



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Deelrapport Bodem en Water op Zee

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Project
Opdrachtgever

Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) - Eemshaven
Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Titel
Organisatie
Werkpakket
Onderdeel
Soort
Discipline
Status
Voortgangpercentage
Projectnummer
Document Referentie

Deelrapport Bodem en Water op Zee
RHW - Combi RHDHV & W+B
2.5 MER - Bodem en Water op Zee
ZEE - Zee (Off en Near)
RP - Report
MR - MER
A1 - Client accepted
100%
BI9148
BI9148-RHW-2.5-ZEE-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	7
1	INLEIDING	9
1.1	Aanleiding voor het Programma	9
1.2	Doelstelling van het Programma	9
1.3	Plangebied	10
1.4	Voornemen	11
	1.4.1 Elektrische verbindingen	11
	1.4.2 Waterstofverbindingen	13
	1.4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven	14
1.5	Leeswijzer deelrapport	14
2	WETTELIJK- EN BELEIDSKADER	16
2.1	Aspect specifiek wettelijk kader	16
2.2	Aspect specifiek beleidskader	19
3	HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN (HSAO)	23
3.1	Studiegebied	23
3.2	Huidige situatie	24
	3.2.1 Hydrodynamica	25
	3.2.2 Morfologie en bodemdynamiek	26
	3.2.3 Kustfundament	33
	3.2.4 Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	33
3.3	Autonome ontwikkelingen	36
	3.3.1 Autonome ontwikkelingen	37
	3.3.2 Overige toekomstige ontwikkelingen	38
	3.3.3 Autonome processen	39
4	ROUTES EN STATIONS	40
4.1	Inleiding	40
4.2	Noordzee	41
	4.2.1 (zoekgebieden) Platforms	41

4.2.2	Noordzeeroutes	41
4.3	Waddengebied	42
4.3.1	II: Oude Westereems route	43
4.3.2	V: Boschgat route	43
4.3.3	VII: Schiermonnikoog Wantij route	44
4.3.4	VIII: Ameland Wantij route	44
4.3.5	IX: Zoutkamperlaag route	44
4.3.6	X: Tunnel route	45
5	METHODIEK	46
5.1	Inleiding	46
5.2	Ingreep-effectrelaties	46
5.3	Beoordelingskader	49
5.4	Generieke beoordelingsschaal	50
5.5	Bandbreedtemethodiek	51
5.6	Onderzoeksaspecten	51
5.6.1	Hydrodynamica	52
5.6.2	Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	53
5.6.3	Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	57
5.6.4	Kustfundament	58
5.6.5	Kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen	59
6	EFFECTENBESCHRIJVING EN -BEOORDELING NOORDZEE	61
6.1	Inleiding	61
6.2	Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	61
6.2.1	Effectbeschrijving morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	61
6.2.2	Effectbeoordeling morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	63
6.3	Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	64
6.3.1	Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	64
6.3.2	Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	65
7	EFFECTENBESCHRIJVING EN -BEOORDELING WADDENGEBIED	67
7.1	Inleiding	67
7.2	Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	67
7.2.1	Effectbeschrijving morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	67
7.2.2	Effectbeoordeling morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	100
7.3	Hydrodynamica	101
7.3.1	Effectbeschrijving hydrodynamica	101
7.3.2	Effectbeoordeling Hydrodynamica	102
7.4	Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	103

7.4.1	Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	103
7.4.2	Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	105
7.5	Kustfundament	106
7.5.1	Effectbeschrijving kustfundament	106
7.5.2	Effectbeoordeling kustfundament	109
7.6	Toekomstig onderhoud door blootspoelen	110
7.6.1	Effectbeschrijving toekomstig onderhoud door blootspoelen	110
7.6.2	Effectbeoordeling toekomstig onderhoud door blootspoelen	112
8	ROUTES EN STATIONS NA OPTIMALISATIE	114
8.1	Inleiding	114
8.2	Geoptimaliseerde Noordzeeroutes	115
8.3	Geoptimaliseerde Waddengebied routes	115
9	HERBEOORDELING NA OPTIMALISATIE NOORDZEE	117
9.1	Inleiding	117
9.2	Beoordelingscriterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	117
9.3	Beoordelingscriterium bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	117
9.3.1	Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie	118
9.3.2	Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie	118
10	HERBEOORDELING NA OPTIMALISATIE WADDENGEBIED	119
10.1	Inleiding	119
10.2	Beoordelingscriterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	120
10.2.1	Effectbeschrijving morfologie en natuurlijke bodemdynamiek na optimalisatie	120
10.2.2	Effectbeoordeling morfologie en natuurlijke bodemdynamiek na optimalisatie	129
10.3	Beoordelingscriterium bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	131
10.3.1	Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie	131
10.3.2	Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie	132
10.4	Kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen	133
10.4.1	Effectbeschrijving kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen na optimalisatie	133
10.4.2	Effectbeoordeling kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen na optimalisatie	133
11	CONCLUSIE EFFECTENBEOORDELING NA OPTIMALISATIE	135
11.1	Noordzee	135
11.2	Waddengebied	138

12	CUMULATIE EN MITIGERENDE MAATREGELEN	143
12.1	Cumulatie	143
12.2	Mitigerende maatregelen	143
13	LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE	144
14	AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST	146
15	REFERENTIES	154
	Laatste pagina	154

SAMENVATTING

Dit is de samenvatting van het deelrapport Bodem en Water op Zee van het milieueffectrapport (MER) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ). Deze samenvatting bouwt voort op de samenvatting van het hoofdrapport van het MER. In het deelrapport Bodem en Water op Zee zijn specifiek de effecten onderzocht op bodem en watersystemen in zee waar de nieuwe routes voor kabelsystemen en leidingen voor het transport van waterstof doorheen lopen. Dit betreft bijvoorbeeld morfologie, hydrodynamica, kustfundament en risico op blootspoelen. Tabel 0.1 laat zien welke effecten zijn onderzocht in het deelrapport.

Tabel 0.1 Generiek beoordelingskader deelrapport Bodem en Water op Zee

Aspect	Criterium
Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.
Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Kustfundament	Invloed op zandsuppleties en op hoogwaterveiligheid tijdens een maatgevende storm.
Hydrodynamica	Invloed op waterbeweging en waterverdeling in met name de geulensystemen van het Waddengebied inclusief het Eems estuarium.
Effecten van toekomstig onderhoud op bodem-dynamiek en bodemsamenstelling	Kans op toekomstig onderhoud met effect op natuurlijke bodemontwikkeling of bodemsamenstelling.

De effecten op elk criterium zijn beoordeeld. De beoordeling is bepaald op basis van wet- en regelgeving en beleid. De beoordeling gaat via een zespuntsschaal en heeft sterk negatieve (---), negatieve (--), licht negatieve (-), neutrale (0), positieve (+) en sterk positieve (++) effecten. Sterk negatieve (---) effecten laten zien dat de effecten zo groot zijn dat de route of het zoekgebied niet mogelijk is.

De beoordeling is opgesplitst in twee delen: de Noordzee en het Waddengebied. Het vasteland is geen onderdeel van deelrapport Bodem en Water op Zee. De effecten op land worden in het deelrapport Bodem en water op land behandeld. In deze samenvatting zijn alleen de negatieve (--) en sterk negatieve (---) effecten beschreven. De mogelijke mitigerende maatregelen voor sterk negatieve effecten zijn per milieueffect bijgevoegd. In een volgende fase (project-MER) kunnen ook negatieve effecten mogelijk deels gemitigeerd worden.

Noordzee

De effecten in het Noordzeegedeelte van het plangebied zijn beperkt (ten noorden van de Noordzeekustzone). Dat komt doordat hier geen omvangrijke voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig zijn, de oppervlaktes waar steenbestortingen worden aangebracht beperkt zijn, en de zeebodem hier weinig dynamiek kent.

Waddenzee

De effecten in het Waddengebied zijn groter. Ook na optimalisatie treden er op de aspecten 'morfologie en bodemdynamiek'; 'kustfundament'; en 'toekomstig onderhoud door blootspoelen' negatieve (--) en sterk negatieve (---) effecten op.

De westelijke zijlijn van de corridor voor leidingen van de II: Oude Westereems route is negatief (--) beoordeeld op 'morfologie en natuurlijke bodemdynamiek'. Dit komt door een langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door een groot baggervolume ($>15\text{M m}^3$) in dynamisch gebied. Dit effect is te mitigeren door de activiteit in het oostelijke deel van de corridor plaats te laten vinden.

De V: Boschgat route is negatief (--) of sterk negatief (---) beoordeeld (afhankelijk van de positie in de corridor) door de omvang baggerwerkzaamheden die nodig zijn om deze route te realiseren. De effecten van de aanleg langs de zijlijnen van de corridor van de V: Boschgat route leidt tot aantasting van droogvallende wadplaten en is daarom als sterk negatief (---) beoordeeld. Dit effect blijft meerdere jaren waarneembaar. Dit effect is te mitigeren door de route binnen de corridor te optimaliseren.

De IX: Zoutkamperlaag route is negatief (--) beoordeeld, omdat de aanleg van de toegangseul en de grote sedimentvolumes die ontgraven en verspreid moeten worden voor de aanleg van de leiding op voldoende diepte de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek voor meerdere jaren verstoren.

De X: Tunnel route is negatief (--) beoordeeld op 'morfologie en natuurlijke bodemdynamiek', omdat het intredepunt Noordzee in de gebruiksfase een permanente invloed heeft op de bodemligging op de Ballonplaat en het sedimenttransport binnen de nabijgelegen Natura 2000-gebieden en het referentiegebied. Ook is het negatief (--) beoordeeld op 'kustfundament' omdat het intredepunt Noordzee leidt tot permanente bebouwing in het kustfundament. Het heeft geen direct effect op de hoogwaterveiligheid of het onderhoud van de basiskustlijn.

De II: Oude Westereems route, V: Boschgat route, VII: Schiermonnikoog Wantij route en IX: Zoutkamperlaag route zijn negatief (--) beoordeeld op 'risico door blootspoelen', omdat de benodigde begraafdieptes mogelijk niet kunnen worden gerealiseerd. Het is onzeker of begraafdieptes kunnen worden gehaald.

Conclusie

De onderzochte milieueffecten geven geen aanleiding om routes en platforms vanuit het perspectief van Bodem en Water op Zee af te laten vallen. Negatieve (--) effecten zijn te mitigeren. De V: Boschgat route kan leiden tot de grootste negatieve effecten door aantasting van droogvallende wadplaten. Hierdoor is het mogelijk om maximaal 1 kabelsysteem aan te leggen.

INLEIDING

Dit is het deelrapport over Bodem en Water op Zee van het Milieueffectrapport (MER) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven. In het MER zijn de milieueffecten onderzocht van allerlei routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en het vasteland naar de Eemshaven. Het MER zorgt ervoor dat de minister van Klimaat en Groene Groei de milieueffecten goed meeneemt in het besluit over het Programma.

1.1 Aanleiding voor het Programma

Boven de Waddeneilanden komen nieuwe windparken op de Noordzee. Dat zijn in elk geval het windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 Megawatt) en het windpark Doordewind (DDW, 4 Gigawatt). De Nederlandse overheid heeft plannen om in de toekomst nog meer windparken op zee te ontwikkelen. Energie vanuit deze nieuwe windparken moet ook aan land worden gebracht.

De energie van deze windparken moet naar het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven worden gebracht. Dit kan met elektriciteitskabels (hierna: kabelsystemen) of, als de stroom op zee wordt omgezet naar waterstof, met waterstofleidingen (hierna: leidingen). Het Rijk onderzoekt nu, samen met de omgeving, op welke routes en locaties het mogelijk is om kabelsystemen, leidingen en bijbehorende stations aan te leggen, te gebruiken en te onderhouden om de windenergie naar de Eemshaven te brengen. En welke routes de voorkeur hebben om eerst te worden gebruikt.

Daarbij is het belangrijk om goed te onderzoeken wat de effecten zijn van allerlei routes en stationslocaties, en hoe deze verschillen bij gebruik van verschillende aanlegtechnieken. De besluitvorming over welke routes te benutten en in welke volgorde vindt plaats in het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (hierna: PAWOZ).

1.2 Doelstelling van het Programma

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 land aan te leggen. Met ruimte wordt de combinatie van fysieke ruimte en milieuruimte bedoeld. Beiden zijn nodig om kabelsystemen, leidingen en stations aan te kunnen leggen. Het gaat in elk geval om de ruimte voor het aansluiten van windparken TNW en DDW. En verder is onderzocht hoeveel ruimte er nog meer is voor toekomstige aansluitingen. Hierbij is de scope voor dit onderzoek vastgezet op een maximum van 10,7 GW aan elektrische verbindingen en 36-42 GW aan waterstof verbindingen.

Op elke route zijn er uitdagingen, omdat er bepaalde regels gelden en er andere gebruikers zijn. Per route is onderzocht hoeveel beschikbare ruimte er is. Deze informatie vormt input voor het Programma. In het Programma worden de routes geprioriteerd.

Dit betekent dat de ene route de voorkeur krijgt boven een andere route. Als TNW en DDW worden ontwikkeld, dan worden routes uit PAWOZ gebruikt om de windparken aan te sluiten. Voor andere toekomstige windparken worden routes uit PAWOZ meegewogen met de routes uit pVAWOZ.

PAWOZ draagt zo bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO₂-uitstoot en de energietransitie van Nederland.

Opgave aangewezen en toekomstige windenergiegebieden

Opgave DDW

Windenergiegebied Doordewind (DDW) gaat bestaan uit twee windkavels, DDW-1 en DDW-2. Beide krijgen een capaciteit van 2 GW. In dit MER zijn beide toekomstige windkavels voor de eenvoud samengenomen. Het wordt aangeduid als 'Windpark DDW' met een capaciteit van 4 GW. DDW wordt met twee gelijkstroom (DC)-kabelsystemen (van elk 2 GW) aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

Opgave TNW

Windpark Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW) krijgt een capaciteit van 700 MW. Het windpark is in maart 2023 aangewezen als een demonstratieproject voor waterstof voor 500 MW en moet met een leiding worden aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland. Ook wordt gekeken of er ruimte is om de resterende 200 MW met een elektrische verbinding te kunnen koppelen aan DDW. Als alternatief is onderzocht of TNW met twee wisselspanning (AC)-kabelsystemen (van elk 350 MW) kan worden aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

Toekomstige windenergiegebieden

Het is nog niet besloten welke gebieden er in de toekomst, na windenergiegebieden TNW en DDW, worden gereserveerd voor windenergie en waar de energie van deze parken gaat aanlanden. Het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee 2031-2040 (pVAWOZ) onderzoekt de aanlanding van de toekomstige windparken. pVAWOZ gebruikt de resultaten van PAWOZ om te bepalen of en via welke routes toekomstige windgebieden kunnen aansluiten op de Eemshaven.

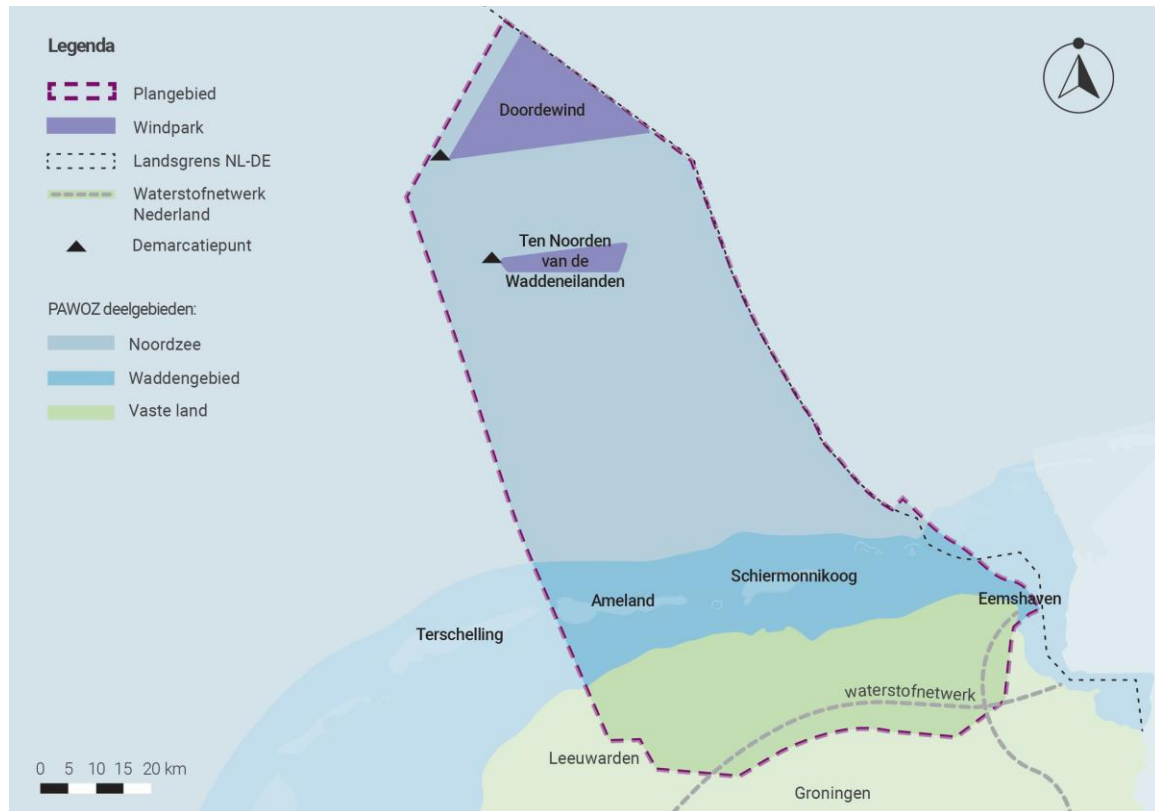
1.3 Plangebied

Afbeelding 1.1 laat zien in welk gebied de routes en stationslocaties zijn onderzocht. Dit wordt het plangebied van PAWOZ genoemd. Het plangebied is verdeeld in drie deelgebieden: de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland. De Waddeneilanden en de kust van het vasteland zijn onderdeel van het Waddengebied.

Demarcatie PAWOZ - pVAWOZ

Tussen de onderzoeken voor PAWOZ en pVAWOZ is gewerkt met zogenaamde demarcatiepunten. Omdat de onderzoeken van deze programma's gelijktijdig plaatsvinden is afgesproken tot waar PAWOZ een route onderzoekt en waar pVAWOZ start. Het demarcatiepunt is dus het punt waar de te onderzoeken routes van PAWOZ en pVAWOZ op elkaar aansluiten. Voor kabelsystemen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied DDW. Voor leidingen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied TNW.

Afbeelding 1.1 Het plangebied van PAWOZ



1.4 Voornemen

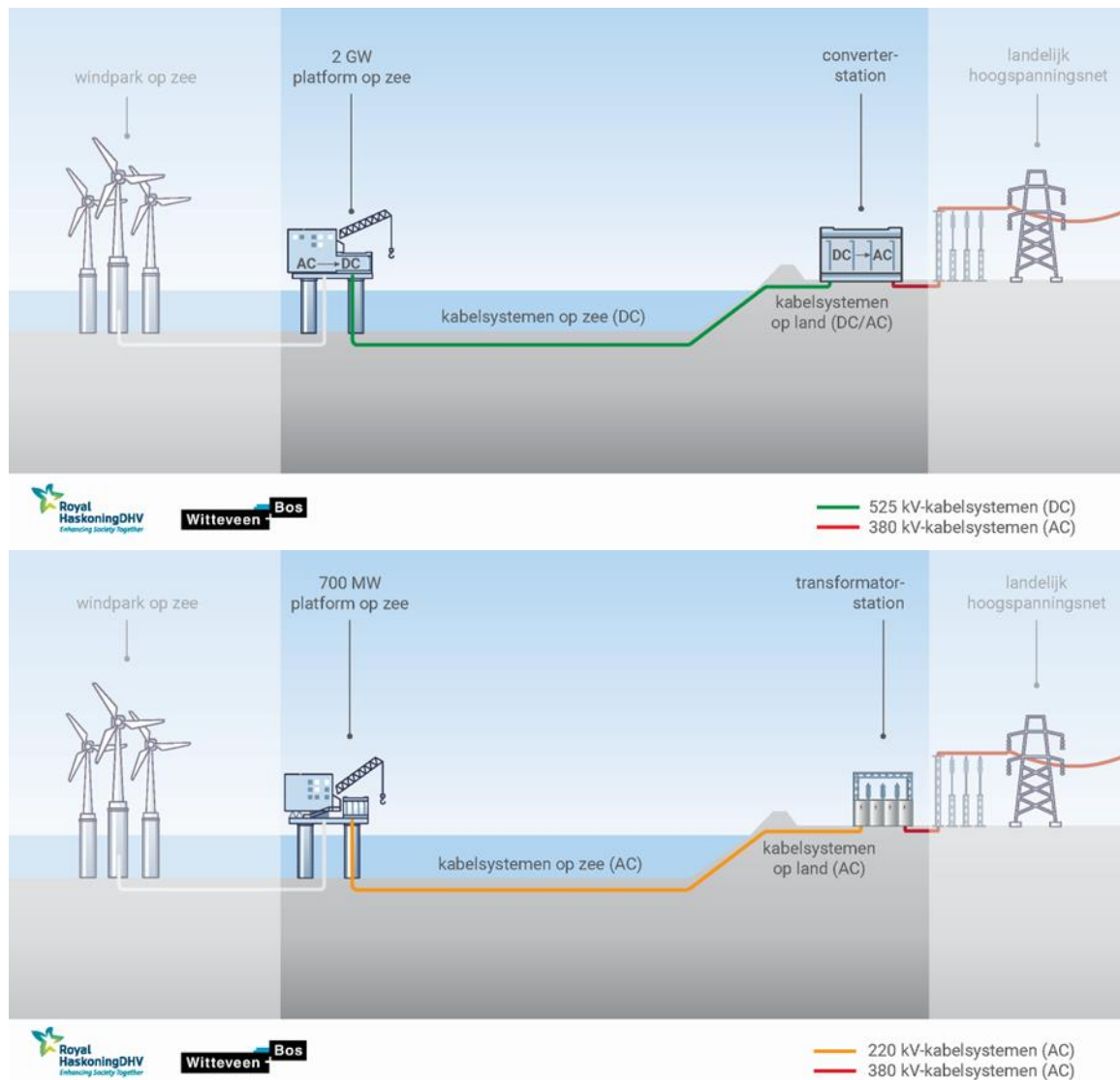
Het voornemen voor PAWOZ is om energie van windparken op zee boven de Waddeneilanden aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven. Er is ook onderzocht of een tunnelsysteem kan worden gebruikt om onder het grootste deel van het Waddengebied door te gaan. In deze paragraaf staan de hoofdlijnen van het elektriciteitsnet, het waterstofnetwerk, en het tunnelsysteem. Een uitgebreidere toelichting van het voornemen en de aanlegtechnieken staat in het hoofdrapport van het MER en is uitgewerkt in de Notitie Routeontwikkeling.

1.4.1 Elektrische verbindingen

De elektrische verbinding voor PAWOZ bestaat uit kabelsystemen en de bijbehorende stations. Dat zijn de platforms op zee bij TNW en DDW en de transformator- of converterstations op land. De onderzoekopgave voor PAWOZ bestaat uit twee wisselstroom (AC)-verbindingen van 220 kV (350 MW) en vijf gelijkstroom (DC)-verbindingen van 525 kV (2 GW). Beide soorten verbindingen staan in Afbeelding 1.2.

De AC- en DC-verbindingen lopen van een platform op zee, via kabelsystemen onder de zeebodem naar het vasteland. Vervolgens wordt de elektriciteit met kabelsystemen op land naar een transformatorstation (voor AC) of converterstation (voor DC) gebracht. Daar wordt het spanningsniveau omgezet naar 380 kV. Tenslotte wordt de elektriciteit getransporteerd naar een 380 kV-hoogspanningsstation waar het wordt aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet. De 380 kV-stations die in beeld zijn voor de aansluiting op het landelijke hoogspanningsnet zijn Eemshaven Oudeschip en Eemshaven Oostpolderweg. Deze 380 kV-stations zijn geen onderdeel van het voornemen.

Afbeelding 1.2 Schematische weergave van het elektriciteitsnet (boven: gelijkstroom, onder: wisselstroom)



Platforms op zee

De platforms van TNW en DDW zijn onderdeel van het voornemen. Voor DDW zijn twee zoekgebieden onderzocht. TenneT heeft een standaard ontworpen voor een 700 MW wisselstroomplatform en voor een 2 GW gelijkstroom platform. De platforms van toekomstige windparken zijn niet meegenomen. Dat is omdat nog niet duidelijk is of, en zo ja welke, windparken worden aangesloten op de Eemshaven. De windturbines zelf en de parkbekabeling maken geen onderdeel uit van PAWOZ. Deze onderdelen worden in een latere fase in kavelbesluiten verder uitgewerkt.

Kabelsystemen op zee

Uitgangspunt voor de onderlinge afstand tussen TenneT kabelsystemen op zee is 200 m. Dit geldt zowel voor AC- als DC-kabelsystemen. Voor de aanleg van kabelsystemen op de Noordzee en het Waddengebied wordt het principe 'bury and would like to forget' toegepast. Dat principe is erop gericht kabelsystemen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspelen. De diepte is bepaald in een begraafdiepte studie die als bijlage is opgenomen in de Notitie Routeontwikkeling.

Er zijn verschillende kabelinstallatietechnieken voor op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Er kan baggerwerk nodig zijn om voldoende waterdiepte voor de installatievaartuigen of voldoende ingraafdiepte te realiseren. Voor het passeren van de kust en de eilanden worden horizontaal gestuurde boringen (hierna: HDD-boring) toegepast. De duur van de werkzaamheden voor de aanleg van

een kabelsysteem op zee is onder andere afhankelijk van de aanlegtechniek, de kabellengte en de route. Het uitgangspunt van PAWOZ is dat er maximaal één kabelsysteem per jaar wordt aangelegd.

Kabelsystemen op land

Waar de kabelsystemen aan land komen, moeten die worden omgezet naar ondergrondse kabelsystemen op land. Om de kabelsystemen op land en op zee op elkaar aan te sluiten is op deze locatie (aan de landzijde van de waterkering) een overgangsmof nodig. Dat is een soort 'kroonsteen' tussen de kabelsystemen op land en op zee.

Voor de aanleg van kabelsystemen op land zijn twee installatietechnieken: een open ontgraving of een HDD-boring.

Transformatorstation of converterstation

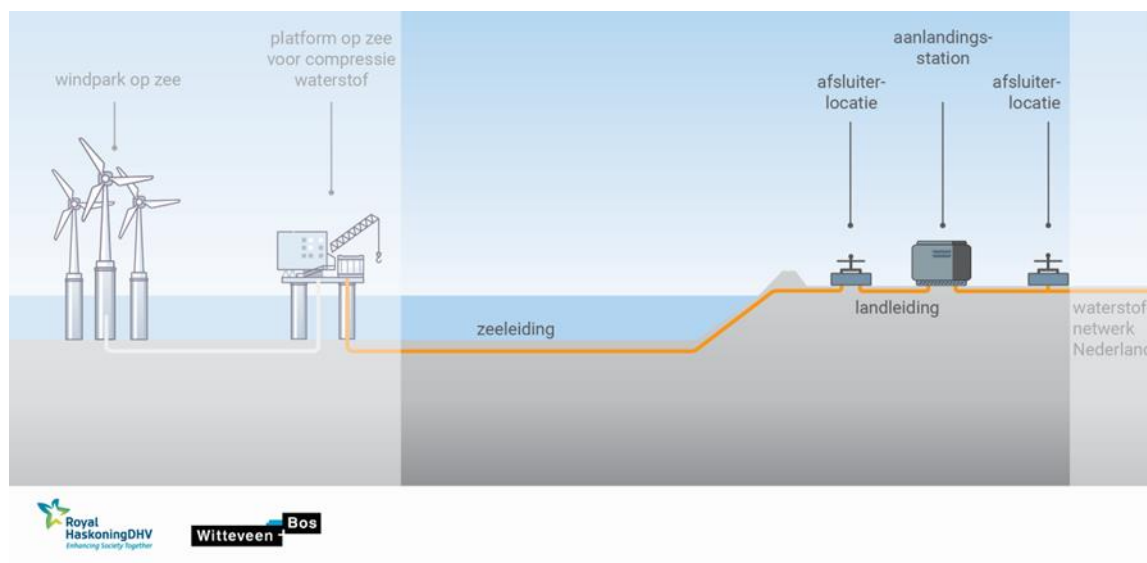
Voordat de kabelsystemen op land kunnen worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet moet de spanning worden getransformeerd naar 380 kV wisselspanning. Dat gebeurt in een transformatorstation. In het geval van een DC-verbinding betekent dit dat deze eerst nog moet worden geconverteerd (van DC naar AC). Dit gebeurt in een converterstation.

1.4.2 Waterstofverbindingen

De waterstofverbinding voor PAWOZ bestaat uit leidingen en de bijbehorende stations, zoals weergegeven in Afbeelding 1.3. Dat zijn de aanlandingsstations en afsluiterlocaties. De onderzoekopgave voor PAWOZ bestaat uit drie leidingen voor het transport van waterstof, inclusief waterstof aanlandingsstation en afsluiterlocaties.

Vanaf een platform op zee loopt een leiding over de zeebodem naar het vasteland. Bij de aanlanding komt een waterstof aanlandingsstation. Bij de aanlanding komt ook een afsluiterlocatie waar de leiding op zee kan worden afgesloten van de leiding op land. De leidingen op land worden aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland dat wordt ontwikkeld door Hynetwork (100 % dochteronderneming van Gasunie, www.hynetwork.nl). Bij de aansluiting op het landelijk waterstofnetwerk is ook een afsluiterlocatie voorzien.

Afbeelding 1.3 Schematische weergave van een waterstofverbinding



Platform op zee

Waterstof wordt gemaakt door elektrolyse. Daarbij wordt met behulp van elektriciteit (opgewekt uit windenergie) zeewater gesplitst in waterstof (in gasvorm) en zuurstof. Elektrolyse op zee kan plaatsvinden in de turbine zelf (decentraal) of op een platform (centraal). Bij centrale compressie van waterstof, kunnen verschillende type onderconstructies worden gebruikt.

De platforms voor waterstof zijn geen onderdeel van het voornemen. De platforms zijn niet meegenomen. De windturbines zelf en de parkbekabeling maken ook geen onderdeel uit van PAWOZ.

Leiding op zee

Uitgangspunt voor PAWOZ zijn nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg van leidingen op de Noordzee en het Waddengebied is het uitgangspunt om de leidingen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspelen. De diepte is bepaald in een begraafdiepte studie die als bijlage is opgenomen bij de Notitie Routeontwikkeling.

Er kunnen verschillende installatietechnieken worden gebruikt op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Er kan baggerwerk nodig zijn om voldoende waterdiepte voor de installatievaartuigen of voldoende ingraafdiepte te realiseren.

Leiding op land

Ook voor leidingen op land is het uitgangspunt nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg van leidingen op land zijn er twee type installatietechnieken: een open ontgraving of een sleufloze techniek, zoals een horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring).

Aanlandingsstations en afsluiterlocaties

Uitgangspunt is dat een waterstof aanlandingsstation een oppervlakte van 2 ha heeft. Daarbij is ervan uitgegaan dat de compressie van waterstof op zee plaatsvindt. Waar mogelijk wordt een waterstof aanlandingsstation gebouwd in de nabijheid van reeds aanwezige infrastructuur ('bundelingsprincipe'). Een afsluiterlocatie heeft een oppervlakte van 20 m bij 20 m.

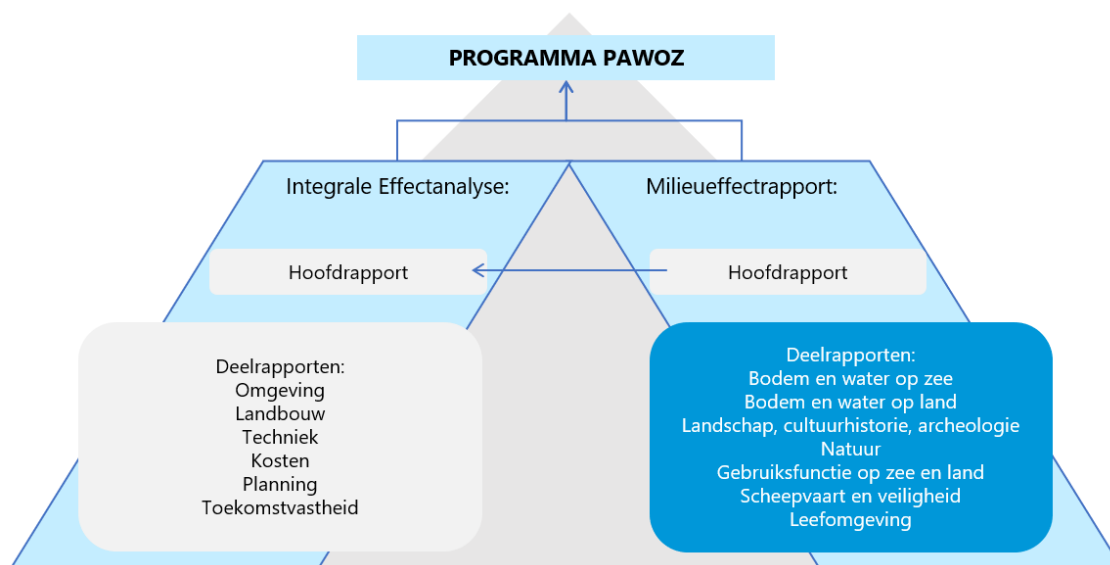
1.4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven

Als alternatief op de in de vorige paragrafen beschreven aanlegtechnieken voor het elektriciteitsnet en waterstofnetwerk is onderzocht of kabelsystemen of leidingen in een geboord tunnelsysteem onder het Waddengebied kunnen worden aangelegd. De uitgangspunten die op dit alternatief van toepassing zijn, wijken af van de uitgangspunten uit de vorige paragrafen. Voor de ontwikkeling van het tunnelsysteem is een intredepunt op de Noordzee en een aanlandingspunt in of nabij de Eemshaven nodig. Het intredepunt op de Noordzee ligt op de Ballonplaat. Voor het aanlandingspunt in de Eemshaven is met zoekgebieden gewerkt. Het tunnelsysteem bestaat uit meerdere tunnelbuizen waar de kabelsystemen en leidingen in liggen. Het tunnelsysteem wordt enkel onderzocht als route voor het doorkruisen van het Waddengebied. Vanaf zowel het intredepunt als aanlandingspunt worden de kabelsystemen en leidingen naar respectievelijk de windparken en de aansluitpunten op het vasteland met conventionele technieken aangelegd.

1.5 Leeswijzer deelrapport

Het MER van PAWOZ bestaat uit een hoofdrapport en zeven deelrapporten. In het hoofdrapport staan de hoofdlijnen over de milieueffecten voor de besluitvorming over het Programma. In de deelrapporten staan de effectbeschrijvingen en beoordelingen van alle thema's. Dit is het deelrapport over Bodem en Water op Zee. De Integrale effectanalyse en het MER geven samen de overwegingen op het gebied van milieu, omgeving, landbouw, techniek, kosten, planning en toekomstvastheid voor PAWOZ. Het milieudeel van de IEA is gebaseerd op de resultaten van het MER.

