnventariseerd. De routes zijn vervolgens op basis van deze aspecten onderling vergeleken en gerankt.

Vanuit circulariteitsoogpunt worden voor de PAWOZ-routes de volgende onderscheidende aspecten gehanteerd:

- A. **Primair:** de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
- B. **Secundair:** aanlegtechniek met als subcriteria:
 - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
 - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
 - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Vergelijking en ranking van de routes

De mate van circulariteit (ranking) is gebaseerd op de lengte van de route en de gekozen aanlegtechniek. Een kortere route met ondiep aangelegde kabelsystemen of leidingen zal meer circulair zijn dan een langere route met dieper aangelegde kabelsystemen en leidingen. Het valt op dit moment buiten de scope om in alle gevallen vergelijkingen te kunnen maken. Indien relevant zal hiervoor een nader onderzoek, zo nodig inclusief LCA-impactanalyse, moeten worden uitgevoerd.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

Hieronder zijn de kortste routes en hierdoor, ten aanzien van het aspect 'lengte', de meest circulaire routes weergegeven voor respectievelijk kabelsystemen naar TNW en DDW en voor leidingen naar TNW. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengte van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 4.1 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B (91 km), de II: Oude Westereems route A1 (44 km) en de II: Oude Westereems landroute A (9 km) de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B (61km), de II: Oude Westereems route A1 (44 km) en de II: Oude Westereems route II A (9 km) de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW is.

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C (61 km), de II: Oude Westereems route (49 km) en de II: Oude Westereems route A (8 km) de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW is.

Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.

Ranking voor aanlegtechnieken op circulariteit (onderscheidend aspect B)

De mogelijke aanlegtechnieken zijn op basis van circulariteit als volgt gerangschikt:

- 1 Horizontal Directional Drilling (HDD): HDD scoort het hoogst op circulariteit vanwege minder grondverzet en lager energieverbruik, ondanks de grotere aanlegdiepte;
- 2 Sleuf/Open Ontgraving: Deze methode scoort gemiddeld op circulariteit, met meer vulmateriaalgebruik maar minder gespecialiseerde materialen dan HDD;
- 3 Tunnelsystemen: Tunnelsystemen scoren het laagst op circulariteit vanwege het grote grondverzet en de aanzienlijke hoeveelheid extra materiaal die nodig is.

Conclusies ten aanzien van combinaties van routelengte en aanlegtechniek

Voor combinaties van routelengte en aanlegtechniek kunnen de volgende (algemene) conclusies worden getrokken: kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen zijn aangelegd met HDD zijn over het algemeen meer circulair. Verdere analyse, inclusief levenscyclusanalyse (LCA), is nodig om de meest circulaire combinatie van routelengte en aanlegtechniek te bepalen.

Nuancering voor tunnelsystemen

Tunnelsystemen onder de Waddenzee kunnen nodig zijn om ecologische effecten te minimaliseren, ondanks hun lagere circulariteit. Deze systemen bieden voordelen zoals langere levensduur en betere terugwinbaarheid van materialen, wat hun circulariteit op lange termijn kan verbeteren. De huidige inschatting is echter dat in circulair opzicht de voordelen niet opwegen tegen de nadelen. Volgens deze inschatting biedt een tunnelsysteem dus een minder circulaire oplossing, dan de aanleg van een kabelsysteem of leiding in de zeebodem. Indien de X: Tunnel route (met tunnelsystemen) wordt gekozen, dan ligt de uitdaging vanuit circulair oogpunt in het optimaliseren van de tunnelconstructie en de benodigde materialen.

Toekomstige Stappen

In de projectMER-fase die volgt wordt het ontwerp verder uitgewerkt. Op basis hiervan kunnen meer circulaire maatregelen worden bepaald.

LIJST VAN AFKORTINGEN

AC	Alternating Current (wisselspanning). Wisselstroom is een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Vrijwel het hele elektriciteitsnet in Nederland maakt gebruik van dit type stroom
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CSRM	Critical and Strategic Raw Materials, (kritische en strategische grondstoffen); grond-stoffen die essentieel zijn voor de economie en strategische sectoren, maar die een hoog risico lopen op verstoring van de levering
DC	Direct Current (gelijkstroom)
DDW	Doordewind offshore windpark
EC	Europese Commissie
ECI	Environmental Cost Indicator (Milieukostenindicator, MKI)
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
EMVI	Economisch Meest Voordelige Inschrijving
EP	Europese Parlement
ETS	Emissions Trading System
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GIS	Geografische Informatie Systemen
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
IEA	Integrale Effectenanalyse
IMVO	Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
LCA	Levenscyclusanalyse
mer	Milieueffectrapportage (procedure)
MER	Milieueffectrapport (product)
MFA	Material Flow Analysis: materiaalstroomanalyse
MKI	Milieukostenindicator
NGT	Nationale Gastransportleiding
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030
OSS	Offshore Sub Station, platform op zee
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
PE	Polyethyleen (PE),
PlanMER	PlanMER (Plan-Milieueffectrapportage) is een proces waarbij de milieueffecten van een voorgenomen plan of programma systematisch worden onderzocht en beoordeeld, om zo duurzame besluitvorming te bevorderen.
ROV	Remote Operated Vehicle
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
TNW	Ten Noorden van de Waddeneilanden offshore windpark
VKA	Voorkeursalternatief
WN	Waterstofnetwerk Nederland
XLPE	Cross-linked polyethyleen.

LIJST VAN BEGRIPPEN

Aspect (milieuaspect)	Een aspect/milieuaspect is een onderwerp dat binnen een MER wordt onderzocht. Bijvoorbeeld het aspect 'Bodem en Water'. Elk aspect is vertaald naar één of meerdere deelaspecten. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' binnen het aspect 'Bodem en water'.
Beoordelingskader	Lijst met daarin alle criteria die per (milieu)aspect onderzocht worden in het MER.
Beoordelingsschaal	Schaal die aangeeft hoe een criterium beoordeeld wordt in het MER. Deze schaal maakt onderscheid tussen positieve, neutrale en negatieve beoordelingen.
Circulariteit	Principes en praktijken die gericht zijn op het sluiten van materiaalkringlopen, minimaliseren van afval, en maximaliseren van hergebruik en recycling van materialen en grondstoffen.
Circulaire aspecten	Verschillende elementen en factoren binnen een systeem of proces die bijdragen aan het sluiten van materiaalkringlopen, het minimaliseren van afval, en het maximaliseren van hergebruik en recycling. Deze aspecten kunnen betrekking hebben op ontwerp, productie, gebruik, en eindelevensduur-management van producten en materialen, en omvatten zaken als materiaalkeuze, energie-efficiëntie, demontagegemak, en levensduurverlenging.
Circulaire economie	Dit is een economisch model dat gebaseerd is op de principes van circulariteit. Het gaat verder dan alleen het hergebruiken van materialen en richt zich op het herontwerpen van economische systemen om duurzaamheid en regeneratie te bevorderen. In een circulaire economie worden bedrijfsmodellen, productieprocessen, en consumentengedrag zo ingericht dat ze bijdragen aan het behouden van waarde binnen de economie door middel van hergebruik, reparatie, refurbishing, en recycling.
Circulaire maatregelen	Concrete acties en beleidsinitiatieven die gericht zijn op het toepassen van de principes van de circulaire economie. Deze acties kunnen variëren van het bevorderen van hergebruik en recycling van materialen, het optimaliseren van productieprocessen om afval te minimaliseren, en het stimuleren van circulair ontwerp, tot het invoeren van regelgeving die duurzame bedrijfsmodellen ondersteunt.
Circulaire ontwerpprincipes	Richtlijnen voor het ontwerpen van producten, systemen en infrastructuur met als doel het minimaliseren van afval en het maximaliseren van hergebruik en recycling. Deze principes omvatten het gebruik van duurzame en hernieuwbare materialen, het faciliteren van eenvoudige demontage, en het verlengen van de levensduur van producten door middel van reparatie en her-fabricage. Het uiteindelijke doel is om gesloten kringlopen te creëren waarin materialen continu worden hergebruikt, waardoor de druk op natuurlijke hulpbronnen en het milieu wordt verminderd.
Criterium	Een criterium is een maatstaf die gebruikt wordt om een (milieu)aspect of deelaspect in het MER te beoordelen. Bijvoorbeeld het criterium

	'Zetting' om voor het deelaspect 'Grondwater' te beschrijven wat het effect is van grondwaterverlaging.
Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
PlanMER	Het MER voor een plan of programma. PAWOZ-Eemshaven heeft een planMER.
Programma	Een programma is een instrument onder de Omgevingswet. Het vat het nieuwe beleid op hoofdlijnen samen en is kaderstellend (geeft de grenzen aan) voor nieuwe plannen of projecten. PAWOZ-Eemshaven resulteert in een programma. Dit is een notitie waarin beschreven staat welke routes wel/niet kunnen en een prioritering. Dit wordt ook het programma-beleidsdocument genoemd.
Primair materiaal	Grondstoffen die voor het eerst worden gewonnen en gebruikt in de productie van goederen en producten. Primair materiaal komt direct uit natuurlijke bronnen zoals mijnbouw, landbouw of bosbouw en heeft nog niet eerder een functionele levenscyclus doorlopen.
ProjectMER	Het MER voor een projectbesluit dat het vervolg kan zijn op PAWOZ-Eemshaven. Een projectMER kent een groter detailniveau dan een planMER.
Refurbishment	Het herstellen en/of opknappen van gebruikte producten om hun levensduur te verlengen.
Secundair materiaal	Grondstoffen die afkomstig zijn van hergebruikte of gerecyclede producten en materialen. In plaats van nieuw gewonnen primaire materialen, worden secundaire materialen teruggewonnen uit afvalstromen en opnieuw ingezet in productieprocessen.
Subcriterium	Een subcriterium is een specifieke maatstaf die wordt gebruikt om een deelaspect van een breder criterium in meer detail te beoordelen binnen het MER (Milieu Effect Rapportage).
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Net op zee.
Tie-in	(Koppeling voor waterstofleidingen) Een technische aansluiting die wordt gebruikt om een (nieuwe) waterstofleiding te verbinden met een (bestaand) leidingnetwerk of systeem.

1

ALGEMENE INTRODUCTIE

1.1 Waarom deze notitie?

Het doel van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ) is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen en leidingen in de Noordzee, het Waddengebied en op het vasteland aan te leggen. Op elke route zijn er uitdagingen, omdat er bepaalde regels gelden en er andere gebruikers zijn. Per route wordt onderzocht hoeveel beschikbare ruimte er is. En de routes worden geprioriteerd. Dit betekent dat de ene route de voorkeur krijgt boven een andere route. Als er in de toekomst windparken worden ontwikkeld, dan worden routes uit PAWOZ gebruikt om de windparken aan te sluiten. PAWOZ draagt zo bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO₂-uitstoot. Deze offshore windparken en/of nabij geplaatste elektrolyzers zijn gelegen op het noordelijke gedeelte van het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het thema Circulariteit is samen met Klimaatadaptatie en Biodiversiteit in de NRD benoemd als overige relevante thema's. Circulariteit (en Klimaatadaptatie en Biodiversiteit) zijn niet in het in de NRD uitgewerkte beoordelingskader opgenomen. Ze worden kwalitatief uitgewerkt in het planMER voor PAWOZ, deze notitie ziet alleen op het thema Circulariteit.

1.2 Waar gaat circulariteit over?

Circulariteit draait allereerst om het zoveel mogelijk hergebruiken van materialen en het sluiten van de keten. Met keten wordt bedoeld de volledige levenscyclus van een product of materiaal, van de winning van grondstoffen, productie en gebruik, tot en met de uiteindelijke verwerking en hergebruik van afvalstoffen. Dit betekent dat producten en grondstoffen zo veel mogelijk opnieuw worden gebruikt, gerepareerd, en gerecycled, zodat er zo min mogelijk afval en verspilling is. In een *circulaire economie* worden materialen die nu als afval worden beschouwd, hergebruikt, waardoor we minder nieuwe grondstoffen uit de aarde nodig hebben. Hiervoor is onder andere goede informatie nodig over de productiewijze, historie en/of samenstelling van materialen of onderdelen.

Ook de beschikbaarheid van materialen is een cruciaal aspect. Dit geldt met name voor de zogenaamde kritische en strategische materialen (Critical and Strategical Raw Materials, CSRMs). Voor deze materialen is de oorsprong en leveringszekerheid van groot belang, omdat de aanvoer bijvoorbeeld door geopolitieke redenen onder druk kan komen te staan. Bovendien zijn deze materialen relatief schaars, waardoor hergebruik extra belangrijk wordt. Steeds vaker wordt materiaal- of productinformatie verstrekt in de vorm van een materiaal- of productpaspoort.