Afbeelding 1.4 Positie van dit deelrapport in de rapportagestructuur van de IEA en het MER



Opbouw van dit deelrapport

De opbouw van dit deelrapport volgt de onderzoeksaanpak voor de effectanalyse en -beoordeling. Het rapport bestaat uit de volgende stappen:

- hoofdstuk 2 geeft een overzicht van beleid en regelgeving dat relevant is voor de effectbeoordeling;
- hoofdstuk 3 beschrijft de verzamelde informatie over de huidige situatie in en rondom de deelgebieden Noordzee en Waddengebied. In het hoofdstuk zijn ook de autonome ontwikkelingen beschreven. De huidige situatie en de autonome ontwikkelingen vormen samen de referentiesituatie ten opzichte waarvan de milieueffecten zijn bepaald;
- de verschillende routes en stationslocaties die zijn onderzocht zijn beschreven in hoofdstuk 4;
- hoofdstuk 5 legt de gevolgde effectbeoordelingsmethodiek uit;
- de hoofdstukken 6 en 7 geven de eerste effectbeoordeling voor respectievelijk Noordzee en Waddengebied;
- de resultaten van de eerste effectbeoordeling zijn gebruikt om de routes en stationslocaties te optimaliseren. De geoptimaliseerde routes en stationslocaties zijn beschreven in hoofdstuk 8;
- de effecten van de geoptimaliseerde routes en stationslocaties zijn opnieuw beoordeeld. De hoofdstukken 9 en 10 geven de effectbeoordeling na optimalisatie van de routes en stationslocaties;
- hoofdstuk 11 geeft een samenvattend overzicht van de beoordelingen van de geoptimaliseerde routes en stationslocaties op de Noordzee en het Waddengebied;
- hoofdstuk 12 beschrijft de effecten van de routes en stations in cumulatie met andere projecten en de mitigerende maatregelen. De mitigerende maatregelen zijn maatregelen die kunnen worden gebruikt om de negatieve effecten van de geoptimaliseerde routes en stations te beperken. De voorgestelde mitigerende maatregelen zijn uitvoerbaar en kunnen in een project-MER verder worden uitgewerkt;
- het rapport eindigt in hoofdstuk 13 met een beschrijving van de leemten in kennis en een aanzet voor het evaluatie en monitoringsprogramma.

Het rapport sluit af met de afkortingen- en begrippenlijst.

WETTELIJK- EN BELEIDSKADER

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de vigerende regelgeving en het vigerend beleid, relevant voor het aspect Bodem en Water op Zee. Het overzicht behandelt verschillende schaalniveaus, voor zover deze van invloed zijn op het voornemen. Alle deelrapporten beschrijven het beleid en de regelgeving die relevant zijn voor de milieueffecten die aansluiten bij het desbetreffende aspect.

Tussen het aspect Bodem en Water op Zee en het aspect Natuur bestaan raakvlakken (vertroebeling heeft bijvoorbeeld een mogelijk effect op beschermde natuurgebieden of soorten). In dit hoofdstuk zijn alleen de wetgeving en het beleid beschreven die direct betrekking hebben op het aspect Bodem en Water op Zee. Wetgeving en beleid omtrent natuur zijn beschreven in Hoofdstuk 2 van het deelrapport Natuur.

2.1 Aspect specifiek wettelijk kader

Deze paragraaf beschrijft het wettelijk kader voor het aspect Bodem en Water op Zee.

Tabel 2.1 Wettelijk kader Bodem en Water op Zee

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Internationale verdragen	
UNESCO Werelderfgoedverdrag: Waddenzee, 2009	De Waddenzee is het grootste intergetijdsysteem met droogvallende platen ter wereld, waar natuurlijke processen ongestoord kunnen plaatsvinden. Vanwege zijn wereldwijd unieke geologische en ecologische waarden staat de Waddenzee op de Werelderfgoedlijst van UNESCO. De Werelderfgoedstatus wordt gezien als een visitekaartje voor het Waddengebied. UNESCO kan de status ontnemen als de waarden waarvoor de Werelderfgoed-status is toegekend, aangetast worden. Nederland heeft de Joint Declaration on the Protection of the Wadden Sea (2010) ondertekend waarin het toezegt het Werelderfgoed Waddenzee goed te beschermen. Dit is ondertekend vanuit de Trilaterale Waddenzee Samenwerking (TWSC) tussen Nederland, Duitsland en Denemarken. <i>In het deelrapport Bodem en Water op Zee is beoordeeld of het programma effecten heeft op de natuurlijke processen.</i>
OSPAR-verdrag, 1972	Verdrag (1972) inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan. De belangrijkste doelstellingen van dit verdrag zijn: 1) het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu; 2) het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten teneinde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en, wanneer uitvoerbaar, aangetaste zeegebieden te herstellen. De OSPAR-Commissie, die bestaat uit vertegenwoordigers van vijftien landen in het noordoostelijk Atlantisch gebied en de EU, ziet toe op de uitvoering van het verdrag en kan zelf beslissingen nemen tot het opstellen van programma's en maatregelen in het kader van het verdrag. Het OSPAR-verdrag geeft voorwaarden voor de uitvoering van de werkzaamheden, die niet mogen leiden tot verontreiniging van het mariene milieu.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Europese Unie	<i>In het deelrapport Bodem en Water op Zee is beoordeeld of het programma hieraan voldoet.</i>
Vogelrichtlijn (1979), Habitatrichtlijn (1992)	In 1979 is de Vogelrichtlijn opgesteld en in 1992 de Habitatrichtlijn. Deze richtlijnen bestaan uit twee delen: soortenbescherming en gebiedsbescherming. Alle EU-lidstaten wijzen beschermde gebieden aan voor specifieke (leefgebieden van) (vogel-)soorten. De onder beide richtlijnen aangewezen beschermde gebieden vormen het Natura 2000-netwerk. Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. In deze Natura 2000-gebieden worden bepaalde dieren, planten en hun natuurlijke leefomgeving beschermd om de biodiversiteit (soortenrijkdom) te behouden. Op 26 februari 2009 heeft de toenmalige minister van LNV zeven Natura 2000-gebieden in het Waddengebied definitief aangewezen op grond van artikel 10a van de voormalige Natuurbeschermingswet 1998 (Nb-wet). Het betreft de volgende Natura 2000-gebieden: Waddenzee, Noordzeekustzone, Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland, Duinen Terschelling, Duinen Ameland en Duinen Schiermonnikoog. In 2017 is het gebied uitgebreid met een deel van het Eems-estuarium.
Kaderrichtlijn Water (KRW), 2000	<i>Voor het deelrapport Bodem en Water op Zee is onder meer relevant dat onder de algemene doelen voor het Natura 2000-gebied Waddenzee is opgenomen: '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'. 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'. Voor het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is als kernopgave onder meer opgenomen om 'de permanent overstroomde zandbanken als leefgebied voor zeevogels te behouden, met bodems van verschillende ouderdom'.</i> In deze richtlijn zijn regels opgesteld om de verslechtering van de toestand van waterlichamen in de Europese Unie te stoppen en een 'goede toestand' te bereiken voor Europese rivieren, meren en grondwater. De richtlijn bestaat uit de onderdelen: - bescherming van alle soorten water; - herstel van ecosystemen in en rond waterlichamen; - vermindering van vervuiling in waterlichamen; - garantie voor duurzaam watergebruik door particulieren en bedrijven. <i>Het Waddengebied behoort in de richtlijn tot internationale stroomgebieden: de Rijn en de Eems. Voor het deelrapport is de beïnvloeding van waterkwaliteit door ingrepen in de zeebodem relevant. De richtlijn stelt in artikel 16 milieukwaliteitsnormen vast voor waterlichamen.</i>
Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM), 2008	Deze richtlijn stelt een juridisch kader vast voor bescherming en instandhouding van het mariene milieu, de voorkoming van verslechtering ervan en het herstel van dat milieu in de gebieden waar het schade heeft geleden. De richtlijn voorziet in doelstellingen om een 'goede milieutoestand' te bereiken door bescherming van het mariene ecosysteem tegen menselijke activiteiten. De richtlijn benadrukt het belang van samenwerking tussen EU-landen. Voor het aspect Bodem en Water op Zee is de beïnvloeding van goede milieutoestand door ingrepen in de zeebodem en de hydrografische eigenschappen relevant. De richtlijn noemt in bijlage III belastende en beïnvloedende factoren voor zeebodem en het mariene ecosysteem als geheel. Voorwaarde voor ingrepen is dat (eventuele) permanente wijziging van de hydrografische eigenschappen de mariene ecosystemen geen schade berokkent. Het gebied Borkumse Stenen is aangewezen als beschermd KRM-gebied (maatregel conform KRM artikel 13.4) voor het herstel van het zeebodemeecosysteem. Dit is vastgelegd in het huidige Programma van maatregelen (Mariene Strategie deel 3). <i>In het deelrapport Bodem en Water op Zee zijn de effecten van het programma op de zeebodem in het KRM-gebied beoordeeld. Ook wordt beschouwd in hoeverre de ingrepen leiden tot wijzigingen van de hydrografische eigenschappen. De beoordeling van effecten op het ecosysteem vinden plaats in het deelrapport natuur.</i>

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Nationaal	
Omgevingswet	De Omgevingswet is een Nederlandse wet die regels stelt voor de fysieke leefomgeving. De wet bevat meer in het bijzonder regels met betrekking tot natuur, milieu, water en bouw(werk)en. De Omgevingswet bestaat voor natuur uit twee delen: gebiedsbescherming en soortenbescherming. De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verplicht tot die bescherming, welke is geïmplementeerd in het systeem van de Omgevingswet. De gebiedsbescherming ziet op Natura 2000-gebieden en de soortenbescherming op de soorten en habitattypen die in heel Nederland leven. Ook zijn in de Omgevingswet Europese richtlijnen die betrekking hebben op de fysieke leefomgeving geïmplementeerd. Aanvullende voorbeelden daarvan zijn de Kaderrichtlijn water, de grondwaterrichtlijn en de richtlijn voor strategische milieubeoordeling (SMB-richtlijn). Tot slot is de Omgevingswet een uitwerking van laatstgenoemde richtlijn en bevat de wet regels die het opstellen van onderhavige milieueffectrapportage verplichten. <i>Wanneer een programma kaders stelt voor toekomstige mer-plichtige activiteiten of projecten die grote milieueffecten kunnen hebben is een plan-MER verplicht (artikel 16.34, 16.36 en 16.43 Ow).</i>
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl)	Het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) is een van de algemene maatregelen van bestuur onder de Omgevingswet. Het Bkl is gericht op het beschermen en verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving. Het Bkl stelt specifieke regels over milieu, natuur, water, en andere aspecten die belangrijk zijn voor een gezonde omgeving. Ook staan in het Bkl instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring met betrekking tot bouwactiviteiten op bodemgevoelige locaties, nazorg en aanwijzing van bodembeheergebieden. De instructieregels zijn regels vanuit het Rijk die gemeenten in hun omgevingsplannen moeten verwerken. In het Bkl is de ligging van het kustfundament (artikel 5.39) en dat het zandvolume daarbinnen duurzaam behouden moet blijven (artikel 5.38) vastgelegd. In het Bkl wordt ook beschreven onder welke voorwaarden bouwen binnen het kustfundament is toegestaan (artikel 5.40). Daaronder vallen bouwwerken van openbaar belang die niet in het stedelijk gebied kunnen worden geplaatst, waarbij als bouwwerk van openbaar belang in ieder geval worden aangemerkt: bouwwerken voor opsporing, winning, opslag en transport van olie, gas en water, transport van elektriciteit en kleinschalige opwekking van elektriciteit met een windturbine. <i>De bouwwerken die benodigd zijn om de PAWOZ routes te realiseren vallen binnen deze categorie. Er dient daarom rekening te worden gehouden met het Bkl bij het aanleggen van de kabelsystemen en leidingen.</i>
Besluit activiteiten leefomgeving (Bal)	Het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) omschrijft algemene rijksregels voor milieubelastende activiteiten (MBA) in de fysieke leefomgeving. Daarnaast is omschreven of activiteiten meldingsplichtig zijn of een omgevingsvergunning nodig hebben. Verschillende MBA's in het Bal hebben een directe of indirecte relatie met bodem. <i>De werkzaamheden binnen het programma die als milieubelastende activiteit zijn aangemerkt, dienen aan het Bal te worden getoetst. In het Bal zijn criteria en algemene regels voor ontgronden in Rijkswateren opgenomen. Zo geldt onder meer een zorgplicht, deze stelt dat het verboden is een activiteit te verrichten of na te laten als daardoor aanzienlijke nadelige gevolgen voor de fysieke leefomgeving (dreigen te) ontstaan.</i>
Wet voorkoming verontreiniging door schepen (Wvvs)	De Wet voorkoming verontreiniging door schepen is een kaderwet die algemene regels bevat voor het voorkomen en beperken van operationele lozingen van schadelijke stoffen in zee vanaf schepen. Het gaat daarbij om stoffen die gegenereerd worden door de normale bedrijfsvoering van schepen, zoals ladingresten, resten van brandstoffen en smeerolie, afvalwater en vuilnis. De Wet is van toepassing op schepen die de Nederlandse vlag voeren waar dan ook ter wereld en op buitenlandse schepen die een Nederlandse haven aandoen of zich bevinden in de Nederlandse territoriale zee of de EEZ. <i>Deze wet leidt tot voorwaarden voor de uitvoering van de werkzaamheden, die niet mogen leiden tot verontreiniging van het mariene milieu. Binnen het programma geldt als uitgangspunt dat aan deze wet wordt voldaan.</i>

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Duitsland	
Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en de Bondsrepubliek Duitsland betreffende [...] en beheer van de territoriale zee van 3 tot 12 zeemijlen, Op de Eems, 24-10-2014 (Westereems Verdrag)	Het Westereems Verdrag is een verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en de Bondsrepubliek Duitsland over het gebruik en beheer van de territoriale zee van 3 tot 12 zeemijlen. Hierin zijn afspraken gemaakt over baggeren, verbreden, verdiepen en onderhouden van het profiel van de bodem van het vaarwater voor de scheepvaart.
	<i>Een deel van de routes van het programma gaat door de Westereems.</i>

2.2 Aspect specifiek beleidskader

Deze paragraaf beschrijft het beleidskader voor het aspect Bodem en Water op Zee.

Tabel 2.2 Beleidskader Bodem en Water op Zee

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Europees	
Natura 2000-beheerplan Waddenzee	De Europese regelgeving voor natuurbescherming, de bepalingen van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen, zijn in Nederland vastgelegd in het systeem van de Omgevingswet. De Omgevingswet kent een vergunningstelsel voor alle activiteiten binnen of buiten Natura 2000-gebieden die een mogelijk (significant) negatief effect kunnen hebben op de natuurwaarden waarvoor het gebied is aangewezen en vereist dat voor ieder Natura 2000-gebied een beheerplan wordt opgesteld. Rijkswaterstaat (RWS) is coördinerend beheerder ('voortouwnemer') voor het opstellen van het beheerplan Waddenzee. Het Natura 2000-gebied Waddenzee heeft als hoofddoelstelling een duurzame bescherming en ontwikkeling als natuurgebied, met diverse andere functies. Het beheerplan vormt het kader voor het natuurbeheer en de activiteiten in de Waddenzee. Het beheerplan werkt de instandhoudingsdoelstellingen uit in omvang, ruimte en tijd en is gericht op het realiseren van de Natura 2000-doelstellingen voor dit gebied en maakt duidelijk welke activiteiten naast de natuurfuncties toegestaan zijn en onder welke voorwaarden. De toenmalig minister voor Natuur en Stikstof en de toenmalig minister voor Defensie en Gedeputeerde Staten van de provincie Fryslân, Groningen en Noord-Holland hebben op 30 november 2022 de beheerplanperiode voor het beheerplan Waddenzee verlengd voor een periode van 6 jaar, of tot de datum van een nieuw vastgesteld beheerplan. De verlenging gaat in vanaf de oorspronkelijke einddatum. <i>Voor het deelrapport Bodem en Water op Zee is onder meer relevant dat onder de algemene doelen voor het Natura 2000-gebied Waddenzee is opgenomen: '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'. 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'.</i>
Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone	Het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone heeft als kernopgave het beschermen van de landschappelijke samenhang en interne compleetheid (Noordzee, Waddenzee en Delta), met onderliggende opgaven: behoud van permanent overstroomde zandbanken, slikken en platen als habitat. Voor het gebied zijn daarnaast meerdere instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd. Het beheerplan werkt de instandhoudingsdoelstellingen uit in omvang, ruimte en tijd en is gericht op het realiseren van de Natura 2000-opgaven. Het beheerplan

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
	maakt duidelijk welke activiteiten naast de natuurfuncties toegestaan zijn en onder welke voorwaarden. De toenmalig minister voor Natuur en Stikstof en de toenmalig minister voor Defensie en Gedeputeerde Staten van de provincie Fryslân, Groningen en Noord-Holland hebben op 30 november 2022 de beheerplanperiode voor het beheerplan Noordzeekustzone verlengd voor een periode van 6 jaar, of tot de datum van een nieuw vastgesteld beheerplan. De verlenging gaat in vanaf de oorspronkelijke einddatum. <i>Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone is van belang voor dit deelrapport, omdat de verschillende routes leiden tot ingrepen met een mogelijk effect in dit Natura 2000-gebied.</i>
Nationaal	
Nationaal Water Programma 2022–2027	Het Nationaal Water Programma 2022–2027 geeft een overzicht van de ontwikkelingen binnen het waterdomein en legt nieuw ontwikkeld beleid vast. Het betreft opgaves voor schoon, veilig en voldoende water dat klimaatadaptief en toekomstbestendig is. Daarbij is er aandacht voor de raakvlakken van water met andere sectoren. Mede op grond van Europese regelgeving zijn iedere 6 jaar nationale plannen voor water nodig. In het NWP komen het oude Nationaal Waterplan (voor beleid) en het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren (voor beheer) samen. Daarnaast zijn het Programma Noordzee, de stroomgebiedbeheerplannen en de overstromingsrisicobeheerplannen onderdeel van het NWP. Hiermee geeft het programma invulling aan de Europese richtlijnen voor water (de KRW, ROR, KRM en MSP). <i>Het Nationaal Water Programma 2022-2027 is van belang voor dit deelrapport omdat dit hier in het beleid voor het waterbeheer van de Waddenzee en Noordzee is vastgelegd.</i>
Programma Noordzee 2022-2027	Het Programma Noordzee 2022-2027, inclusief de bijlage Mariene Strategie deel 3 (KRM-programma van maatregelen) is integraal onderdeel van het Nationaal Waterprogramma (NWP) 2022-2027. Het Programma Noordzee 2022-2027 gaat over de ruimtelijke indeling van de Noordzee en het bereiken van de goede milieutoestand – in één van de intensiefst gebruikte zeeën ter wereld. De centrale opgave in het Programma Noordzee 2022–2027 is het vinden van de juiste maatschappelijke balans in de ruimtelijke ontwikkeling van de Noordzee. Die ontwikkeling moet efficiënt en veilig zijn en passen binnen de randvoorwaarden van een gezond ecosysteem. <i>Het programma Noordzee 2022-2027 is relevant omdat dit de ruimtelijke indeling van de Noordzee omvat en PAWOZ hier ook betrekking op heeft.</i>
Structuurvisie Waddenzee, versie 2023	De structuurvisie Waddenzee bevat de hoofdlijnen van het Rijksbeleid voor de Waddenzee. De hoofddoelstelling voor de Waddenzee is de duurzame ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap. Het beleid is gericht op duurzame bescherming en een zo natuurlijk mogelijk ontwikkeling van bodemkundige processen en moet een hoge waterkwaliteit waarborgen. In de bodem aanwezige archeologische waarden worden beschermd. De verstoring van de bodem is zodanig beperkt dat ongestoorde natuurlijke mosselbanken en zeegrasvelden voorkomen. In de structuurvisie is ook de status van het referentiegebied beschreven. Opgenomen dat de hoofddoelstelling voor de Waddenzee, hierna wordt verankerd in de Nationale Omgevingsvisie, het bijbehorende Besluit kwaliteit leefomgeving en in het Nationaal Waterprogramma 2022-2027. <i>De structuurvisie Waddenzee is relevant voor dit deelrapport, omdat in het deelrapport beschouwd wordt in hoeverre de ontwikkelingen van bodemvormen, waaronder droogvallende platen, wordt aangetast. Dit kan een indirect effect hebben op mosselbanken en zeegras.</i>

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Agenda voor het Waddengebied 2050	De Agenda voor het Waddengebied 2050 stelt de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied voorop. De Agenda beschrijft het gezamenlijk langetermijnperspectief voor het Waddengebied 2050 en formuleert gezamenlijke doelen, handelingsprincipes en stappen richting uitvoeringsprogramma teneinde deze doelen te realiseren. De gebiedsagenda bundelt bestaande ambities, doelen en strategieën van Rijk en regio, scherpt deze aan waar dat kan en benoemt de belangrijkste opgaven en bijbehorende dilemma's die door nieuwe ontwikkelingen op het Waddengebied afkomen. Waar mogelijk bevat de Agenda ook nieuwe beleidskeuzen. Een gebiedsagenda heeft geen beleidsstatus en is geen structuurvisie. In de agenda zijn de volgende doelen opgenomen: (1) Het benutten van de kansen die de energietransitie met zich mee brengt voor behoud en versterking van de werkgelegenheid in het Waddengebied. (2) Het op een zorgvuldige manier, met zo min mogelijk effect op de natuurwaarden, aanleggen van kabels en (buis)leidingen voor de energietransitie door de Waddenzee en in het Waddengebied. (3) Het organiseren van nieuwe vormen van samenwerking tussen sectoren. De energietransitie brengt veranderingen met zich mee in energie- en grondstoffenstromen. Zo kan de landbouwsector een belangrijke leverancier voor grondstoffen worden voor de industrie. Aan deze doelen zijn verschillende strategieën gekoppeld, waaronder strategie (6) Aanleg (en onderhoud) van kabels en leidingen vindt plaats met zo min mogelijk effect op de natuurwaarden en in de bodem aanwezige archeologische waarden. Uitgangspunt blijft het clusteren van kabels, buizen en leidingen en zuinig gebruik van de beperkte ruimte in de Waddenzee. De aanleg van kabels en buisleidingen door de Waddenzee van de Noordzee naar het vasteland en naar de Waddeneilanden dient in beginsel aan te sluiten bij bestaande corridors (westzijde nabij Den Helder en oostzijde nabij de Eemshaven).
Nationale omgevingsvisie (NOVI)	<i>Voor het deelrapport Bodem en Water op Zee is het relevant dat in de Agenda voor het Waddengebied is opgenomen dat kabels en leidingen met zo min mogelijk effect op de natuurwaarden worden aangelegd.</i> De Nationale omgevingsvisie is een langetermijnvisie van het Rijk op de toekomstige ontwikkeling van de leefomgeving in Nederland. Daarin is onder meer opgenomen dat de waterkeringen langs de kust op sterkte gehouden worden volgens het principe 'zacht waar het kan, hard waar het moet'. Met zandsuppleties wordt gestuurd op areaalbehoud en op het behouden van voldoende sediment in het kustfundament, het zandbed tussen de binnenduinrand en de doorgaande dieptelijn op NAP -20 m in de Noordzee. <i>Het beleid omtrent waterkeringen in de NOVI is relevant voor dit deelrapport in relatie tot de aanleg van het intredepunt op zee op de Ballonplaat als onderdeel van route X.</i>
Kustgenese 2.0: kennis voor een veilige kust, 2020	Door klimaatverandering stijgt de zeespiegel. Door natuurlijke oorzaken en menselijk ingrijpen daalt tegelijkertijd de bodem. Het programma Kustgenese 2.0 (RWS) onderzoekt tussen 2015 en 2028 hoeveel zand op lange termijn nodig is, waar en wanneer het zand nodig is en hoe het zand toegevoegd kan worden aan de kust. In 2020 is een beleidsadvies opgeleverd als tussenresultaat. Daarin wordt geadviseerd om naast de benodigde suppletie volumes voor het handhaven van de Nederlandse kustlijn, jaarlijks 0,9 miljoen m³ zand extra te suppleren langs de Waddeneilanden om bij te dragen aan het kustfundament in dat gebied op de langere termijn. <i>De zandvraag van het projectgebied is relevant voor dit deelrapport omdat het daarmee uitmaakt waar vrijkomend zand geplaatst wordt.</i>
Uitvoeringsprogramma kustlijnzorg 2024-2027	Rijkswaterstaat onderhoudt de kust, samen met de waterschappen. Sinds 1990 versterkt Rijkswaterstaat de kust met extra zand. Structurele kustachteruitgang langs vrijwel de gehele Nederlandse kust wordt voorkomen, doordat de 'Basiskustlijn' wordt gehandhaafd. Ook kan de kust door het voortdurend aanbrengen van nieuw zand meegroeien met de zeespiegelstijging.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Regionaal	<i>Dit is relevant voor MER omdat werkzaamheden voor het installeren van de kabels of pijpleiding effect kunnen hebben op de kustlijn. Vanaf 2024 start de uitvoering van de suppleties uit het nieuwe meerjarenprogramma 2024-2027.</i>
Waterbeheerprogramma 2022-2027 Wetterskip Fryslân	Het waterbeheerprogramma (WBP) geeft richting aan het watersysteem- en waterketenbeheer binnen het beheergebied van het Wetterskip Fryslân. Dit beheerplan vertaalt zich onder andere naar: - beheer- en onderhoudsplannen voor primaire keringen; - peilbesluit; - aanvraag waterkeur- en wet. <i>Het waterbeheerprogramma is relevant omdat het programma mogelijk invloed heeft op primaire keringen.</i>
Waterbeheerprogramma 2022-2027 Noorderzijlvest	Het Waterschap Noorderzijlvest zorgt in delen van Groningen, Drenthe en een klein stukje van Friesland voor veilig, voldoende en schoon water. De focus in het Waterbeheerprogramma 2022-2027 op een natuurlijker, duurzamer waterbeheer. Het voorkomen van droogte en verzilting, de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water, het stimuleren van de biodiversiteit, winnen van grondstoffen en energie uit afvalwater en verdergaande samenwerking in de waterketen zijn een aantal uitdagingen dat genoemd wordt in het programma. Het is voor PAWOZ relevant omdat het kaders en regelgeving weergeeft met betrekking tot watergangen en waterkeringen in het plangebied. <i>Het waterbeheerprogramma is relevant omdat het programma mogelijk invloed heeft op primaire keringen.</i>
Duitsland en Denemarken	In de ministeriële Verklaring van Esbjerg hebben Duitsland, Denemarken en Nederland in 1991 afspraken gemaakt over het instellen van een referentiegebied in de Waddenzee. In dit gebied mogen geen exploitaties en verstorende activiteiten plaatsvinden. Doel van zo'n gebied is om de ongestoorde ontwikkeling van de natuur in de Waddenzee te kunnen volgen. Nederland heeft met ingang van 19 november 2005 voor onbepaalde tijd een referentiegebied ingesteld ten zuiden van Rottumerplaat en Rottumeroog. <i>De verklaring van Esbjerg is relevant voor het deelrapport Bodem en Water op Zee, omdat het programma mogelijk effect heeft op de bodemontwikkeling in het referentiegebied.</i>

3

HUDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN (HSAO)

In dit hoofdstuk is de huidige situatie in het plangebied beschreven per criterium. Voor elk criterium is bekeken wat de referentiesituatie is waarop de effecten van de voorgenomen activiteiten beoordeeld zijn. Ook de autonome ontwikkelingen in het plangebied beschreven.

3.1 Studiegebied

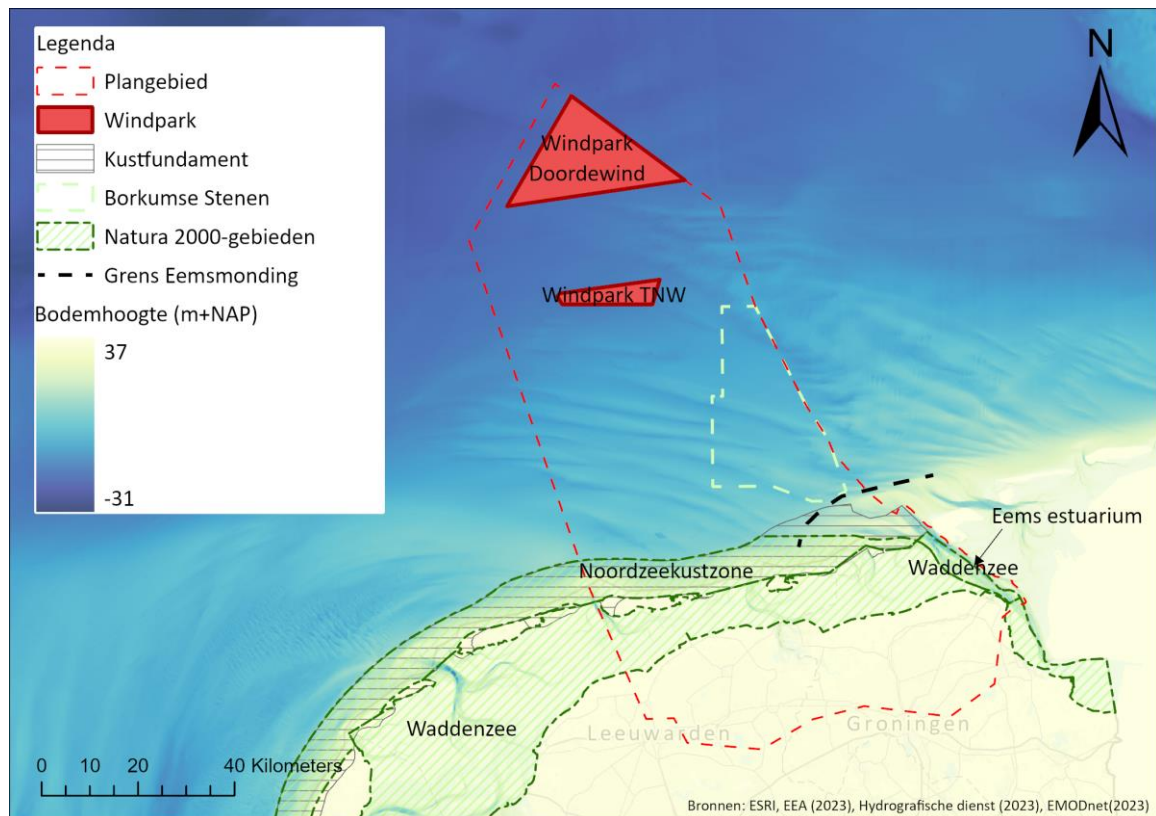
In het deelrapport Bodem en Water op Zee zijn de effecten van de activiteiten in het 'zeedeel' van het plangebied onderzocht. Indien van toepassing is daarbij meegenomen of er (in zee) effecten buiten het plangebied optreden. Bijvoorbeeld doordat ingrepen een effect hebben op bodenvormen buiten het plangebied. Het gebied waarbinnen de effecten van de activiteiten zijn onderzocht, heet het studiegebied.

Effecten op bodem en water op land, zoals effecten op grondwater en zoutindringing, worden in dit rapport niet onderzocht. Dergelijke effecten komen aan bod in het deelrapport Bodem en Water op Land. Dat geldt ook voor de effecten die optreden op de Waddeneilanden (Ameland en Schiermonnikoog).

In dit deelrapport is onderscheid gemaakt tussen de Noordzee en het Waddengebied. Daarbij wordt de volgende onderverdeling gehanteerd (Afbeelding 3.1):

- Noordzee: het zeegebied ten noorden van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en ten noorden van de Eemsmonding;
- Waddengebied: De Waddenzee, de Noordzeekustzone en het Eemsestuarium inclusief de Eemsmonding.

Afbeelding 3.1 Plangebied met daarin de grenzen de gehanteerd worden in de onderverdeling tussen Noordzee en Waddengebied



Voor deze onderverdeling is gekozen vanwege de bodemvormen en waterbeweging in de Waddenzee, Eemsmonding en Noordzeekustzone, die sterk aan elkaar zijn gekoppeld. De vorming van geulen en platen in de Noordzeekustzone is een direct gevolg van de getijdestroming van en naar de Waddenzee. Bovendien sluit deze indeling aan bij de definitie van de Agenda voor het Waddengebied 2050.

3.2 Huidige situatie

Deze paragraaf beschrijft de huidige situatie in het plan- en studiegebied. Deze beschrijving dient als basis voor de uitwerking van de voorgenomen activiteit en als referentiekader voor de beschrijving van de effecten van de voorgenomen activiteit. Voor het aspect Bodem en Water op Zee is de referentiesituatie beschreven aan de hand van de volgende onderdelen, die gebaseerd zijn op de aspecten waarop de voorgenomen activiteit in dit deelrapport is beoordeeld:

- hydrodynamica;
- morfologie en bodemdynamiek;
- kustfundament;
- bodemkwaliteit en bodemsamenstelling.

3.2.1 Hydrodynamica

Noordzee

De waterbeweging op de Noordzee wordt gedreven door wind en getij. De gemiddelde getijslag is 2,2 m ter hoogte van Ameland en neemt toe richting het oosten. Verder uit de kust neemt de getijslag af. De dominante getijdestroming op de delen van de route in de Noordzee is kustlangs gericht, tijdens vloed stroomt het water naar het oosten en tijdens eb naar het westen. De stroomsnelheden tijdens vloed zijn over het algemeen hoger dan tijdens eb en zijn maximaal 0,5 m/s tot 1,0 m/s (dieptegemiddelde stroomsnelheden onder invloed van wind en getij). De dominante golfrichting in het Noordzee deel van het plangebied is west tot noordwest. Tijdens stormen kunnen golven hoger dan 10 m voorkomen. De zeewatertemperatuur in de Noordzee varieert typisch tussen 4°C in de winter en 22°C in de zomer en de waterkolom is nauwelijks gestratificeerd in het projectgebied (RVO, 2022).

Waddengebied

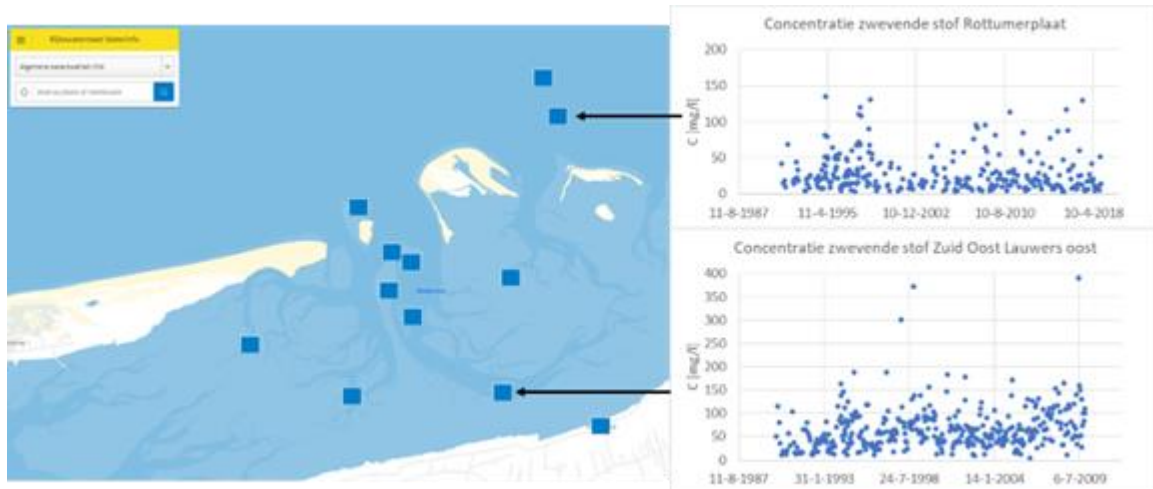
Het water in de Noordzeekustzone wordt beïnvloed door rivierafvoer van de Rijn, Maas, Schelde en Eems en kent sterke schommelingen in temperatuur en zoutgehalte gedurende het jaar. Het water in dit gebied wordt voortdurend uitgewisseld met de Waddenzee, maar mengt slechts beperkt [met diepere delen van de Noordzee](#) (Pietrzak J., 2011)). De getijgolf loopt via de zeegaten de Waddenzee binnen en zorgt voor een doorlopende uitwisseling van water (en zwevende stoffen) tussen de Waddenzee en de Noordzee. Zo stroomt er tussen de Waddeneilanden Ameland en Schiermonnikoog (de zeegaten Pinkegat en Zoutkamperlaag) iedere getijcyclus ongeveer 300 miljoen m³ water de Waddenzee in en uit. De waterstandsverschillen tussen hoog en laag water leiden, in dit deel, tot het droogvallen [van 60 % tot 80 % van de Waddenzee bij laagwater](#). Stroomsnelheden zijn het hoogst in de permanent onderwater staande geulen. In deze geulen is er een toename van stroomsnelheid vanuit de Waddenzee in de richting van het zeegat en de buitendelta. Op de wadplaten en dicht bij de kust is de stroomsnelheid laag. Golven in de Waddenzee worden grotendeels lokaal opgewekt en zijn lager dan op de Noordzee door de beschutting die geboden wordt door de Waddeneilanden en buitendelta's. Het verkleinde natte wateroppervlak tijdens laagwater en de te allen tijde beperkte waterdiepte boven de platen zorgt ervoor dat de golven in dit gebied beperkt blijven in hoogte.

Vanuit het IJsselmeer, de Eems, Lauwersoog en enkele kleinere gemalen wordt zoet water naar de Waddenzee geleid. Het zoutgehalte van het Waddenzee water is zeer variabel in ruimte en tijd. Zowel zoet water (rivierafvoer, spuisluizen) als zout water met een partial salinity unit (psu) van 30 tot 35 komt voor (Noordzeekustzone). Het gemiddelde zoutgehalte in de Waddenzee is 20 tot 30 psu.

Van nature is het water in de Waddenzee relatief troebel door een continue aanvoer van slib dat langs de Hollandse kust naar het noorden verplaatst en bezinkt in laag-energetische delen van de Waddenzee (met lage stroomsnelheden en golven). Typische sedimentconcentraties in de oostelijke Waddenzee zijn 5-100 mg/l nabij de oppervlak (Afbeelding 3.2). Deze concentraties kunnen oplopen tot een veelvoud hiervan nabij de bodem en tijdens stormen, wanneer door golven veel bodemmateriaal wordt [omgewoeld](#). Ook algenbloei zorgt voor perioden met bovengemiddeld troebel water. Gemiddelde achtergrondconcentraties in het Waddengebied worden geschat op 50 mg/l. Merk op dat in de MER studie voor de Vaarweg Eemshaven (Hartsuiker *et al.*, 2007) vergelijkbare waarden gepresenteerd zijn voor de gemeten achtergrondconcentraties enkele kilometers ten noorden van Eemshaven (gemiddelde concentratie van 55 mg/l, standaard deviatie: 32 mg/l).

Stroomopwaarts (landwaarts) van Eemshaven worden in het Eems estuarium veel hogere concentraties zwevend sediment waargenomen. Met name in de omgeving van de Dollard en in de Eemsrivier (in Duitsland) kunnen zeer hoge concentraties optreden. Deze zeer hoge concentraties zijn een gevolg van menselijke ingrepen in het gebied. Als gevolg van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden worden er voortdurend grote hoeveelheden sediment gemobiliseerd (zie paragraaf 3.2.2). In de Eemsrivier zijn de zwevend sediment concentraties vertienvoudigd sinds de jaren 50, voor een belangrijk deel als gevolg van vaargeul-verdiepingen. In hoeverre de vertroebeling van de Eemsrivier ook een effect heeft op de troebelheid van de rest van het estuarium wordt momenteel [onderzocht](#).

Afbeelding 3.2 Tijdseries concentratie zwevende stof voor meetstations in het studiegebied (de geïllustreerde stations Rottumerplaat en Zuid Oost Lauwers bieden de langste tijdseries met metingen). Bron: [Waterinfo kaart Rijkswaterstaat](#)



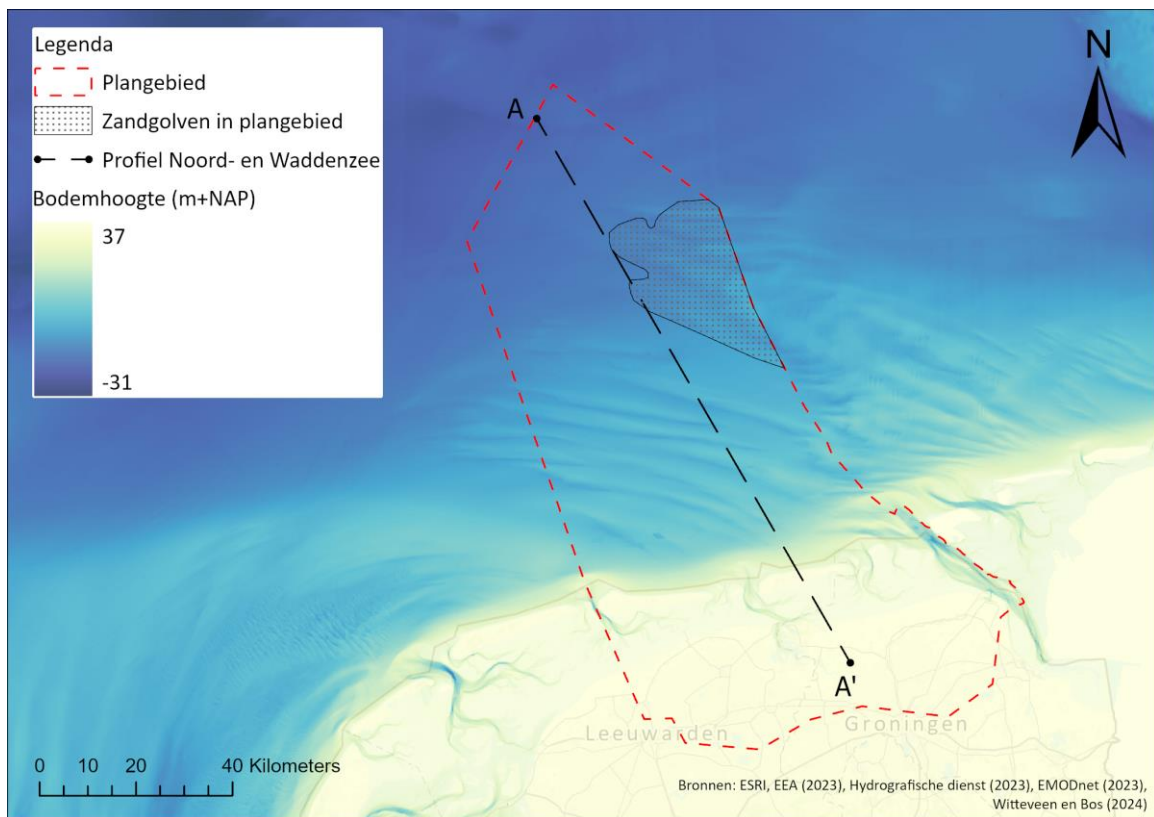
3.2.2 Morfologie en bodemdynamiek

Noordzee

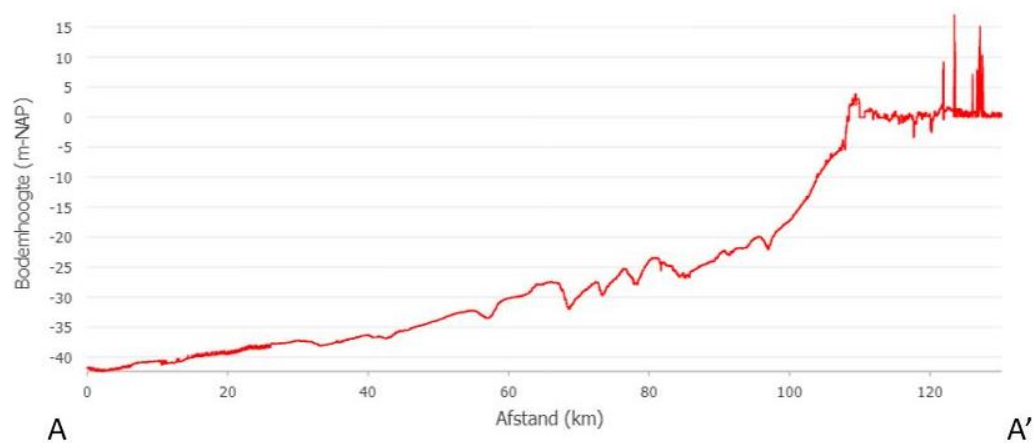
In het Noordzee-gedeelte van het studiegebied komen verschillende bodemvormen voor. De bodem in het Noordzeedeel van het studiegebied is stabiel dan de bodem in het Waddengebied. Het Noordzeegebied kenmerkt zich door zeebodem met een waterdiepte van tussen de NAP -20 m en NAP -35 m waarop onder meer zandbanken en kust-aangehechte banken voorkomen. In het noordoosten van het plangebied komen relatief lage zandgolven voor (Afbeelding 3.3 en Afbeelding 3.4). Het Noordzee-gedeelte van het studiegebied is daarom relatief stabiel in vergelijking met andere delen van de Zuidelijke Noordzee.

Een belangrijk verschil tussen zandgolven en zandbanken is dat zandgolven dynamischer zijn en snellere bodemhoogte veranderingen [veroorzaken](#). Zandgolven hebben lengtes in de orde van honderden meters, kunnen op sommige locaties hoogtes hebben van enkele meters en migreren met enkele meters tot maximaal orde 10 meter per jaar (Robin Morelissen et al., 2003; Valérie K. Bellec et al., 2019). De zandbanken in het studiegebied hebben lengtes in de orde van kilometers en hoogtes in de orde van 5 m tot 10 m en migreren niet of nauwelijks. De zandgolven in het plangebied zijn relatief laag, hebben een hoogte van 1 m tot 1,5 m en de oriëntatie is enigszins chaotisch (geen uniforme migratierichting, bepaald uit de oriëntatie van de kruinen van de zandgolven in dit gebied).

Afbeelding 3.3 Bodemhoogte (t.o.v. NAP) in de Noordzee en het waddengebied. Bathymetrie is samengesteld op basis van gegevens van Emodnet (100 x 100 m rooster), Dienst der Hydrografie (25x25 m rooster, 2009) en dieptemetingen van de Waddenzee door RWS (uit de periode 2017-2021 op een 20x20 m rooster). De zwarte lijn geeft het profiel weer waarover in Afbeelding 3.4 een dwarsdoorsnede gepresenteerd is



Afbeelding 3.4 Bodemhoogte t.o.v. NAP over het profiel dat weergegeven is in afbeelding 3.2

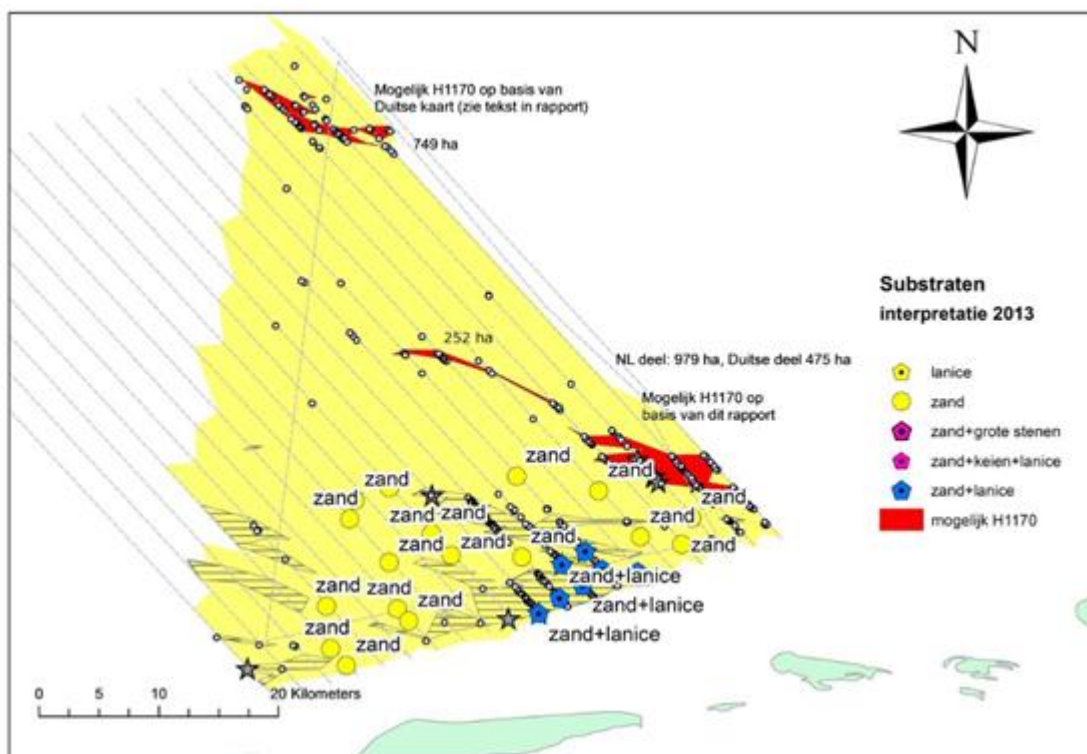


Aan de oostzijde van het Noordzee gedeelte van het plangebied bevindt zich het gebied 'Borkumse Stenen' (KRM-gebied). In dit gebied zijn drie verschillende bodemtypes te [onderscheiden](#):

- zandige bodem, dit bodemtype beslaat het grootste gedeelte van het gebied;
- Lanicevelden, dit zijn velden waar de kokerworm (*Lanice conchilega*) in een grote dichtheid voorkomt. Deze worm vormt kokers die bekleed zijn met schelpresten en zand. Lokaal kunnen kokers ophopen tot een hoogte > 0,30 m; In dit gebied is de bodem bezaaid met de door *Lanice* gemaakte kokers;
- bodembedekking door grind, keien en stenen. Deze bodemsamenstelling komt voor in een klein deel van het gebied, nabij de Duitse grens. De stenen kunnen een omvang van enkele meters hebben en liggen verspreid in dit gebied. De stenen en het grind zijn afkomstig van de eindmorenen van gletsjers uit het Saalien (de ijstijd in de periode van 200.000 tot 130.000 jaar geleden). In totaal 1980 ha binnen het gebied 'Borkumse Stenen' bestaat mogelijk uit een bodem bedekt door grind, keien en stenen.

De gebieden waar volgens Bos, O., et al. (2014) mogelijk een bodembedekking met grind, keien en stenen aanwezig is, is gepresenteerd in Afbeelding 3.5 (betreft 'mogelijk H1170'). De afbeelding toont ook waar Lanicevelden waargenomen zijn.

Afbeelding 3.5 Potentiële riffen in het studiegebied Borkumse Stenen. Dit figuur is overgenomen van Bos, O., et al. (2014) en gebaseerd op zowel waarnemingen als eerder onderzoek (Schwartzter & Diesing 2003)



Waddengebied

Het Nederlandse Waddengebied omvat, conform definitie in [de Agenda voor het Waddengebied 2050](#), de Waddenzee, inclusief de Eems-Dollard, de Waddeneilanden, de Noordzeekustzone ten noorden van de eilanden en de vaste wal langs de Waddenzee-kust van de provincies Noord-Holland, Fryslân en Groningen. In het deelrapport Bodem en Water op Zee wordt het 'natte deel' van het Waddengebied beschouwd. Effecten op bodem en water op de Waddeneilanden en de vaste wal komen aan bod in het deelrapport Bodem en Water op Land.

De Waddenzee strekt zich uit over een kustzone die ligt in Nederland, Duitsland en Denemarken en is het grootste onafgebroken gebied ter wereld met getijdengeulen, droogvallende platen afgeschermd door eilanden. Sinds 2009 is de Waddenzee opgenomen als natuurlijk Werelderfgoed op de Werelderfgoedlijst van UNESCO vanwege zijn wereldwijd unieke geologische en ecologische waarden.

Het Waddengebied heeft zich in de afgelopen 7.000 jaar [gevormd](#). De morfologie van de Waddenzee is voornamelijk gedreven door het getij. De grote volumes water en sediment die iedere getijcyclus de Waddenzee in- en uitstromen vormen een dynamisch patroon van geulen en platen. Sediment wordt voortdurend uitgewisseld tussen geulen, platen en buitendelta (zie Afbeelding 3.6).

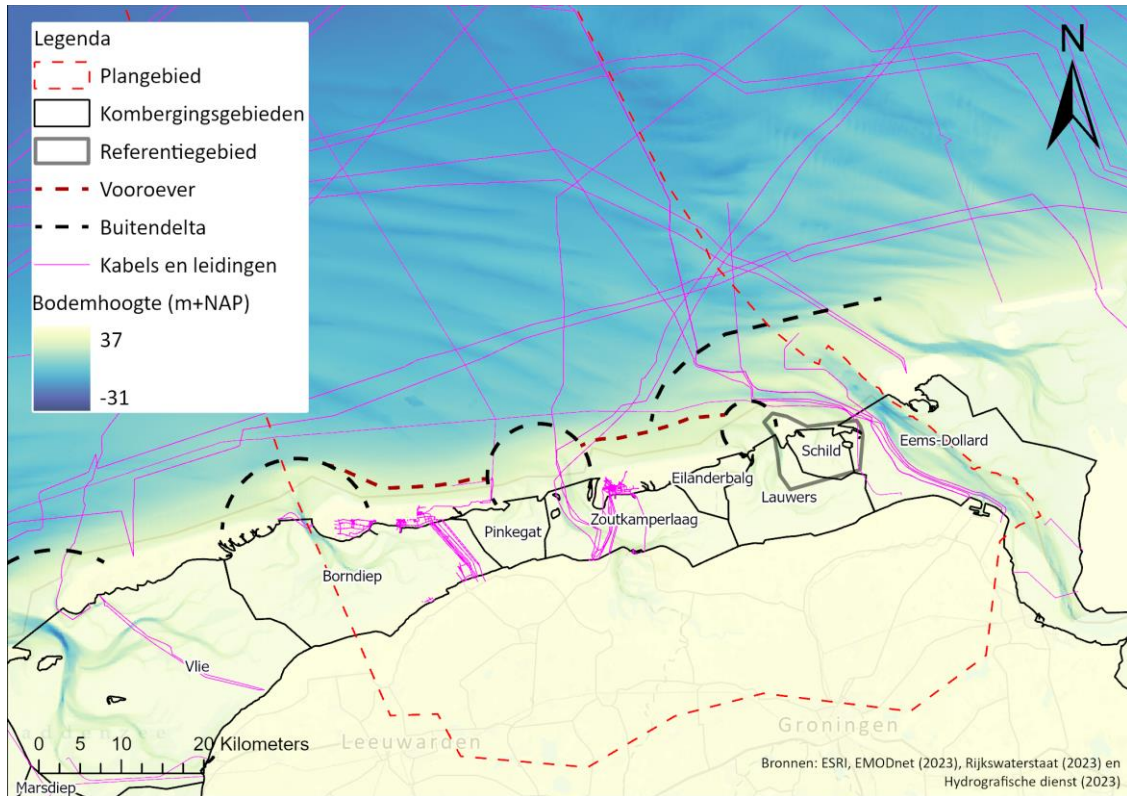
Slib en fijn zand worden voornamelijk verplaatst als zwevend sediment (en dragen zo bij aan de natuurlijke troebelheid). Transport van (grover) zand vindt dicht bij de bodem plaats. De begroeide kwelders en pionier kwelders, welke aan de randen van de Waddenzee liggen, vangen sediment in.

Afbeelding 3.6 Transportpaden van water en sediment in het Waddengebied. Bron: Hoe werkt het Wad? Deltaprogramma, Waddengebied (2012)



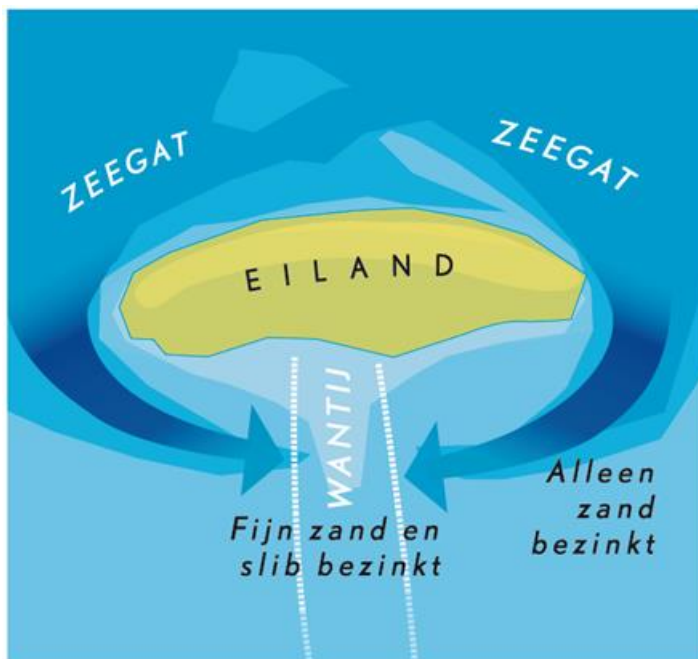
De Waddenzee bestaat uit meerdere kombergingsgebieden (ook wel zeegat-systemen). Dit zijn getijdebekkens achter een zeegat tussen twee Waddeneilanden die onder invloed van de getijdenstromen afwisselend vol- en leeglopen. De geulen in dergelijke gebieden zijn verbonden met dit zeegat. De namen van de verschillende kombergingsgebieden worden weergegeven in Afbeelding 3.7 samen met de verschillende kabels en leidingen die eerder in de Waddenzee zijn aangelegd ([Kabel en Leidingen Waddenzee](#)). Deze assets dienen onder meer om de eilanden van stroom, water en gas te voorzien en zijn op verschillende momenten aangelegd. De gasleiding naar Ameland dateert bijvoorbeeld uit de jaren 80 van de vorige eeuw, terwijl de meest recente stroomkabels naar Ameland in 2022 zijn aangelegd. De export kabels naar het offshore windpark Gemini zijn in 2015 en 2016 aangelegd. Veel van de kabels en leidingen liggen rond de zogenoemde wantijen op de grenzen van de kombergingsgebieden. Dit zijn ondiepe gebieden die tijdens laagwater (grotendeels) droogvallen. Op het wantij is de hydrodynamica relatief laag-energetisch, waardoor in dit gebied fijn zand en slib kan bezinken. Afbeelding 3.8 laat een schematische weergave zien van het ontstaan van een wantij. In de hoofdgeulen waarin een sterke getijstrooming optreedt, kan slib niet bezinken en is de bodem zandig.

Afbeelding 3.7 De verschillende kombergingsgebieden binnen het studiegebied



Het noordelijk deel van het Waddengebied ligt tussen de noordkust van de Waddeneilanden en de NAP -20 m contour op de Noordzee. Dit gebied wordt de vooroever genoemd. Hier loopt de zeebodem op richting de kust van het Waddeneiland met een toenemende helling (Afbeelding 3.4). In de ondiepe actieve zone ten noorden van de Waddeneilanden (tussen NAP -8 m en NAP +3 m) komen brekerbanken voor. De dynamiek van deze bodemvormen wordt gedreven door golven. Een enkele storm kan tot grote veranderingen van de bodem van de vooroever leiden. Gemiddeld bewegen brekerbanken richting de kust in het zomerseizoen en zeewaarts in het stormseizoen.

Afbeelding 3.8 Schematische weergaven van de manier waarop wantijen ontstaan op de grens van een zeegatsysteem.
Bron: Hoe werkt het Wad? Deltaprogramma, Waddengebied (2012)



Bij de zeegaten tussen de eilanden wordt de morfologie gedomineerd door de buitendelta's met kenmerkende geulen en platen die in dit gebied cyclisch [verplaatsen](#). De bodemhoogte in deze gebieden is dynamisch; Tijdens de levensduur van kabelsystemen en leidingen (orde 50 jaar) kan deze hier meer dan 10 meter veranderen. De II: Oude Westereems route (Eemsmonding), V: Boschgat route (Lauwers) en IX: Zoutkamperlaag route (Zoutkamperlaag) voeren door buitendelta's.

Afsluitingen en daaruit volgende afnames van het oppervlak van de Waddenzee hebben geleid tot veranderingen van de hydrodynamica en morfologie van de Waddenzee. Vanwege de lange tijdschaal, waarop morfologische veranderingen plaatsvinden, hebben afsluitingen uit het verleden ook op dit moment nog invloed op de bodemontwikkeling in de Waddenzee. In de oostelijke Waddenzee heeft de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 de grootste impact gehad. Door deze ingreep is het watervolume dat per getijcyclus door de Zoutkamperlaag stroomt afgenomen met 30 % (Biegel & Hoekstra, 1995). Nog altijd vormen de geulen en platen in de buitendelta en in het Waddengebied achter dit zeegat zich naar deze veranderingen. De doorsnede van geulen neemt af door sedimentatie en er vormen zich nieuwe wadplaten.

Er liggen kwelders langs de zuidoostelijke randen van Ameland en Schiermonnikoog. Deze gebieden zijn ontstaan na de aanleg van stuifdijken op deze eilanden. Momenteel worden deze stuifdijken niet langer onderhouden. Langs de vastelandskust liggen eveneens kwelders. Deze zijn een resultaat van kwelderwerken: het plaatsen van een stelsel van dammen om de sedimentatie te bevorderen. Een deel van de kwelderwerken wordt momenteel niet langer actief onderhouden, met als doel om de natuurlijke dynamiek van de vastelandskwelders te stimuleren.

In de afgelopen eeuw heeft de Waddenzee netto zand [geïmporteerd](#). Dit heeft de effecten van zeespiegelstijging en bodemdaling in het gebied tot nog toe gecompenseerd. De verwachting is dat deze balans ook de komende decennia stand [houdt](#). De evolutie op de langere termijn is afhankelijk van het klimaatscenario en daaraan gekoppelde snelheid van [zeespiegelstijging](#).

In de Waddenzee wordt gebaggerd om vaargeulen en havens op de juiste diepte te houden. Een van de meest intensief onderhouden delen is de veerbootroute Holwerd-Ameland waar in de afgelopen jaren gemiddeld 1,8 miljoen kubieke meter (Mm^3) sediment per jaar wordt verwijderd. In totaal wordt er jaarlijks ongeveer 4 Mm^3 uit de vaargeulen en havens van de Waddenzee gebaggerd en door Nederland 6 Mm^3 uit de vaarwegen en havens in het [Eemsestuarium](#) (aanvullend wordt ook door Duitsland 4 tot 6 Mm^3 gebaggerd in het Eemsestuarium). Het gebaggerde sediment wordt binnen de Waddenzee verspreid op

hiervoor aangewezen verspreidingslocaties en nabij de gebaggerde geul. Het gebaggerde sediment bestaat voornamelijk uit zand in de hoofdgeulen en slib in de geuleindes en havens. De baggerwerkzaamheden die reeds uitgevoerd worden in het Waddengebied zijn relevant in relatie tot dit deelrapport, omdat voor de aanleg van een deel van de routes ook (voorbereidende) baggerwerkzaamheden worden voorzien.

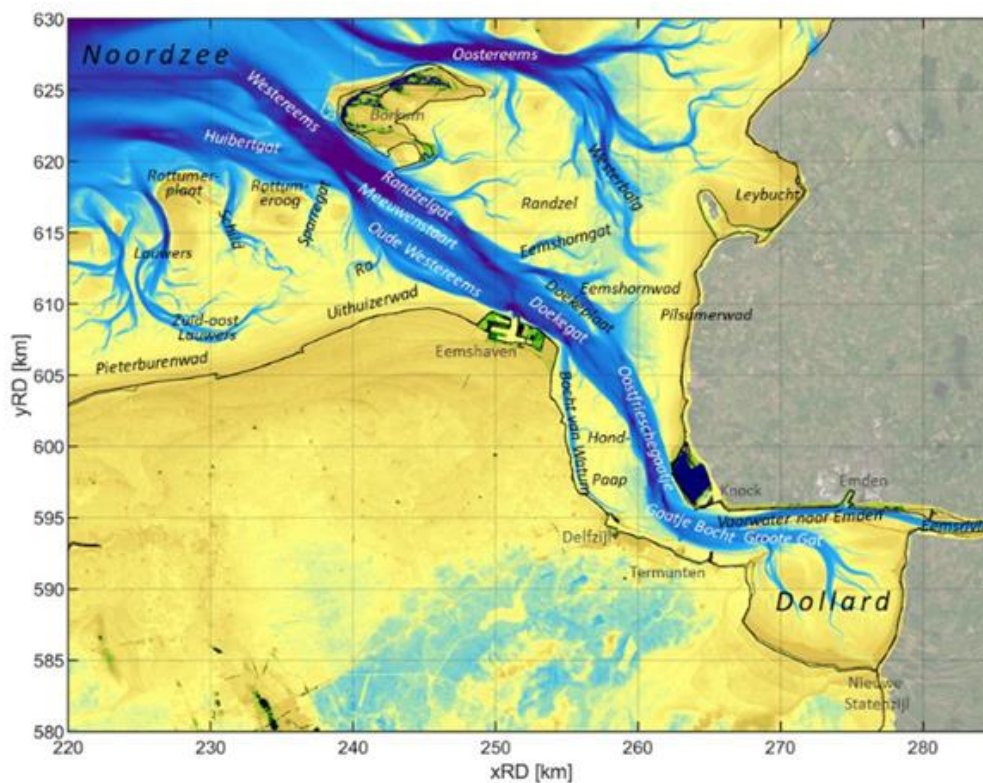
Referentiegebied Rottum

In de Verklaring van Esbjerg in 1991 hebben Denemarken, Duitsland en Nederland afspraken gemaakt over het instellen van referentiegebieden in de Waddenzee. Doelstelling 33.3 luidt: aanwijzen van voldoende grote, evenredig verdeelde gebieden binnen de Waddenzee waar alle exploitatie en verstorende activiteiten zijn verboden, en die kunnen dienen als referentiegebieden voor wetenschappelijke [doeleinden](#). Het gebied Rottum (met daarin Rottumerplaat, Rottumeroog en Zuiderduin) inclusief de tussenliggende geulen en platen is in 2005 aangewezen als referentiegebied in de Waddenzee. De status van dit gebied waarbinnen 'geen exploitatie van hulpbronnen plaats mag vinden en dat dient als referentiegebied voor wetenschappelijk onderzoek' is vastgelegd in de structuurvisie [Waddenzee](#). Doordat er binnen dit gebied geen verstoringen plaatsvinden, is hier onderzoek naar de ontwikkelingen van het Waddengebied zonder menselijke ingrepen [mogelijk](#). Het gesloten gebied is 7250 ha. groot, bedraagt circa 3 % van de Waddenzee en valt binnen het gebied waar de schelpenvisserij sinds 1993 verboden is en sinds 2005 alle bodem beroerende visserij. Het gebied bevat geulen, prielen, diep en ondiep water, kwelders en zandplaten.

Eems-estuarium

Binnen het plangebied valt ook het zeewaartse deel van het Eems-estuarium. Het gehele estuarium ligt tussen de riviermonding bij Pogum en de monding zeewaarts van Rottumeroog en Borkum en beslaat ongeveer 500 km². In het estuarium komt zoetwater uit de rivier samen met zout zeewater. Dit leidt vooral landwaarts van Eemshaven tot een sterk variabel zoutgehalte (saliniteit) en ingewikkelde waterbeweging. Het gebied landwaarts van Eemshaven valt echter buiten het plangebied en ook buiten het studiegebied van dit deelrapport. Ongeveer de helft van het oppervlak van het estuarium bestaat uit getijdegeulen (48 %) en de andere helft uit platen (38 %) en slikken (10 %). Het overige deel van het oppervlak betreft havens en [kweldergebied](#). Verhoudingsgewijs is het oppervlak aan getijdegeulen in het deel van het Eems-estuarium dat binnen het studiegebied ligt groter dan in het landwaartse deel van het Eems-estuarium (de Dollard), waar veel meer ondiepe platen en slikken voorkomen.

Afbeelding 3.9 Naamgeving van geulen en platen in en rondom het Eems-estuarium. Uit Dankers, et al. (2022)



De grootste verandering in het geulenpatroon van de Eemsmonding in de afgelopen eeuw is het verdwijnen van de geulverbinding tussen de geulen Oostereems en Westereems. Tegenwoordig ligt hier een wantij, dat wordt gevormd door de platen en ondieptes Randzel, Eemshorn en het Pilzumer [wad](#) (Afbeelding 3.9). Direct zeewaarts van Eemshaven stroomt het grootste deel van het water door de geulen Randzelgat en de Oude Westereems. In de Eemsmonding zijn het Huibertgat en de Westereems de dominante getijdegeulen. De geulen en platen in het studiegebied zijn dynamisch, ze verplaatsen en veranderen van omvang, waardoor de bodemhoogte over een tijdspanne van decennia met meer dan 10 m kan veranderen. De grootste dynamiek treedt op in de Eemsmonding, zeewaarts van Rottumeroog. Relevante veranderingen in de afgelopen decennia bestaan vooral uit een bijzonder snelle bodemveranderingen door migratie van geulen en platen in het gebied waar het Huibertgat en de Oude Westereems op elkaar aansluiten (ten noordoosten van Rottumeroog), en het noordoostwaarts migreren van de Oude Westereems, waardoor de ondiepte de Meeuwenstaart smaller is geworden (Arcadis, 2013).