1.2.1 Waarom is circulariteit belangrijk?

De aarde beschikt over eindige hoeveelheden materialen. Ook zijn er grenzen aan wat de planeet aan kan op het gebied van milieubelasting. Circulariteit speelt een cruciale rol doordat het hergebruiken van materialen de druk op natuurlijke hulpbronnen vermindert en de milieu-impact verkleint. Door circulaire processen toe

te passen, kunnen we de levensduur van materialen en onderdelen verlengen, wat leidt tot een duurzamer gebruik van beschikbare grondstoffen en een verminderde afhankelijkheid van nieuwe grondstoffen.

1.2.2 Welke onderdelen vallen onder circulariteit?

Circulariteit heeft verschillende facetten die samen bijdragen aan een duurzamer gebruik van hulpbronnen. Allereerst gaat het om het gebruik van primaire en secundaire materialen. Primaire materialen zijn nieuw gewonnen grondstoffen, terwijl secundaire materialen afkomstig zijn uit recyclingprocessen. Daarnaast spelen hulpstoffen een belangrijke rol. Dit omvat alle stoffen die nodig zijn bij de productie en het onderhoud van infrastructures, zoals smeermiddelen en koelmiddelen. Tot slot zijn er de overige circulaire aspecten, waaronder energiegebruik, CO₂-emissies en andere vormen van milieubelasting, zoals de productie van (gevaarlijk) afval en geluid.

1.2.3 Wat is nodig voor meer circulariteit?

Om circulariteit te bevorderen en duurzamer gebruik van hulpbronnen te realiseren, zijn verschillende strategieën en maatregelen van essentieel belang. Allereerst is circulair ontwerpen een cruciale stap. Circulair ontwerpen begint met preventie, dat wil zeggen voorkomen dat materialen/grondstoffen überhaupt nodig zijn. Hieronder valt ook het zoeken naar materiaal-arme(re) oplossingen. Deze benadering draagt bij aan de reductie van materiaalgebruik en onderdelen. Daarnaast worden producten en infrastructuur zodanig ontworpen, dat ze eenvoudig te demonteren en te recyclen zijn, waardoor materialen efficiënt kunnen worden hergebruikt en hoogwaardige verwerking na gebruik mogelijk wordt. Een volgende stap is het implementeren van circulair produceren. Dit betekent dat productieprocessen worden geoptimaliseerd om afval te minimaliseren en hergebruik te maximaliseren. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van gerecyclede materialen en duurzame productiemethoden. Dit valt onder de strategie van vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen. Verder is het implementeren van circulaire principes in alle fasen van de levenscyclus van infrastructures van groot belang. Circulaire principes omvatten circulair bouwen, waarbij duurzame materialen worden gebruikt en constructies worden ontworpen met het oog op demontage en hergebruik. Ook circulaire bedrijfsvoering, onderhoud, reparatie en sloop spelen een essentiële rol. Door gedurende de hele levensduur van infrastructures te zorgen voor duurzame en herbruikbare oplossingen, kan levensduurverlenging worden gerealiseerd.

Door consistent gebruik te maken van de vier belangrijke circulaire strategieën kan circulariteit worden bevorderd en kunnen we een belangrijke bijdrage leveren aan een circulaire economie, te weten:

- 1 reductie van materiaalgebruik en onderdelen;
- 2 vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen;
- 3 hoogwaardige verwerking na gebruik; en;
- 4 levensduurverlenging.

Voor een circulaire economie is transparantie cruciaal, vooral wat betreft de herkomst en samenstelling van materialen. Beschikbare informatie hierover helpt bij het maken van duurzame keuzes, waarborgt de kwaliteit en veiligheid van producten, en vergemakkelijkt recycling. Het Circulair Product Paspoort (CPP) speelt voor recycling een belangrijke rol door gedetailleerde informatie over een product, zoals gebruikte materialen en hergebruiksmogelijkheden, beschikbaar te maken. Daarnaast vraagt TenneT om grondstofpaspoorten om circulariteit inzichtelijk te maken, een initiatief dat zij delen met andere netbeheerders. Deze grondstofpaspoorten bieden inzicht in de herkomst en samenstelling van de gebruikte grondstoffen, wat essentieel is voor het bevorderen van een duurzame en circulaire economie. Het CPP en de grondstofpaspoorten samen bevorderen innovatie, traceerbaarheid en verantwoord gebruik van materialen, en ondersteunen beleidsvorming gericht op duurzaamheid.

2

NATIONAAL EN INTERNATIONAAL BELEID

De transitie naar een circulaire economie is een cruciaal onderdeel van duurzaamheidsbeleid op zowel nationaal als internationaal niveau. Deze notitie circulariteit belicht de relevante beleidskaders, wetgevingen, en plannen die de circulaire economie bevorderen, met een specifieke focus op de context van offshore windenergie en de bijbehorende infrastructuur. Dit hoofdstuk is van belang, aangezien het inzicht biedt in de bestaande en toekomstige richtlijnen die van invloed zijn op de ontwikkeling en exploitatie van offshore windparken, elektriciteitskabels, en waterstofleidingen. De relevantie van deze beleidskaders is dat ze de randvoorwaarden en stimulansen bepalen voor de circulaire principes die in het Programma van PAWOZ kunnen of moeten worden toegepast. Dit heeft direct invloed op de ontwerpkeuzes, materiaalgebruik, en de uiteindelijke milieu-impact van de infrastructuurprojecten.

Het hoofdstuk behandelt naast beleid ook wetgeving, strategische plannen, en programma's die bijdragen aan de circulaire economie. Dit geïntegreerde overzicht helpt om de samenhang tussen verschillende beleidsniveaus en sectorale initiatieven te begrijpen en hoe deze de doelstellingen van PAWOZ ondersteunen.

2.1 Europese doelen

Vanuit het Europese Parlement (EP) en de Europese Commissie (EC) is beleid geformuleerd met betrekking tot circulariteit, windenergie en offshore kabels en leidingen. Dit beleid is vooral stimulerend en nog weinig normatief of kaderstellend.

Europese plannen en wetgeving voor meer circulariteit

De Europese Unie (EU) heeft onder de noemer 'Fit for 55' beleid en wetgeving ontwikkeld met betrekking tot klimaat. Dit pakket aan maatregelen heeft invloed op materiaalgebruik, en omvat onder andere Emissions Trading System (ETS), Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) en 'duurzaam inkopen' (green procurement). Ook bevordert de EU duurzaamheid en circulaire economie via verschillende initiatieven, zoals de Europese Green Deal.

De EC heeft plannen om de circulaire economie te stimuleren door middel van beleid en wetgeving, ten aanzien van het bevorderen van hergebruik, recycling en duurzaam ontwerp. Hieronder volgen enkele illustratieve voorbeelden van Europese (beleids)plannen en wetgeving. Deze beleidsinstrumenten bevatten algemene circulaire principes, die ook van toepassing zijn op kabels en waterstofleidingen voor offshore windparken en elektrolyzers.

EC Actieplan voor de Circulaire Economie

De EC heeft een Circulaire Economie Actieplan opgesteld om de overgang naar een circulaire economie te versnellen. Dit plan bevat concrete maatregelen om duurzaamheid te bevorderen, zoals het verminderen van afval, het bevorderen van hergebruik en recycling, en het stimuleren van duurzaam ontwerp. Het actieplan omvat doelstellingen voor recyclingpercentages, het verminderen van stortplaatsafval en het bevorderen van ecodesign. Ecodesign betekent in dit geval, dat producten zo worden ontworpen dat ze langer meegaan, gemakkelijker kunnen worden gerepareerd en recyclebaar zijn.

Afvalbeheerwetgeving; Kaderrichtlijn Afvalstoffen

De EC heeft wetgeving aangenomen om afvalbeheer te verbeteren, zoals de Kaderrichtlijn Afvalstoffen en de Richtlijn Kunststofproducten voor eenmalig gebruik (Richtlijn EU 2019/904 Single-Use Plastics Directive, aangenomen in 2019). Deze wetgeving bevordert recycling en vermindert de impact van afval op het milieu. Volgens Kaderrichtlijn Afvalstoffen, Richtlijn 2008/98/EG) moet 70 % van bouw- en sloopafval gerecycled en nuttig worden toegepast. Hergebruik van elektriciteitskabels en waterstofleidingen van offshore windparken en elektrolyzers wordt op dit moment echter nog niet toegepast (2020). Technische complexiteit en hoge kosten van demontage en hergebruik maken het economisch minder aantrekkelijk zonder financiële prikkels. Daarnaast ontbreken duidelijke regelgeving en standaarden, wat implementatie bemoeilijkt. Kwaliteits- en veiligheidszorgen over hergebruikte materialen spelen ook een rol, evenals een gebrek aan bewustzijn en kennis binnen de industrie. Tot slot vormen logistieke uitdagingen bij het transporteren en verwerken van grote offshore componenten een bijkomende hindernis.

Financiële Instrumenten

De EC ondersteunt circulaire initiatieven via financieringsprogramma's, zoals het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) en het Horizon Europe-programma. Deze fondsen stimuleren projecten gericht op circulariteit en duurzaamheid.

Offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen

Specifiek Europees beleid gericht op circulariteit van offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen is er op dit moment nog niet. Toch worden deze onderwerpen besproken in het bredere kader van energie-infrastructuur en de energietransitie binnen diverse Europese beleidsfora en instellingen, zoals de Europese Commissie, het Europees Parlement, en in werkgroepen en commissies die zich richten op energie, milieu en duurzaamheid. Daarnaast kunnen ze ook aan bod komen in bijeenkomsten en conferenties georganiseerd door relevante Europese agentschappen en samenwerkingsverbanden tussen lidstaten.

De discussie over de circulariteit van offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen wordt gevoerd door beleidsmakers, deskundigen en stakeholders uit verschillende sectoren, waaronder vertegenwoordigers van de Europese Commissie, leden van het Europees Parlement, nationale overheden, industrie-experts, milieuorganisaties, en academische onderzoekers. Deze diverse groep belanghebbenden werkt samen om richtlijnen en strategieën te ontwikkelen die de energietransitie ondersteunen en bijdragen aan duurzame energie-infrastructuur.

2.2 Nationale doelen voor circulaire economie

Nederland heeft de ambitie om in 2050 volledig circulair te zijn. Het circulaire-economiebeleid was tot op heden vooral gericht op vrijwilligheid en vrijblijvendheid. De Nederlandse overheid vindt dat meer richtinggevende en dwingende maatregelen nodig zijn. In het [Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030](#) (NPCE) is daarom een mix van beprijzende, normerende en stimulerende maatregelen opgenomen.

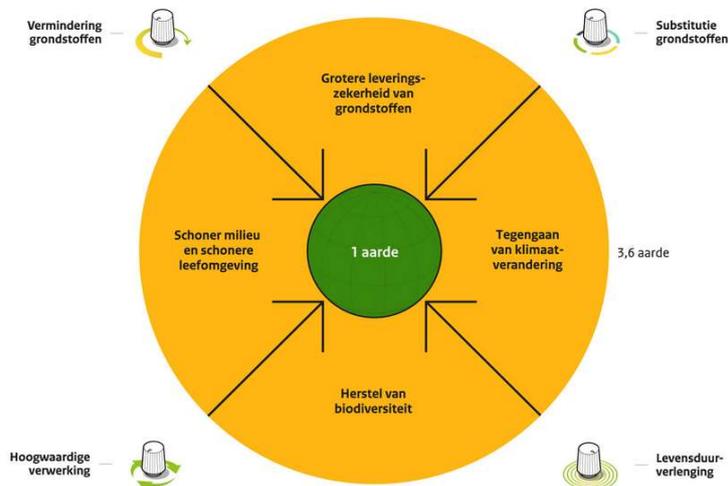
In het NPCE zijn vier belangrijkste strategieën genoemd om genoemde ambitie te halen, die consistent zijn met de in Hoofdstuk 3 voor PAWOZ gehanteerde circulaire strategieën:

- 1 reductie (vermindering) van materiaalgebruik (grondstoffen):
 - het verminderen van de Nederlandse grondstoffenvoetafdruk, zowel vanuit productie- als consumptieperspectief;
- 2 vervanging (substitutie) door meer circulaire materialen of onderdelen (grondstoffen):
 - het zoveel mogelijk vervangen van primaire grondstoffen door secundaire grondstoffen en duurzame hoogwaardige biograndstoffen. Of het gebruik van andere beschikbare grondstoffen met een lagere milieudruk;
- 3 levensduurverlenging:
 - het aansturen op een maximale levensduur voor producten en onderdelen, onder meer door hergebruik, refurbishment en reparatie;

4 hoogwaardige verwerking na gebruik:

- het verbeteren van schone, goed gesorteerde inzamelstromen en terugwinning van materialen om materialen tot op een gelijkwaardig niveau als het oorspronkelijke materiaal te recycleren.