In het estuarium varen grote schepen met als voornaamste bestemmingen Eemshaven en Emden. Deze maken gebruik van een vaargeul door het Randzelgat en de Westereems, die voor dit doel met baggerwerkzaamheden op diepte wordt gehouden. In totaal wordt er in het Eems estuarium per jaar 8 miljoen kubieke meter ($M\ m^3$) tot $12\ M\ m^3$ sediment gebaggerd. Het grootste deel van deze volumes is slibrijk en wordt gebaggerd in het Emders Vaarwater, Gatjebogen, de havens (Eemshaven en Delfzijl) en het meest bovenstroomse deel van de [Eemsrivier](#) (nabij Papenburg). De vaarweg tussen de Noordzee en Eemshaven is in de periode 2016-2017 verruimd, zodat de haven kan worden bereikt door grotere schepen. Als gevolg daarvan is het jaarlijkse vaargeulonderhoud toegenomen, momenteel wordt er ongeveer $2.5\ M\ m^3$ sediment per jaar gebaggerd om de verdiepte vaargeul te onderhouden, dit betreft voornamelijk zandig [materiaal](#).

3.2.3 Kustfundament

Waddengebied

Het kustfundament ligt in de zone tussen het land en de NAP -20 m lijn. Daarmee ligt het in zijn geheel binnen het gebied dat in dit deelrapport wordt geclassificeerd als het Waddengebied.

Nederland heeft van nature een eroderende kust, er verdwijnt meer zand dan dat er wordt aangevoerd. Ook de kust van de Waddeneilanden is van nature eroderend en wordt onderhouden met suppleties. In 1990 is gekozen voor het dynamisch handhaven van de kustlijn en is de basiskustlijn vastgesteld. Wanneer de kust op een locatie structureel achter de basiskustlijn ligt, wordt de kust lokaal aangevuld met zand via zandsuppleties. Dit geldt niet voor de oostelijke uiteinden van de Waddeneilanden Ameland en Schiermonnikoog, zie de [link](#). Hier wordt structurele erosie wel geaccepteerd. Dit heeft implicaties voor de vereiste begraafdiepte van de kabelsystemen en waterstofleidingen langs de routes die in de kustzone van dit deel van de eilanden liggen. Dit is (gedeeltelijk) het geval voor de corridors die over Ameland en Schiermonnikoog lopen. De basiskustlijn is sinds de vaststelling in 1990 enkele malen aangepast. Behalve voor het handhaven van de basiskustlijn worden ook suppleties uitgevoerd om het kustfundament (tot NAP -20 m) mee te laten stijgen met de stijgende zeespiegel. Het zand dat nodig is om de suppleties uit te voeren wordt gewonnen zeewaarts van de NAP -20 m contour en binnen de 12-mijlszone.

Kenmerkend voor de Noordzeekust van Schiermonnikoog zijn de brede stranden, waarop op veel plaatsen ook duinvorming (embryonale en witte duinen) zichtbaar is. Schiermonnikoog is het enige Waddeneiland waar op dit moment nog geen zandsuppleties zijn uitgevoerd. Wel wordt een zandsuppletie aan de noordwestzijde van het eiland sinds een aantal jaren [overwogen](#), omdat de kustlijn daar achteruit is gegaan. De kust van Ameland is meermaals gesuppleerd. Het strand aan de oostelijke zijde van het eiland wordt gekenmerkt door een grote natuurlijke dynamiek, omdat dit buiten de BKL zone ligt en de duinen hier geen primaire kering vormen.

3.2.4 Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

Noordzee

De bodem van de Noordzee in het plangebied bestaat uit zand, klei en grind, die daar in een periode van miljoenen jaren door rivieren zijn [afgezet](#). De bovenste laag is het meest recent (tijdens het Holocene)

afgezet en bestaat in het grootste deel van het plangebied uit een laag met fijn tot middelgrof zand met een [dikte van 2 m tot 10 m](#). Op enkele plaatsen komt grindhoudend zand in de bovenste meter van de zeebodem voor (Afbeelding 3.10, Afbeelding 3.11). Binnen het gebied de 'Borkumse Stenen' komen op enkele plaatsen ook grote keien en stenen voor die hier aan het einde van het Pleistoceen zijn afgezet (zie paragraaf 3.2.2).

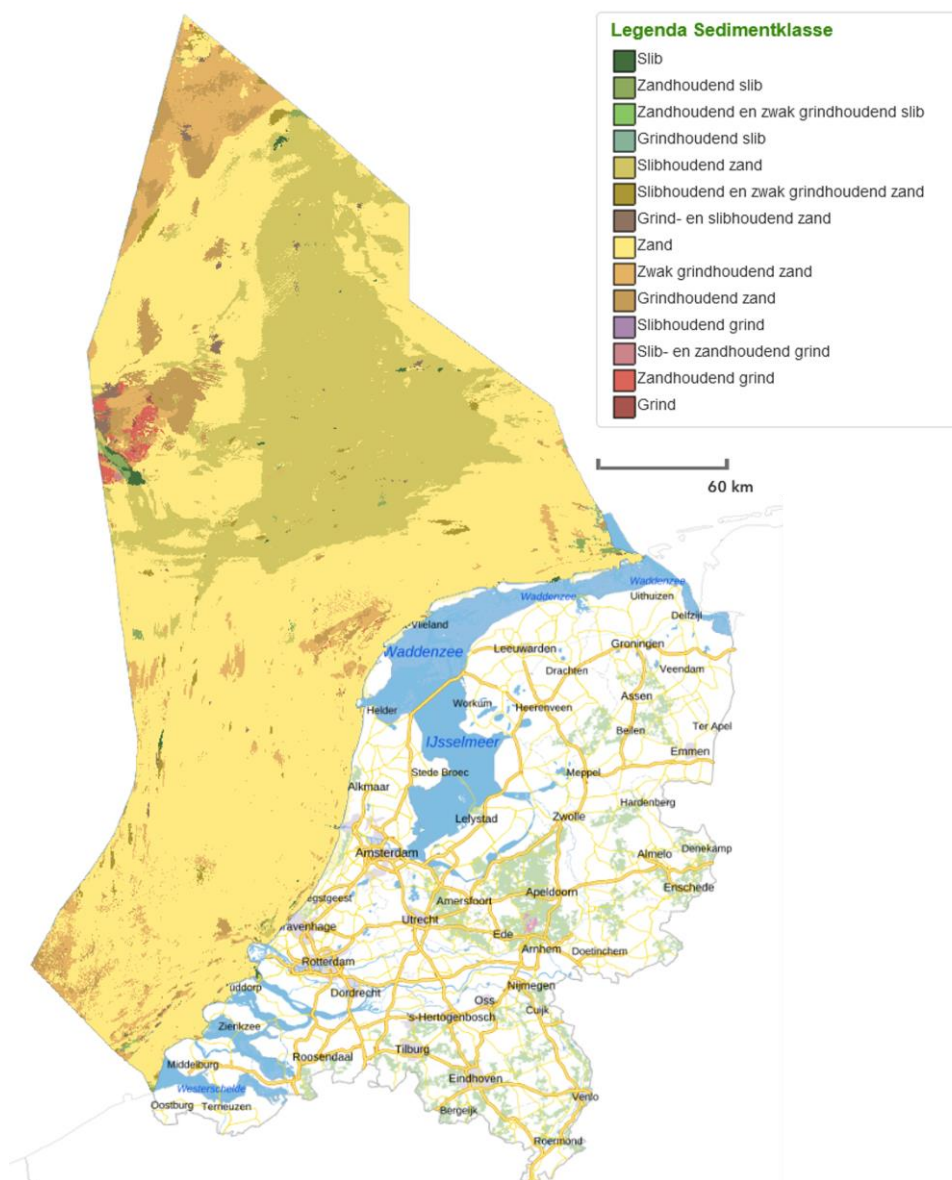
Voorkomen van Potklei

Op sommige plaatsen in het Noordzeegebied komen hardere, erosiebestendige lagen voor. Zo is ongeveer 20 km ten noorden van Schiermonnikoog op enkele meters onder zeebodem potklei aangetroffen in een boring (afbeelding 3.9). Aangezien in de zeewaartse uitlopers van de Eems eveneens potklei voorkomt is het niet onwaarschijnlijk dat dit op meer plekken in het oostelijk deel van het plangebied voorkomt (Hijma, 2017). Door de samenstelling is potklei erosiebestendig en vereist specifiek materieel om de waterstofleidingen en kabelsystemen in te graven.

Binnen het Noordzee deel van het plangebied zijn geen bodemverontreinigingen bekend, ander dan munitiedumpsites, gezonken schepen en vliegtuigen, en verlaten kabels en leidingen.

Afbeelding 3.10 Korrelgrootte van het sediment dat zich aan het oppervlak (bovenste meter) van de zeebodem bevindt.

Bron: [DINOloket](#), zeebodemsedimentkaart



Afbeelding 3.11 Korrelgrootte van het sediment dat zich aan het oppervlak (bovenste meter) van de zeebodem bevindt. Bron: [Noordzee-atlas](#) (2004)

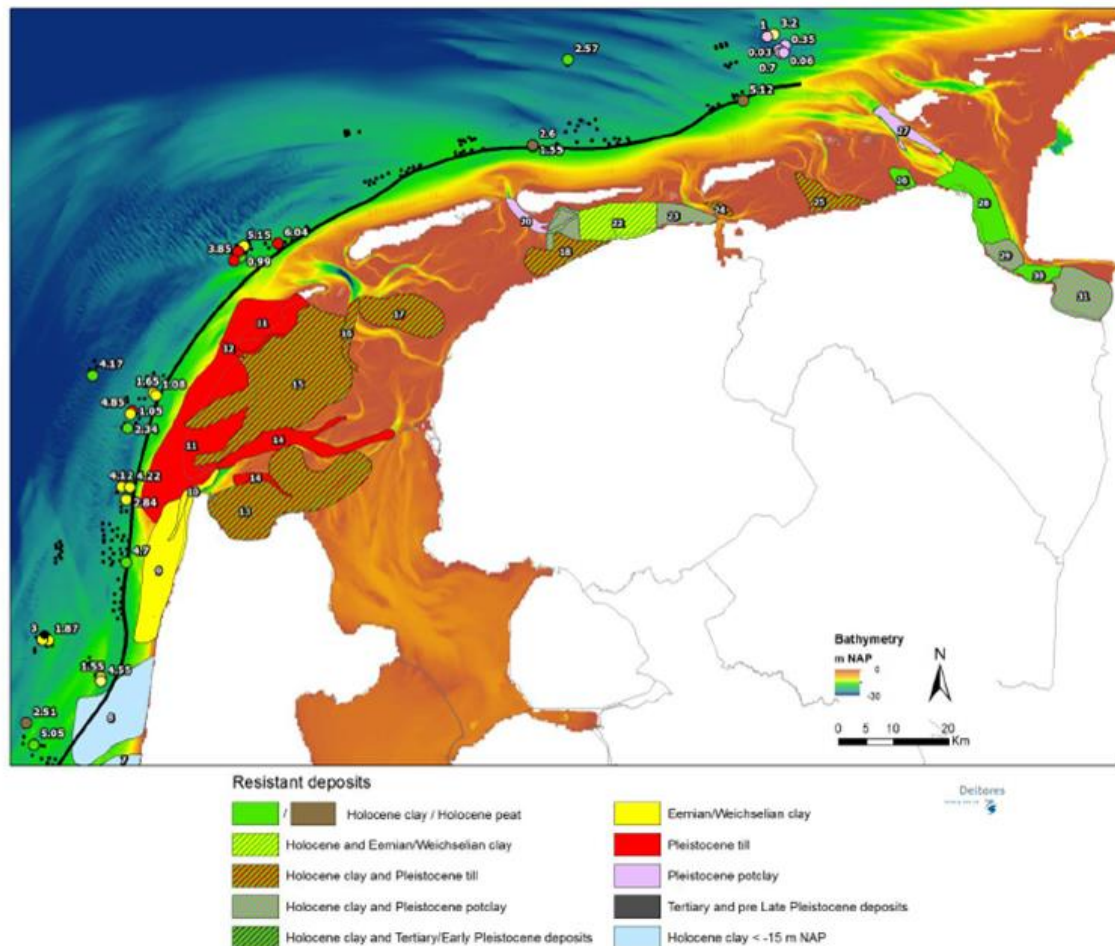


Waddengebied

De bodem van de Waddenzee bestaat grotendeels uit zand, waarbij geldt dat op de wadplaten de korrelgrootte van het sediment kleiner is dan in de geulen. Ongeveer 10 % van het bodemmateriaal bestaat uit [slib](#). Dit slib is van origine hoofdzakelijk afkomstig van de kliffen langs de Franse en Engelse kust, de Atlantische oceaan en de Vlaamse Banken. Het slib slaat voornamelijk neer aan de landwaartse zijde van de wadplaten en in de kwelders. Hier komen dan ook de hoogste concentraties van dit materiaal [voor](#). In het Waddengebied kunnen in de ondergrond ook kleilagen worden aangetroffen (Afbeelding 3.12). Vooral in het Eems estuarium is bekend dat erosieresistente lagen zoals potklei en oude getijklei een belangrijke invloed hebben op de ontwikkeling van geulen en [platen](#). In de Noordzeekustzone is de bodemsamenstelling overwegend zandig (zie ook Afbeelding 3.10, Afbeelding 3.11). Met name in de meest dynamische delen, zoals de brekerbanken voor de kust en de buitendelta's zijn de hydrodynamische condities zodanig dat hier weinig fijn sediment bezinkt. Het bodemmateriaal kent hier daardoor lagere slibgehalten.

In het Waddengebied zijn geen verontreinigingen van de zeebodem bekend.

Afbeelding 3.12 Kaart van de kustzone van Noord-Nederland met daarin de gebieden binnen het kustfundament en de Waddenzee waar erosie-resistente lagen verwacht kunnen worden (uit Hijma, 2017). De zwarte stippen geven boringen weer. Sommigen boringen zijn gekleurd en laten zien welke erosie-resistente laag aangetroffen is door de kleuren overeen te laten komen met de legenda van de gebieden uit Hijma, 2017. Het getal naast de boring geeft aan hoe diep onder de zeebodem de laag aangetroffen is. De zwarte doorgaande lijn geeft de zeewaartse grens van het kustfundament weer. Overgenomen uit Quicksan resultaten Noordzee Zandwinproject op huidige inzichten lange termijn kustontwikkeling (Hijma, 2017)



3.3 Autonome ontwikkelingen

De toekomstige ontwikkelingen die plaatsvinden in het plangebied en wellicht relevant zijn voor PAWOZ zijn onderverdeeld in de volgende drie categorieën:

- **Autonome ontwikkelingen** zijn plannen en projecten waarvoor de besluitvormingsprocedure is doorlopen (onherroepelijke besluiten) en dus vergund zijn of waarvoor de vergunningaanvraag(en) is ingediend, maar die nog niet gerealiseerd zijn. Deze zijn relevant als ze effecten hebben op hetzelfde (plan- of studie)gebied of op dezelfde functies en beoordelingsaspecten als PAWOZ.
- **Overige toekomstige ontwikkelingen** zijn ontwikkelingen in het (plan- of studie)gebied die zich in een voorfase (toekomstig idee) bevinden en waarover eventuele besluitvorming nog zal plaatsvinden.
- **Autonome processen:** ontwikkelingen in de fysieke omgeving die onafwendbaar zijn en een gegeven zijn voor de toekomstige staat van de kenmerken van de omgeving. Het betreft bijvoorbeeld zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. Deze autonome processen beïnvloeden de toekomstige referentiesituatie en worden waar nodig behandeld. In het algemeen leiden deze processen over een lange periode pas tot relevante veranderingen.

Autonome ontwikkelingen zijn meegenomen in PAWOZ. Aangezien autonome ontwikkelingen met tijd veranderen (bijvoorbeeld: nieuwe ontwikkelingen worden vergund) is een peildatum gehanteerd. Deze peildatum is 19 februari 2024, start effectonderzoeken. Ontwikkelingen na deze datum zijn niet meegenomen in de plan-MER voor PAWOZ, deze kunnen in de vervolg project-mer meegenomen worden. Tabel 3.1 beschrijft de autonome ontwikkelingen die plaatsvinden op zee en Tabel 3.2 de overige toekomstige ontwikkelingen op zee. Tot slot beschrijft Tabel 3.3 de autonome processen. In de tabellen staat hoe PAWOZ rekening houdt met deze ontwikkelingen.

3.3.1 Autonome ontwikkelingen

Tabel 3.1 Autonome ontwikkelingen op zee

Autonome ontwikkeling	Beschrijving
Zandwinning Noordzee	Het gebied zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m lijn en landwaarts van de 12-nautische mijlgrens is aangewezen als reserveringsgebied voor zandwinning. Binnen dit reserveringsgebied zijn nieuwe zoekgebieden voor zandwinning aangewezen. Schelpenwinning is toegestaan in gebieden tot 50 kilometer uit de kust, vanaf de NAP -5 m dieptelijn en zeewaarts van de 3 nM uit de kust (LAT). De hoeveelheden gewonnen schelpen mogen niet groter zijn dan de natuurlijke aanwas. In 2018 is het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 tot en met 2027' en het MER 'Winning ophoogzand Noordzee 2018 tot en met 2027' gepubliceerd. Inmiddels is de MER procedure afgerond en de ontgrondingsvergunning voor de periode 2018-2027 afgegeven. <i>De zandwinning Noordzee is relevant voor het deelrapport Bodem en Water op Zee, omdat het programma effect kan hebben op het kustonderhoud (en daarmee op de benodigde zandwinning). Deze effecten zijn onderzocht en treden niet op. Daarmee treedt geen cumulatie op.</i>
Schelpenwinning Noordzee	Gespecialiseerde bedrijven winnen op de Noordzee schelpen uit sedimentlagen die voornamelijk bestaan uit de resten van afgestorven schelpdieren. Ze worden voor uiteenlopende doelen gebruikt, bijvoorbeeld in drainagesystemen en voor verharding van paden. In programma Noordzee 2022-2027, dat is gepubliceerd op 18 Maart 2022, is opgenomen dat het winnen van schelpen is toegestaan zeewaarts van de NAP -5 m dieptelijn in hoeveelheden die overeenstemmen met de natuurlijke aanwas. <i>Daardoor leidt de schelpenwinning niet tot netto effecten op de bodem. Om deze reden heeft dit geen effect op het deelrapport Bodem en Water op Zee en treedt geen cumulatie met het programma op.</i>
Basiskustlijn	Nederland heeft van nature een eroderende kust; er verdwijnt meer zand dan dat er wordt aangevoerd. In 1990 is gekozen voor het dynamisch handhaven van de kustlijn en is de basiskustlijn vastgesteld. Wanneer de kust op een locatie structureel achter de basiskustlijn ligt wordt de kust lokaal aangevuld met zandsuppleties. Dit geldt niet voor de oostelijke uiteinden van de Waddeneilanden Ameland en Schiermonnikoog waar structurele erosie wel wordt geaccepteerd. Dit heeft implicaties voor de vereiste begraaftediepte van de kabels indien deze over dit deel van de eilanden loopt. De basiskustlijn is sinds vaststelling in 1990 enkele malen aangepast. Behalve voor het handhaven van de basiskustlijn worden ook suppleties uitgevoerd om het kustfundament (tot NAP -20 m) mee te laten stijgen met de stijgende zeespiegel. Vanaf 2024 wordt gewerkt aan het suppletieprogramma 2024-2027. <i>In het deelrapport is onderzocht of het programma effect heeft op het kustonderhoud (en daarmee op de benodigde zandwinning). Dat is niet het geval. Er treedt geen cumulatie op.</i>
Baggeronderhoud	In de Waddenzee worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de geulen en havens op voldoende diepte voor de scheepvaart te houden. Deze baggerwerkzaamheden zijn passend beoordeeld en opgenomen als regulier onderhoud in het Natura 2000 beheerplan Waddenzee. In het verleden gold dat een deel van het zand dat vrijkomt bij het vaarwegonderhoud aan de Waddenzee en Noordzeekustzone mag worden onttrokken voor de zandhandel. Rijkswaterstaat heeft in 2016 een besluitvormingstraject in gang gezet om deze vorm van onttrekking van zand aan de Waddenzee vanaf 2018 geleidelijk af te bouwen. Sinds 2022 wordt er geen zand meer gewonnen in de Waddenzee. De achterliggende filosofie is dat het wenselijk is om zoveel mogelijk sediment in het systeem te houden.

Autonome ontwikkeling	Beschrijving
	<i>Uitgangspunt in PAWOZ is dat al het sediment dat in de Waddenzee ontgraven wordt ook in de Waddenzee verspreid wordt. Onderzocht is of de ingrepen in PAWOZ effect hebben op de baggeropgave. Dat is niet het geval, er treedt geen cumulatie op.</i>
Veilige gebruiksruimte gas- en zoutwinning onder de Waddenzee	Onder de Waddenzee wordt gas en zout gewonnen. Binnen het plangebied vindt alleen gaswinning door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) plaats. Deze gaswinning vindt plaats vanaf land: op Ameland en vanuit Blija sinds de jaren '80 en vanuit Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen sinds 2006. Hierbij wordt het 'hand aan de kraan'-principe toegepast om schade aan de natuur te voorkomen. Dit houdt in dat vooraf wordt getoetst welke hoeveelheden gas en zout kunnen worden gewonnen opdat de bodemdaling als gevolg daarvan binnen de grenzen blijft die de Waddenzee op basis van de natuurlijke sedimentatie van zand en slib kan compenseren. De overheid stelt per kombergingsgebied waaronder gas- of zoutwinning plaatsvindt een veilige gebruiksruimte vast waarbinnen de bodemdalingssnelheid als gevolg van de winning moet blijven. Daarbij wordt ook rekening gehouden met zeespiegelstijging. De kombergingsgebieden binnen het plangebied waarvoor gebruiksruimtes zijn vastgesteld zijn het Pinkegat (4,6 mm/jaar) en de Zoutkamperlaag (3,6 mm/jaar) voor de periode 2021-2026. Zowel de feitelijke bodemdaling als effecten op de natuur worden gemonitord. Het doel hiervan is om, indien de monitoring daartoe aanleiding geeft, de winning tijdig te kunnen verminderen of te stoppen. De gebruiks-ruimtes worden tenminste 5-jaarlijks geactualiseerd. <i>In het deelrapport is onderzocht of programma leidt tot extra bodemdaling door erosie. Dat is niet het geval waardoor geen cumulatie optreedt.</i>

3.3.2 Overige toekomstige ontwikkelingen

Tabel 3.2 Overige toekomstige ontwikkelingen op zee

Overige toekomstige ontwikkeling	Beschrijving
Gaswinning uit gasveld N05-A ten noorden van Rottemerplaat en Borkum	ONE-Dyas B.V. wil aardgas winnen uit het gasveld N05-A in de Noordzee en daarvoor boven het gasveld een gaswinningsplatform in zee plaatsen. De beoogde locatie van het platform bevindt zich in het Nederlandse deel van de Noordzee, ongeveer twintig kilometer uit de kust van Schiermonnikoog, Rottumerplaat en Borkum. In Juni 2024 werden bezwaren van tegenstanders door de Raad van Staten afgewezen en werd geoordeeld dat ONE-Dyas door kan gaan met de offshore werkzaamheden voor gaswinningsproject N05-A. Levering van het eerste aardgas in december 2024 is daardoor nog steeds mogelijk. Deze autonome ontwikkeling is niet meegenomen in de beoordelingen van PAWOZ, omdat de vergunningen voor de gaswinning tijdelijk waren opgeschort ten tijde van de beoordelingen.
Gaswinning bij Ternaard	De NAM wil gas winnen uit een nog niet aangeboord gasveld ten noorden van Ternaard. Een klein deel van dat gasveld ligt onder land, het grootste deel ligt onder de Waddenzee. De ontwerpbesluiten voor dit project hebben van vrijdag 27 augustus tot en met donderdag 7 oktober 2021 ter inzage gelegen. Een definitief besluit over de vergunningverlening werd in 2022 verwacht, maar dit is uitgesteld als gevolg van een uitspraak van de Raad van State over de bouwvrijstelling voor stikstofdepositie. In 2024 werd een beslissing van het definitieve projectbesluit verwacht, maar ook dit is uitgesteld, omdat op 5 Maart 2024 staatssecretaris Vijlbrief (Mijnbouw) heeft aangegeven dat er voorlopig geen toestemming is voor gaswinning Ternaard.
Herstel van kwaliteit van permanent overstroomde zandbanken (sublitoraal) en van slik- en zandplaten (litoraal)	In de Waddenzee en Noordzeekustzone geldt een verbeteropgave voor de 'instandhouding van permanent overstroomde zandbanken'. Om dit te bereiken wordt het geleidelijk afbouwen van de bodem beroerende mosselzaadvisserij voortgezet zodat meerjarige mosselbanken beter kunnen ontwikkelen. Ook geldt een verbeteropgave voor de kwaliteit van het habitatype slik- en zandplaten (litoraal). Om dit te realiseren is een herstel van droogvallende mosselbanken en zeegrasvelden noodzakelijk.
Maatregelenpakket verminderen impact van bodemberoerende activiteiten	Het cumulatieve effect van bodemberoerende activiteiten zoals visserij, vaargeulonderhoud en suppletiewerken in de Waddenzee en Noordzeekustzone is onderzocht in opdracht van Rijkswaterstaat, het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en de Coalitie Wadden Natuurlijk. De Waddenacademie heeft het rapport gecontroleerd en op basis daarvan een aantal aanbevelingen gedaan.

Overige toekomstige ontwikkeling	Beschrijving
	Het voornemen was dat Rijkswaterstaat en Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) met betrokken partijen in gesprek zouden gaan over de vervolgstappen, inclusief nader onderzoek. Inmiddels is het PRW opgeheven. Het is onbekend hoe Rijkswaterstaat een vervolg geeft aan het onderzoek.
Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)	Het PAGW voorziet voor de Waddenzee in maatregelen om de randen van het wad te verzachten door het terugbrengen van geleidelijke overgangen tussen land en water, zoet- en zoutwater (connectiviteit) en herstel van leefgebieden. In de derde tranche van de PAGW (2022) is EUR 15 miljoen gereserveerd voor het project Onderwatematuur Waddenzee, waarin vispopulaties en het voedselweb verbeterd worden, hard substraat voor herstel van de onderwatematuur wordt aangebracht, en gewerkt wordt aan het verbeteren van zeegrasvelden en schelpdierbanken.

3.3.3 Autonome processen

Tabel 3.3 Autonome processen

Autonome processen	Beschrijving																									
Klimaatverandering waaronder zeespiegelstijging	Het klimaat op de wereld verandert door broeikasgassen die zijn (en nog worden) uitgestoten door de mens. Hoe het klimaat verandert, is in 2021 door het KNMI beschreven in het Klimaatsignaal'21. Dit rapport is gebaseerd op het zesde rapport over klimaatverandering door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) en aangevuld met eigen waarnemingen. Recent is de mate waarin het klimaat zal veranderen nog verder uitgewerkt door het KNMI voor 2 verschillende emissiescenario's. Als de uitstoot sterk verminderd wordt (emissiescenario SSP1-2.6) dan zal de zeespiegel pas tussen 2150 en 2350 met meer dan 1 m zijn toegenomen (Tabel 3.4). Als de uitstoot onverminderd doorgaat (emissiescenario SSP5-8.5) dan is een toename met 1 m waarschijnlijk tussen 2090 en 2140 al bereikt. Voor de genoemde emissiescenario's wordt de boven- en de ondergrens van de verwachte zeespiegelstijging gepresenteerd in Tabel 3.4. Verondersteld wordt dat de zeespiegelstijging bij het uitkomen van het betreffende emissiescenario met 90 % zekerheid binnen deze bandbreedte blijft. In deze scenario's is een bodemdaling inbegrepen van 0,5 mm/jaar, dus het betreft de relatieve zeespiegelstijging. Er is een kleine kans dat de zeespiegelstijging de genoemde bovengrens overschrijdt, dat gebeurt indien de ijskap van Antarctica instabiel wordt. In dat geval kan de zeespiegel met 2,5 m stijgen tot 2100 (KNMI, 2023). Het aantal stormen op de Noordzee neemt niet toe. Het meest recente onderzoek laat geen toename zien van de windsterkte op de Noordzee en de daarmee gepaard gaande stormvloed. Tabel 3.4 Indicatieve zeespiegelscenario's voor de Nederlandse kust onder verschillende emissiescenario's voor 2050 en 2100, ten opzichte van 1995-2014, met zeer waarschijnlijke bandbreedte (90 %). Hierbij is de bodemdaling inbegrepen <table><tr><th>Jaar</th><th colspan="2">2050</th><th colspan="2">2100</th></tr><tr><td>uitstoot-scenario</td><td>SSP1-2.6</td><td>SSP5-8.5</td><td>SSP1-2.6</td><td>SSP5-8.5</td></tr><tr><td>zeespiegel-stijging [m]</td><td>0,16 (ondergrens)</td><td>0,19 (ondergrens)</td><td>0,26 (ondergrens)</td><td>0,59 (ondergrens)</td></tr><tr><td></td><td>0,24 (mediaan)</td><td>0,27 (mediaan)</td><td>0,44 (mediaan)</td><td>0,82 (mediaan)</td></tr><tr><td></td><td>0,34 (bovengrens)</td><td>0,38 (bovengrens)</td><td>0,73 (bovengrens)</td><td>1,24 (bovengrens)</td></tr></table>	Jaar	2050		2100		uitstoot-scenario	SSP1-2.6	SSP5-8.5	SSP1-2.6	SSP5-8.5	zeespiegel-stijging [m]	0,16 (ondergrens)	0,19 (ondergrens)	0,26 (ondergrens)	0,59 (ondergrens)		0,24 (mediaan)	0,27 (mediaan)	0,44 (mediaan)	0,82 (mediaan)		0,34 (bovengrens)	0,38 (bovengrens)	0,73 (bovengrens)	1,24 (bovengrens)
Jaar	2050		2100																							
uitstoot-scenario	SSP1-2.6	SSP5-8.5	SSP1-2.6	SSP5-8.5																						
zeespiegel-stijging [m]	0,16 (ondergrens)	0,19 (ondergrens)	0,26 (ondergrens)	0,59 (ondergrens)																						
	0,24 (mediaan)	0,27 (mediaan)	0,44 (mediaan)	0,82 (mediaan)																						
	0,34 (bovengrens)	0,38 (bovengrens)	0,73 (bovengrens)	1,24 (bovengrens)																						

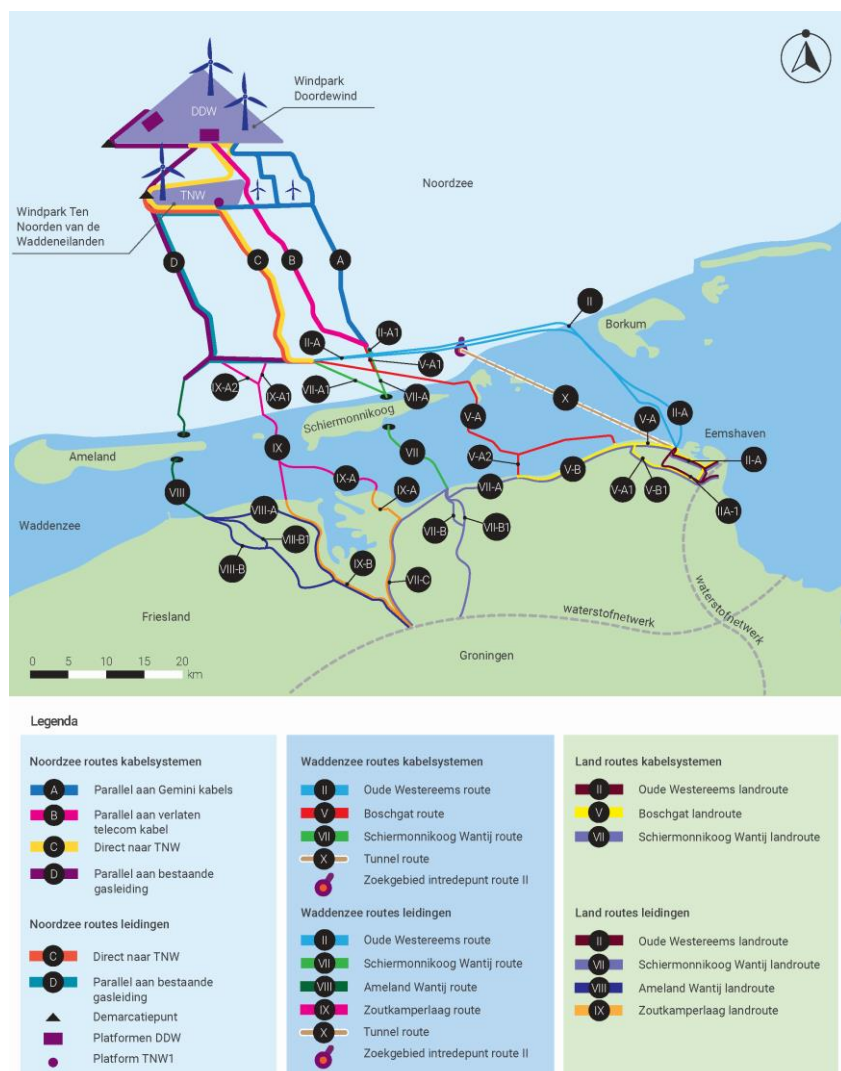
4

ROUTES EN STATIONS

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de onderzochte routes en de locaties van stations beschreven. Afbeelding 4.1 geeft alle onderzochte routes weer. Op de kaart staan de routenummers (zoals A, II, etc.) in combinatie met de bijbehorende varianten (A, A1, et cetera). Bijvoorbeeld II-A is de II: Oude Westereems (land)route A. De legenda van Afbeelding 4.1 is ook van toepassing op de andere afbeeldingen in dit hoofdstuk. Een toelichting op de totstandkoming van de routes staat in het hoofdrapport van het MER en is stapsgewijs uitgewerkt in de Notitie Routeontwikkeling.

Afbeelding 4.1 Overzichtskaart routes



4.2 Noordzee

De paragrafen hieronder beschrijven de platforms voor het elektriciteitsnetwerk en de routes op de Noordzee die zijn onderzocht.