Afbeelding 2.1 Circulaire strategieën. Legenda: Door het draaien aan de knoppen kunnen we de effecten van het grondstoffengebruik terugbrengen binnen de draagkracht van de aarde. Bron: NPCE



Het genoemde NPCE richt zich onder andere circulaire maatregelen met betrekking tot onshore en offshore windparken, inclusief de aansluitingen van deze windparken. Hierbij worden circulaire strategieën toegepast om de circulaire economie te bevorderen en de milieu-impact te verminderen. Het effectdoel voor windparken is bijdragen aan 2,2 Mton CO₂-reductie (scope 1 en 2) en bijdragen aan het verbeteren van de leveringsekerheid van de maakindustrie. Het NPCE wil de milieu-impact verminderen om bij te dragen aan een duurzamer, gezonder en veerkrachtiger toekomst voor mens en planeet.

Het NPCE noemt drie circulariteitsdoelen voor deze industriesector:

- 1 100 % secundair gebruik van windturbine-materialen in 2050;
- 2 verplichte toepassing van secundaire (gerecyclede) materialen in een windturbine;
- 3 verminderen inzet van primaire ('maagdelijke') materialen.

Het NPCE noemt de volgende hiervan afgeleide circulaire maatregelen met betrekking tot windenergie:

- 1 circulaire tendercriteria: de overheid zal circulariteit en Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen opnemen als kwalitatieve randvoorwaarde in tenders voor windenergie op zee. Er zal gestuurd worden op het gebruik van gerecyclede materialen in windturbines;
- 2 100 % traceerbaarheid van materialen: deze maatregel beoogt het bereiken van 100 % traceerbaarheid van materialen in waardeketens tegen 2030, wat bijdraagt aan de bevordering van circulaire praktijken;
- 3 samenhangend onderzoeksprogramma: een onderzoeksprogramma opgezet om circulariteit van hernieuwbare elektriciteit op zee te bevorderen, inclusief het recyclen van materialen en het hergebruiken van bestaande olie- en gasinfrastructuur;
- 4 inkoop circulaire windparken op land versnellen: Er wordt gewerkt aan het versnellen van de inkoop van circulaire windparken op land, waarbij een buyer-group is opgericht om een overkoepelende marktvisie en ondersteunend beleid te ontwikkelen;
- 5 afweging tussen circulariteit en CO₂-reductie: Er wordt gewerkt aan het ontwikkelen van een meetmethode om de milieu-impact van circulaire strategieën te bepalen en om een goede balans te vinden tussen circulariteit van materialen en CO₂-reductie;
- 6 harmonisatie van beleid inzake windenergie: Er wordt gestreefd naar harmonisatie van beleid binnen de windindustrie, zowel nationaal als internationaal, om de circulaire praktijken te bevorderen en efficiëntie te vergroten.

Hoewel deze maatregelen niet in alle gevallen direct betrekking hebben op elektriciteitskabels en waterstofleidingen, kunnen ze wel de circulariteit van deze onderdelen verbeteren. Deze maatregelen stimuleren hergebruik en recycling van materialen, creëren markten voor circulaire producten en diensten, ontwikkelen innovatieve oplossingen en technologieën, en harmoniseren beleid om uniforme circulaire praktijken te ondersteunen. De maatregelen 2, 3, 5 en 6 hebben betrekking op elektriciteits- of waterstofverbindingen van offshore windparken. Maatregel 1 richt zich voornamelijk op de windturbines en maatregel 4 is specifiek gericht op windparken op land.

Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI).

Voor infrastructuur is een concreet nationaal programma Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI). Dit programma richt zich niet specifiek op energie-infrastructuur, maar de elektriciteit- en waterstofnetwerken vallen hier ook onder. Het programma heeft als doel om onze infrastructuur tegen 2030 zo veel mogelijk klimaatneutraal en circulair aan te leggen en te onderhouden. Dit initiatief wordt gedreven door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat en ProRail. Het streven is om CO₂-uitstoot, fijnstof en stikstof te verminderen en het gebruik van primaire materialen te beperken.

Programma Schoon en Emissieloos Bouwen

Het programma Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) streeft naar een succesvolle transitie naar schoon en emissieloos bouwen in 2030 en daarna. In samenwerking met medeoverheden, marktpartijen en kennisinstellingen wordt één aanpak ontwikkeld voor de hele bouwsector. SEB ondersteunt overheden, marktpartijen en brancheorganisaties bij het schoner en emissieloos uitvoeren van bouw-, onderhouds- en sloopprojecten. Dit omvat ook de aanleg van offshore en onshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen voor het transport van offshore geproduceerde elektriciteit en waterstof. In SEB zijn Gasunie en TenneT convenantpartners.

Groene netten

Het Nederlandse programma Groene netten is een samenwerkingsverband tussen verschillende infrastructuurbeheerders, waaronder ProRail, Rijkswaterstaat, KPN, Alliander, Enexis, TenneT, Gasunie en Stedin. Hun gezamenlijke doel is het realiseren van klimaatneutrale en circulaire infrastructuren. Ze zetten in op energiebesparing, het gebruik van honderd procent duurzame energie en het toepassen van circulaire principes in hun bedrijfsvoering. Bijvoorbeeld door het ontwikkelen van kabels met een lange levensduur en het circulair ontmantelen van oude kabels.

Circular Economy Strategy (CES) en Climate Transition Plan (CTP) van TenneT

TenneT heeft eind 2023 een Circular Economy Strategy (CES) opgesteld, wat in de komende jaren moet gaan leiden tot steeds meer circulair verantwoorde keuzes. In de CES staan drie circulaire principes: ontwerpen, inkopen en terugwinnen. Komende jaren worden doelstellingen en KPI's richting 2030 voor elke categorie activiteiten ontwikkeld, waarmee effectief kan worden gestuurd en resultaten kunnen worden gemonitord. In het interview (zie Bijlage: Interview Tennenet) wordt gesproken over het Climate Transition Plan, wat een overkoepelend plan is.

2.2.1 Circulariteit als onderdeel van tenders

Circulariteit in windkavel-tenders

De Nederlandse overheid (RVO) heeft het thema circulariteit voor het eerst geïntroduceerd in de tender voor de kavels Alpha en Beta van het offshore windpark IJmuiden Ver. In de tender waren criteria opgenomen om meer inzicht te krijgen in de circulaire situatie van het te bouwen windpark, inclusief de zogenaamde Inter Array (IA) elektriciteitskabels. Concreet betekent dit dat initiatiefnemer werd gevraagd inzicht te bieden in de circulaire kenmerken van de gebruikte materialen en onderdelen, en ook in de toegepaste circulaire maatregelen voor het windpark. De gevraagde aanlevering van circulaire informatie had betrekking op de hoeveelheden van de ingezette materialen, het aandeel hergebruikte materialen of onderdelen, de herkomst van de gebruikte materialen en de uitstoot van CO₂ voor de materialen en onderdelen. Tevens werd gevraagd per levensfase voor gedefinieerde onderdelen van het windpark circulaire maatregelen aan te geven. Deze maatregelen moesten voor vier circulaire ontwerpstrategieën worden beschreven, zoals

genoemd in paragraaf 1.2.3. In deze tender waren geen eisen opgenomen ten aanzien van ambities of minimaal te behalen circulariteitsdoelen.

Standaardisatie en duurzaamheid in windenergie

TenneT heeft ervoor gekozen om het 2 GW-concept toe te passen op de elektrische verbindingen voor het ontsluiten van windparken verder uit de kust dan 100 km vanwege het beperken van transportverliezen. Dit is ook meer duurzaam. Hoewel duurzaamheid niet de oorspronkelijke reden was voor de standaardisatie van het 2 GW-concept, heeft het een gunstig effect op het gebruik van materiaal en onderdelen. Het belangrijkste voordeel is dat de gelijkstroomverbinding (DC) minder transportverliezen heeft.

Het standaard ontwerpconcept betekent dat er niet telkens opnieuw een uniek ontwerp wordt gemaakt. Voor opeenvolgende projecten worden 'lessons learned' toegepast, wat leidt tot verbeteringen. Hierbij spelen circulariteit en duurzaamheid een steeds belangrijkere rol. Een ander voordeel van standaardisatie is dat reserveonderdelen nu voor meerdere projecten kunnen worden gebruikt. Dit is circulariteit 'pur sang'.

Voor de 700 MW-AC-platforms en AC-kabelsystemen begon TenneT in de loop van de eerste projecten toe te werken naar een standaard. Mocht het noodzakelijk zijn dat TNW elektrisch ontsloten wordt, dan wordt een standaard ontwerp gebruikt en worden 'lessons learned' toegepast. Dit past bij circulaire ontwerpprincipes, waarbij de 2 GW-DC-verbinding een meer circulair ontwerp is dankzij standaardisatie.

Circulariteit in net op zee-tenders

Circulariteit neemt ook in tenders voor elektriciteitsnetten op zee een steeds belangrijkere plaats in. Zo heeft TenneT vanaf 2021 de milieukostenindicator (MKI of ECI) in alle 2 GW offshore tenders voor kabels en platforms al een kwantitatief EMVI-criterium toegepast, zowel in Nederland als in Duitsland.

Circulariteit in de tender voor IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I

Op het moment van schrijven is er nog geen nadere informatie over verdere voor windparken te behalen doelen of toe te passen maatregelen ten aanzien circulariteit. In een kamerbrief van 31 mei 2024 gaf de toenmalig minister van EZK aan, dat hij voornemens is voor de tenders voor de offshore windparken IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I een opzet te kiezen met een vergelijkende toets en een financieel bod. Hierbij is, naast ecologie, IMVO en systeemintegratie, circulariteit genoemd als een van de onderwerpen voor de vergelijkende toets.

2.2.2 Circulariteit als onderdeel van milieueffectrapportage (MER)/IEA.

Circulariteit wordt tegenwoordig veelal als aanvullend duurzaamheidsthema opgenomen in milieueffectrapportages/IEA's voor net-op-zee-projecten. Routes kunnen op onderscheidende aspecten van dit thema worden beoordeeld. Hierdoor kan voor deze aspecten een vergelijking tussen de routes worden gemaakt.

Circulariteit als beoordelingscriterium in een MER verschilt van de traditionele milieueffecten omdat het zich richt op de levenscyclus van materialen en hulpbronnen. Het doel van circulariteit is om afval te minimaliseren en het gebruik van nieuwe grondstoffen te beperken door hergebruik, reparatie, en recycling te bevorderen om uiteindelijk daarmee bij te dragen aan een lagere ecologische footprint. Circulariteit gaat dus minder over specifieke lokale, ruimtelijke en milieueffecten, maar meer over systemische veranderingen die leiden tot een duurzamer gebruik van hulpbronnen in de gehele keten van winning van grondstoffen tot en met het einde van levenscyclus en hopelijk de start van een nieuwe (cradle-to-cradle).

Bij het opnemen van circulariteit als beoordelingscriterium in een MER, worden geen directe milieueffecten gemeten, maar wordt geëvalueerd hoe goed alternatieven bijdragen aan een circulaire economie. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat een alternatief hoger scoort als het materialen gebruikt die gemakkelijk te recyclen zijn of als het ontwerp zodanig is dat onderdelen eenvoudig vervangen of gerepareerd kunnen worden. Tevens wordt de aandacht gevestigd op de wijze waarop in de volgende (project)-fase gewerkt kan worden aan een zo circulair mogelijke toepassing / uitvoering.

Opmerking

Voor het planMER voor PAWOZ is circulariteit in paragraaf. 5.2.1.3 van de NRD als een 'overig relevant thema' benoemd. Er is in de NRD geen beoordelingscriterium uitgewerkt. Conform de NRD wordt circulariteit in Hoofdstuk 3 kwalitatief uitgewerkt.

3

CIRCULARITEIT EN PAWOZ

3.1 Introductie

Het doel van PAWOZ is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations in de Noordzee, het Waddengebied en op het vasteland aan te leggen. Het gaat in elk geval om de ruimte voor het aansluiten van TNW en DDW. En verder is onderzocht hoeveel ruimte er nog meer is voor de ontsluiting van toekomstige windparken. Circulariteit wordt in deze notitie als extra duurzaamheidsthema gebruikt om in het planMER/IEA PAWOZ-routes te vergelijken.