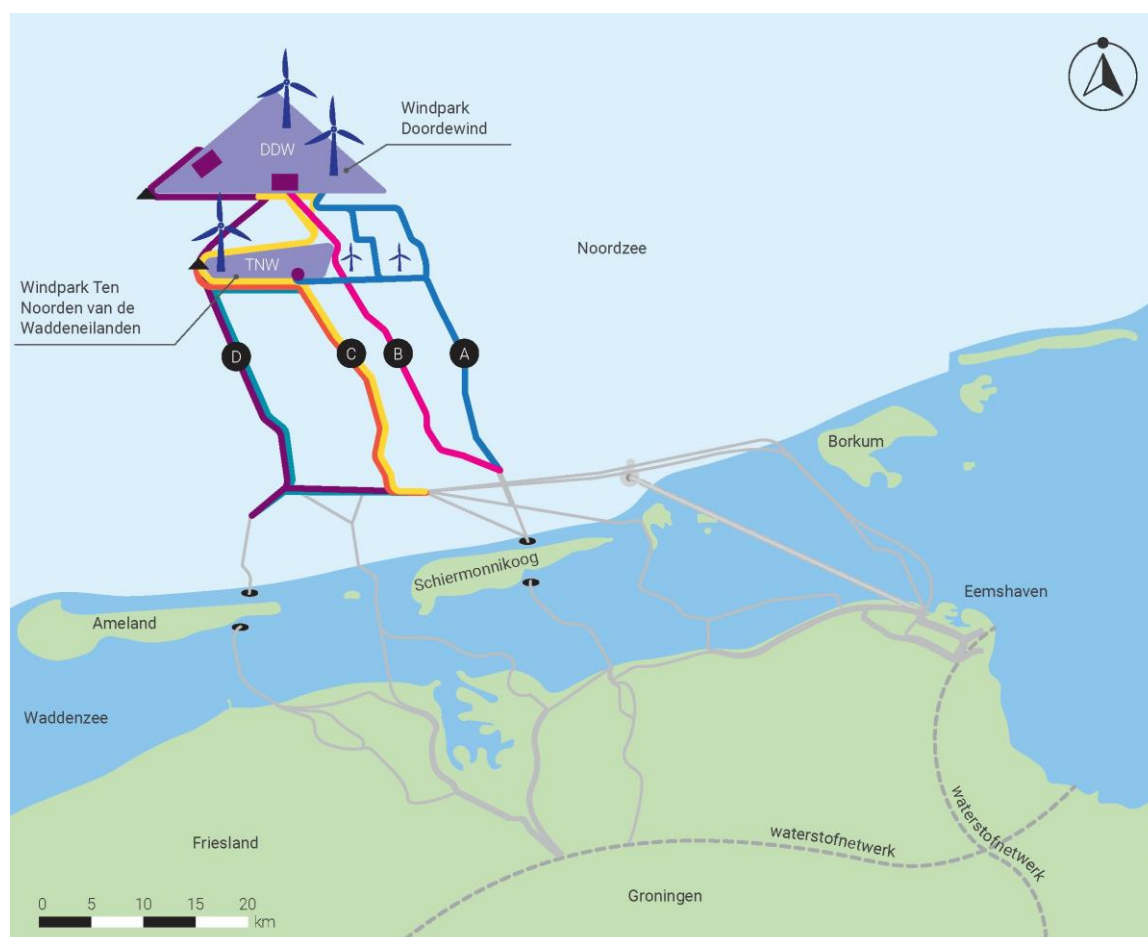
4.2.1 (zoekgebieden) Platforms

Voor het elektriciteitsnetwerk zijn platforms TNW en DDW onderzocht. Voor DDW zijn twee zoekgebieden bekeken: DDW-1 en DDW-2. De onderzochte locaties staan in de overzichtskaart in Afbeelding 4.2 als twee paarse blokken en één paarse stip.

4.2.2 Noordzeeroutes

Er zijn vier routes op de Noordzee onderzocht. De routes staan in onderstaande afbeelding. De routes sluiten aan op de routes door het Waddengebied bij de 6-zeemijlsgrens van de kust. Op de Noordzee worden kabelsystemen geïnstalleerd met een vertical injector of een trencher. De leidingen worden geïnstalleerd met schepen met een dynamisch positioneringssysteem en begraafmaterieel.

Afbeelding 4.2 Overzichtskaart van de Noordzeeroutes



In Tabel 4.1 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route. De vier Noordzeeroutes zijn onderzocht voor elektrische verbindingen. Het startpunt van de routes voor elektrische verbindingen ligt in windpark DDW. De twee meest westelijke Noordzeeroutes C en D zijn ook onderzocht voor waterstofverbindingen met het startpunt ten westen van windpark TNW of vanaf het

demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ. Zoals is aangegeven in paragraaf 1.2, is windpark TNW aangewezen als pilot project voor 500 MW aan waterstof. Er is gekeken of er voldoende ruimte in de corridors van de Noordzeeroutes voor kabelsystemen is om de overige 200 MW van windpark TNW (met een capaciteit van 700 MW) te verbinden met windpark DDW. Daarbij is er aangenomen dat als de maximale configuratie van kabelsystemen past, dan is er voldoende ruimte voor de verbinding tussen TNW en DDW.

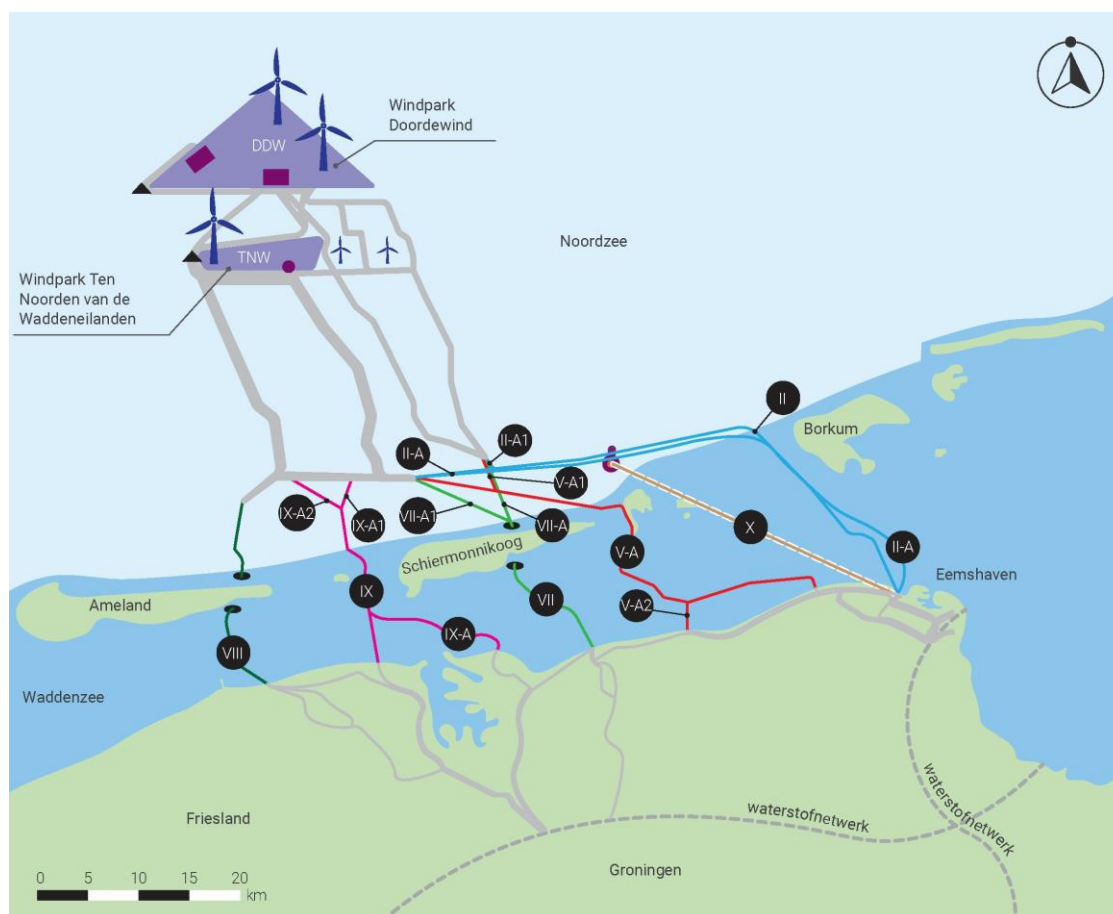
Tabel 4.1 Onderzochte configuratie van de routes door de Noordzee

Route	Route naam	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte)
A	Parallel aan Gemini kabels	7 kabelsystemen	3 km
B	Parallel aan verlaten telecomkabel	7 kabelsystemen	3 km
C	Direct naar TNW	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km
D	Parallel aan bestaande gasleiding	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km

4.3 Waddengebied

Er zijn zes routes door het Waddengebied onderzocht, waarvan enkele routes varianten hebben. De routes zijn weergegeven in onderstaande afbeelding. De routes lopen vanaf het land naar de aansluiting op de Noordzeeroutes bij de 6-zeemijlsgrens van de kust. In Tabel 4.2 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route.

Afbeelding 4.3 Overzichtskarta van de routes door het Waddengebied



Tabel 4.2 Onderzochte configuratie van de routes door het Waddengebied

Route	Route naam	Variant	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte)
II	Oude Westereems route	A, A1 voor kabelsystemen, 1 leidingvariant	6 kabelsystemen óf 3 leidingen óf 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding	800 m (kabelsystemen) 500 m (leidingen)
V	Boschgat route	A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 m
VII	Schiermonnikoog Wantij route	A, A1 voor kabelsystemen, 1 leidingvariant	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1500 m (kabelsystemen) 2000 m (leidingen)
VIII	Ameland Wantij route		3 leidingen	2000 m
IX	Zoutkamperlaag route	A, A1, A2	3 leidingen	200 m
X	Tunnel route	multi-tube* (meerdere tunnelbuizen)	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen	160 m

* Met één energiedrager per tunnelbuis.

4.3.1 II: Oude Westereems route

De II: Oude Westereems route is beschouwd voor kabelsystemen en leidingen. Uitgangspunt voor deze route is het volgen van morfologisch stabiele diepe delen in het Eemsestuarium. Hierdoor is de begraafdiepte beperkt. De route loopt vanaf Eemshaven West door de Oude Westereems geul. De route voor de kabelsystemen is net anders dan de route voor leidingen. Dit komt door de verschillende aanlegtechnieken die voor kabelsystemen en leidingen worden gebruikt. Daarom is een iets andere route gekozen om bestaande kabels en leidingen te passeren. Ten noorden van Schiermonnikoog splitst de route voor de kabelsystemen zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op de Noordzeeroutes A en B en de andere op de Noordzeeroutes C en D. De route voor de leidingen sluit aan op de Noordzeeroutes C en D.

Installatiemethode kabelsystemen

De kabelsystemen worden voor het grootste gedeelte van de route geïnstalleerd met een vertical injector of een trencher. Hiervoor moet zeer lokaal worden gebaggerd om voldoende waterdiepte te realiseren voor de installatieschepen. De route kruist de primaire waterkering en bestaande kabels langs de kust met een HDD-boring.

Installatiemethode leidingen

Leidingen worden geïnstalleerd met een S-lay pijpenlegschip en daarna begraven met ingraafmaterieel. Op de route door de Eemsgel zijn voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig om de gewenste begraafdiepte te bereiken. De route kruist de waterkering en bestaande kabels langs de kust met een geboorde segmenttunnel van circa 6 km lang.

4.3.2 V: Boschgat route

De V: Boschgat route is alleen beschouwd voor kabelsystemen. De route loopt vanaf Uithuizen via de droogvallende wadplaten en volgt de geulen Zuid Oost Lauwers en Boschgat via de westkant van het referentiegebied naar het noorden. Een variant start verder naar het westen en sluit aan op de route door het Boschgat. Ten noorden van Schiermonnikoog splitst de route zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op de Noordzeeroutes A en B en de andere op de Noordzeeroutes C en D.

Installatiemethode kabelsystemen

Op de ondiep liggende wadplaten wordt een wadtrencher ingezet. In de diepere getijdegeulen wordt drijvend materieel gebruikt met een vertical injector of een trencher. De route kruist de primaire waterkering en bestaande kabels met een HDD-boring.

4.3.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route

De VII: Schiermonnikoog Wantij route is beschouwd voor kabelsystemen en leidingen. De basis van deze route is het volgen van de ondiepe droogvallende wadplaten tussen de Groningse kust bij Kloosterburen en Schiermonnikoog. Ten noorden van Schiermonnikoog splitst de route zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op de Noordzeeroutes A en B en de andere op de Noordzeeroutes C en D.

Installatiemethode kabelsystemen

Op de ondiep liggende wadplaten wordt een wadtrencher gebruikt om kabelsystemen te installeren. De kabelsystemen worden met een HDD-boring onder de primaire waterkering op land en onder het eiland Schiermonnikoog door geïnstalleerd. Ten noorden van Schiermonnikoog worden kabelsystemen met een trencher of een vertical injector op diepte gebracht. Hier zijn voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig.

Installatiemethode leidingen

Het wantij tussen de Groningse kust bij Kloosterburen en Schiermonnikoog wordt overgestoken met een serie van opeenvolgende HDD-boringen. De leidingen worden met een HDD-boring onder de primaire waterkering op land en onder het eiland Schiermonnikoog door geïnstalleerd. Ten noorden van Schiermonnikoog wordt een open ontgraving in de brandingszone gemaakt met een kofferdam om de leiding op diepte te brengen. De leiding wordt vervolgens met de 'S-Lay' techniek geïnstalleerd. In dieper water wordt een pijpenlegschip en begraafmaterieel ingezet.

4.3.4 VIII: Ameland Wantij route

De VIII: Ameland Wantij route is alleen voor leidingen beschouwd. Dit is de meest westelijke route. De basis van deze route is het volgen van de ondiepe droogvallende wadplaten tussen de Friese kust rond Ternaard en Ameland. De route sluit aan op Noordzeeroute D.

Installatiemethode leidingen

Het wantij wordt overgestoken met een serie van opeenvolgende HDD-boringen. De leidingen worden met een HDD-boring onder de primaire waterkering en onder het oostelijke deel van Ameland door geïnstalleerd. Ten noorden van Ameland wordt een open ontgraving in de brandingszone gemaakt met een kofferdam om de leiding op diepte te brengen. De leiding wordt vervolgens via de 'S-Lay' techniek geïnstalleerd. In dieper water wordt een pijpenlegschip en begraafmaterieel ingezet.

4.3.5 IX: Zoutkamperlaag route

De IX: Zoutkamperlaag route is alleen beschouwd voor leidingen. Uitgangspunt van deze route is het volgen van de diepere geulen. Er zijn twee varianten voor de start ten westen of oosten van het Lauwersmeer. Via geul de Zoutkamperlaag loopt de route tussen Het Rif en Schiermonnikoog en ten westen van de Gronden van het Plaatgat in noordelijke richting. Ten noorden van de eilanden splitst de route zich in twee varianten, waarvan er een aansluit op Noordzeeroute C en de andere op Noordzeeroute D.

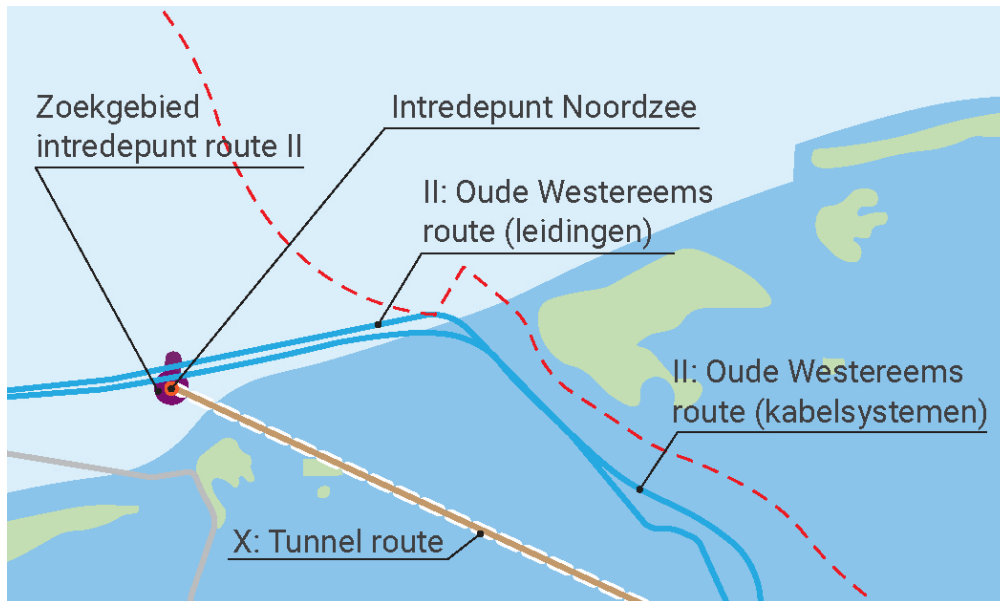
Installatiemethode leidingen

Leidingen worden geïnstalleerd met een S-lay pijpenlegschip en daarna begraven met ingraafmaterieel. Op de route door de Zoutkamperlaag zijn voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig om de gewenste begraafdiepte te bereiken. De westelijke variant van de route kruist de waterkering ten westen van Lauwersmeer en een deel van het wantij met een serie HDD-boringen. De oostelijke variant van de route kruist de waterkering ten oosten van Lauwersmeer met een HDD-boring.

4.3.6 X: Tunnel route

X: Tunnel route heeft een lengte van ongeveer 26 km. De X: Tunnel route begint bij het intredepunt op de Noordzee en eindigt bij een aanlandingspunt op het vasteland. Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat, een zandbank ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Het intredepunt wordt kunstmatig aangelegd met zand binnen een zeewering. Zoekgebied intredepunt Route II verbindt het intredepunt Noordzee met de II: Oude Westereems route. Vanaf het zoekgebied intredepunt Route II volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems route naar de Noordzeeroutes. Afbeelding 4.4 geeft het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II weer.

Afbeelding 4.4 visualisatie van het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II



Richting het vasteland lopen maximaal zeven tunnelbuizen in een rechte lijn vanaf het intredepunt Noordzee naar het aanlandingspunt nabij de Eemshaven. De tunnels liggen diep (ongeveer 30 tot 45 m onder NAP) onder het Natura 2000-gebied Waddenzee, de Noordzeekustzone, Rottumeroog en de bestaande kabels en leidingen. Nabij de Eemshaven komen de tunnelbuizen weer bovengronds. Vanaf een aanlandingspunt volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems landroute naar de aansluitpunten op land.

Installatiemethode

De activiteiten voor de aanleg van het intredepunt Noordzee bestaan uit de volgende stappen: baggeren van een toegangseul, aanleggen van een zeewering, opspuiten van zand, aanleg van golfbrekers, realisatie van kade en baggeren van het havenbassin.

Nadat het intredepunt is gerealiseerd, worden twee schachten met combiwanden gebouwd voor de eerste drie tunnelbuizen. Vanuit deze schachten kunnen tunnelbuizen op diepte worden geboord. Vervolgens kunnen de volgende twee schachten en vier tunnelbuizen worden gemaakt. De schachten bij het aanlandingspunt nabij de Eemshaven zijn vergelijkbaar met de schachten op het intredepunt Noordzee. De tunnelbuizen worden vanaf twee zijden geboord: vanaf het intredepunt en het aanlandingspunt.

Vervolgens wordt in elke tunnelbuis afzonderlijk één kabelsysteem of leiding aangelegd. Kabelsystemen worden als geheel in de tunnelbuizen getrokken met een monorail. Leidingen worden in segmenten de tunnelbuizen ingereden met een rails waarna ze aan elkaar worden gelast.

5

METHODIEK

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk licht toe hoe de effectbeoordeling in dit plan-MER plaatsvindt voor het thema Bodem en Water op Zee. Paragraaf 5.2 beschrijft de relevante ingrepen en de effecten die daaruit voortvloeien, dit zijn de ingreep-effectrelaties. Op basis van de belangrijkste te verwachten effecten is het beoordelingskader opgesteld en concreet gemaakt (paragraaf 5.3). Paragraaf 5.5 licht per criterium de onderzoeksaanpak en beoordelingsmethodiek nader toe.

5.2 Ingreep-effectrelaties

Deze paragraaf beschrijft de relevante ingreep-effectrelaties voor ingrepen, die een effect hebben in de aanlegfase of in de gebruiksfase. In dit overzicht zijn de ingrepen voor de verwijderingsfase opgenomen als aanlegwerkzaamheden. Onderliggend uitgangspunt is dat de werkzaamheden die benodigd zijn om de kabelsystemen of leidingen na einde levensduur te verwijderen gelijke of kleinere effecten hebben dan de aanlegwerkzaamheden. Ook wordt verondersteld dat de kabelsystemen en leidingen na einde levensduur in de zeebodem worden achtergelaten indien dit aantoonbaar minder negatieve effecten heeft dan verwijderen. Voor een aantal ingrepen geldt dat de gevolgen van de ingreep op het aspect Bodem en Water op Zee met name effect hebben op het aspect Natuur. Als voorbeeld: aanlegwerkzaamheden kunnen als gevolg hebben dat het zeewater troebeler wordt, het effect hiervan kan zijn dat de primaire productie of het vangstsucces van zichtjagers afneemt. In dergelijke gevallen waarbij het effect relevant is voor het aspect Natuur, wordt de beoordeling van deze ingrepen in het deelrapport Natuur behandeld.

Noordzee

De onderstaande tabel toont een overzicht van de te verwachten ingreep-effectrelaties voor het thema bodem en water op de Noordzee. Op de Noordzee worden geen grootschalige voorbereidende baggerwerkzaamheden voorzien (anders dan in het Waddengebied), omdat de zeebodem daar voldoende stabiel is om de kabelsystemen en leidingen zonder voorbereidende baggerwerkzaamheden op de gewenste diepte te begraven. Dat de zeebodem in het Noordzeedeel van het plangebied relatief stabiel is komt mede doordat er in dit gebied geen zandgolven voor komen.

Tabel 5.1 Overzicht van ingreep-effectrelaties voor Bodem en Water op Zee in de Noordzee

Ingreep	Projectfase		Gevolg	Effect	Criterium
	Aanleg	Gebruik			
Zeebodem voorbereiden voorafgaand aan leggen van kabelsystemen of leidingen	x		Verplaatsing van bodemmateriaal.	Aantasting van bodemvormen en effect op bodemontwikkeling en bodemsamenstelling.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Kabelsystemen of leidingen ingraven	x		Verplaatsing van bodemmateriaal.	Aantasting van bodemvormen en effect op bodemontwikkeling en bodemsamenstelling.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Kruising met bestaande kabels en leidingen	x	x	Aanleg van beschermende steenbestorting.	Verandering van bodemvormen en bodemontwikkeling in onmiddellijke omgeving van kruising en verandering van bodemsamenstelling.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Installeren van een platform op zee t.b.v. elektriciteitsverbindingen	x	x	Aanleg van beschermende steenbestorting. Aanwezigheid van palen.	Verandering van waterbeweging bodemvormen en bodemontwikkeling in onmiddellijke omgeving van platform.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Onderhoud van kabelsystemen of leidingen bijvoorbeeld in geval van blootspoelen		x	Verplaatsing van bodemmateriaal.	Aantasting van bodemvormen en effect op bodemontwikkeling en bodemsamenstelling.	Kans op toekomstig onderhoud met effect op morfologie, natuurlijke bodemdynamiek of bodemkwaliteit en bodemsamenstelling.

Waddengebied

De activiteiten in het Waddengebied verschillen sterk van die op de Noordzee en verschillen ook sterk per route. De bodem in het Waddengebied ondergaat voortdurend grote veranderingen en de waterdiepte langs de routes varieert in tijd en ruimte. Om voldoende begraaftediepte te waarborgen zodat de kabelsystemen en leidingen naar verwachting gedurende de gehele levensduur niet blootspoelen moet op verscheidene plaatsen op de routes gebaggerd worden. Het installatiematerieel kan namelijk zonder deze voorbereidende baggerwerkzaamheden niet overal de daarvoor noodzakelijke diepte bereiken. Daarbij geldt dat er een verschil is tussen het installatiematerieel voor kabelsystemen en dat voor leidingen.

Zonder voorbereidende baggerwerkzaamheden kunnen kabelsystemen dieper worden begraven dan leidingen. Binnen het Waddengebied moeten ook een aantal complexe aanlegoperaties worden uitgevoerd. Dit geldt voor de plaatsen waar de kabelsystemen en leidingen de kust kruisen (zowel bij de Waddeneilanden als bij het vasteland), waar grote verschillen in waterdiepte over een kleine afstand moeten worden overwonnen. Hierdoor moet de begraafdiepte groot zijn (bijvoorbeeld waar de route over de overgang van een wadplaat naar een geul loopt) en waar bestaande kabels en leidingen gekruist worden. Voorbeelden van complexe aanlegoperaties zijn damwand-geulen (kofferdam), een Horizontaal Gestuurde Boring (HDD) of een steenbestorting over de kruising met andere infrastructuur.

Tot slot wordt ter plaatse van het intredepunt van de tunnel een permanent intredepunt voorzien op de Ballonplaat. Daar waar de kabelsystemen en leidingen worden begraven onder de zeebodem op een diepte zodanig dat wordt verwacht dat deze tijdens de levensduur niet blootspoelen, treden er in principe alleen effecten op Bodem en Water op Zee op tijdens de aanlegfase. In het verleden zijn er echter verschillende kabelsystemen aangelegd, waarvan in de ontwerpfase ook werd verondersteld dat deze niet bloot zouden spoelen. In de praktijk gebeurt dit in een aantal gevallen toch wel. Daarom wordt in dit deelrapport ook rekening gehouden met de effecten van onderhoudswerkzaamheden aan de kabelsystemen of leidingen. Tabel 5.2 toont een overzicht van de te verwachten ingreep-effectrelaties voor het aspect Bodem en Water op Zee in het Waddengebied.

Tabel 5.2 Overzicht van ingreep-effectrelaties voor Bodem en Water op Zee in het Waddengebied

Ingreep	Projectfase		Gevolg	Effect	Criterium
	Aanleg	Gebruik			
Zeebodem voorbereiden voorafgaand aan installatie (bijv. baggeren van tijdelijke geul)	x		Verplaatsing van bodemmateriaal.	Morfologische veranderingen van natuurlijke bodemvormen zoals, banken, geulen en platen.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.
	x		Verplaatsing van bodemmateriaal.	Verandering van stroming/ waterverdeling over systeem.	Invloed op hydrodynamica.
				Aantasting van bodemdynamiek in het kustfundament met uitwerking op hoogwaterveiligheid.	Invloed op het kustfundament.
				Verandering van bodemopbouw en bodemsamenstelling.	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Installatie van kabelsystemen of leidingen	x		Sporen/sleuven op de Waddenzee bodem door installatie materieel.	Aantasting van bodemvormen, bodemontwikkeling, bodemsamenstelling.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.
	x		Ontgraven van sleuven voor overgangs-moffen.	Aantasting van bodemvormen, bodemontwikkeling, bodemsamenstelling.	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem. Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

Ingreep	Projectfase		Gevolg	Effect	Criterium
	Aanleg	Gebruik			
Kruising met bestaande kabels en leidingen	x	x	Aanleg van beschermende steenbestorting.	Verandering van bodemvormen en bodemontwikkeling in onmiddellijke omgeving van kruising.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.
	x		Uitvoeren van HDD.	Verandering van bodemvormen en bodemontwikkeling in onmiddellijke omgeving van kruising.	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.
Aanleg permanent intredepunt op de Ballonplaat	x	x	Verandering van waterbeweging en sedimenttransporten in omgeving van het intredepunt.	Verandering van bodemvormen, bodemontwikkeling en baggerbezwaar Eemsmonding.	Invloed op hydrodynamica & morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.
				Morfologische veranderingen in het referentiegebied.	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.
Onderhoud van kabelsystemen of leidingen bijvoorbeeld in geval van blootspoelen		x	Verplaatsing van bodemmateriaal.	Aantasting van bodemvormen en effect op bodemontwikkeling en bodemsamenstelling.	Verandering van morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.

5.3 Beoordelingskader

Tabel 5.3 toont het beoordelingskader voor het beoordelen van de routes op de Noordzee en in het Waddengebied.

Tabel 5.3 Beoordelingskader Bodem en Water op Zee

Aspect	Criterium	Methode
Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.	De effecten op morfologie en bodemdynamiek zijn kwalitatief beschreven. Voor het bepalen van effecten van ingrepen zijn waar relevant empirische sedimenttransport formules gebruikt om een inschatting te maken van de duur en omvang van de effecten. De effecten van een permanent intredepunt op de Ballonplaat zijn gekwantificeerd door numerieke sedimenttransportmodellen in te zetten.

Aspect	Criterium	Methode
Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem.	Bodemkwaliteit is onderzocht middels een bureaustudie op basis van historische data. De invloed op bodemsamenstelling is kwalitatief beschreven.
Kustfundament	Invloed op zandsuppleties en op hoogwaterveiligheid tijdens een maatgevende storm.	Afhankelijk van de omvang van de ingrepen die worden voorzien in het kustfundament voor de aanleg van de kabelsystemen en leidingen wordt voor het bepalen van effecten in het kustfundament gebruik gemaakt van empirische formules of numerieke sedimenttransportmodellen. De effecten worden kwalitatief beschreven.
Hydrodynamica	Invloed op waterbeweging en waterverdeling in met name de geulenstelsels van het Waddengebied inclusief het Eems estuarium.	De invloed van effecten tijdens de aanleg is kwalitatief beschreven en waar van toepassing onderbouwd met empirische formules. Effecten in de gebruiksfase zijn onderzocht met numerieke sedimenttransportmodellen.
Effecten van toekomstig onderhoud op bodemdynamiek en bodemsamenstelling	Kans op toekomstig onderhoud met effect op natuurlijke bodemontwikkeling of bodemsamenstelling.	Voor iedere route wordt bepaald of er delen zijn waarvoor geldt dat er een gerede kans bestaat dat de kabelsystemen of leidingen bij installatie niet op voldoende diepte begraven kunnen worden om blootspoelen uit te sluiten. Hiervoor wordt beschouwd: (1) de benodigde begraafdiepte bij installatie en (2) te realiseren kruisingen in gebieden waar de zeebodem dynamisch is.

5.4 Generieke beoordelingsschaal

Deze paragraaf toont eerst de generieke beoordelingsschaal en beschrijft vervolgens per criterium de aanpak van het onderzoek voor de beoordeling van dit criterium, het bijbehorende studiegebied en de beoordelingsschaal voor de beoordeling.

Tabel 5.4 Generieke beoordelingsschaal

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Dit zijn effecten die leiden tot een sterke verbetering ten opzichte van de referentiesituatie.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Dit zijn effecten die leiden tot een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Dit zijn effecten die geen verschil ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Dit zijn effecten die een licht negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken.
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Dit zijn effecten die een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken, waarbij er zicht op mitigatie is.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Dit zijn effecten die een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken, waarbij geen zicht op mitigatie is.

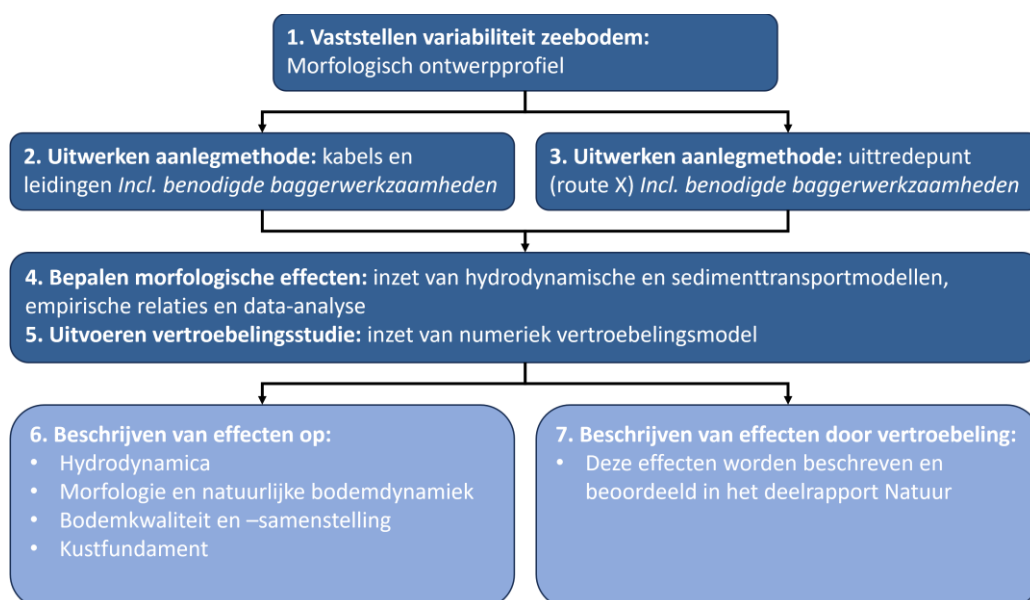
5.5 Bandbreedtemethodiek

De routes zijn eigenlijk corridors met een bepaalde breedte die per route kan verschillen. Om de effecten te bepalen is eerst gekeken wat het effect is van één kabelsysteem of één leiding op de centerline van de corridor. De centerline is de lijn die door het midden van de corridor loopt. Daarna is gekeken naar de effecten van één kabelsysteem of één leiding aan de randen van de corridor. Voor alle deelrapporten geldt dat als één kabelsysteem of één leiding past, er vervolgens is gekeken wat het effect is van de maximale configuratie in de hele corridor. Als blijkt dat de maximale configuratie (worst-case) niet past, is beschreven wat wel mogelijk is.

5.6 Onderzoeksaanpak aspecten

Het gehele stappenplan om de effecten voor Bodem en Water op Zee te bepalen staat Afbeelding 5.1 en in de volgende paragrafen is de gevolgde aanpak op hoofdlijnen beschreven.

Afbeelding 5.1 Stappenplan dat gevolgd is voor de effectbeoordeling Bodem en Water op Zee



Voor de onderzoeken van dit deelrapport zijn de begraafdieptes van de kabelsystemen en leidingen van belang. De toepassing van aanlegtechnieken is hier namelijk afhankelijk van. Om deze diepte te bepalen is een begraafdiepte studie uitgevoerd, die als bijlage is opgenomen bij de Notitie Routeontwikkeling. De begraafdiepte varieert binnen de corridors van de routes. Hierom is ervoor gekozen om de begraafdiepte te bepalen voor de centerline én de zijlijnen van de corridor van de routes. De beoordelingen van de criteria uit het beoordelingskader zijn daarom ook op basis van de effecten van de aanleg van een kabelsysteem of leiding langs centerline, de aanleg langs de westelijke zijlijn en de aanleg langs de oostelijke zijlijn.

Het uitgangspunt hierbij is dat de aanleg van meer kabelsystemen en/of leidingen in de corridor van een route geen groter effect hebben dan de aanleg van een kabelsysteem en/of leiding langs de zijlijnen. In de beoordelingstabellen van hoofdstuk 6, 7, 9, 10 en 11 is voor de beoordelingen onder corridor / zoekgebied onderscheidt gemaakt tussen 'O' (voor de oostelijke zijlijn) en 'W' (voor de westelijke zijlijn).

In dit deelrapport is de beoordeling van de X: Tunnel route inclusief het intredepunt Noordzee en het zoekgebied intredepunt route II. Hierbij is het uitgangspunt dat er in het zoekgebied intredepunt route II geen baggerwerkzaamheden nodig zijn, op basis van de notitie Routeontwikkeling.

5.6.1 Hydrodynamica

Bij het criterium hydrodynamica is onderzocht welk effect de ingreep heeft op de waterbeweging en waterverdeling binnen het studiegebied. Voor de beoordeling van dit criterium zijn de volgende effecten beschouwd:

- effecten op waterbeweging en waterverdeling in de geulenstelsels van het Waddengebied inclusief het Eems-estuarium.

Eventueel relevante effecten op het criterium hydrodynamica treden alleen op in het Waddengebied. Daarom wordt dit criterium in de Noordzee niet beschouwd.

Methode

De beoordeling van de effecten op hydrodynamica is verweven met de beoordeling van effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek (paragraaf 5.6.2). Veranderingen in waterbeweging leiden in de dynamische delen van de Noordzee namelijk ook tot bodemveranderingen en vice versa. Bij de beoordeling van effecten specifiek op hydrodynamica is aanvullend op de beoordeling zoals beschreven in paragraaf 5.6.2. gekeken naar twee aspecten:

- 1 leidt het verspreiden van het sediment dat vrijkomt bij de werkzaamheden tot grootschalige veranderingen in de waterbeweging in de Waddenzee? Bijvoorbeeld doordat als gevolg van de verspreiding van het sediment een geul geen water meer af kan voeren;
- 2 heeft het plaatsen van een intredepunt op de Ballonplaat een effect op de waterbeweging in de vaargeul tussen Noordzee en Eemshaven? Dat kan er immers toe leiden dat het baggerbezwaar om de vaargeul op diepte te houden wijzigt.

Voor het bepalen van effecten van het verspreiden van sediment is gebruik gemaakt van empirische formules, waaruit wordt afgeleid of de transportcapaciteit van een geul voldoende groot is om tijdens het verspreiden van sediment open te blijven. Voor het bepalen van de permanente effecten als gevolg van een intredepunt op de Ballonplaat is gebruik gemaakt van een numeriek sedimenttransportmodel (zie paragraaf 5.6.2).

Tabel 5.5 presenteert de beoordelingsschaal voor het criterium invloed op waterbeweging en waterverdeling. In de beoordelingsschaal zijn geen positieve scores opgenomen, omdat beoordeeld wordt ten opzichte van de situatie dat er geen ingrepen plaatsvinden. De voorgenomen activiteit heeft geen effecten die de natuurlijke waterbeweging of waterverdeling bevorderen. De effecten op hydrodynamica zijn onderzocht in het Waddengebied.

Tabel 5.5 Beoordelingsschaal criterium invloed op waterbeweging en waterverdeling in het Waddengebied

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Er zijn geen negatieve effecten op de waterbeweging en waterverdeling in het Waddengebied.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	De effecten op de waterbeweging en waterverdeling in het Waddengebied zijn tijdelijk of beperkt in grootte.
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (zicht op mitigatie).	Er zijn grote permanente effecten op de waterbeweging en waterverdeling in het Waddengebied, mitigatie kan deze effecten wegnemen.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (vooralsnog geen zicht op mitigatie).	Er zijn grote permanente effecten op de waterbeweging en waterverdeling in het Waddengebied, mitigatie kan deze effecten vooralsnog niet wegnemen.

5.6.2 Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

Morfologie binnen aspect Bodem en Water op Zee betreft de (natuurlijke) vorm van de zeebodem. Op de zeebodem komen verschillende natuurlijke bodemvormen voor, zoals zandbanken, brekerbanken, geulen en platen. Deze bodemvormen zijn ontstaan en veranderen doordat golven en getij het water in beweging brengen en daardoor sediment verplaatsen (zie paragraaf 3.2). Hierdoor verandert de zeebodem voortdurend van vorm; dit noemen we bodemdynamiek. Voor het beoordelen van de effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek is beschouwd welke effecten de ingreep heeft op de natuurlijke bodemvormen en bodemontwikkeling. De effecten zijn beoordeeld op basis van de resultaten van een omvattende studie. De onderstaande sectie beschrijft de wijze waarop deze studie is uitgevoerd.

Methode

Voor het bepalen van onderscheidende effecten van de verschillende routes op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek is de benodigde begraafdiepte voor verschillende routes bepaald. De begraafdiepte is immers bepalend voor de benodigde werkzaamheden (inclusief eventuele voorbereidende baggerwerkzaamheden) om de kabelsystemen en leidingen aan te leggen. Doordat de morfologische dynamiek van het plangebied ruimtelijk sterk verschilt, is de benodigde begraafdiepte en aanlegtechniek langs de routes ook verschillend. Er moet bijvoorbeeld op enkele locaties ter voorbereiding een geul worden gebaggerd, zodat de kabelsystemen of leidingen op de gewenste diepte geïnstalleerd kunnen worden. Op andere locaties kunnen kabelsystemen en leidingen zonder voorbereidende graafwerkzaamheden aangebracht worden. De benodigde werkzaamheden zijn bepalend voor de effecten op de natuurlijke bodemdynamiek. Deze informatie wordt uitgewerkt in de notitie routeontwikkeling.

Morfologisch ontwerpprofiel op basis van de variabiliteit van de zeebodem

De variabiliteit van de zeebodem in het Waddengebied is in kaart gebracht op basis van historische bathymetrische survey data, tussen 1979 en 2023, beschikbaar via de zogenoemde vaklodingen dataset. De vaklodingen bestaan uit bodemhoogtemetingen van onder andere de Waddenzee en een deel van de Noordzee. Deze worden in een cyclus van zes jaar ingemeten tot een diepte van ongeveer -20 m NAP. De buitendelta's worden iedere drie jaar ingemeten. De vaklodingen zijn geïnterpoleerd naar een rooster met een resolutie van 20 m bij 20 m en beschikbaar via Rijkswaterstaat.

Met behulp van de vaklodingendata is een 'morfologisch ontwerpprofiel' vastgesteld. Dit profiel geeft het bodemniveau aan waarvan de verwachting is dat de bodem tijdens de levensduur van de kabelsystemen altijd boven dit niveau blijft. De bodemhoogtemetingen zijn op verschillende manieren geanalyseerd. Hierbij is onder meer gekeken naar de historische bodemhoogtes in dwarsprofielen loodrecht op de routes en in de langsrichting van de routes.

Bij het bepalen van het morfologisch ontwerpprofiel is ook rekening gehouden met historische trends, zoals de morfologische ontwikkeling van de Zoutkamperlaag sinds de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 en de migratie van geulen in de Eemsmonding. Het morfologische ontwerpprofiel is gebruikt om de benodigde begraafdiepte voor de kabelsystemen en leidingen langs de routes te bepalen.

De variabiliteit van de zeebodem in het deel van het plangebied dat in het Noordzeegebied ligt (ten noorden van de Noordzeekustzone) is beperkt. Er komen in het gebied bijvoorbeeld alleen lage zandgolven voor en slechts in een deel van het gebied (zie paragraaf 3.2.1). Daardoor kunnen de kabelsystemen en leidingen worden geïnstalleerd zonder dat daar omvangrijke voorbereidende werkzaamheden voor nodig zijn.

Aanlegtechniek

Op basis van de vastgestelde benodigde begraafdiepte is bepaald op welke diepte ten opzichte van de huidige bodemligging (dat wil zeggen de meest recente data in de vaklodingen dataset) de waterstofleidingen en kabelsystemen begraven moeten worden. Ook is uitgewerkt welk materieel gebruikt kan worden om de kabelsystemen en leidingen te installeren en met welke voorbereidende baggerwerkzaamheden rekening gehouden moet worden. Voor het bepalen van de baggervolumes is een marge (extra volume) opgenomen om te compenseren voor sedimentatie tussen het moment van de baggerwerkzaamheden en de plaatsing van de kabelsystemen of leidingen.

Hoeveel sedimentatie plaatsvindt is afhankelijk van de periode tussen de baggerwerkzaamheden en de installatie, en van de locatie van de baggerwerkzaamheden. Binnen PAWOZ wordt (conservatief) rekening gehouden dat rond geulen in de Waddenzee en in de Noordzeekustzone 50 % extra volume (t.o.v. de 'kale' ontgravingsvolumes) ontgraven moet worden ter compensatie van deze sedimentatie. In buitendelta's wordt gerekend met 100 % extra ontgravingsvolume.

De aanlegwerkzaamheden worden nader beschreven in de notitie Routeontwikkeling.

Morfologische effecten van aanlegwerkzaamheden

Om de morfologische effecten van de aanlegwerkzaamheden te bepalen, is onderzocht welk grondverzet er voor de aanleg nodig is. In het geval er omvangrijke ontgravingen nodig zijn (bijvoorbeeld om drijvend materieel toegang te verschaffen of om kabelmoffen te begraven), is op basis van de lokale hydrodynamische condities en sedimentsamenstelling een inschatting gemaakt van de periode dat deze ingrepen waarneembaar blijven. Ook is beschouwd in hoeverre het opvullen van een dergelijke ontgraving een effect heeft op het omliggende gebied. Wanneer grote hoeveelheden sediment worden verspreid binnen het plangebied, is vastgesteld hoe dit sediment zich op welke termijn verspreidt. Hiervoor is gebruik gemaakt van evaluaties van eerdere baggerwerkzaamheden in het Waddengebied.

Inschatting snelheid waarmee effecten van baggeringrepen verdwijnen

Voor de effectbeoordeling is het nodig om een inschatting te maken van de snelheid waarmee de effecten van baggeringrepen op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek als gevolg van natuurlijk sedimenttransport verdwijnen. Hiervoor is gebruik gemaakt van beschikbare studies naar de aanzanding van eerder uitgevoerde baggeringrepen in de Waddenzee en buitendelta's van de Waddenzee.

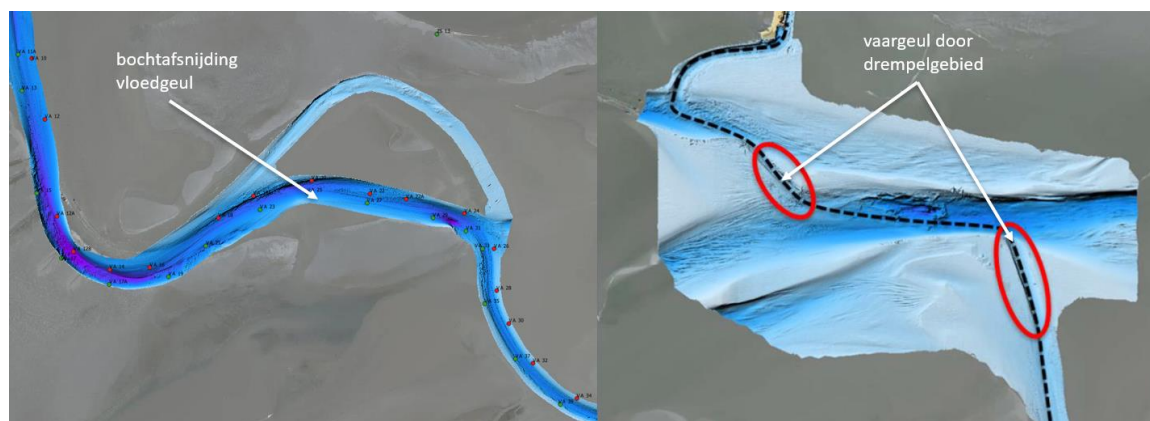
Borndiep - bochtafsnijding vaargeul Holwerd-Ameland

Langs de vaarverbinding tussen Holwerd en Ameland is in 2019 een bochtafsnijding gerealiseerd waarbij een bestaande (ondiepe) vloedgeul is verdiept en de ebgeul is opgevuld, zie Afbeelding 5.2. Op basis van de baggervolumes in deze verdiepte geul is een inschatting gemaakt van de sedimentatiesnelheid (gemiddelde voor periode 2019-2021), deze bedroeg ca. $70 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$ (sedimentatievolume per strekkende meter in langsrichting van de geul per jaar). De geul in de bochtafsnijding heeft op de gebaggerde diepte een breedte van ca. 100 m en bevindt zich op een afstand van ca. 20 km tot het zeegat (geullengte).

Borndiep - geul door drempelgebied vaargeul Holwerd-Ameland

De vaarweg tussen Holwerd en Ameland kruist ten zuiden van Nes een gebied met zandige drempels. Sinds 2016 worden hier twee gebaggerde geulen onderhouden die de drempels doorkruisen, zie Afbeelding 5.2. In 2021 is de meest oostelijke geul verlaten en is een nieuwe afsnijding gerealiseerd. De oostelijke geul is daarna op natuurlijke wijze gaan sedimenteren. Op basis van de waargenomen veranderingen in bodemhoogte is een inschatting gemaakt van de sedimentatiesnelheid van deze 'niet natuurlijke' geul in het drempelgebied, deze bedroeg circa $150 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jaar}$ (3 m bodemhoogte veranderingen in 20 maanden).

Afbeelding 5.2 Bochtafsnijding vloedgeul en vaargeul door drempelgebied



Relevante processen en factoren voor natuurlijk herstel

Bij het natuurlijk herstel van de bodem na baggeringrepen zijn de volgende zaken relevant:

- 1) locatie van de ingreep:
 - kustzone, buitendelta, wadplaat, getijdegeul;
 - lokale golfcondities: hogere golven leiden tot een groter sedimenttransport en sneller herstel;
 - lokale stroomsnelheden;
 - wel/niet aanwezig zijn van een parallelle getijdegeul;
 - bodemsamenstelling;
- 2) de natuurlijke ontwikkelingen in het gebied waar de effecten optreden;
- 3) omvang van de ingreep in relatie tot natuurlijke variaties in het systeem.

1) De snelheid waarmee effecten van een baggeringreep op natuurlijke wijze herstellen is afhankelijk van de locatie waar deze ingrepen plaatsvinden. De buitendelta, wadplaten, getijdegeulen en kustzone hebben verschillende karakteristieken. De buitendelta en kustzone ondervinden veel meer invloed van golven dan wadplaten en geulen in het Waddenzeegebied, deze golven spelen daar een belangrijke rol in het sedimenttransport. Op locaties die beschut liggen voor golven blijven effecten van baggeringrepen typisch langer aanwezig dan op locaties met veel golfinvloed. Hetzelfde geldt voor gebieden met hogere en lagere stroomsnelheden. In getijdegeulen waar van nature veel sedimenttransport optreedt verdwijnen de effecten van de (bagger)werkzaamheden sneller dan op een wadplaat. Effecten in geulen kunnen langer aanwezig blijven indien een ingreep de waterverdeling door de geulen verandert, bijvoorbeeld als door het verspreiden van sediment minder water door een geul gaat stromen.

2) Natuurlijke ontwikkelingen op een locatie waar baggeringrepen plaatsvinden spelen ook een rol in de snelheid waarmee de effecten van deze ingrepen herstellen. In de Waddenzee en Noordzee komen gebieden voor waar van nature aanzanding of erosie plaatsvindt. Een voorbeeld daarvan is een getijdegeul waarvan de bocht steeds ruimer wordt (uitbochten). In dergelijke gebieden erodeert de buitenbocht en zandt de binnenbocht aan. Wanneer er sediment in de eroderende buitenbocht van een getijdegeul wordt verspreid, dan zal dit zand sneller door het systeem verspreiden dan wanneer dit materiaal wordt verspreid langs de binnenbocht van een geul die verzandt.

3) Tenslotte is ook de omvang van de ingrepen in relatie tot de natuurlijke variatie in het systeem relevant. De effecten van ingrepen die vallen binnen de natuurlijke variatie van het systeem zullen over het algemeen minder lang zichtbaar zijn dan ingrepen die veel groter zijn dan de natuurlijke variatie. De tijdschaal waarop de natuurlijke variatie optreedt geeft daarmee ook een indicatie van de herstelduur.

Effecten intredepunt Noordzee op de Ballonplaat onderzoeken met numeriek sedimenttransportmodel

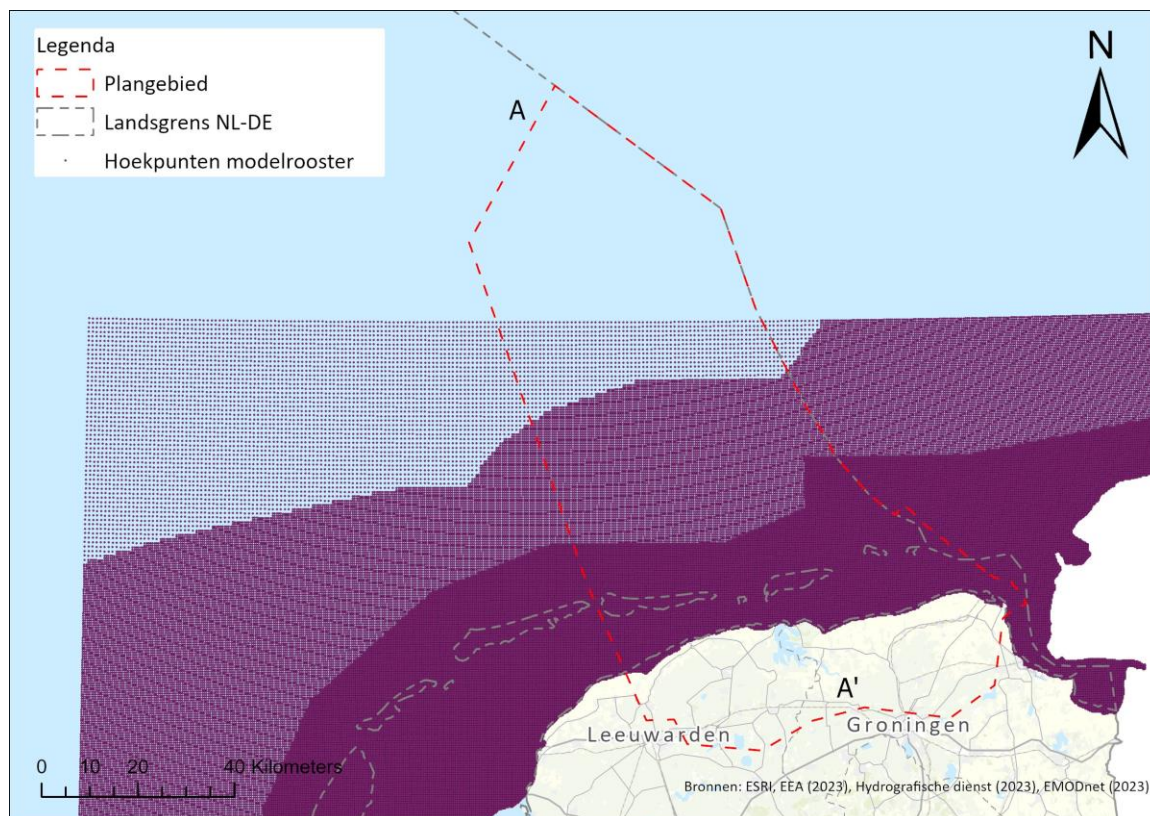
Als onderdeel van de X: Tunnel route is een intredepunt op de Noordzee voorzien op de Ballonplaat. Om de effecten van de aanleg van dit intredepunt op Bodem en Water op Zee te bepalen, zijn de hiervoor benodigde baggerwerkzaamheden uitgewerkt. Daarnaast zijn de permanente effecten van de aanwezigheid van het intredepunt onderzocht. Daarvoor is gebruik gemaakt van het numerieke Delft3D-FM model van de oostelijke Waddenzee en het Eems-Dollard [estuarium](#). Dit model is opgezet en afgeregeld voor 2DH hydrodynamica, golven en sedimenttransport. Het gebied wordt weergegeven in het Amersfoort / RD New coördinatenstelsel (EPSG: 28992) en het verticale referentievlak is ten opzichte NAP. De volgende aanpassingen aan de modellen zijn gedaan voor de effectbepaling in dit onderzoek:

- de meest recente bodemhoogtemetingen zijn in het model geïmplementeerd, zodat de gemodelleerde stroming en golven van toepassing zijn op de bodem die ook is gebruikt voor de route-ontwikkeling;
- het model is lokaal verfijnd, zodat de stroming rondom het intredepunt nauwkeuriger in beeld gebracht kan worden.

Voor het bepalen van de permanente effecten is beschouwd hoe de waterbeweging en het sedimenttransport veranderen als gevolg van het intredepunt. Daarvoor is een referentiesimulatie uitgevoerd (zonder het intredepunt) en een simulatie met het intredepunt Noordzee (één voor iedere geometrie die overwogen wordt). Daarbij zijn zowel de situatie tijdens normale condities (springtij-doodtij cyclus) als de situatie tijdens twee verschillende stormen (met een herhalingstijd van 1 jaar) beschouwd.

Op basis van de veranderingen in waterbeweging en sedimenttransport is een kwalitatieve analyse uitgevoerd over de te verwachten effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

Afbeelding 5.3 Modeldomein en -rooster van de numerieke modellen dflowfm3d-waddenzee_200m-j17_6-v1 en dflowfm3d_dwaq_slib-waddenzee_200m-j17_6-v1. Door de hogere resolutie dicht bij de kust liggen de modelhoekpunten daar dicht bij elkaar



Tabel 5.6 en Tabel 5.7 presenteren de beoordelingsschaal voor het criterium invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek respectievelijk in de Noordzee en in het Waddengebied. In de beoordelingsschaal zijn geen positieve scores opgenomen, omdat beoordeeld is ten opzichte van de situatie dat er geen ingrepen plaatsvinden. De voorgenomen activiteit heeft geen effecten die de natuurlijke bodemdynamiek versterken.

Tabel 5.6 Beoordelingsschaal criterium invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in de Noordzee

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Er zijn geen of verwaarloosbare effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek door de voorgenomen activiteit.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	De effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek door de voorgenomen activiteit vinden zijn beperkt en tijdelijk; er is geen mitigatie nodig en de effecten verdwijnen door natuurlijke dynamiek in een termijn van orde 1 jaar.

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (zicht op mitigatie).	De morfologie en natuurlijke bodemdynamiek worden beïnvloed door de voorgenomen activiteit en blijven zonder mitigatie lange tijd (orde jaren) waarneembaar. Mitigatie om deze effecten te beperken is mogelijk.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (vooralsnog geen zicht op mitigatie).	De morfologie en natuurlijke bodemdynamiek worden sterk beïnvloed door de voorgenomen activiteit of de voorgenomen activiteit heeft een omvangrijk effect op de natuurlijke bodemdynamiek in het referentiegebied. Mitigerende maatregelen zijn vooralsnog niet beschikbaar of onvoldoende betrouwbaar.

Tabel 5.7 Beoordelingsschaal criterium invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in het Waddengebied

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Er zijn geen of verwaarloosbare effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek door de voorgenomen activiteit, eventuele beperkte effecten vinden plaats buiten Natura 2000-gebied.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	De effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek door de voorgenomen activiteit zijn beperkt en tijdelijk; er is geen mitigatie nodig en de effecten binnen Natura 2000-gebied verdwijnen door natuurlijke dynamiek in een termijn van orde 1 jaar.
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (zicht op mitigatie).	De morfologie en natuurlijke bodemdynamiek worden beïnvloed door de voorgenomen activiteit en blijven zonder mitigatie lange tijd (orde jaren) waarneembaar. Mitigatie om deze effecten te beperken is mogelijk.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (vooralsnog geen zicht op mitigatie).	De morfologie en natuurlijke bodemdynamiek worden sterk beïnvloed door de voorgenomen activiteit of de voorgenomen activiteit heeft een effect op de natuurlijke bodemdynamiek in het referentiegebied. Mitigerende maatregelen zijn vooralsnog niet beschikbaar of onvoldoende betrouwbaar.

5.6.3 Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

Voor de beoordeling van dit criterium zijn de volgende effecten beschouwd:

- effect op bodemkwaliteit;
- effect op bodemsamenstelling.

De onderstaande sectie beschrijft de wijze waarop deze studie is uitgevoerd.

Methodie

Bodemkwaliteit

In de huidige situatie zijn geen verontreinigingen bekend. Indien toch sprake is van een bodem-verontreiniging op zee, gaat het om een diffuse verontreiniging, die door de dynamiek op zee verspreid raakt. Daarom worden geen onderscheidende of sterk negatieve milieueffecten verwacht voor het criterium zeebodemkwaliteit. Dit criterium heeft daarom geen invloed op de effectbeoordeling en is ook niet nader onderzocht in het MER.

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden dient te worden onderzocht of er vervuilde grond aanwezig is. In dat geval moet deze grond worden afgevoerd en mag deze niet worden teruggeplaatst in het systeem.

Bodemsamenstelling

Of de bodemsamenstelling wijzigt als gevolg van de voorgenomen activiteit is afhankelijk van de werkzaamheden die worden voorzien. Dit is kwalitatief beoordeeld op basis van de voorziene aanlegwerkzaamheden, zoals beschreven worden in de notitie routeontwikkeling. Negatieve effecten worden strenger beoordeeld als de bodemsamenstelling in het gebied 'Borkumse Stenen' of binnen Natura 2000-gebied Waddenzee wijzigt. Het gebied 'Borkumse Stenen' wordt immers gekenmerkt door zijn bijzondere bodemsamenstelling. In de Waddenzee is behoud van natuurlijke dynamiek een kernopgave en heeft de bodemsamenstelling hier invloed op. In overige delen van het plangebied is een wijziging van de bodemsamenstelling minder streng beoordeeld. Eventuele effecten van de verspreiding van slib zijn beoordeeld in het deelrapport Natuur. De beoordelingsschaal, zoals gepresenteerd in Tabel 5.8, is toegepast in het hele plangebied.

Tabel 5.8 Beoordelingsschaal criterium invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentie-situatie.	De bodemsamenstelling of kwaliteit wordt verbeterd, bijvoorbeeld door gebiedsvreemde materialen of vervuilingen in een groot gebied te verwijderen.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	De bodemsamenstelling of kwaliteit wordt verbeterd, bijvoorbeeld door gebiedsvreemde materialen of vervuilingen in een gebied van beperkte omvang te verwijderen.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Er zijn geen negatieve effecten op de bodemsamenstelling of de effecten zijn klein en vinden plaats buiten het gebied 'Borkumse stenen' en de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	De effecten op de bodemsamenstelling in het gebied 'Borkumse stenen' of de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee zijn beperkt (bijv. de aanleg van steenbestortingen bij kruisingen met andere infrastructuur) of er treden relatief grote wijzigingen op in de bodemsamenstelling buiten deze gebieden.
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (zicht op mitigatie).	De effecten op de bodemsamenstelling in het gebied 'Borkumse stenen' of de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee zijn aanzienlijk, maar kunnen gemitigeerd worden of er zijn zeer grote negatieve effecten op de bodemsamenstelling buiten deze gebieden die gemitigeerd kunnen worden.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentie-situatie (vooralsnog geen zicht op mitigatie).	De effecten op de bodemsamenstelling in het gebied 'Borkumse stenen' of de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee zijn aanzienlijk en kunnen niet gemitigeerd worden of er zijn zeer grote negatieve effecten op de bodemsamenstelling buiten deze gebieden die vooralsnog niet gemitigeerd kunnen worden.

5.6.4 Kustfundament

Voor de beoordeling van dit criterium zijn de volgende effecten beschouwd:

- effect op kustsuppleties;
- effect op hoogwaterveiligheid tijdens een maatgevende storm.

De onderstaande sectie beschrijft de wijze waarop de studie is uitgevoerd, op basis waarvan de effecten op het kustfundament zijn beoordeeld.

Methode

Om de effecten van de werkzaamheden op zandsuppleties te bepalen, is een beschouwing gemaakt van de historische bodemontwikkelingen in het kustfundament, het suppletie-onderhoud dat is uitgevoerd in het studiegebied en de omvang van de ingrepen in het kustfundament. Voor het kustfundament geldt dat het niet toegestaan is om daar sediment uit te verwijderen. Aangezien het kustfundament onderdeel uitmaakt van het gebied dat in dit deelrapport wordt beschouwd als het Waddengebied, is de Beoordelingsschaal, zoals gepresenteerd in Tabel 5.9, alleen in dat deel van het plangebied toegepast.

De wijze waarop de effecten op hoogwaterveiligheid zijn onderzocht, is afhankelijk van de aanlegwerkzaamheden die voorzien worden binnen de Noordzeekustzone. De effecten van het intredepunt dat onderdeel is van X: Tunnel route zijn onderzocht met een numeriek model. De overige ingrepen zijn kleinschaliger van aard en zijn kwalitatief beoordeeld.

Tabel 5.9 Beoordelingsschaal criterium invloed op zandsuppleties en op hoogwaterveiligheid tijdens een maatgevende storm

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentie-situatie.	Het zandvolume in het kustfundament neemt dusdanig toe dat hierdoor minder kustsuppleties uitgevoerd hoeven te worden en de hoogwaterveiligheid toeneemt.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Het zandvolume in het kustfundament neemt toe, maar niet zodanig dat dit een wezenlijk effect heeft op de kustsuppleties of op de hoogwaterveiligheid.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Er zijn geen negatieve effecten op de bodemligging in het kustfundament of de effecten op de bodemligging in het kustfundament hebben geen negatief effect op de kustsuppleties of op de hoogwaterveiligheid.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	De effecten op de bodemligging in het kustfundament hebben een negatief effect op de kust-suppleties of op de hoogwaterveiligheid dat tijdelijk is en zonder mitigatie binnen 1 jaar vanzelf verdwijnt.
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie (zicht op mitigatie).	De effecten op de bodemligging in het kustfundament hebben een negatief effect op de kust-suppleties of op de hoogwaterveiligheid dat gemitigeerd kan worden.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentie-situatie (vooralsnog geen zicht op mitigatie).	De effecten op de bodemligging in het kust-fundament hebben een negatief effect op de kustsuppleties of op de hoogwaterveiligheid dat vooralsnog niet gemitigeerd kan worden.

5.6.5 Kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen

Voor de beoordeling van dit criterium zijn de volgende effecten beschouwd:

- kans op toekomstig onderhoud met effect op natuurlijke bodemontwikkeling of bodemsamenstelling.

Het leidende ontwerpprincipe van zowel de kabelsystemen als waterstofleidingen is dat alle kabelsystemen en waterstofleidingen op een zodanige diepte worden begraven, dat deze tijdens de levensduur (dus in de gebruiksfase) ten allen tijde begraven blijven (niet blootspoelen). Tijdens het ontwerp is bepaald welke begraafdiepte naar verwachting nodig is om ten allen tijde de benodigde dekking te realiseren. Hiervoor is de te verwachten minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase bepaald.

In de praktijk blijkt echter dat binnen het plangebied morfologisch onverwachte ontwikkelingen optreden. Kabels die hier eerder zijn aangelegd, volgens een soortgelijk ontwerpprincipe als 'bury and would like to forget', zijn later toch blootgespoeld. Voor deze kabels is (periodiek) onderhoud in de vorm van sedimentsuppleties nodig om de benodigde dekking duurzaam te garanderen. Een alternatieve methode om na blootspoeling de benodigde dekking te herstellen is het storten van stenen. Beide methodes hebben een effect op de zeebodem. Daarom is in de effectbeoordeling Bodem en Water op Zee rekening gehouden met de kans op blootspoeling tijdens de gebruiksfase.

Methode

De kans op blootspoeling van de kabelsystemen en leidingen is bepaald aan de hand van de benodigde begraafdiepte langs de route en de eventuele aanwezigheid van kruisingen met bestaande kabels en leidingen in dynamisch gebied. Daarbij is de volgende beoordeling toegepast:

- op locaties waar de kabelsystemen of leidingen niet (kunnen) worden begraven onder de verwachte minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase, is de kans op blootspoelen als zeer groot (orde 1) beoordeeld;
- op locaties waar een grote begraafdiepte (>10 m) moet worden gerealiseerd om de kabelsystemen of leidingen onder de verwachte minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase te installeren, is de kans op blootspoelen als groot beoordeeld. Onderbouwing hiervoor is dat de kans dat de benodigde begraafdiepte niet wordt gerealiseerd tijdens de installatie groter is als er dieper moet worden begraven;
- op locaties waar een beperkte begraafdiepte (<5 m) moet worden gerealiseerd om de kabelsystemen of leidingen onder de verwachte minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase te installeren, is de kans op blootspoelen als klein beoordeeld;
- op locaties waar een kruising moet worden gerealiseerd in een gebied waar de benodigde begraafdiepte > 5 m is, is de kans op blootspoelen als groot beoordeeld. De onderbouwing hiervoor is, dat de kans dat de benodigde begraafdiepte tijdens de installatie niet wordt gerealiseerd groter is wanneer de deze diepte in de directe omgeving van een kruising groot is.

Tabel 5.10 presenteert de beoordelingsschaal voor het criterium kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen. De beoordeling is toegepast in een deel van het studiegebied. Daarbij zijn negatieve scores toegekend indien onderhoud naar verwachting negatieve effecten heeft binnen de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone of binnen het KRM gebied de Borkumse Stenen. Positieve scores zijn niet van toepassing, omdat beoordeeld wordt ten opzichte van de situatie dat er geen ingrepen plaatsvinden. Als er geen kabelsystemen of leidingen worden aangelegd kunnen deze ook niet blootspoelen.

Tabel 5.10 Beoordelingsschaal criterium kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen. Paragraaf 5.6.5 geeft een verdere onderbouwing van de beoordelingsschaal

Score	Methodiek	Wanneer toegekend
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	N.v.t.
0	Neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Indien het gehele route op een begraafdiepte van < 5m gerealiseerd kan worden.
-	Licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Indien delen van de route op een begraafdiepte van >5 m gerealiseerd moeten worden om de kabelsystemen of leidingen onder de verwachte minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase te installeren en de effecten van onderhoud optreden binnen Natura 2000- of KRM-gebieden.
--	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Indien delen van de route op een grote begraafdiepte (>10 m) gerealiseerd moeten worden om de kabelsystemen of leidingen onder de verwachte minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase te installeren, of indien er een kruising gerealiseerd moet worden in een gebied waar de benodigde begraafdiepte > 5m is. De score wordt alleen toegekend wanneer de effecten van onderhoud optreden binnen Natura 2000- of KRM-gebieden.
---	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie.	Indien op delen van de route de kabelsystemen of leidingen niet begraven (kunnen) worden onder de verwachte minimale bodemhoogte tijdens de gebruiksfase en de effecten van onderhoud optreden binnen Natura 2000- of KRM-gebieden.

EFFECTENBESCHRIJVING EN -BEOORDELING NOORDZEE

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de effectbeschrijving en -beoordeling voor de aspecten morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, en bodemkwaliteit en bodemsamenstelling gegeven. Zoals reeds beschreven in hoofdstuk 3, is er een groot verschil in bodemdynamiek binnen het plangebied. Anders dan in de Waddenzee, liggen de bodemvormen in de Noordzee op relatief grote waterdiepte en is de variatie in bodemhoogte gedurende de levensduur van de kabelsystemen en waterstofleidingen beperkt. Daardoor kunnen de kabelsystemen en leidingen in het Noordzee deel van het plangebied worden aangelegd, zonder dat daarvoor voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig zijn.

Voor alle routes geldt dat de oorspronkelijke bodemvormen, die door de aanleg van de kabelsystemen en leidingen worden aangetast, binnen relatief korte tijd herstellen. Dit komt doordat de autonome sedimentbeweging hier voldoende groot voor is en de relatief kleine omvang van de ingrepen. De aanleg van de kabelsystemen en leidingen beïnvloedt daarom de bodemontwikkeling op de Noordzee op de langere termijn niet.