De partijen die circulaire maatregelen voor PAWOZ kunnen toepassen zijn in eerste instantie de initiatiefnemers Gasunie voor de waterstofleidingen en TenneT voor de kabelsystemen. Beide partijen zullen derden inhuren voor de levering en de aanleg van de infrastructuur. Met beide bedrijven zijn interviews gehouden. Hierbij is informatie verkregen over op welke wijze beide organisaties, zowel algemeen als binnen PAWOZ, invulling willen geven aan circulariteit. Ook is gesproken met een vertegenwoordiger van het ontwerpteam voor de tunnelopties. Korte weergaven van de interviews zijn opgenomen in de [Bijlagen](#). Voor zover van toepassing voor PAWOZ is genoemde informatie van de interviews in de Hoofdstukken 3 en 4 van deze notitie verwerkt.

3.2 Welke methode is gehanteerd voor vergelijking van PAWOZ-routes op circulaire aspecten?

Gehanteerde methode in 5 stappen

Om de PAWOZ-routes op circulariteit te vergelijken, zijn de volgende stappen doorlopen:

- **stap 1:** paragraaf 3.2.1 beschrijft de verschillende onderdelen en materialen van de elektrische- en waterstofverbindingen;
- **stap 2:** een beschrijving van de bij de infrastructuur behorende activiteiten in de verschillende levensfasen is gegeven (zie 3.2.2);
- **stap 3:** de onderscheidende circulaire aspecten zijn geïdentificeerd aan de hand van de vier gangbare circulaire strategieën, zoals beschreven in paragraaf 1.2.3 (zie 3.2.3);
- **stap 4:** op basis hiervan zijn de voor de PAWOZ-routes te hanteren onderscheidende circulaire aspecten bepaald (zie 3.3);
- **stap 5:** met de onderscheidende circulaire aspecten zijn de meest circulaire routes (top 3) bepaald. Hiermee wordt inzicht geboden in welke combinaties van PAWOZ-routes en aanlegtechnieken het meest circulair zijn (zie 3.4).

3.2.1 Onderdelen en materialen voor de infrastructuur van PAWOZ (Stap 1)

Deze paragraaf inventariseert de (mogelijke) onderdelen en toegepaste materialen die nodig zijn voor de PAWOZ-infrastructuur om op de Noordzee geproduceerde elektriciteit en waterstof te transporteren. De onderdelen worden beschreven in Hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit van het MER-hoofdrapport. Hieronder wordt besproken welke materialen en onderdelen hiervoor gebruikt worden.

Kabelsystemen

Kabelsystemen voor export van elektriciteit vanaf een offshore windpark bestaan uit verschillende lagen en materialen. De kern bestaat uit een geleider, meestal gemaakt van koper of aluminium, die verantwoordelijk is voor het geleiden van elektriciteit. Rondom de geleider bevindt zich isolatiemateriaal, vaak polyethyleen (PE) of cross-linked polyethyleen (XLPE), dat zorgt voor elektrische isolatie. Om elektromagnetische interferentie te verminderen, wordt de kabel afgeschermd met koperen of aluminium tapes of vlechten. Daarnaast is de kabel voorzien van een beschermende mantel van polyethyleen of PVC, die bescherming biedt tegen externe invloeden. Soms wordt er ook een wapeningslaag toegevoegd, bestaande uit staal- of glasvezeldraden, voor extra mechanische bescherming. Deze opbouw zorgt ervoor dat de elektriciteit efficiënt en betrouwbaar van de offshore windturbines via het platform (OSS) naar het vasteland wordt getransporteerd.

Offshore platforms en converter/transformatorstations

Offshore platforms en converter/transformatorstations dienen als tussenstations waar de opgewekte elektriciteit van de windturbines wordt verzameld, geconverteerd of getransformeerd, en vervolgens via onderzeese kabelsystemen naar het vasteland wordt getransporteerd. Deze platforms bevatten verschillende essentiële onderdelen en systemen, zoals transformatoren, converters, schakelapparatuur, koelsystemen, beveiligings- en controlesystemen, en funderingen van staal.

De belangrijkste materialen die voor deze infrastructuur nodig zijn, omvatten staal voor de fundering en structurele elementen van het platform, koper voor transformatoren, converters en bekabeling vanwege zijn uitstekende geleidingseigenschappen, en aluminium als een lichter alternatief voor koper en staal in sommige structurele componenten. Voor circulariteit is het belangrijk dat deze materialen en componenten herbruikbaar of recyclebaar zijn. Staal en aluminium zijn beide goed recyclebaar en kunnen meerdere keren worden hergebruikt zonder kwaliteitsverlies. Koper heeft een hoge recyclebaarheid en is waardevol in de schrootmarkt. Innovaties in het gebruik van milieuvriendelijke en recyclebare isolatiematerialen kunnen bijdragen aan de circulariteit.

Waterstofleidingen

Een offshore waterstofpijpleiding van circa 48 inch bestaat uit verschillende lagen. De binnenzijde is gemaakt van hoogwaardig staal met een binnenlaag van speciale coating om waterstofbroosheid te voorkomen. Daaromheen zit een anti-corrosielaag van bitumen- of epoxycoating, beschermd door een isolerende laag van polyurethaan of polyethyleen schuim. De buitenste laag is van polyethyleen of polypropyleen voor fysieke bescherming, soms aangevuld met een betonnen mantel voor stabiliteit op de zeebodem. Deze opbouw zorgt voor veilige en efficiënte waterstoftransport van zee naar land. Ook hier is het van belang om aandacht te besteden aan de afval- en schrootketen, zodat materialen na gebruik kunnen worden gerecycled en terug naar de hoogovens kunnen worden gebracht.

Koppelpunten (tie-in) waterstofleiding

Een koppelpunt, of 'tie-in', voor waterstofleidingen bestaat uit stalen flensverbindingen voor een stevige waterstofleiding-verbinding met bouten en moeren. Afsluiters zoals kogelkranen regelen de waterstofstroom, terwijl afdichtingen lekken voorkomen. Bochten en T-stukken bieden flexibiliteit in leidingontwerp. Meet- en regelapparatuur zoals druk- en temperatuursensoren bewaken de leidingprestaties. Een koppeling van (waterstof)gasleidingen kan ook bovenwater gefaciliteerd worden via een offshore platform. Genoemde onderdelen zijn overwegend gemaakt van staal.

Tunnelsystemen voor kabelsystemen of waterstofleidingen

Voor kabelsystemen en waterstofleidingen moeten aparte tunnelsystemen worden aangelegd. Een optie is hiervoor een of meerdere betonnen tunnelbuizen van circa 5,5 m diameter en een wanddikte van circa 35 cm onder de Waddenzee aan te leggen. Voor PAWOZ bestaat de scope van een tunnelsysteem voor het ontsluiten van windparken TNW en DDW uit:

- een buis met een 2 GW-kabelsysteem;
- een tweede buis met een 2 GW-kabelsysteem;
- een derde buis met een waterstofleiding.

De tunnelbuizen voor kabelsystemen bevatten aan weerszijden rails, waarover deze kabelsystemen via geleidingswielen naar binnen worden gereden. Voor de waterstofleidingen zijn er rails op de bodem van de tunnelbuizen. De waterstofleidingen worden over deze rails naar binnen gereden, en er is ruimte voor een tweede waterstofleiding indien nodig. Alle tunnelsystemen (kunnen) worden uitgerust met luchtbehandelingsystemen en conditiebewakingsapparatuur om de operationele omstandigheden te optimaliseren en de infrastructuur te monitoren. Deze opzet zorgt voor een veilige en efficiënte transportroute voor zowel elektriciteit als waterstof. De leidingen zijn geconditioneerd wat resulteert in minder storingen (hogere beschikbaarheid) en minder noodzaak tot vervanging van kabelsystemen of leidingen (langere levensduur). Het intredepunt op de Ballonplaat en het aanlandingspunt op het vasteland vereisen aanzienlijke hoeveelheden materiaal en werkzaamheden. Het is ook hier van belang om materialen te kiezen die goed recyclebaar zijn en aandacht te besteden aan de afval- en schrootketen, zodat gebruikte materialen terug naar de hoogovens kunnen worden gebracht voor hergebruik.

3.2.2 Activiteiten in levensfasen (Stap 2)

Hieronder volgen mogelijke activiteiten per levensfase van onderdelen voor de PAWOZ-infrastructuur. Voor een uitgebreide beschrijving van de onderdelen verwijzen we naar Hoofdstuk 4 van het MER-hoofdrapport.

Ontwerpfase

Als aangegeven verloopt het ontwerp van de elektrische- en waterstofverbindingen voor PAWOZ in verschillende stappen. In de planfase ligt de focus op het bepalen van de kansrijkheid van routes uit een reeks PAWOZ-routes. In de projectfase kunnen een of meerdere routes in meer detail uitgewerkt, waarbij circulaire aspecten, zoals gebruik van minder of gerecycled materiaal, of hergebruik van onderdelen in het ontwerp kunnen worden meegenomen.

In de ontwerpfase is ook de inkoopfase van groot belang. Door strikte eisen te stellen aan de duurzaamheid en herkomst van materialen, evenals aan de methoden van productie en levering, kan de circulariteit van de infrastructuur aanzienlijk worden verbeterd. Dit kan bijvoorbeeld inhouden dat er specifiek wordt gekozen voor leveranciers die gerecyclede materialen gebruiken, of dat er voorkeur wordt gegeven aan lokale producenten om de ecologische voetafdruk van transport te verminderen.

Productiefase

In deze fase worden de onderdelen en/of subonderdelen voor het bovengenoemde ontwerp geproduceerd of hergebruikt. De productie kan in circulair opzicht geoptimaliseerd worden, bijvoorbeeld door een proces te ontwikkelen met minder (productie)afval, minder materiaalinzet en/of minder en/of schoner energieverbruik.

Aanlegfase kabelsystemen en leidingen

Ten aanzien van de aanlegfase beperkt deze notitie zich tot de aanleg van kabelsystemen en leidingen. Het voornemen is breder en omvat ook platforms, stations en dergelijke. Genoemde beperking is echter gemaakt, omdat in deze fase alleen voor kabelsystemen en leidingen onderscheidende circulaire aspecten voor de PAWOZ-routes bepaald kunnen worden.

De aanleg van de kabelsystemen en leidingen voor een offshore windpark naar land is in drie onderdelen te verdelen: (1) onderdeel door de Noordzee, (2) onderdeel door de Waddenzee en (3) onderdeel op het vasteland. Voor de aanleg- en installatietechnieken verwijzen wij naar het MER hoofdrapport en de Notitie Routeontwikkeling, Bijlage 2.

Operationele en onderhoudsfase

Offshore kabelsystemen en waterstofleidingen worden regelmatig gecontroleerd en onderhouden om hun betrouwbaarheid te waarborgen. Monitoring van de operationele parameters zoals druk, temperatuur en stroomsterkte zijn van belang om de goede en veilige werking te waarborgen. Ook is er monitoring om de veiligheid van de kabelsystemen en leidingen vanuit oogpunt van defensie en terrorismebestrijding te waarborgen. Vernieling of vernietiging van infrastructuur door sabotage is zeer onvriendelijk voor de

circulariteit van de infrastructuur, en kan ook leiden tot stilstand van windparken, waardoor hernieuwbare energie van één of meerdere windparken niet benut kan worden. Verder vinden inspecties met ROV's en sonar plaats voor het identificeren van schade, corrosie of andere problemen. Reparaties worden waar nodig uitgevoerd. Op zee gebeurt dat door duikteams en/of onderhoudsschepen. Onderhoud omvat ook schoonmaak en integriteitstests om de operationele veiligheid te waarborgen. Zorgvuldige operationele uitvoering en regelmatig onderhoud bevorderen betere circulariteit. Hierdoor zal het aantal reparaties en vervangingen worden verminderd. Dit zal tevens de levensduur verlengen.

Verwijderingsfase

Offshore kabelsystemen en waterstofleidingen kunnen worden verwijderd door gebruik te maken van geavanceerde technologieën en methoden. Voor kabelsystemen kunnen speciale kabelsnijders en onderwaterrobots (ROV's) worden ingezet om de kabelsystemen op de zeebodem te lokaliseren en veilig te verwijderen. Naar verwachting zal in de vergunning worden opgenomen dat kabelsystemen verwijderd moeten worden na buitengebruikstelling, tenzij de milieueffecten daarvan te groot zijn. Kabelsystemen die diep zijn begraven kunnen moeilijk te verwijderen zijn, waardoor de kosten en milieueffecten mogelijk hoger uitvallen. In dergelijke gevallen kan het laten liggen van de kabelsystemen een betere optie zijn, totdat materialen dermate veel waard worden of beleid/wetgeving het opruimen verplichten.

Voor platforms is het momenteel nog niet duidelijk hoeveel verwijderd moet worden: alles, tot enkele meters in de bodem of enkele meters boven de zeebodem. Een kwestie die hierbij ook een rol speelt, is dat de jacket-constructie van de platforms door marien leven wordt bedekt en in de loop van minimaal 4 decennia veel ecologische waarde kan creëren, die niet zomaar vernietigd moet of kan worden.

Voor waterstofleidingen kunnen vergelijkbare technieken worden toegepast, waarbij ook speciale graafmachines worden gebruikt om de leidingen te verwijderen. In de toekomst wordt verwacht dat technologische ontwikkelingen de verwijdering van offshore infrastructuur verder zullen verbeteren. Dit kan onder meer gaan om verbeterde robotica, autonome systemen en geavanceerde materialen die milieuvriendelijker zijn. Eenvoudige en zo volledig mogelijke verwijdering bevordert de kansen voor circulaire verwerking en/of hergebruik.

3.2.3 Hoe kan circulariteit bevorderd worden binnen PAWOZ en wat zijn mogelijk onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 3)

Circulariteit richt zich op het duurzaam gebruik van grondstoffen en minimale emissies. Om circulariteit te bevorderen bestaan vier belangrijke circulaire strategieën, zoals reeds genoemd in paragraaf 1.2.3.

De PAWOZ-routes van PAWOZ zijn nog slechts in concept gedefinieerd in de vorm van corridors en componenten op een GIS-kaart. Hieronder is beschreven hoe deze circulaire strategieën in deze situatie toegepast kunnen worden. Er is nog geen informatie over de feitelijke uitvoering aangaande te gebruiken materialen en (on)geplande werkzaamheden.

Hierdoor is er slechts een beperkt aantal onderscheidende circulaire aspecten gebaseerd op de vier genoemde circulaire strategieën:

- 1 reductie van materiaalgebruik en onderdelen: voor PAWOZ kan reductie van materiaalgebruik en onderdelen als volgt bereikt worden:
 - voor kortere routes zijn minder materiaal en hulpstoffen nodig en treden minder emissies op. Dus hoe korter de route, des te meer circulair deze route is;
 - de wijze waarop de elektrische- en waterstofverbindingen zullen worden aangelegd heeft invloed op de mate van circulariteit. In het algemeen geldt dat hoe dieper de kabelsystemen en leidingen worden aangelegd, des te meer grondverzet nodig is, waarbij ook zwaarder materieel en hulpstoffen nodig zijn. Aanlegtechnieken waarbij de kabelsystemen en leidingen dieper worden gelegd zijn hierdoor minder circulair. In geval van een tunnelsysteem is naast meer grondverzet ook de inzet van nog zwaarder aanlegmaterieel nodig. Daarnaast is nog zeer veel additioneel materiaal (beton en

- staal) nodig. Dit is een groot circulair nadeel. Hier staan weliswaar circulaire voordelen van betere terugwinbaarheid en levensduurverlenging van kabelsystemen en leidingen tegenover;
- vermindering van materiaalinzet voor koppelingen (tie-in's): per route is de inzet van materiaal tevens afhankelijk van het aantal en type koppelingen of tie-in's;
 - in hoeverre andere besparingen van materialen mogelijke en wenselijk zijn zal afhangen van het nog te bepalen ontwerp. Hierover kan in deze fase dus nog geen inzicht worden geboden;
- 2 vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen:
- gebruik maken van bestaande infrastructuur: waar mogelijk kan voor PAWOZ zowel op de Noordzee, op de Waddenzee en op land, in plaats van alle leidingen nieuw te bouwen, gebruik gemaakt worden van (delen van) bestaande leidingen en/of infrastructuur. Voor transport van elektriciteit zijn in dit gebied geen (geschikte) bestaande kabels. Er zijn wel bestaande aardgasleidingen die omgebouwd zouden kunnen worden voor waterstoftransport. Recentelijk is een studie gestart om de mogelijkheden voor hergebruik van aardgasleidingen, waaronder via de NGT-leiding door de Waddenzee, te onderzoeken. De eerste resultaten zullen eind 2024, begin 2025 beschikbaar komen;
 - in hoeverre vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen mogelijk en haalbaar is, zal eveneens afhangen van het nog te bepalen ontwerp. Hierover kan in deze fase dus nog geen inzicht worden geboden;
- 3 hoogwaardige verwerking na gebruik: in hoeverre hoogwaardige verwerking van onderdelen of materialen na gebruik mogelijk en haalbaar is, zal mede afhangen van het nog te bepalen ontwerp. De hoofdbestanddelen van kabelsystemen en leidingen zijn koper, eventueel aluminium, en staal. Deze materialen zijn na terugwinning (bijvoorbeeld in geval van kabelsystemen en leidingen in tunnelsystemen, of na (mogelijk verplichte) verwijdering uit de bodem) uitstekend hoogwaardig te verwerken. Op dit moment is echter nog geen informatie bekend over de materiaal-samenstelling en configuratie van kabelsystemen en leidingen. Hierdoor kan ook nog geen nader inzicht worden geboden over mogelijke hoogwaardige verwerking na gebruik;
- 4 levensduurverlenging: In het ontwerp van de elektrische- en waterstofverbindingen kan gekozen worden voor een langere dan gebruikelijke levensduur. Ook kan, bijvoorbeeld in geval van kabelsystemen en leidingen, in één of meer tunnelsystemen, door betere conditionering een langere levensduur van toepassing zijn. Onderhoud en goed beheer in de operationele fase zijn eveneens van invloed op het halen van de levensduur en kunnen bijdragen aan verlenging hiervan. Op dit moment is hierover echter nog geen informatie beschikbaar.

Ontwerpkeuzes zoals levensduurverlenging door dieper begraven en het gebruik van hoogwaardige materialen zijn nog niet vastgesteld. Ook hergebruik van materialen en/of onderdelen wordt nog onderzocht.

3.3 Welke onderscheidende circulaire aspecten worden gehanteerd voor de PAWOZ-routes? (Stap 4)

In de voorgaande paragraaf is weergegeven op welke wijze circulariteit van de PAWOZ-routes kan worden bevorderd. Hierbij zijn voor de onderscheidende circulaire aspecten effecten bepaald. Hieronder volgt een overzicht.

Vanuit circulariteitsoogpunt worden voor de PAWOZ-routes de volgende *onderscheidende aspecten* gehanteerd:

- A. **Primair:** de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
- B. **Secundair:** aanlegtechniek met als subcriteria:
 - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
 - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
 - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Opmerkingen

Infrastructurele onderdelen die voor alle routes nodig zijn, zoals hoogspanningsstations en waterstof aanlandingsstations, zijn buiten beschouwing gelaten, omdat ze in circulair opzicht geen onderscheidende effecten opleveren voor de PAWOZ-routes.

Het aantal en type koppelingen voor elke PAWOZ-route verschilt enigszins, bijvoorbeeld als gevolg van de lokale kenmerken (zoals een wadplaat of geul) waar de route overheen loopt. Dit is nader beschreven in het deelrapport Techniek. Wij schatten echter in dat deze verschillen voor de routevergelijking in circulair opzicht in deze fase nog niet of nauwelijks onderscheidend zijn. Deze koppelingen kunnen, afhankelijk van nog te maken ontwerpkeuzen, meer of minder circulair ontworpen en uitgevoerd worden. Hergebruik van bestaande (aardgas)leidingen is, in afwachting van nadere informatie, vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

Het beoordelingskader (tabel 5-3) in de NRD bevat geen beoordelingscriterium of beoordelingskader voor 'Circulariteit', maar bestaat uit een toelichtende paragraaf (paragraaf 5.2.1.3) waarin aangegeven wordt dat er 'overige relevante thema's zijn: Circulariteit, klimaatadaptatie en biodiversiteit. Het NRD geeft verder aan, dat deze thema's in het MER op een kwalitatieve manier in beeld gebracht dienen te worden. In lijn hiermee worden in deze notitie PAWOZ-routes vergeleken en gerankt op basis hiervan eerdergenoemde onderscheidende aspecten ten aanzien van circulariteit.

De vergelijking op basis van circulaire onderscheidende aspecten is uitgevoerd aan de hand van Tabel 3.1.

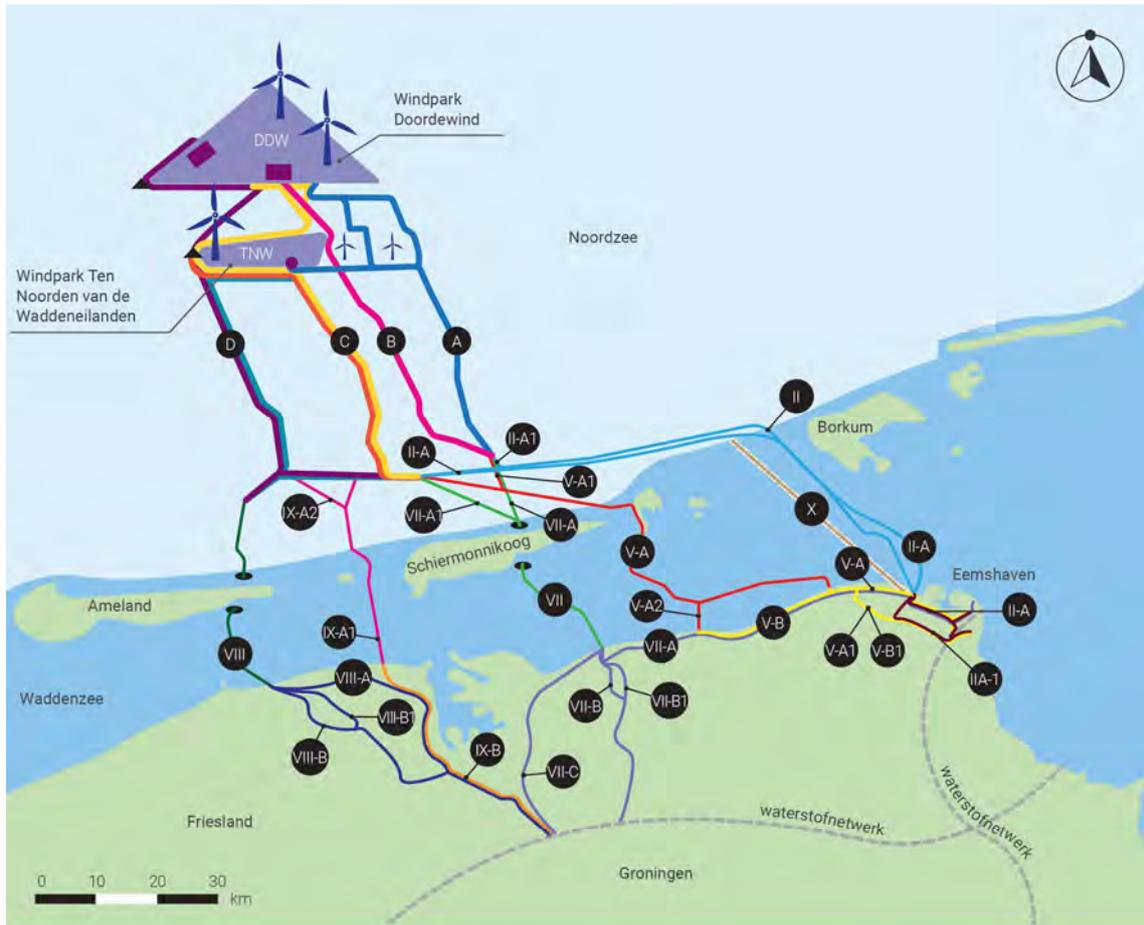
Tabel 3.1 Vergelijking van PAWOZ-routes op basis van onderscheidende circulaire aspecten.

Score	Wanneer toegekend
	route is op dit aspect in circulair opzicht minder wenselijk
	route voldoet op dit aspect in circulair opzicht het beste

3.4 Hoe scoren de PAWOZ-routes op onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 5)

De PAWOZ-routes worden in eerste instantie op circulariteit vergeleken en gerangschikt op basis van hun lengte. De routes zijn onder te verdelen in routegedeelten over de Noordzee (Noordzeeroutes), routegedeelten door de Waddenzee (Waddenzeeroutes) en routegedeelten over het vasteland (landroutes) naar respectievelijk transformator- en converterstations (kabelsystemen) en het Waterstofnetwerk Nederland (WN) (leidingen). Over de Noordzee lopen vier routes: A, B, C en D. Door de Waddenzee lopen diverse routes, waarbij in theorie met elke Waddenzeeroute alle vier de Noordzeeroutes aangesloten kunnen worden op land.