6.2 Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

6.2.1 Effectbeschrijving morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

Route A: Parallel aan Gemini kabels

Route A: Parallel aan Gemini kabels is alleen onderzocht voor elektrische verbindingen (kabels). Voor de gehele route geldt dat de kabelsystemen zonder voorbereidende baggerwerkzaamheden op voldoende diepte kunnen worden aangebracht. Aangezien de maximale kabellengte die gelegd kan worden 40 km is, moeten er onderweg een aantal moffen worden aangelegd. Om deze in de zeebodem te begraven, wordt lokaal een kuil gegraven met een oppervlak van 300 x 50 m tot een diepte van 3 m. De kuil wordt na het plaatsen van de mof weer afgedekt. De zeebodem wordt daarna tot op de oorspronkelijke hoogte aangevuld. De effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek van deze werkzaamheden zijn verwaarloosbaar.

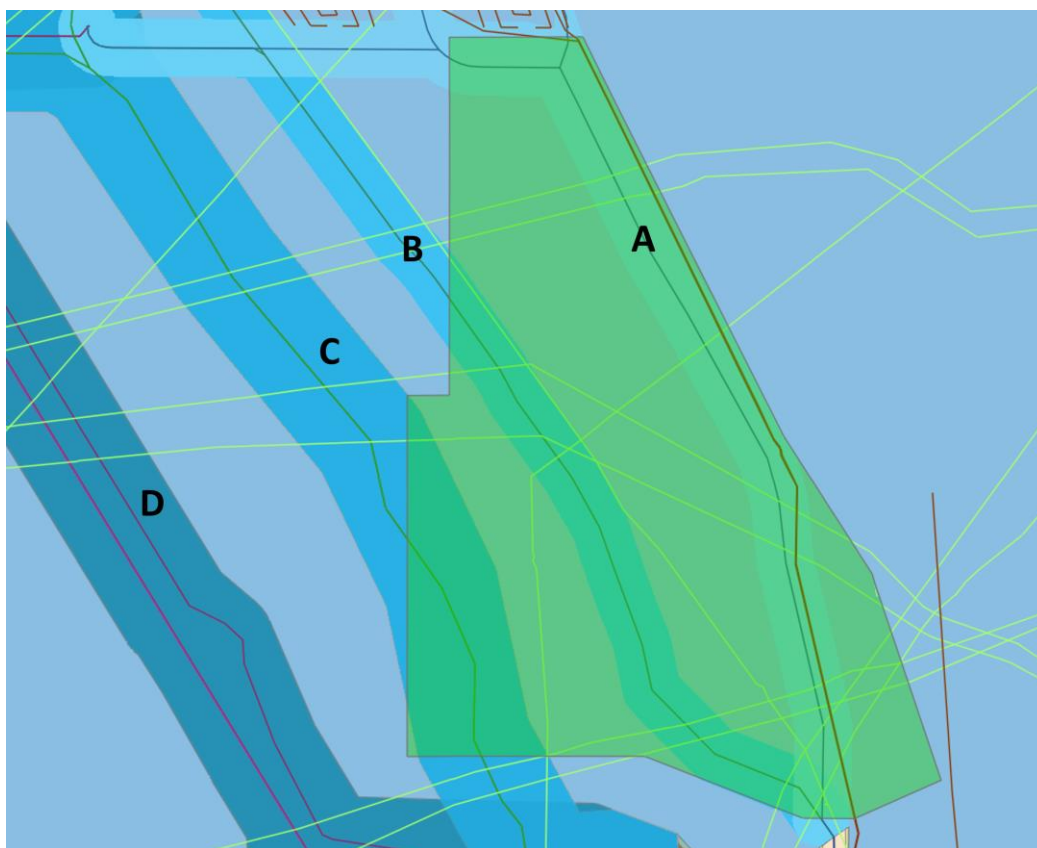
Routes A: Parallel aan Gemini kabels, B: Parallel aan verlaten telecom kabel en C: Direct naar TNW lopen gedeeltelijk door het KRM gebied Borkumse stenen (Afbeelding 6.1). In dit gebied komen harde structuren voor op de zeebodem die mogelijk kunnen worden geclassificeerd als riffen (H1170, Afbeelding 3.5). Het gebied is gesloten voor bodemberoerende visserij. Uitgangspunt bij het beoordelen van deze routes is, dat eventuele riffen die in het gebied voorkomen, ontweken kunnen worden bij de aanleg van de kabelsystemen binnen de beschikbare corridor (die een breedte heeft van 3 km). Daardoor zijn de effecten op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in dit gebied verwaarloosbaar.

Route A: Parallel aan Gemini kabels kruist met bestaande infrastructuur op de zeebodem. In totaal worden per kabelsysteem 15 kruisingen voorzien, waarvan 11 binnen het gebied Borkumse stenen. Een deel van de kruisingen is met verlaten infrastructuur en kan mogelijk voorkomen worden door de verlaten infrastructuur voor de aanleg te verwijderen. Om de kruisingen te realiseren, worden doorgaans steenbestortingen toegepast.

Per kruising wordt op de zeebodem een oppervlak van minder dan 1 ha bedekt (typische afmetingen 70 m bij 120 m). Hierdoor worden harde structuren aan de bodem toegevoegd. Het oppervlak dat bedekt wordt is beperkt in verhouding tot de gehele corridor.

Aangezien de zandgolven die aanwezig zijn langs het noordelijk deel van de route een hoogte hebben van maximaal orde 1,5 m hebben is voor het installeren van kabelsystemen geen aangepaste aanlegmethodiek nodig. De met de normale aanlegmethodiek kan voldoende begraafdiepte worden gehaald. Deze methodiek heeft geen invloed op migrerende bodemvormen doordat de zeebodem slechts in een smalle strook rondom de kabels wordt beroerd. Door natuurlijke processen (getij en golven) krijgen de bodemvormen naar verwachting binnen een periode van weken tot maanden hun oorspronkelijke vorm terug. Ditzelfde geldt voor de zandgolven die worden gekruist door Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel. Door Route C: Direct naar TNW en Route D: Parallel aan bestaande gasleiding worden geen gebieden met zandgolven gekruist. Daarom zijn de effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek voor alle Noordzee routes verwaarloosbaar. Deze zijn daarom voor dit criterium niet verder besproken.

Afbeelding 6.1 Noordzeeroutes (corridor en centerline) weergegeven samen met het KRM gebied Borkumse stenen (groene vlak) en reeds aanwezige kabels en leidingen op de zeebodem (groene en bruine lijnen)



Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel

Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel is enkel onderzocht voor elektrische verbindingen (kabelsystemen). Voor de gehele route geldt dat de kabelsystemen zonder voorbereidende baggerwerkzaamheden op voldoende diepte kunnen worden aangebracht. De kuilen die worden gegraven om moffen aan te leggen, worden na het plaatsen van de mof weer opgevuld. De kruisingen met aanwezige kabels en leidingen, die nodig zijn om de kabelsystemen langs deze route te realiseren (zie paragraaf 6.3), hebben een verwaarloosbaar effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek door het kleine oppervlak dat deze in beslag nemen. De effecten van de werkzaamheden voor Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn daarom verwaarloosbaar.

Route C: Direct naar TNW

Route C: Direct naar TNW is onderzocht voor zowel elektrische verbindingen (kabelsystemen) als moleculen (leidingen). Voor de gehele route geldt dat de kabelsystemen en leidingen zonder voorbereidende baggerwerkzaamheden op voldoende diepte kunnen worden aangebracht. De kuilen die worden gegraven om moffen aan te leggen voor de kabelsystemen, worden na het plaatsen van de mof weer opgevuld. De kruisingen met aanwezige kabels en leidingen, die nodig zijn om de kabelsystemen en leidingen langs deze route te realiseren (zie paragraaf 6.3), hebben een verwaarloosbaar effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, omdat er geen grote migrerende bodemvormen (zoals zandgolven) aanwezig zijn langs de route. De effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn daarom verwaarloosbaar.

Route D: Parallel aan bestaande gasleiding

Route D: Parallel aan bestaande gasleiding is onderzocht voor zowel elektrische verbindingen (kabels) als moleculen (leidingen). Voor de gehele route geldt dat de kabelsystemen en leidingen zonder voorbereidende baggerwerkzaamheden op voldoende diepte kunnen worden aangebracht. De , die worden gegraven om moffen aan te leggen voor de kabelsystemen, worden na het plaatsen van de mof weer opgevuld. De kruisingen met aanwezige kabels en leidingen, die nodig zijn om de kabelsystemen en leidingen langs deze route te realiseren (zie paragraaf 6.3), hebben een verwaarloosbaar effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, omdat er geen grote migrerende bodemvormen (zoals zandgolven) aanwezig zijn langs de route. De effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn daarom verwaarloosbaar.

Platforms

TNW

Het platform dat (eventueel) wordt aangelegd om het windgebied Ten Noorden van de Wadden met wisselstroom kabelsystemen te ontsluiten heeft een voetafdruk van 40 m x 45 m. Rondom het platform wordt bodembescherming aangebracht in een gebied van ordegrrootte één tot enkele hectares (tot ongeveer 100 m van het platform). Binnen het zoekgebied voor het platform komen geen bijzondere of beschermde bodemvormen voor. De effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn daarom verwaarloosbaar.

Zoekgebied platform DDW-1 en DDW-2

De platforms DDW-1 en DDW-2 die worden aangelegd om het windgebied Doordewind met gelijkstroom kabelsystemen te ontsluiten hebben een typische voetafdruk van 100 m x 55 m. Rondom deze platforms wordt bodembescherming aangebracht in een gebied van ordegrrootte enkele hectares. Binnen het zoekgebied voor de platforms komen geen bijzondere of beschermde bodemvormen voor. De effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn daarom verwaarloosbaar.

6.2.2 Effectbeoordeling morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

Route A: Parallel aan Gemini kabels

De effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn beperkt en tijdelijk van aard, doordat de totale baggerwerkzaamheden beperkt zijn, de ontgravingen voor de moffen weer worden aangevuld en harde structuren binnen het KRM gebied Borkum stenen worden ontweken. In de gebruiksfase liggen de kabelsystemen begraven onder de zeebodem en hebben deze geen effect. De effecten van Route A: parallel aan Gemini kabels op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in de aanlegfase zijn beoordeeld als beperkt/licht negatief (-). De effecten op de zijlijnen verschillen niet van de effecten op de middenlijn.

Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel

De effecten van Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn beoordeeld als neutraal (0). De effecten zijn soortgelijk als die voor Route A: Parallel aan Gemini kabels. De effecten op de zijlijnen verschillen niet van de effecten op de middenlijn.

Route C: Direct naar TNW

De effecten van Route C: Direct naar TNW op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn ook beoordeeld als beperkt/licht negatief (-). De effecten zijn soortgelijk als die voor Route A: Parallel aan Gemini kabels. Voor leidingen geldt dat er geen ontgravingen nodig zijn voor de aanleg van moffen, dat het

ruimtebeslag in de zeebodem iets groter is dan voor kabelsystemen en dat de trench die gegraven wordt voor de aanleg breder is. Ook voor leidingen zijn de effecten beoordeeld als beperkt/ licht negatief (-). De effecten op de zijlijnen verschillen niet van de effecten op de middenlijn.

Route D: Parallel aan bestaande gasleiding

De effecten van Route D: Parallel aan bestaande gasleiding op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek zijn beoordeeld als beperkt/licht negatief (-). De effecten zijn soortgelijk aan die van Routes A: Parallel aan Gemini kabels, B: Parallel aan verlaten telecom kabel en C: Direct naar TNW, met als afwijking dat Route D: Parallel aan bestaande gasleiding niet door het KRM gebied Borkumse stenen loopt. De effecten op de zijlijnen verschillen niet van de effecten op de middenlijn.

Platforms

Het ruimtebeslag op de zeebodem van de platforms is heel klein en in het gebied waar de platforms voorzien zijn komen geen beschermde bodemvormen voor. Daarom zijn de effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek beoordeeld als neutraal (0). De effecten op de zijlijnen verschillen niet van de effecten op de middenlijn.

Tabel 6.1 Beoordeling van effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in de Noordzee

Routes en stations	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
		Centerline	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
A: Parallel aan Gemini kabels	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
B: Parallel aan verlaten telecom kabel	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
C: Direct naar TNW	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
C: Direct naar TNW	L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
D: Parallel aan bestaande gasleiding	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
D: Parallel aan bestaande gasleiding	L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
Platform TNW1	K	0	0	0	0
Zoekgebied DDW-1	K	0	0	0	0
Zoekgebied DDW-2	K	0	0	0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

6.3 Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

6.3.1 Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

A: Parallel aan Gemini kabels

Route A: Parallel aan Gemini kabels (alleen kabelsystemen) kruist met bestaande infrastructuur op de zeebodem. Om deze kruisingen te realiseren worden doorgaans steenbestortingen toegepast. Per kruising wordt op de zeebodem een oppervlak van minder dan 1 ha bedekt (typische afmetingen 70 m bij 120 m). Hierdoor worden harde structuren aan de bodem toegevoegd. In totaal worden per kabelsysteem 15 kruisingen voorzien, waarvan 11 binnen het gebied Borkumse stenen. Een deel van de kruisingen is met verlaten infrastructuur en kan mogelijk worden voorkomen door de verlaten infrastructuur voor de aanleg te verwijderen. De bodemkwaliteit wordt niet beïnvloed door de aanleg van de kabelsystemen.

B: Parallel aan verlaten telecom kabel

Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel (alleen kabelsystemen) kruist met bestaande infrastructuur op de zeebodem. Om deze kruisingen te realiseren worden doorgaans steenbestortingen toegepast. Per kruising wordt op de zeebodem een oppervlak van minder dan 1 ha bedekt (typische afmetingen 70 m bij 120 m). Hierdoor worden harde structuren aan de bodem toegevoegd. In totaal worden per kabelsysteem 13 kruisingen voorzien, waarvan 7 binnen het gebied Borkumse stenen. Een deel van de kruisingen is met verlaten infrastructuur en kan mogelijk worden voorkomen door de verlaten infrastructuur voor de aanleg te verwijderen. De bodemkwaliteit wordt niet beïnvloed door de aanleg van de kabelsystemen.

C: Direct naar TNW

Route C: Direct naar TNW (kabelsystemen en leidingen) kruist met bestaande infrastructuur op de zeebodem. Om deze kruisingen te realiseren worden doorgaans steenbestortingen toegepast. Per kruising wordt op de zeebodem een oppervlak van minder dan 1 ha bedekt (typische afmetingen 70 m bij 120 m). Hierdoor worden harde structuren aan de bodem toegevoegd. In totaal worden per kabelsysteem 11 kruisingen voorzien, waarvan voor de centerline en westelijke zijlijn binnen 0 het gebied Borkumse stenen. De oostelijke zijlijn heeft 2 kruisingen binnen het gebied Borkumse stenen. Een deel van de kruisingen is met verlaten infrastructuur en kan mogelijk worden voorkomen door de verlaten infrastructuur voor de aanleg te verwijderen. De bodemkwaliteit wordt niet beïnvloed door de aanleg van de kabelsystemen en leidingen.

D: Parallel aan bestaande gasleiding

Route D: Parallel aan bestaande gasleiding (kabelsystemen en leidingen) kruist met bestaande infrastructuur op de zeebodem. Om deze kruisingen te realiseren worden doorgaans steenbestortingen toegepast. Per kruising wordt op de zeebodem een oppervlak van minder dan 1 ha bedekt (typische afmetingen 70 m bij 120 m). Hierdoor worden harde structuren aan de bodem toegevoegd. In totaal worden per kabelsysteem 12 kruisingen voorzien. Een deel kan mogelijk worden voorkomen door de verlaten infrastructuur voor de aanleg te verwijderen. Route D: Parallel aan bestaande gasleiding loopt niet door het gebied Borkumse stenen. Daar worden dan ook geen kruisingen voorzien. De bodemkwaliteit wordt niet beïnvloed door de aanleg van de kabelsystemen en leidingen.

Platforms

Platform TNW1

Het platform, dat (eventueel) wordt aangelegd om het windgebied Ten Noorden van de Wadden met wisselstroom kabelsystemen te ontsluiten, heeft een oppervlak van 40 m x 45 m. Daaromheen wordt bodembescherming aangebracht in een gebied van orde grootte één tot enkele hectares. Deze bestaat doorgaans voor een groot deel uit steenbestortingen. Het oppervlak waar de bodemsamenstelling verandert is klein ten opzichte van het windgebied Ten Noorden van de Wadden en tot opzichte van de Noordzee. De bodemkwaliteit wordt niet beïnvloed door de aanleg van het platform.

Zoekgebied platform DDW-1 en DDW-2

De platforms DDW-1 en DDW-2, die aangelegd worden om het windgebied Doordewind met gelijkstroom kabelsystemen te ontsluiten, hebben een oppervlak van 100 m x 55 m. Daaromheen wordt bodembescherming aangebracht in een gebied van orde grootte enkele hectares. Deze bestaat doorgaans voor een groot deel uit steenbestortingen. Het oppervlak waar de bodemsamenstelling verandert is klein ten opzichte van het windgebied Doordewind en tot opzichte van de Noordzee. De bodemkwaliteit wordt niet beïnvloed door de aanleg van de platforms.

6.3.2 Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

De effecten op bodemkwaliteit en bodemsamenstelling zijn beperkt. Voor het realiseren van de routes en platforms wordt slechts een klein oppervlak van de zeebodem beïnvloed. Dit is als verwaarloosbaar beoordeeld buiten het KRM-gebied Borkumse stenen en daarbinnen als licht negatief (-) beoordeeld.

Tabel 6.2 Beoordeling van effecten op bodemkwaliteit en bodemsamenstelling in de Noordzee

Routes en stations	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
		Centerline	Corridor / Zoekgebied	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
A: Parallel aan Gemini kabels	K	n.v.t.		-	O: - W: -
B: Parallel aan verlaten telecom kabel	K			-	O: - W: -
C: Direct naar TNW	K			0	O: - W: 0
C: Direct naar TNW	L			0	O: - W: 0
D: Parallel aan bestaande gasleiding	K			0	O: 0 W: 0
D: Parallel aan bestaande gasleiding	L			0	O: 0 W: 0
Platform TNW1	K			0	0
Zoekgebied DDW-1	K			0	0
Zoekgebied DDW-2	K			0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

EFFECTENBESCHRIJVING EN -BEOORDELING WADDENGEBIED

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is de effectbeschrijving en -beoordeling voor de aspecten morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, hydrodynamica, bodemkwaliteit en bodemsamenstelling, kustfundament en kans op blootspoelen door toekomstig onderhoud in het Waddengebied beschreven. Voor al deze aspecten geldt dat de mogelijke effecten voor een groot deel samenhangen met de voorbereidende baggerwerkzaamheden, die moeten worden uitgevoerd om de verschillende routes te realiseren. De benodigde voorbereidende baggerwerkzaamheden per route zijn beschreven onder het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek (paragraaf 7.2). Bij de effectbeschrijving van de overige aspecten wordt naar deze beschrijving verwezen.

Nadat de voorbereidende baggerwerkzaamheden zijn afgerond kunnen de kabelsystemen of leidingen langs de route geïnstalleerd worden. Voor het begraven van de kabelsysteem of leiding met een trencher / vertical injector / ploeg geldt dat het beroerde oppervlak zodanig klein is, dat dit vanuit het perspectief Bodem en Water op Zee verwaarloosbare effecten heeft. Door natuurlijke processen (getij en golven) krijgen de bodem naar verwachting binnen een periode van weken tot maanden haar oorspronkelijke vorm terug. Deze ingrepen zijn in dit deelrapport daarom niet nader beschouwd.

7.2 Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

7.2.1 Effectbeschrijving morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline van II: Oude Westereems route zijn gepresenteerd in Tabel 7.1.

Tabel 7.1 ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs de centerline van de II: Oude Westereems route

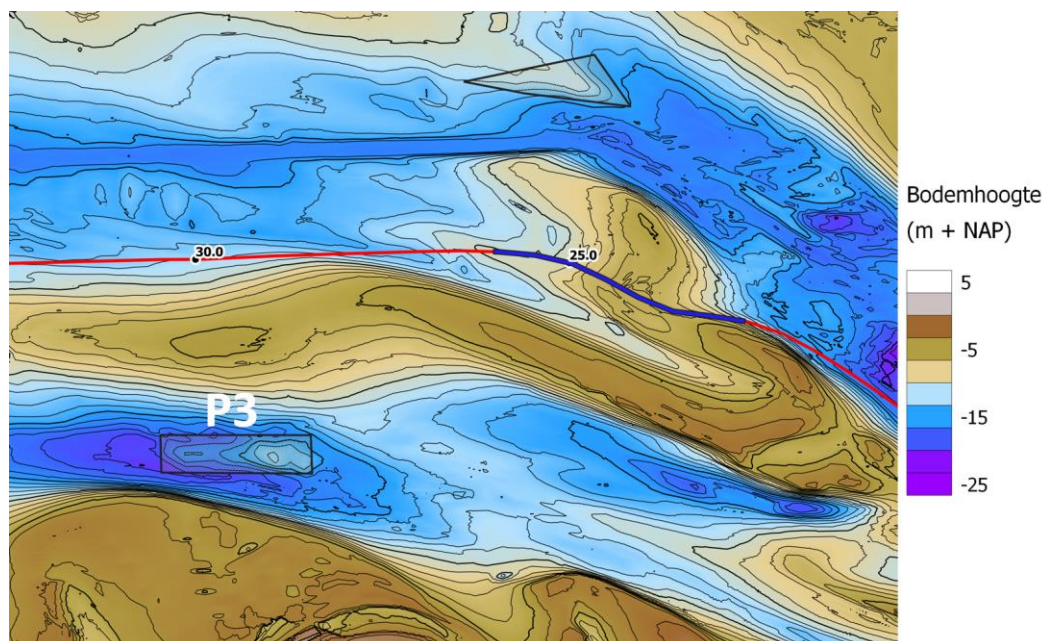
Omschrijving	Locatie [KP]**	Volume [m ³] (met toeslag)*	Dimensies [L x B x D]
Ontgraving voor HDD	0,75	2.400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	1,4	2.400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	2,5	5.000	25 m x 25 m x 5 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	22,5 tot 26,0	160.000 (320.000)	3,5 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Ontgraving t.b.v. de installatie van een offshore mof	40	100.000 (150.000)	250 m x 50 m x 5 m
Begraven kabelsysteem langs de route	0,0 tot 40,0	n.v.t.	~40 km, breedte sleuf ~1 m

- * Op de te ontgraven baggervolumes is een toeslag toegepast om rekening te houden met hersedimentatie in de periode tussen de voorbereidende baggerwerkzaamheden en aanleg van de kabelsystemen of waterstofleidingen. Deze toeslag is ruim gekozen en de grootte is aangepast aan de verwachte sedimenttransporten op de baggerlocaties.
- ** KP staat voor kilometerpunt en geeft van een locatie aan op hoeveel kilometer (langs de route) deze ongeveer zeewaarts ligt van de meest zuidelijke kustkruising.

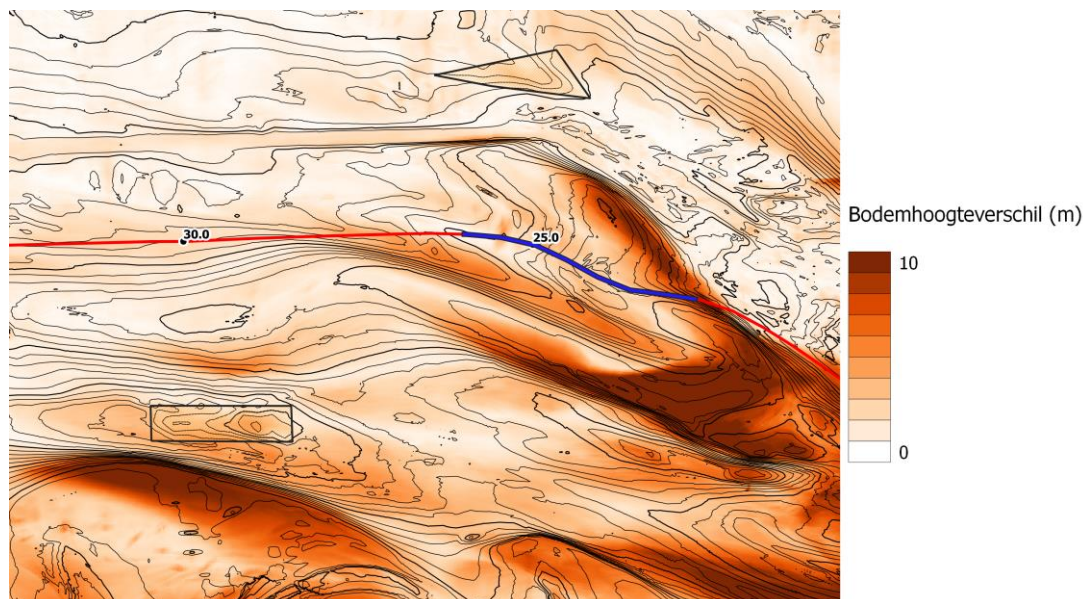
De ontgravingen voor de HDD's beslaan een klein oppervlak en ook het volume dat ontgraven wordt is klein. Na de aanleg van de HDD's wordt de ontgraving weer opgevuld. Daardoor hebben de HDD's geen relevant effect op de morfologie en bodemdynamiek. De ontgraving voor de installatie van de offshore mof vindt plaats buiten Natura 2000-gebied en wordt bovendien na installatie weer opgevuld, waardoor er ook hierdoor geen relevante effecten optreden. Ook voor het begraven van de kabelsysteem met een trencher / vertical injector / ploeg geldt dat het betrofde oppervlak in het dynamische gebied zodanig kleinschalig is dat dit op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek geen relevante effecten heeft.

De baggerwerkzaamheden tussen KP22,5 en KP26,0 zijn ten opzichte van de overige werkzaamheden langs deze route omvangrijker van aard. De baggerwerkzaamheden dienen om een verdiepte toegangseu aan te leggen die toegang biedt aan het kabelinstallatiematerieel vanaf de Noordzee door de buitendelta van de Eemsmonding (Afbeelding 7.1). Lokaal wordt de bodem verlaagd (tot NAP -8,7 m). Momenteel ligt de bodemhoogte op deze locatie maximaal rond NAP -6,0 m. Daarom leidt dit niet tot een verandering van de kenmerken van het gebied. Daarbij geldt dat deze lokale verdieping wordt aangebracht buiten de grenzen van de omliggende Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. De bodemdynamiek in dit gebied is groot; de migratie van geulen en platen heeft geleid tot bodemhoogteveranderingen van meer dan 10 m aan de oostzijde van de aan te leggen toegangseu (Afbeelding 7.2). Daarom kan niet worden uitgesloten, dat de aanleg van de toegangseu leidt tot een tijdelijke verandering van de dynamiek van geulen en platen in de buitendelta. Op termijn zal het effect van de ingreep volledig verdwijnen (naar verwachting duurt dit ordegruote 1-2 jaar).

Afbeelding 7.1 Gebied waar de vaargeu verbreedt/verdiept wordt (breedte 60 m) met als doel om toegang te verlenen voor installatiematerieel (blauwe polygoon). Ook weergegeven: verspreidingslocatie P3



Afbeelding 7.2 Waargenomen bodemhoogteveranderingen in periode 1989 - 2021



Verondersteld wordt dat het sediment dat vrijkomt bij deze werkzaamheden wordt verspreid in verspreidingslocatie P3. Voor deze locatie geldt dat deze geschikt wordt geacht voor het verspreiden van sediment. De locatie ligt in een diepe geul (het Huibertgat), waardoor de getijdestroming het sediment op een natuurlijke wijze over het gebied kan verspreiden. De verspreidingslocatie ligt buiten de grenzen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone.

De aanleg van een kabelsysteem langs de centerline van de corridor van II: Oude Westereems route is als neutraal (0) beoordeeld, omdat de effecten binnen de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone verwaarloosbaar zijn.

Kabelsystemen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor de aanleg van kabelsystemen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook voorbereidende baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Naast werkzaamheden die worden uitgevoerd voor de HDD's, offshore moffen en het begraven van de kabels, die evenals voor de centerline een verwaarloosbaar effect hebben, zijn ook voor de zijlijnen van de corridor baggerwerkzaamheden nodig om toegang te verschaffen voor het installatie materieel.

Voor de oostelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route geldt dat daarvoor minder voorbereidende baggerwerkzaamheden (een kleiner volume) nodig zijn dan voor de middenlijn. Alleen rond KP24 van deze zijlijn is een lokale verdieping nodig (met een volume ordegrootte gelijk als voor de centerline). Net als voor de centerline treden hierdoor tijdelijke effecten op buiten de aangewezen Natura 2000-gebieden. Op termijn verdwijnen deze effecten (naar verwachting duurt dit ordegrootte 1-2 jaar). De aanleg van een kabelsysteem langs de oostelijke zijlijn van de corridor van II: Oude Westereems route is als neutraal (0) beoordeeld.

Voor de aanleg van een kabelsysteem langs de westelijke zijlijn van de corridor zijn de benodigde voorbereidende baggerwerkzaamheden voor het verschaffen van toegang voor het installatiematerieel groter dan voor de centerline. De benodigde baggerwerkzaamheden zijn gepresenteerd in Tabel 7.2 en Afbeelding 7.3.

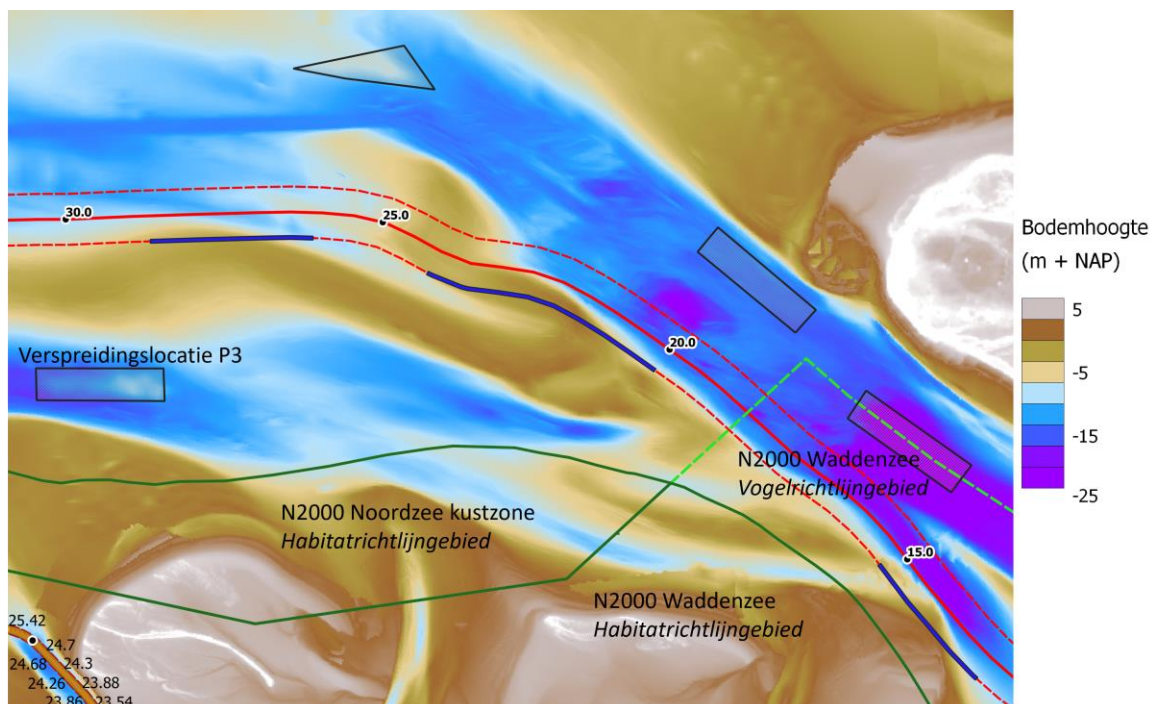
Tabel 7.2 Voorbereidende baggerwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen langs de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie (KP)	Volume (m ³)	Dimensies (L x B x D)
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	12,9 - 15,2	615.000 (922.500)	2,3 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	20,0 - 24,0	1.231.000 (2.462.000)	4,0 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	26,1 - 28,7	489.000 (978.000)	2,6 km x 60 m tot NAP -8,7 m

Bij de baggerwerkzaamheden tussen KP12,9 en KP15,2 wordt de bodem verlaagd tot NAP -8,7 m. Momenteel ligt de bodemhoogte hier overwegend beneden NAP -5,0 m met een maximale hoogte rond NAP -2,5 m. In de periode rond 1985 lag de oude Westereems op de locatie waar de toegangsgeul gegraven wordt. Destijds lag de bodem hier tussen NAP -10 m en NAP -20 m. Bodemhoogteveranderingen tussen opeenvolgende vaklodingen (van 2008 naar 2014 en van 2014 naar 2020) zijn in de orde van 5 m tot 10 m in het gebied tussen KP12 en KP16. De bodemdynamiek in dit gebied is dus zeer groot. Migrerende geulen en platen leiden er hier naar verwachting toe dat de bodemligging binnen orde grootte 1 jaar volledig herstelt van de ingreep. Daarom leidt dit niet tot een verandering van de kenmerken van het gebied. Dit deel van de westelijke zijlijn bevindt zich buiten de grenzen van het Natura 2000-habitatrichtlijngebied Waddenzee en Noordzeekustzone en binnen het Natura 2000-vogelrichtlijngebied Waddenzee.

Bij de baggerwerkzaamheden tussen KP20,0 en KP24,0 wordt de bodem verlaagd tot NAP -8,7 m. Momenteel ligt de bodemhoogte op deze locatie tussen NAP -6,0 m en NAP -2,5 m. Deze ingreep vindt plaats buiten de grenzen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. De bodemdynamiek in dit gebied is groot, door de migratie van geulen en platen is de bodemhoogteverandering in dit gebied met meer dan 10 m in de afgelopen decennia (Afbeelding 7.2). Daarom kan niet worden uitgesloten dat de aanleg van de toegangsgeul leidt tot een tijdelijke verandering van de dynamiek van geulen en platen in de buitendelta. Migrerende geulen en platen leiden er hier naar verwachting toe dat de bodemligging binnen relatief korte tijd volledig herstelt van de ingreep. Op termijn zal het effect van de ingreep volledig verdwijnen (naar verwachting duurt dit orde grootte 1-2 jaar).

Afbeelding 7.3 De drie zones waar de vaargeul verbreedt/verdiept wordt (breedte 60 m) met als doel om toegang te verlenen voor installatiematerieel (blauwe polygoon) om de kabelsysteem langs de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route te installeren. Ook weergegeven: verspreidingslocatie P3



Bij de baggerwerkzaamheden tussen KP20,0 en KP24,0 wordt de bodem verlaagd tot NAP -8,7 m. Momenteel ligt de bodemhoogte op deze locatie rond NAP - 6,0 m (noordelijke rand van de Ballonplaat), daardoor verandert de ingreep de lokale kenmerken van het gebied niet. Doordat de dynamiek hier relatief laag is (de bodemhoogte heeft binnen de beschikbare data met minder dan 1 m gevarieerd ten opzichte van de huidige ligging) blijft de ingreep naar verwachting wel meerdere jaren (naar verwachting ordegrootte 5 jaar) in de bodem zichtbaar. Aangezien de verdieping wordt aangebracht buiten de grenzen van de nabijgelegen Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone en de kenmerken van het gebied niet grootschalig veranderen, worden de effecten van het graven van de toegangsecul beoordeeld als licht negatief (-).