Afbeelding 3.1 Overzichtsk kaart van de geoptimaliseerde routes



Legenda

Noordzee routes kabelsystemen	Waddenzee routes kabelsystemen	Land routes kabelsystemen
A Parallel aan Gemini kabels	II Oude Westereems route	II Oude Westereems landroute
B Parallel aan verlaten telecom kabel	V Boschgat route	V Boschgat landroute
C Direct naar TNW	VII Schiermonnikoog Wantij route	VII Schiermonnikoog Wantij landroute
D Parallel aan bestaande gasleiding	X Tunnel route	
Noordzee routes leidingen	Waddenzee routes leidingen	Land routes leidingen
C Direct naar TNW	II Oude Westereems route	II Oude Westereems landroute
D Parallel aan bestaande gasleiding	VII Schiermonnikoog Wantij route	VII Schiermonnikoog Wantij landroute
▲ Demarcatiepunt	VIII Ameland Wantij route	VIII Ameland Wantij landroute
■ Platformen DDW	IX Zoutkamperlaag route	IX Zoutkamperlaag landroute
● Platform TNW1	X Tunnel route	

Verder zijn voor kabelsystemen PAWOZ-routes te onderscheiden: (1) van land naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) en (2) van land naar windpark Doordewind (DDW). Voor leidingen zijn PAWOZ-routes beschouwd van land naar windpark Ten Noorden van de Wadden. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengtes van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

In onderstaande tabellen zijn per Noordzeeroute (A t/m D) de korte routes bepaald naar windparken TNW en DDW. Vervolgens zijn hiervan achtereenvolgens voor kabelsystemen naar TNW en DDW en leidingen naar TNW de kortste en hierdoor ten aanzien van het aspect 'lengte' meest circulaire route aangegeven.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 3.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Tabel 3.2 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Doordewind (DDW)						
A	94	II A1	44	II A	9	146
B	91	II A1	44	II A	9	144
C	112	II A	50	II A	9	170
D	125	II A	50	II A	9	183

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 3.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW betreft.

Tabel 3.3 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	121
B	61	II A1	44	II A	9	114
C	61	II A	50	II A	9	119
D	80	II A	50	II A	9	138

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Uit Tabel 3.4 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C, de II: Oude Westereems route en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW betreft.

Tabel 3.4 Overzicht route-combinaties Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
C*	61	II	49	II A	8	118
D	79	II	49	II A	8	135

* Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.

Ranking op circulariteit voor aanlegtechnieken

Op basis van eerdergenoemde circulaire onderscheidende aspecten is in tweede instantie de ranking vanuit circulair oogpunt voor de aanlegtechnieken bepaald, zoals weergegeven in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Ranking op circulariteit van aanlegtechnieken op basis van de criteria: a) diepte, b) hoeveelheid grondverzet en c) inzet materiaal

Aanlegtechniek	Diepte aanleg	Hoeveelheid grondverzet	Extra materiaal inzet	Ranking (K)	Ranking (L)
Sleuf / open ontgraving	0 - 5 meter	midden	laag	2	2
HDD-boring	5 - 25 meter	laag	midden	1	1
Tunnelsysteem	circa 35-45 meter	hoog	hoog	3	3

HDD-boringen hebben, ondanks de grotere aanlegdiepte, minder grondverzet met een lagere energieverbruik dan een sleuf/open ontgraving. Een HDD-boring vereist over het algemeen meer gespecialiseerde materialen dan een open ontgraving, vooral door de noodzaak van boorvloeistoffen en mogelijk buisvoering. Open ontgravingen daarentegen gebruiken meer vulmateriaal om de sleuf aan te vullen. Hierdoor kan gesteld worden dat een HDD-boring een meer circulaire aanlegmethode is dan een sleuf/open ontgraving. Toepassing van tunnelsystemen zijn minder circulair dan een HDD-boring of sleuf/open ontgraving, met name vanwege meer grondverzet op grotere diepte en de benodigde hoeveelheid extra materiaal.

Voor zover haalbaar, volgt voor bovengenoemd routes vanuit circulariteit via bovenstaande tabel een voorkeur voor de wijze van aanleg.

Ranking op circulariteit voor combinatie routelengte en aanlegtechniek

Voor beoordeling op circulariteit moeten routes beoordeeld worden op combinatie van routelengte en aanlegtechniek. Zoals aangegeven zal een kortere route met kabelsystemen of leidingen aangelegd met HDD-boringen meer circulair zijn dan kabelsystemen en leidingen met een langere route en sleuf/open ontgravingen. Op dit moment ontbreekt echter informatie om in alle gevallen een dergelijke vergelijking te kunnen maken. Zo kan een langere route met HDD-boringen meer circulair zijn dan een kortere route met sleuf/open ontgravingen. Indien relevant zal hiervoor een nader onderzoek, zo nodig inclusief LCA, moeten worden uitgevoerd.

Nuancering van circulaire aspecten voor tunnelsystemen

Voor PAWOZ wordt overwogen om tunnelsystemen onder de Waddenzee door aan te leggen. Het aanleggen van tunnelsystemen is veel duurder en zal in alle gevallen leiden tot meer grondverzet en inzet van meer materiaal. Zoals aangegeven is dit vanuit circulariteitsoogpunt niet gunstig. Indien dit echter de

enige overgebleven mogelijkheid is, kunnen deze tunnelsystemen gezien worden als een 'noodzakelijke mitigerende maatregel'. In dat geval kan vanuit circulariteitsoogpunt vervolgens onderzocht worden hoe deze tunnelsystemen zo circulair mogelijk kunnen worden gebouwd en/of kunnen functioneren. Tunnelsystemen hebben enkele circulaire voordelen ten opzichte van andere aanlegtechnieken. De kabelsystemen en leidingen bevinden zich in een geconditioneerde ruimte en zijn goed bereikbaar voor onderhoud. Ze hebben hierdoor naar verwachting een langere levensduur. Ook zijn deze voorzieningen relatief gemakkelijk weer uit de tunnelsystemen te halen voor hergebruik of recycling.

Vervolgfase

In de projectfase zal het ontwerp verder worden uitgewerkt. In deze fase zal 'circulair ontwerpen', dat wil zeggen ontwerpen volgens circulaire ontwerpprincipes, kunnen bijdragen aan een meer circulair resultaat. We gaan hier in Hoofdstuk 4 nader op in.

4

CONCLUSIES

In het kader van PAWOZ zijn verschillende routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen geëvalueerd op basis van hun circulariteit.

Voor het thema Circulariteit is in het NRD geen beoordelingskader gegeven. In deze notitie zijn onderscheidende circulaire aspecten op basis van op dit moment beschikbare informatie bepaald. Aan de hand van deze onderscheidende aspecten zijn de PAWOZ-routes onderling vergeleken en is per onderdeel een ranking bepaald.

Hierbij zijn de volgende onderscheidende circulaire aspecten gehanteerd:

- A. **Primair:** de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
- B. **Secundair:** aanlegtechniek met als subcriteria:
 - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
 - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
 - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

Onderstaande tabellen 4.1 t/m 4.3 geven per PAWOZ-route de kortste routes en hierdoor ten aanzien van het aspect 'lengte' meest circulaire route aan voor respectievelijk kabelsystemen naar TNW en DDW en voor leidingen naar TNW gegeven. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengte van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 4.1 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Tabel 4.1 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Doordewind (DDW)						
B	91	II A1	44	II A	9	144

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW betreft.

Tabel 4.2 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
B	61	II A1	44	II A	9	114

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C, de II: Oude Westereems route II en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW betreft.

Tabel 4.3 Overzicht route-combinaties Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
C	61	II	49	II A	8	118

* *Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.*

Ranking op circulariteit voor aanlegtechnieken (onderscheidend aspect B)

De aanlegtechnieken zijn als volgt gerangschikt op circulariteit:

- 1 Horizontal Directional Drilling (HDD): HDD scoort het hoogst op circulariteit vanwege minder grondverzet en lager energieverbruik, ondanks de grotere aanlegdiepte;
- 2 Sleuf/Open Ontgraving: Deze methode scoort gemiddeld op circulariteit, met meer vulmateriaalgebruik maar minder gespecialiseerde materialen dan HDD;
- 3 Tunnelsystemen: Tunnelsystemen scoren het laagst op circulariteit vanwege het grote grondverzet en de aanzienlijke hoeveelheid extra materiaal die nodig is.

Conclusies ten aanzien van combinaties van routelengte en aanlegtechniek:

- kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen zijn aangelegd met HDD-boringen zijn over het algemeen meer circulair;
- verdere analyse, inclusief levenscyclusanalyse (LCA), is nodig om de meest circulaire combinatie van routelengte en aanlegtechniek te bepalen.

Nuancering voor tunnelsystemen:

- tunnelsystemen onder de Waddenzee kunnen nodig zijn om ecologische effecten te minimaliseren, ondanks hun lagere circulariteit;
- tunnelsystemen bieden voordelen zoals langere levensduur en betere terugwinbaarheid van materialen, wat hun circulariteit op lange termijn kan verbeteren;
- de huidige inschatting is echter dat in circulair opzicht de voordelen niet opwegen tegen de nadelen. Volgens deze inschatting biedt een tunnelsysteem dus een minder circulaire oplossing, dan de aanleg van een kabelsysteem of leiding in de zeebodem.

5

VERVOLGSTAPPEN: TOEPASSING OP PAWOZ

5.1 Vervolg uitwerking op projectniveau en projectMER/IEA

Het ontwerp wordt in de volgende fase (ProjectMER) nader uitgewerkt naar een detailontwerp. Bij voorkeur wordt dit ontwerp zo circulair mogelijk. Hieronder wordt op hoofdlijnen aangegeven hoe een circulair ontwerp tot stand kan komen.

5.1.1 Circulair ontwerpproces

Voor deze uitwerking kunnen de vier eerdergenoemde circulaire ontwerp strategieën worden toegepast (zie paragraaf 1.2.3).

Zoals aangegeven kunnen circulaire maatregelen elkaar soms ook tegenwerken. Een leiding kan bijvoorbeeld voor een langere levensduur ontworpen worden door een grotere wanddikte te kiezen. Deze keuze betekent echter meer materiaalgebruik. Bruikbare hulpmiddelen voor analyse van de totale circulaire effecten zijn een 'levenscyclusanalyse' (LCA) en een 'materiaalstroomanalyse' (in het Engels bekend als Material Flow Analysis, MFA). Desgewenst kunnen de uitkomsten van analyses uitgedrukt worden in circulaire indicatoren, zoals ECI (Environmental Cost Indicator).

In de ECI worden onder andere meegenomen: grondstoffen en gevaarlijke stoffen, energieverbruik, afvalbeheer, watergebruik, emissies, levensduur, transport, productiemethoden en verwijdering bij einde levensfase.

1. Reductie van materiaalgebruik en onderdelen

Zoals eerder aangegeven kan reductie van materiaalgebruik (en benodigde hulpstoffen voor de kabelsystemen en leidingen) en onderdelen met name bereikt worden door een zo kort mogelijke route te kiezen. De nadere ontwerpkeuzen voor de uitvoering en de toe te passen aanlegtechniek heeft eveneens een grote invloed op de hoeveelheden benodigd materiaal en hulpstoffen. Voorbeelden zijn:

- a. uitwisselbare reserveonderdelen: één van de doelstellingen van het 2 GW-concept van TenneT is dat reserveonderdelen voor meerdere projecten gebruikt kunnen worden. Dit vermindert de noodzaak om deze componenten in grote aantallen te produceren en op voorraad te houden;
- b. ontwerpen met minder materiaal: bij het optimaliseren van het ontwerp van een tunnelsysteem moet als randvoorwaarde worden meegenomen dat het materiaalgebruik geminimaliseerd wordt, vanzelfsprekend rekening houdend met technische en veiligheidseisen en in relatie tot een lange levensduur.

2. Vervanging materialen en onderdelen

In de projectfase kan ook verder gekeken worden naar mogelijkheden om in het ontwerp materialen te vervangen door een meer circulaire vorm of soort materiaal. Ook draagt vervanging door niet kritieke of strategische materialen (CSR) bij aan circulariteit. Voorbeelden zijn:

- a. toepassing van kabelsystemen en leidingen die geheel of gedeeltelijk zijn geproduceerd met gerecycleerd staal (schroot) of koper. Dit vermindert de vraag naar nieuwe grondstoffen en bevordert een circulaire economie;

- b. substitutie van materialen: onderzoek naar en implementatie van alternatieve materialen die beter beschikbaar en/of recyclebaar zijn, en/of een lagere milieubelasting hebben, zoals aluminium in plaats van koper en groen staal in plaats van traditioneel staal. Groen staal is staal geproduceerd met een lagere CO₂-uitstoot;
- c. hergebruik van bestaande (aardgas)leidingen valt ook onder deze categorie. Hierover is op dit moment nog geen informatie beschikbaar;
- d. aanleg van een tunnelsystemen: hoewel een tunnelsysteem zoals hier aangegeven in circulair opzicht niet de voorkeur geniet, kennen hierin geplaatste kabelsystemen en leidingen een langere levensduur en kunnen gemakkelijk en onbeschadigd worden verwijderd, waardoor zelfs volledige terugwinning mogelijk is. De overgebleven (lege) tunnelsystemen kunnen desgewenst worden hergebruikt voor een zelfde of een ander doel (zoals hergebruik voor van datakabels of CO₂-transport);
- e. ook meer circulair is het gebruik van duurzame brandstoffen tijdens de aanleg, zoals biodiesel of waterstof in plaats van fossiele brandstoffen;
- f. vervangen SF₆-gas: dit gas wordt in hoogspanningsinstallaties wordt vanwege zijn uitstekende isolerende en vlamboogdovende eigenschappen, is ook de stof met het hoogst bekende aardopwarmingsvermogen (global warming potential – GWP) van ongeveer 23.500 én een zeer lange atmosferische levensduur van meer dan 3.000 jaar. TenneT streeft er daarom naar om het gebruik van SF₆ op de lange termijn en de uitstoot van SF₆ op korte termijn te verminderen door deze te vervangen door minder schadelijke stoffen.

3. Hoogwaardige verwerking na gebruik

Meer circulaire waarde kan verder bereikt worden door te zorgen voor hoogwaardige verwerking van onderdelen of materialen die tijdens of aan het einde van de levensduur uit functie genomen worden.

Hiervoor zijn enkele opties:

- a. terugwinning van materialen: ontwikkeling van processen, technieken en infrastructuur voor het efficiënt demonteren en recyclen van kabelsystemen en waterstofleidingen aan het einde van hun levensduur, waarbij waardevolle materialen zoals koper en staal worden teruggewonnen voor hergebruik;
- b. om dit te vergemakkelijken kan in het ontwerp gezorgd worden voor goede/betere losmaakbaarheid van onderdelen en/of scheidbaarheid van materialen;
- c. standaardisatie is van belang om afgedankte onderdelen na een opknapbeurt weer te kunnen hergebruiken, mogelijk in een ander project of als humanitaire hulp in andere landen.

4. Levensduurverlenging

In het ontwerp kunnen keuzes gemaakt worden waardoor een langere levensduur haalbaar is. Voorbeelden hiervan zijn:

- a. dieper begraven van kabelsystemen en leidingen: door kabelsystemen en leidingen dieper te begraven worden ze langere tijd beschermd tegen externe invloeden zoals scheepsankers en visserijactiviteiten. Dit kan bijdragen aan het verlengen van de levensduur. Kanttekening is dat het aanleggen op grotere diepte onder andere meer energie (hulpstoffen) kost en ook dat ook het terugwinnen bemoeilijkt wordt. Een optimale diepteligging kan door nadere analyse bepaald worden;
- b. preventief onderhoud: Implementatie van monitoringsystemen voor vroegtijdige detectie van slijtage en schade, waardoor tijdig onderhoud kan plaatsvinden en de levensduur van de kabelsystemen, leidingen en componenten wordt verlengd;
- c. geavanceerde coatings en materialen: gebruik van speciaal ontwikkelde coatings en andere beschermende materialen kunnen de duurzaamheid en de levensduur van de leidingen vergroten. In coatings worden vaak kritische en strategische materialen (CSR) zoals zware metalen toegepast. Dit is in circulaire opzicht een nadeel. Ook hier geldt dat onderzocht kan worden hoe het ontwerp over de hele levenscyclus in zijn totaliteit zo circulair mogelijk gemaakt kan worden;
- d. aanleg van een tunnelsysteem: de kabelsystemen en leidingen in de tunnelsystemen liggen in een geconditioneerde ruimte. Hierdoor zal de levensduur van de kabelsystemen en leidingen van naar verwachting kunnen toenemen. De tunnelsystemen zelf hebben een basislevensduur van 120 jaar. Deze levensduur kan door ontwerpkeuzen nog worden verlengd. Door een grotere wanddikte te kiezen, kan de levensduur bijvoorbeeld worden verlengd tot 400 jaar. Verwijdering van een tunnelsysteem ligt niet voor de hand. In de meeste gevallen wordt voor de tunnelsystemen een waardevolle nieuwe bestemming gevonden (grote toekomstvastheid). Dat zou dezelfde bestemming kunnen zijn, of als doorvoerfaciliteit voor datakabels of CO₂-transport.

5.1.2 Marktscan

Het uitvoeren van een marktscan om beschikbare en haalbare circulaire maatregelen te inventariseren voor de aanleg en het beheer van infrastructuur voor kabelsystemen en waterstofleidingen kan beginnen met een literatuuronderzoek en een technische inventarisatie. Hierbij worden de huidige stand van de techniek, gebruikte materialen en methoden, en innovaties zoals hergebruik van kabels en biobased materialen bestudeerd. Vervolgens wordt een risicoanalyse en veiligheidsbeoordeling uitgevoerd om mogelijke veiligheidsrisico's van circulaire maatregelen te identificeren en te mitigeren, waarbij certificerings- en keuringsprocedures worden geëvalueerd.

Een volgende stap kan zijn het nagaan van de operationele efficiëntie van apparatuur bij gebruik van circulaire materialen op basis van efficiëncymetingen en analyse van onderhoudsbehoeften en levensduur. Hierbij worden mogelijkheden voor optimalisatie en prestatie-evaluatie van circulaire oplossingen onderzocht. Daarnaast wordt de leveringszekerheid en schaalbaarheid van circulaire maatregelen geanalyseerd door de betrouwbaarheid van materialen en componenten te evalueren en samen te werken met leveranciers om continuïteit te waarborgen.

Tot slot is een kosten-batenanalyse relevant om inzicht te krijgen in de economische haalbaarheid van circulaire maatregelen. Dit omvat het berekenen van initiële investeringskosten, operationele kosten en onderhoudskosten, en het vergelijken van de totale kosten met traditionele oplossingen over de levenscyclus van de infrastructuur. Hierbij kan ook gekeken worden naar mogelijke financieringsconstructies en economische incentives waarmee inzicht kan worden verkregen in de haalbaarheid en voor- en nadelen van circulaire maatregelen voor de infrastructuur van kabelsystemen en waterstofleidingen. Zo kunnen weloverwogen beslissingen worden genomen over toe te passen circulaire maatregelen.

5.1.3 Geleerde lessen

Door het toepassen van circulaire maatregelen in de infrastructuur voor het transport van met offshore wind geproduceerde elektriciteit en waterstof naar land, zullen waardevolle lessen worden geleerd. Deze lessen zijn essentieel voor het verbeteren en optimaliseren van duurzame infrastructuur. Bijvoorbeeld, het kiezen en toepassen van duurzame materialen zoals hernieuwbare en gerecyclede materialen biedt inzicht in hun prestaties, duurzaamheid, en levensduur. Dit draagt bij aan een beter begrip van welke materialen het meest geschikt zijn voor langdurig gebruik in een maritieme omgeving, wat cruciaal is voor het verlagen van milieu-impact en het bevorderen van circulariteit binnen de sector hernieuwbare energie.

5.1.4 Kennisdeling

Het delen van geleerde lessen draagt ook bij aan de ontwikkeling van circulariteit. Zo kan een grotere groep mensen of bedrijven betere circulaire maatregelen nemen. Dit levert een positieve bijdrage aan te boeken resultaten op het gebied van circulariteit.

5.1.5 Informatiebeheer en monitoring

Het is van groot belang om ten behoeve van circulariteit gegevens over het ontwerp en de resultaten in de verschillende levensfasen van een project te monitoren en te analyseren. Door deze informatie systematisch bij te houden, kunnen waardevolle inzichten worden verkregen die bijdragen aan het verbeteren van toekomstige ontwerpen en processen. Tijdens de uitvoering van een project is het essentieel om circulaire informatie nauwkeurig te registreren. Dit omvat niet alleen de gebruikte materialen en technieken, maar ook de methoden die zijn toegepast om hergebruik en recycling te bevorderen.

Daarnaast is het cruciaal om te monitoren in hoeverre de geïmplementeerde circulaire strategieën daadwerkelijk effectief zijn. Door deze monitoring kunnen eventuele knelpunten en succesfactoren worden geïdentificeerd, wat leidt tot een continue verbetering van de circulaire aanpak. Op deze manier draagt het verzamelen en analyseren van gegevens bij aan een steeds duurzamere en efficiëntere realisatie van projecten, waarbij de principes van circulariteit optimaal worden benut.

Bijlagen

BIJLAGE: INTERVIEW GASUNIE

Circulaire doelen Gasunie en relatie tot waterstofnetwerk PAWOZ

Gasunie heeft algemeen beleid om haar activiteiten meer circulair te laten worden. Dit beleid is nog in ontwikkeling en zal in de komende tijd nog worden aangescherpt.

Afbeelding I.1 Overzicht van Gasunie's aanpak van circulariteit.



(Bron: [#19_NL_Circulariteit_in_staal.JPG \(1920x1268\) \(publicatiesgasunie.nl\)](#))

Tijdens een interview met Gasunie is inzicht verkregen in de circulaire bedrijfsdoelen. Gasunie heeft zich het volgende doel gesteld:

Het beperken van de milieu-impact van onze processen, producten en diensten via de principes van circulaire economie. Onze primaire focus ligt op staal, dat zowel de belangrijkste bron van input als afval is in onze organisatie.

Gasunie maakt dit doel concreet via de volgende circulaire subdoelen en/of maatregelen (ook van toepassing voor PAWOZ):

- repurpose aardgasleidingen: Gasunie gaat voor het PAWOZ-plangebied in Noord Nederland onderzoeken of bestaande aardgasleidingen (op land) voor waterstof gebruikt kunnen worden. Gasunie streeft er naar op land 70 %-80 % van het waterstoftransport via bestaande leidingen uit aardgasdomein te laten verlopen. Hiervoor moet Gasunie deze leidingen herbestemmen. Dit levert voor deze leidingen

een verlengde levensduur op. Ook bespaart hergebruik forse investeringen die anders voor nieuwbouw moeten worden gepleegd;

- b. circulair inkopen: Gasunie streeft naar toepassing van gerecycled materiaal in het gasnet. Het gasnet bestaat voornamelijk uit stalen buizen. De focus ligt op staal. Gasunie gebruikt circa 75.000 ton staal per jaar voor de aanleg van nieuwe leidingen. Voorlopig blijven buizen van staal. Mogelijkheden voor toepassing van groen staal en meer schroot worden in overleg met staalleveranciers in kaart gebracht. Ook wordt onderzocht of dit meer circulaire staal of commercieel en technisch haalbaar is. Een eerste batch van emissievrij staal is gepland in 2027. Het gaat om leidingen met gezamenlijke lengte van 60-70 km en een totale massa van 25.000 ton. Gasunie zal EPD's (Environmental Product Declaration) als inkoopvoorwaarde stellen, om beter inzicht te hebben in de circulaire eigenschappen van geleverde materialen. Deze documenten moeten bij voorkeur gecertificeerd zijn door een officiële certificerende instantie, zoals DNV of TÜV. Ook laat Gasunie recyclebaarheid aan einde levensduur meewegen, (up-/downgraden wordt nog niet beschouwd). Hierbij speelt financieel haalbaarheid een rol. Stalen buizen zijn vrijwel geheel oneindig te recyclen (alleen de coating eraf halen). Dit geldt voor de bulk van de onderdelen die Gasunie toepast, zoals buizen en afsluiters;
- c. herinzet van assets, refurbishen: Gasunie streeft naar opnieuw inzetbaar maken van onderdelen. Dit levert in de praktijk versnelling op en is vaak ook goedkoper. Nieuwe leidingen/onderdelen hebben veelal een langere levertijd. Gasunie heeft hiervoor diverse activiteiten opgezet, zoals voor borging van de gewenste kwaliteit. Hiervoor is het belangrijk producten op grond van historie te kunnen onderscheiden (oud vs nieuw). De hergebruikte onderdelen moeten tevens voldoen aan de systeemeisen;
- d. afval recycling: recycle Gasunie zorgt ervoor dat onderdelen, zoals metalen buizen na gebruik via daartoe gespecialiseerde bedrijven zo hoogwaardig mogelijk worden gerecycled. Dit geldt ook voor kantoorafval. Hiervoor zijn enkele additionele processen ingeregeld, zoals schoonmaken van buizen. Gasunie wil zorgen dat stromen zo goed mogelijk worden ingezet voor nieuwe producten. Zo wordt de lineaire keten verder gesloten.

Qua ontwerp zijn er verschillende mogelijkheden, elk met voor- en nadelen voor verschillende thema's. Op de Noordzee kan een waterstofleiding begraven worden, waardoor deze stabiel en beschermd ligt. Aan het einde van de levensduur is het relatief lastig om deze leiding weer te verwijderen (bijvoorbeeld om deze en te hergebruiken). Een alternatieve mogelijkheid is de leiding met een betonnen omhulsel op de zeebodem te leggen. De leiding is dan ook beschermd en kan relatief gemakkelijk worden verwijderd. Nadere analyse zal moeten uitwijzen welke oplossing de meeste voordelen oplevert, danwel de beste keuze is.



BIJLAGE: INTERVIEW TENNET

Circulaire doelen TenneT en relatie tot elektriciteitsnetwerk PAWOZ

TenneT heeft lange termijndoelen vastgesteld op het gebied van de circulaire economie, klimaat en natuur, die gekoppeld zijn aan de Duurzame Ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties.

TenneT heeft concreet beleid en methodieken om circulariteit te bevorderen. Dit is onder andere vastgelegd in TenneT's [Climate Transition Plan](#). In dit plan stemt TenneT zijn bedrijfsactiviteiten af op wereldwijde klimaatdoelen. Hierdoor draagt TenneT bij aan het beperken van de wereldwijde opwarming tot maximaal 1,5 graden Celsius tegen 2050. Wat betreft circulariteit streeft TenneT naar een circulaire benadering door schaarse materialen minder te gebruiken, materialen te hergebruiken en afval te minimaliseren. TenneT heeft circulariteitseisen opgenomen in zijn aanbestedingprocedures. Leveranciers moeten bijvoorbeeld aantonen welk percentage van hun materialen gerecycled is. TenneT meet ook de klimaatimpact van hun eigen activiteiten. Het grootste deel van hun CO₂-voetafdruk wordt veroorzaakt door energieverlies in hun netwerk. TenneT streeft ernaar om tegen 2025 klimaatneutraal te zijn door initiatieven gericht op energie-efficiëntie en het minimaliseren van verliezen.

Ook in TenneT's *Corporate Social Responsibility* (CSR) ambitieplan 2025 heeft TenneT ambities opgenomen ten aanzien van circulariteit. TenneT wil zijn impact op zowel het gebruik van nieuw koper als op het gebied van niet-hernieuwbaar afval verminderen met 25 %.

Om haar circulaire beleid beter meetbaar te maken hanteert en ontwikkelt TenneT zogenaamde 'Key Performance Indicators' (KPI's). Deze KPI's geven aan welke kwantitatieve doelen ten opzichte van de huidige situatie gehaald moeten worden in 2030. Deze KPI's hebben onder andere betrekking op bereiken van een CO₂-reductie in de gehele leveringsketen. TenneT heeft ervaring met het toepassen van *levenscyclusanalyse* (LCA) en de *Environmental Cost Indicator* (ECI) in offshore projecten en tenders. Ook in de MER studies van TenneT op land wordt klimaatimpact en circulariteit al beoordeeld en meegenomen als criterium.

Ten aanzien van circulariteit heeft TenneT de volgende bedrijfsdoelen (waar mogelijk ook van toepassing voor PAWOZ):

- a. **circulair ontwerpen:** in het ontwerpproces gebruikt TenneT onder andere de Environmental Cost Indicator (ECI) als sturingsmiddel voor circulariteit. In de ECI zitten meerdere circulaire aspecten, waardoor circulariteit in een bredere context wordt beschouwd. ECI wordt bijvoorbeeld toegepast voor circulair ontwerpen van kabelplatforms (offshore substation). Op zee is de huidige praktijk om kabels en/of leidingen te begraven ten behoeve van een langere levensduur en minder Operation & Maintenance activiteiten (zie ook onder 'Circulaire verwerking'). Een voorbeeld van het ontwerpen van circulaire kabelroute op land is het vergelijken van een 'open ontgraving' met een Horizontal Directional Drilling (HDD) methode. De HDD-kabelroute kan korter zijn, maar andere impacts hebben, waardoor er kantelpunten kunnen zijn richting de ene of de andere oplossing. Daarbij kijkt TenneT naar de lokale situatie, maar neemt bij keuzes ook de gehele route in beschouwing;
- b. **circulair inkopen:** hiervoor heeft TenneT een inkoopbeleid geformuleerd, waarbij circulariteit een belangrijke beoordelingsfactor is. TenneT werkt aan het verminderen van de impact op het milieu die ontstaat, bij het aanleggen, onderhouden en vervangen van hun infrastructuur en de materialen die hiervoor nodig zijn. Daarbij wordt ECI als een kwantitatief tender criterium gebruikt bij alle 2 GW offshore tenders, en wordt ook steeds vaker toegepast bij onshore projecten;

- c. **circulaire verwerking:** terugwinning en/of circulaire verwerking van kabels en/of leidingen bij einde levensduur is in ontwikkeling. Op dit moment worden de kabels en leidingen nog niet hergebruikt. Voor kabels en leidingen op zee wordt nagegaan of deze dieper gelegd moeten worden om de levensduur te verlengen en O&M activiteiten te verminderen. Het is relatief lastig en vanuit ecologie bezwaarlijk om op kabels en leidingen op zee weer op te graven. Materiaal schaarste maakt terugwinning van materialen van met name kabels (vanwege het koper) echter in toenemende mate interessant.

Om bovengenoemde doelen te realiseren doorloopt TenneT thans een implementatietraject, waarbij sommige doelen al zijn gerealiseerd, andere zijn in ontwikkeling.



BIJLAGE: INTERVIEW TUNNELSISTEEM-ONTWERPTEAM PAWOZ

Onderstaande informatie is verkregen tijdens een interview met een vertegenwoordiger van het ontwerpteam voor eventuele tunnelsysteemopties voor PAWOZ.

Tunnelopties in PlanMER/IEA voor PAWOZ

Binnen het planMER/de IEA voor PAWOZ zijn PAWOZ-routes onderzocht voor kabelsystemen en leidingen, inclusief bijbehorende infrastructuur. Deze infrastructuur is nodig voor het aan land brengen van de elektriciteit en/of waterstof geproduceerd met de windenergie afkomstig van onder andere de toekomstige offshore windparken Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 MW) en Doordewind (DDW, 4.000 MW). Bij TNW is gepland een 500 MW waterstoffabriek (Demo 2) op zee te bouwen. In dit kader wordt voor het kruisen van de Waddenzee onder andere gekeken naar tunnelsysteemopties (de X: Tunnel route). De X: Tunnel route heeft een lengte van ongeveer 26 km. Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat, ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Vanaf de Noordzeeroutes volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems route naar het intredepunt op de Ballonplaat, gesitueerd ten noorden van het Waddeneiland Rottumerplaat. Vanaf het intredepunt lopen maximaal zeven tunnelbuizen in een rechte lijn naar het aanlandingspunt in of nabij de Eemshaven.

Ontwerp en aanleg van tunnelsystemen

Voor kabelsystemen en waterstofleidingen moeten aparte tunnelsystemen worden aangelegd. Een optie is hiervoor een of meerdere betonnen tunnelsystemen van circa 5,5 meter diameter en een wanddikte van circa 35 cm onder de Waddenzee aan te leggen. De aanleg van een tunnelsystemen begint met de bouw van een hoefijzervormige dam in de Noordzee op de *Ballonplaat*. Binnen deze dam wordt een bouwterrein opgespoten, waarin een schacht wordt geplaatst van waaruit een tunnelgang wordt gegraven. Tegelijkertijd wordt er op het vasteland een vergelijkbare schacht gemaakt. De twee tunnelgangen worden naar elkaar toe geboord en komen samen op een afgesproken punt. In de tunnelgang worden de betonnen tunnelsegmenten en overige toebehoren geplaatst, waarna de kabelsystemen en/of waterstofleidingen aangebracht worden. De tunnelsystemen komen op een diepte van ongeveer 35 meter onder de zeebodem.

De tunnelbuizen voor kabelsystemen bevatten aan weerszijden rails, waarlangs een of twee kabelsystemen via geleidingswielen naar binnen worden gereden. Voor de waterstofleidingen zijn er rails op de bodem van de tunnelbuizen. De waterstofleidingen worden over deze rails naar binnen gereden. Er is ruimte voor een tweede waterstofleiding, indien nodig. Alle tunnelsystemen (kunnen) worden uitgerust met luchtbehandelingssystemen en conditiebewakingsapparatuur om de operationele omstandigheden te optimaliseren en de infrastructuur te monitoren. De tunnelsystemen zijn toegankelijk voor onderhoud en reparaties aan de infrastructuur. De tunnelsystemen worden voortdurend geventileerd en/of gekoeld en beveiligd. Meer technische informatie is te vinden in het deelrapport Techniek.

Er wordt nu vanuit gegaan dat 1 energiedrager (kabelsysteem/leiding) per tunnelbuis zal worden toegepast.

Kosten en duurzaamheid

Tunnelsystemen vragen een aanzienlijk grotere investering en materiaalinzet dan andere aanlegtechnieken (en ongunstig voor circulariteit), zoals aanleg met een open ontgraving of HDD-boring. Daar staat tegenover dat door tunnelsystemen de ecologische waarden van Waddenzee minimaal aangetast worden. Ook bieden tunnelsystemen een langdurige en toekomstbestendige verbindingsmogelijkheid en circulaire voordelen. Tunnelsystemen maken onderhoud en conditionering mogelijk, waardoor de kabelsystemen en leidingen in zeer goede staat gehouden kunnen worden. Ook zijn de kabelsystemen en leidingen aan het einde van de

levensduur gemakkelijk en volledig terug te winnen en te recyclen of her te gebruiken. De tunnelsystemen hebben, afhankelijk van ontwerpkeuzen, een levensduur van 120 tot 400 jaar en kan aan het einde van de levensduur van de kabelsystemen en leidingen (na meer dan 40 jaar) nog voor eenzelfde doel, of voor een ander doel hergebruikt worden, zoals huisvesting van een of meer datakabels. De levensduur van de tunnelsystemen is met maatregelen (zoals coating of plaatsing of vervanging van binnenschalen) in principe nog met een oneindige periode te verlengen.

IV

BIJLAGE: OVERZICHT VAN DE COMBINATIES VOOR ROUTES

Tabel IV.1 Overzicht route-combinaties

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Kabelsystemen (TenneT)						
Naar windpark Doordewind (DDW)						
A	94	II A1	44	II A	9	146
				II A1	14	151
		V A1	41	V A	17	152
				V A1	19	154
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	158
				VII A Roodeschool	39	160
B	91	II A1	44	II A	9	144
				II A1	14	148
		V A1	41	V A	17	150
				V A1	19	151
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	156
				VII A Roodeschool	39	157
C	112	II A	50	II A	9	170
				II A1	14	175
		V A	45	V A	17	174
				V A1	19	176
		V A2	36	V B	27	175
				V B1	29	176
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	178
				VII A Roodeschool	39	179
D	125	II A	50	II A	9	183

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
				II A1	14	188
		V A	45	V A	17	187
				V A1	19	189
		V A2	36	V B	27	188
				V B1	29	189
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	191
				VII A Roodeschool	39	192
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	121
				II A1	14	126
		V A1	41	V A	17	127
				V A1	19	129
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	133
				VII A Roodeschool	39	135
B	61	II A1	44	II A	9	114
				II A1	14	119
		V A1	41	V A	17	120
				V A1	19	122
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	126
				VII A Roodeschool	39	128
C	61	II A	50	II A	9	119
				II A1	14	124
		V A	45	V A	17	123
				V A1	19	125
		V A2	36	V B	27	124
				V B1	29	125
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	39	129
D	80	II A	50	II A	9	138
				II A1	14	143
		V A	45	V A	17	142
				V A1	19	144
		V A2	36	V B	27	143

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Totale lengte (km)</i>
				V B1	29	144
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	146
				VII A Roodeschool	39	147
Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)						
C	61	II	49	II A	8	118
				II A1	11	121
	61	VII	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	37	127
				VII B	16	106
				VII B1	17	107
				VII C	20	110
	56	IX A1	22	IX B	23	101
D	79	II	49	II A	8	135
				II A1	11	139
	79	VII	29	VII A Oostpolder	37	144
				VII A Roodeschool	37	145
				VII B	16	124
				VII B1	17	125
				VII C	20	128
	65	VIII	23	VIII A	32	121
				VIII B	29	117
				VIII B1	29	117
	73	IX A1	22	IX B	23	118
	67	IX A2	25	IX B	23	115