De aanleg van een kabelsysteem langs de westelijke zijlijn van de corridor van II: Oude Westereems route is als licht negatief (-) beoordeeld, omdat het totaal aan werkzaamheden dusdanig omvangrijk is dat wordt verwacht dat de effecten meerdere jaren zichtbaar blijven.

Leidingen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de aanleg van een leiding langs de centerline van de II: Oude Westereems route zijn gepresenteerd in Tabel 7.3.

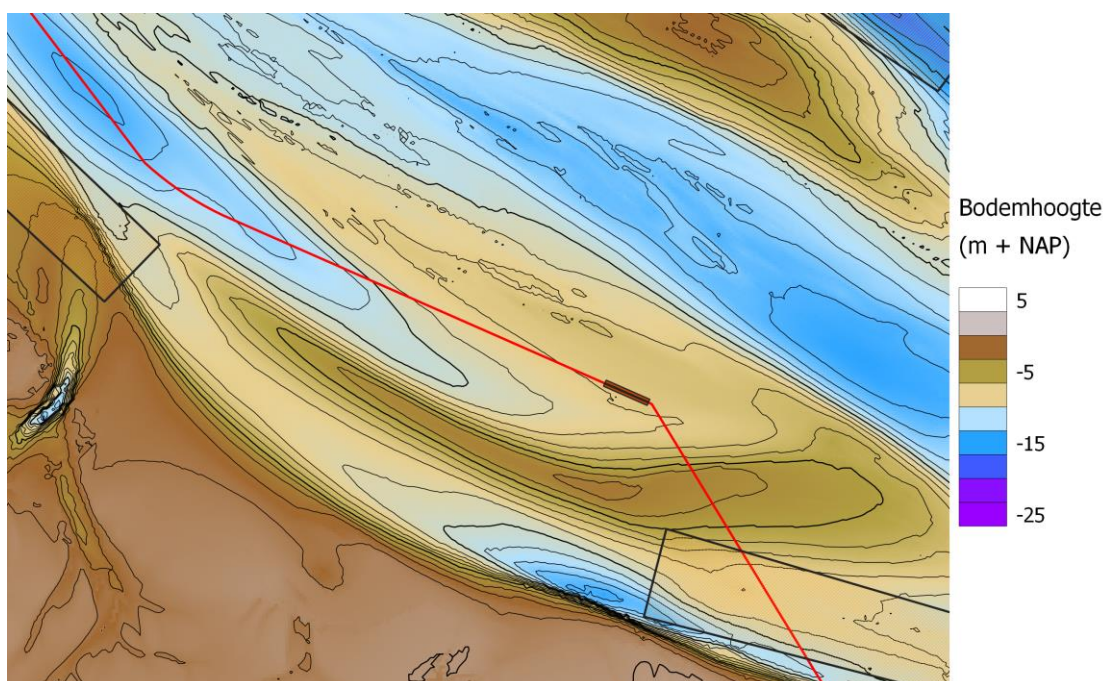
Tabel 7.3 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de centerline van II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie (KP)	Volume (m ³)	Dimensies (L x B x D)
Ontgraven van HDD ontvangstput	6,5	10.000	25 m x 8 m x 5 m
Korte transitie geul	6,5 - 6,8	21.600	300 m x 6 m x 3 m (inclusief taluds 42 m breed)
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	7,5 - 10	1.123.000 (1.684.500)	2,5 km x 6 m. Diepte: 7,5 m onder huidige bodem

Omschrijving	Locatie (KP)	Volume (m ³)	Dimensies (L x B x D)
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	10 - 20	16.596.000 (24.894.000)	10 km x 6 m tot NAP - 14,5 m. Diepte: 14,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	20 - 25	1.235.000 (1.852.500)	5 km x 10 m tot NAP - 7 m Diepte: 5,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	25 - 28,1	1.166.000 (2.322.000)	5 km x 10 m tot NAP - 7 m Diepte: 7,0 m onder huidige bodem

De ontgravingen voor de HDD ontvangstput is klein in volume en wordt naderhand weer opgevuld, waardoor deze een verwaarloosbaar effect heeft op de morfologie en bodemdynamiek. Ook de aanleg van de korte transitiegeul die dient als overgang tussen het uittredepunt van de HDD en de reguliere aanlegtechniek (bij KP6,5) heeft een verwaarloosbaar effect. Het betreft een in oppervlak en volume relatief kleine vergraving (Afbeelding 7.4) in een gebied waar van nature grote bodemveranderingen plaatsvinden.

Afbeelding 7.4 Korte transitiegeul bij KP6,5



Om de leiding langs de route op voldoende diepte onder de zeebodem te kunnen begraven om te voorkomen dat deze tijdens de levensduur blootspoelt, wordt langs het gehele deel tussen KP7,5 en KP28,1 een trench (geul) in de zeebodem gebaggerd waar de leiding in wordt begraven. Deze trench heeft een variërende diepte langs de route (Tabel 7.3). De trench komt in een natuurlijke geul, waardoor de morfologische kenmerken van het gebied niet veranderen. De effecten van deze ingreep op de natuurlijke bodemdynamiek zijn groot. Dit komt doordat de volumes die ontgraven en verplaatst worden heel groot zijn. Het verplaatsen van deze volumes heeft een verstorend effect op de natuurlijke morfologische ontwikkeling. Het duurt jaren voordat een dergelijk volume door natuurlijke processen is herverdeeld. Ter vergelijking, het volume dat voor de aanleg van een leiding langs de II: Oude Westereems route ontgraven wordt is meer dan tweemaal het volume dat is vergraven voor de verruiming van de vaargeul naar Eemshaven (9 Mm³). Daarbij geldt dat een deel van het te vergraven materiaal naar verwachting niet zandig is, maar bestaat uit keileem. Dit kan nadat het verplaatst is niet op een natuurlijke wijze door het systeem verspreiden.

De aanleg van een leiding langs deze route is beoordeeld als sterk negatief (---), omdat de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek sterk en mogelijk permanent worden beïnvloed door deze activiteit.

Leidingen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor de aanleg van leidingen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook voorbereidende baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De volumes die hiervoor worden vergraven, zijn gelijk (oostelijke zijlijn) of groter (westelijke zijlijn) dan voor de centerline. Daarom is ook de aanleg van leidingen langs de beide zijlijnen van deze route beoordeeld als sterk negatief (---).

V: Boschgat route

Kabelsystemen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline van de V: Boschgat route zijn gepresenteerd in Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs de centerline van de V: Boschgat route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]	Variant
Ontgraving voor mof	1,5	2400	40 m x 10 m x 6 m	A, A1 en A2
Ontgraving voor mof	4,5	2400	40 m x 10 m x 6 m	A, A1 en A2
Ontgraving voor mof	8	5000	25 m x 25 m x 5 m	A en A1
Verruimen van geul t.b.v. toegang materieel	7,7 tot 12,5	550.000 (825.000)	4,8 km x 60 m tot NAP -7,7 m	A en A1
Verruimen van geul t.b.v. toegang materieel	13,0 tot 14,6	385.000 (577.500)	1,6 km x 60 m tot NAP -7,7 m	A, A1 en A2
Verruimen van geul t.b.v. toegang materieel	15,5 tot 18,6	485.000 (727.500)	3,1 km x 60 m tot NAP -7,7 m	A, A1 en A2
Verruimen van geul t.b.v. toegang materieel	25,5 tot 32,0	420.000 (840.000)	6,5 km x 60 m tot NAP -7,7 m	A, A1 en A2
Ontgraving t.b.v. de installatie van een offshore mof	30	100.000 (150.000)	250 m x 50 m x 5 m	A, A1 en A2
Begraven kabelsysteem langs de route	0,0 tot 40,0	n.v.t.	~40km, breedte sleuf 1m	A, A1 en A2

De ontgravingen voor de aanleg van de moffen binnen Natura 2000-gebied Waddenzee zijn dusdanig klein dat deze een verwaarloosbaar effect op de morfologie en bodemdynamiek hebben. Bovendien worden deze ontgravingen na installatie weer opgevuld. De ontgraving voor de installatie van de offshore mof voor deze route vindt plaats binnen Natura 2000-gebied. Deze wordt echter na installatie ook weer opgevuld, waardoor de effecten verwaarloosbaar zijn. Voor het begraven van de kabelsysteem met een trencher / vertical injector / ploeg geldt dat het beroerde oppervlak in het dynamische gebied zodanig klein is, dat dit vanuit het perspectief Bodem en Water op Zee ook verwaarloosbare effecten heeft.

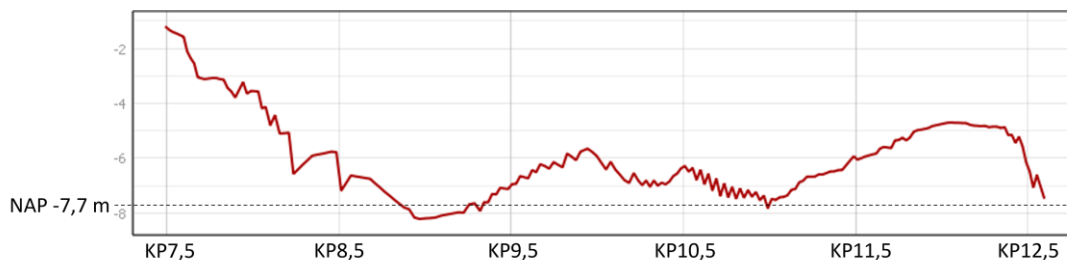
Het verruimen van de natuurlijke geulen om toegang van installatiematerieel mogelijk te maken tussen KP7,7 en KP32,0 heeft op twee manieren een effect op de morfologie en de natuurlijke bodemdynamiek:

- 1 het graven van de toegangsgeul (breedte 60 m en diepte NAP -7,7 m exclusief taluds). Inclusief toeslag voor sedimentatie na het graven van de geul wordt hiervoor 2.970.000 m³ ontgraven (tussen KP 7,7 en KP 32,0);
- 2 het verspreiden van het vrijgekomen sediment. Aangegeven is dat dit 'binnen 200 m van de toegangsgeul' plaatsvindt.

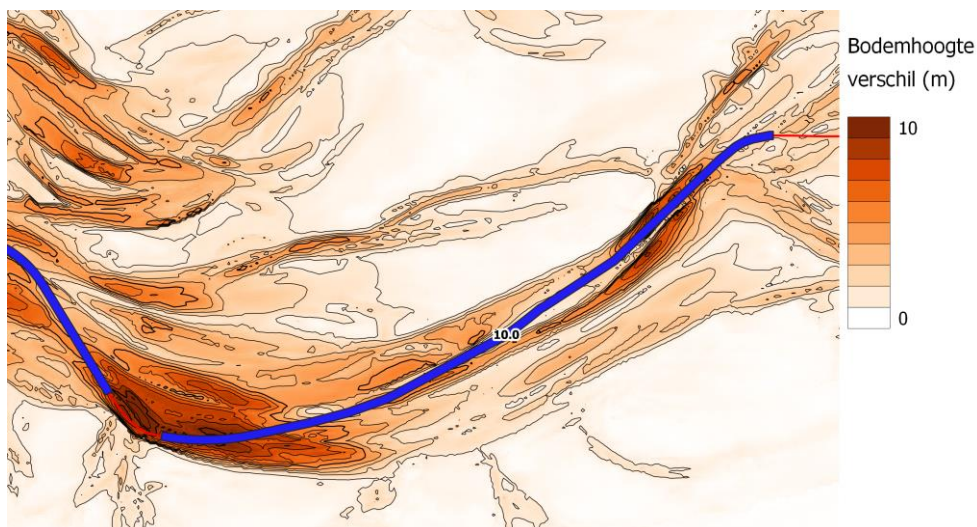
1. Effecten van het verruimen van de natuurlijke geul voor de toegang van materieel

Voor varianten A en A1 wordt de natuurlijke geul langs 4 secties verruimd. Variant A2 buigt eerder richting de Waddenzeedijk af, daardoor gaat deze niet langs de meest landwaartse sectie van Variant A en A1 (Tabel 7.4). Het verruimen van de natuurlijke geul, die op het smalste deel (KP7,7 - KP12,5) ongeveer 200 m breed is, leidt niet tot een verandering van de kenmerken van het gebied. Het gehele deel dat verdiept wordt, staat ook op dit moment al permanent onder water, en om de gewenste bodemdiepte te halen wordt de bodem typisch met enkele meters verdiept (Afbeelding 3.3). Aangezien de natuurlijke bodemverandering in de omgeving van de V: Boschgat route groot zijn (zie bijvoorbeeld Afbeelding 7.6), verdwijnt de verdiepte toegangsgeul in een periode van enkele jaren op natuurlijke wijze.

Afbeelding 7.5 Bodemhoogte in het langspanprofiel tussen KP7,5 en KP12,5. Voor toegang van het installatiematerieel van de kabelsystemen moet de bodem verdiept worden tot NAP -7,7 m



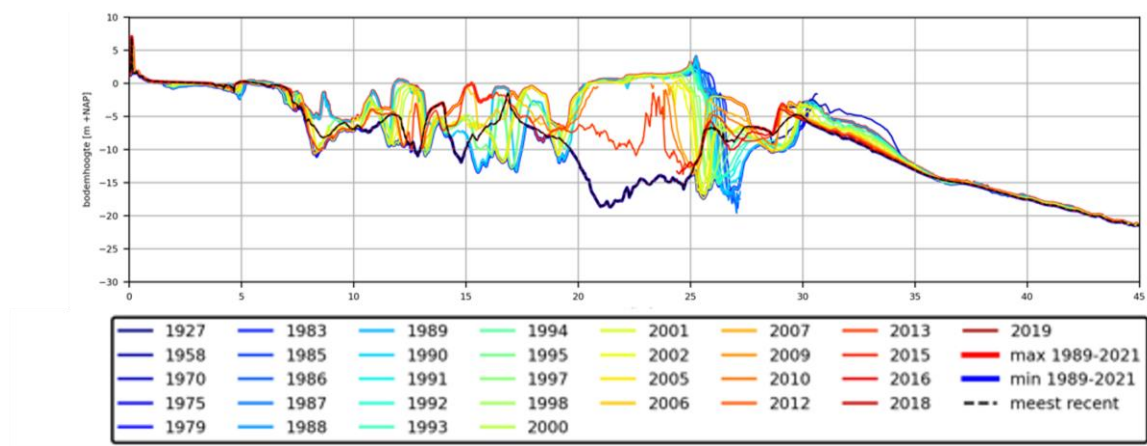
Afbeelding 7.6 Waargenomen bodemhoogteveranderingen in periode 1989 - 2021. Het blauwe vlak toont het bodemprofiel van de verruimde toegangsgeul (KP7,7 - KP12,5)



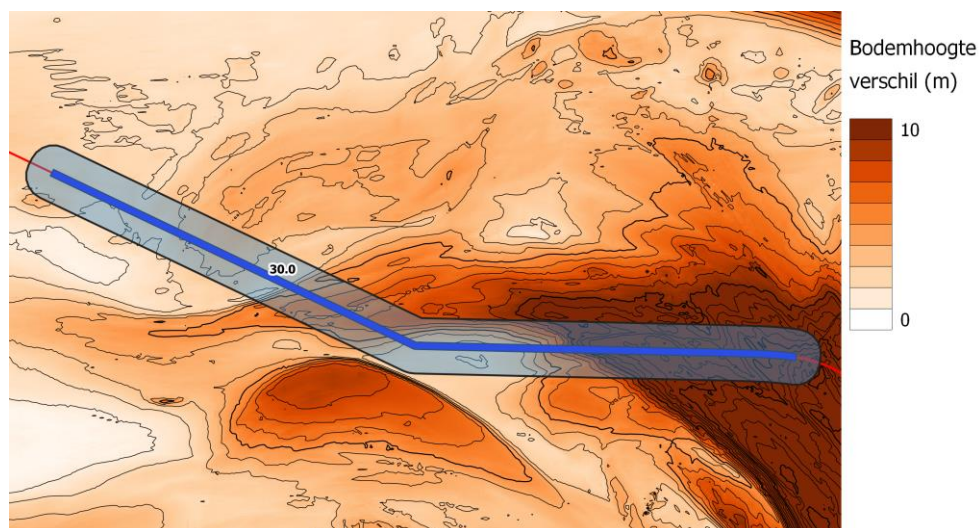
Specifiek voor het inschatten van de ontwikkeling van het graven van de toegangsgeul door de buitendelta is gebruik gemaakt van de analyses die gemaakt zijn voor de pilot verdieping van het Westgat, uitgevoerd in [2018](#). Destijds is een drempel uit de vaargeul in het Westgat in de buitendelta van het Friese Zeegat verdiept met circa een meter. Daarbij is een volume van 180.000 m³ ontgraven. In de eerste 6 maanden na deze ingreep is er ongeveer 60.000 m³ aanzanding geobserveerd in het verdiepte gebied, dat in een relatief beschermt deel van de buitendelta ligt. In het gebied waar de verdieping voor de aanleg van de kabelsystemen langs de V: Boschgat route is voorzien, geldt dat de bodemdynamiek groot is, de migratie van geulen en platen heeft geleid tot bodemhoogteveranderingen van meer dan 10 m (Afbeelding 7.8).

In het begraaftieperapport, dat is opgesteld als onderdeel van de notitie Routeontwikkeling, is meer informatie gepresenteerd over de bodemdynamiek langs de V: Boschgat route (Afbeelding 7.7). Verwacht wordt dat de ingreep hier binnen enkele jaren door natuurlijke processen niet meer waar te nemen is.

Afbeelding 7.7 Waargenomen bodemligging langs de V: Boschgat route door de jaren van 1927 t/m 2020 (Variant A). Afbeelding overgenomen uit de begraafdieptestudie



Afbeelding 7.8 Waargenomen bodemhoogteveranderingen in periode 1989 - 2021. Het blauwe vlak toont het bodemprofiel van de verruimde toegangsgeul (KP25,5 - KP32,2)



2. Effecten van het verspreiden van het sediment

Voor de analyse van de effecten van het verspreiden van het materiaal, dat vrijkomt bij de verruiming van de toegangsgeul voor het installatiematerieel, zijn verschillende scenario's beschouwd:

a. Verspreiden van sediment op droogvallende platen naast de geul

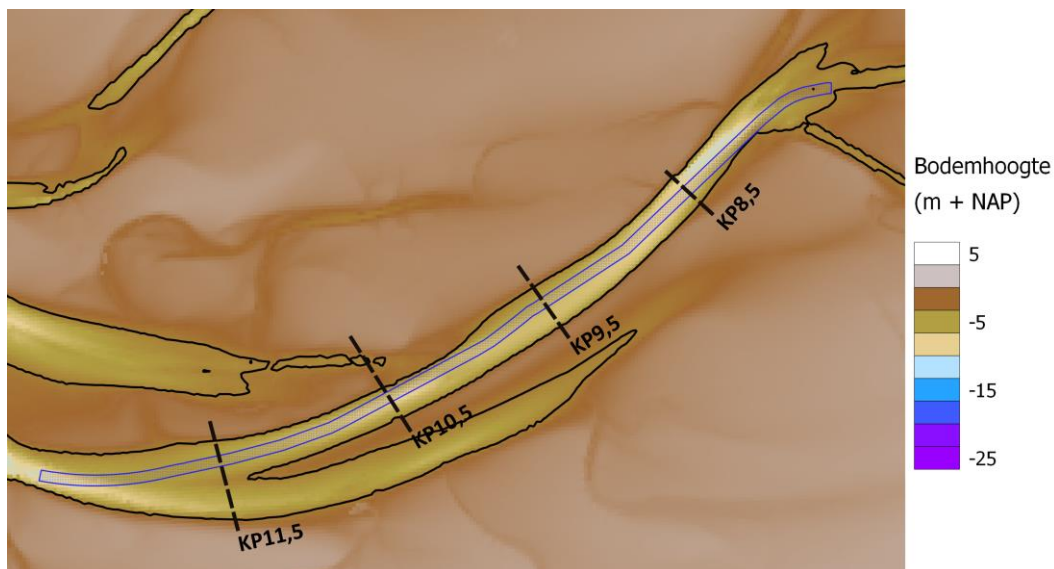
Het verspreiden van het sediment op de wadplaten naast de toegangsgeul is onwenselijk, omdat dit op die manier een 'eiland' in de Waddenzee creëert. De omvang van dit 'eiland' kan enkele km² worden. De effecten hiervan zijn sterk negatief, omdat dit leidt tot een aantasting van de natuurlijke kenmerken van het systeem die naar verwachting meerdere jaren waarneembaar blijft. Uitgangspunt voor de effectbeoordeling van deze route (paragraaf 7.2.2) is dat deze wijze van verspreiden niet wordt toegepast.

b. verspreiden van het sediment binnen de natuurlijke geul waar de toegangsgeul doorheen loopt

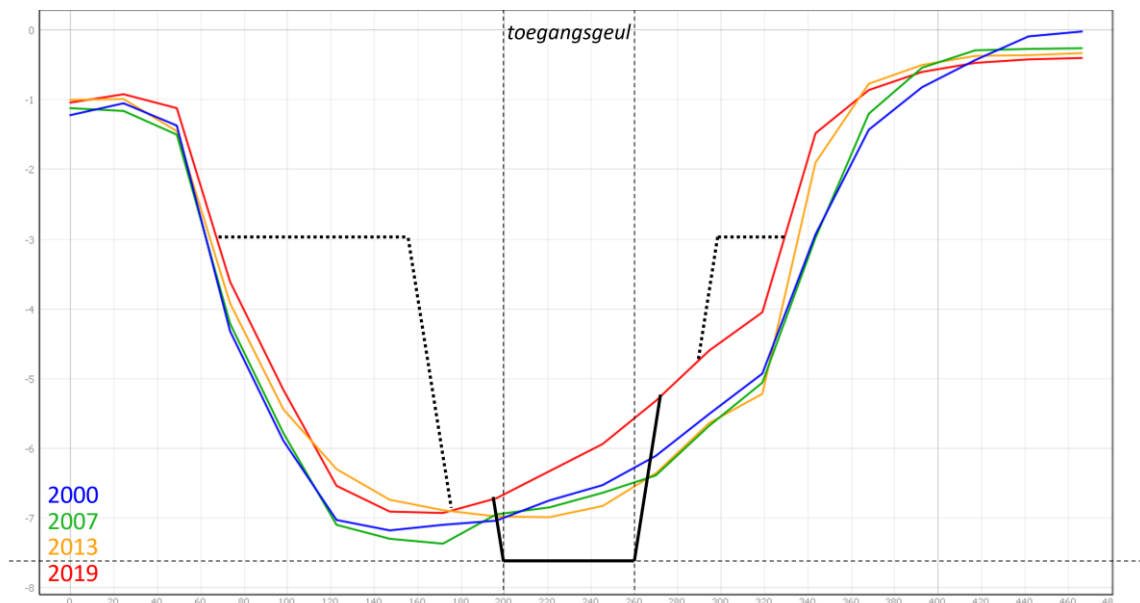
Binnen de secties die wordt gebaggerd is er voldoende ruimte om het sediment binnen 200 m van de gebaggerde geul te verspreiden in gebieden die permanent onder water staan. Echter geldt wel dat dit de uitvoering complexer maakt.

Voor de sectie tussen KP7,7 - KP12,5 is uitgewerkt dat er binnen de natuurlijke geul die verruimd wordt ook voldoende ruimte beschikbaar is om het vrijgekomen sediment te verspreiden. Ter illustratie van de beschikbare ruimte binnen de natuurlijke geul om sediment te verspreiden zijn in Afbeelding 7.10 en Afbeelding 7.11 dwarsprofielen getoond van de geuldoorsnede ter hoogte van KP9,5 en KP11,5. Daarin is te zien dat er doorgaans voldoende ruimte is om het sediment dat vrijkomt binnen hetzelfde dwarsprofiel te verspreiden. Om te voorkomen dat te veel van het verspreide sediment terugstroomt naar de gebaggerde geul moet de verspreidingsoperatie daarop aangepast worden. Gedacht kan worden aan het inzetten van een 'back-hoe dredger' om met een grijper eerst een compacte zandrug tussen de verdiepte toegangsgeul en de verspreidingslocatie aan te brengen. Het sediment dat met een grijper verplaatst wordt blijft namelijk meer compact en draagt daardoor bij aan de stabiliteit van het talud. Het doorstroomoppervlak van de geul en het volume water dat door de geul stroomt zijn sterk gekoppeld. Door de werkzaamheden neemt het doorstroomoppervlak (nagenoeg) niet af, omdat het materiaal dat uit de toegangsgeul wordt gebaggerd direct naast de ontgraving wordt verspreid. De werkzaamheden hebben dus naar verwachting een beperkt effect op de waterverdeling door de geul. De veranderingen in geuldiepte en breedte door de werkzaamheden zijn van dezelfde orde van grootte als de natuurlijke variabiliteit in geuldiepte en breedte over de afgelopen decennia (zie Afbeelding 7.10 en Afbeelding 7.11). Gebaseerd op de natuurlijke bodemveranderingen in de geul wordt verwacht dat de geuldoorsnede na uitvoering van de werkzaamheden in orde enkele jaren weer een natuurlijk profiel krijgt. Deze tijdsperiode is gebaseerd op de natuurlijke bodemveranderingen in de geul.

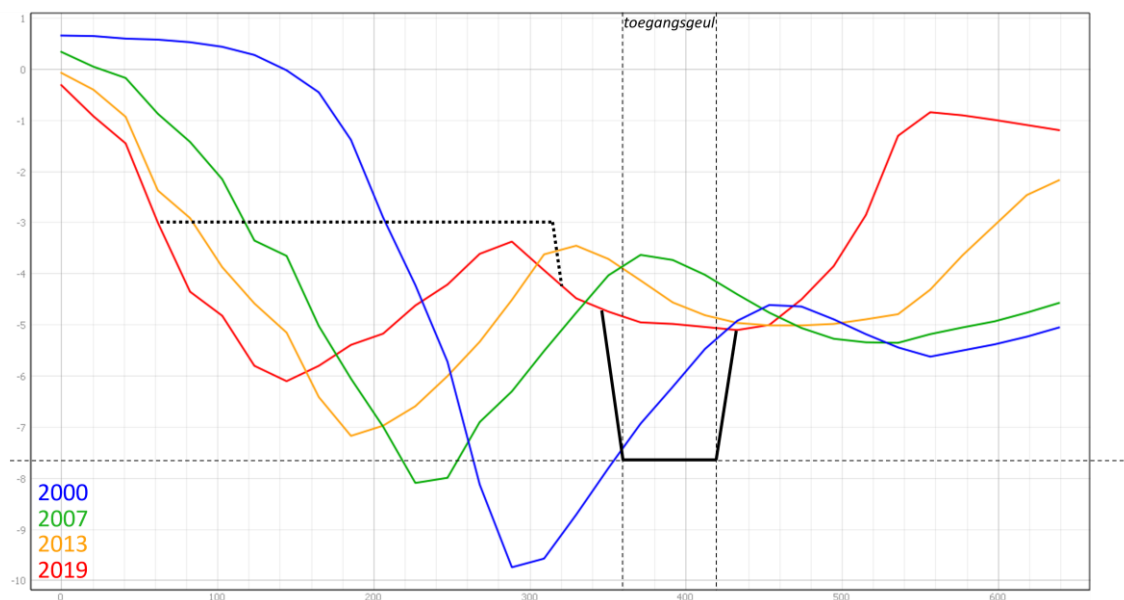
Afbeelding 7.9 Bovenaanzicht toegangsgeul tussen KP7,7 - KP12,5 (blauwe polygoon). De dikgedrukte contour toont de NAP -3 m hoogtelijn in de meest recente bathymetrie (2019). De gestreepte lijnen tonen locaties van dwarsprofielen



Afbeelding 7.10 Dwarsdoorsnede ter hoogte van KP9,5. De verticale lijnen tonen de ligging van de toegangsgeul waarbinnen de bodemhoogte verlaagd moet worden tot NAP -7,7 m. De gestippelde lijnen tonen de ruimte binnen het dwarsprofiel uit 2019 om sediment te verspreiden beneden NAP -3,0 m. Aangelegde taluds zijn ingetekend met een helling van 1 op 5

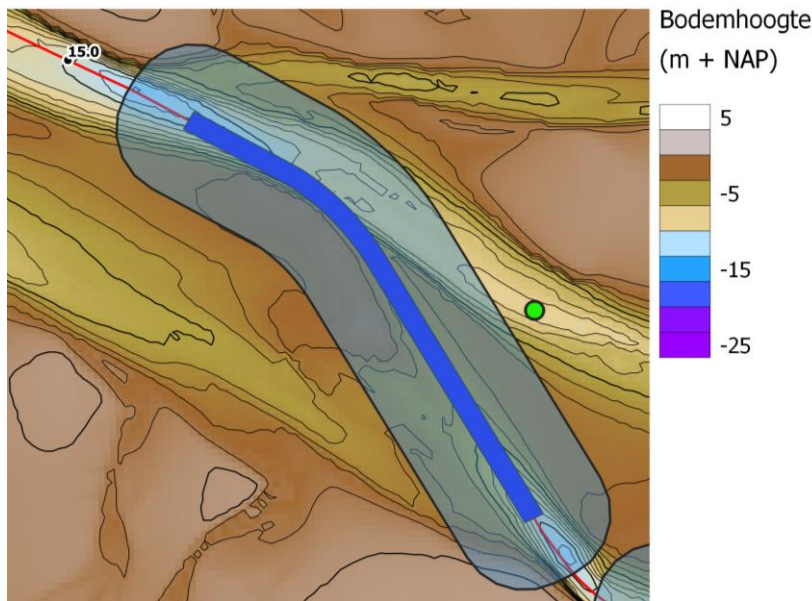


Afbeelding 7.11 Dwarsdoorsnede ter hoogte van KP11,5. De verticale lijnen tonen de ligging van de toegangsgeul waarbinnen de bodemhoogte verlaagd moet worden tot NAP -7,7 m. De gestippelde lijnen tonen de ruimte binnen het dwarsprofiel uit 2019 om sediment te verspreiden beneden NAP -3 m. Aangelegde taluds zijn ingetekend met een helling van 1 op 5.



Voor de sectie tussen KP13,0 en KP14,6 geldt dat op de diepere delen (beneden NAP -3,0 m) binnen 200 m van de toegangsgeul een oppervlak beschikbaar is van orde 500.000 m² (Afbeelding 7.12). Dit betekent dat binnen dit oppervlak de bodemhoogte met gemiddeld 1,2 m toeneemt door de werkzaamheden. In een groot deel van dit gebied ligt de huidige bodemhoogte tussen NAP -3,0 m en NAP -4,0 m. De verspreiding van sediment leidt daarmee tot een relatief grote verondieping van het gebied ten opzichte van de huidige waterdiepte, dit heeft meerdere jaren een invloed op de natuurlijke bodemdynamiek.

Afbeelding 7.12 Gebied waar de natuurlijke geul verruimd wordt (breedte 60 m) om toegang te verlenen voor installatiematerieel (blauwe polygoon), daaromheen een buffer van 200 m ter indicatie van het gebied waarbinnen het sediment verspreid wordt



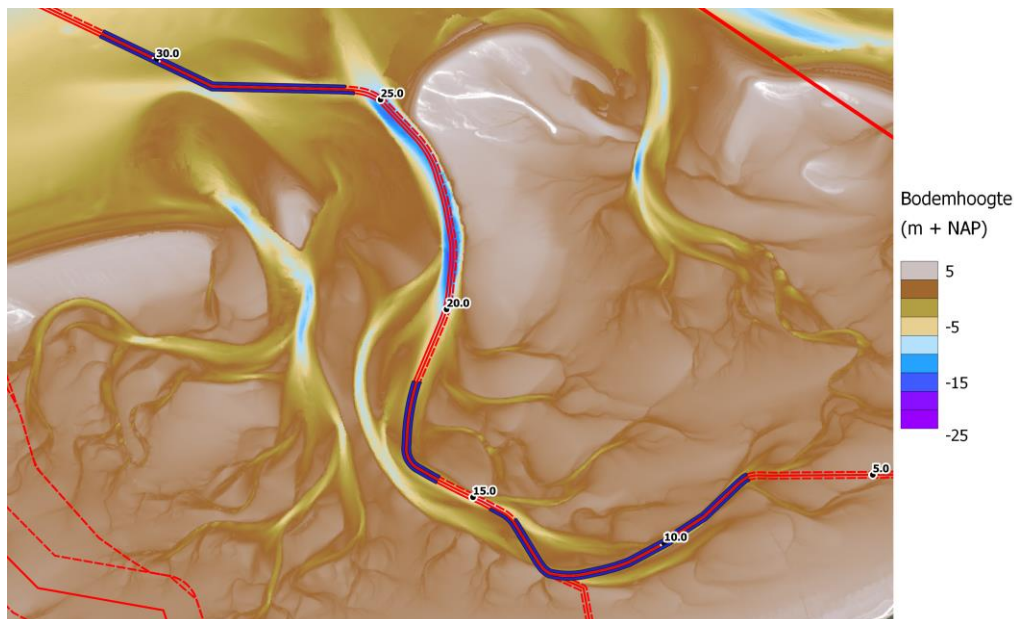
Voor de secties zeewaarts van KP15,5 geldt dat het verspreiden van het sediment binnen 200 m van de baggerlocaties een kleiner effect heeft op de morfologie en natuurlijke bodemontwikkeling dan voor meer landwaartse secties. Zeewaarts van KP15,5 is de waterdiepte in het verspreidingsgebied over het algemeen vrij groot, waardoor deze maar beperkt verandert door het verspreiden van het sediment. De relatief hoge stroomsnelheden zorgen er in die gebieden voor dat het sediment door natuurlijke sedimenttransport wordt opgenomen in het systeem

Het effect van het verspreiden van het sediment (en daarmee van de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline van de V: Boschgat route) is beoordeeld als negatief (--) op het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek vanwege de effecten van het verspreiden van het sediment binnen 200 m van de toegangsecul. De morfologie en natuurlijke bodemdynamiek worden beïnvloed door de voorgenomen activiteit en blijven zonder mitigatie lange tijd (orde jaren) waarneembaar.

Kabelsystemen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor de aanleg van kabelsystemen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook voorbereidende baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De werkzaamheden die worden uitgevoerd voor de HDD's, offshore moffen en het begraven van de kabelsystemen hebben evenals voor de centerline een verwaarloosbaar effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Dat geldt niet voor de baggerwerkzaamheden die nodig zijn om toegang te verschaffen voor het installatie materieel langs de zijlijnen.

Afbeelding 7.13 Voorbereidende baggerwerkzaamheden voor de zijlijnen van de V: Boschgat route



Voor de aanleg van kabelsystemen langs de oostelijke en westelijke corridor zijn grotere volumes aan voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig dan voor de centerline. Deze zijn gepresenteerd in Tabel 7.5. Een overzicht van deze ingrepen is getoond in Afbeelding 7.13.

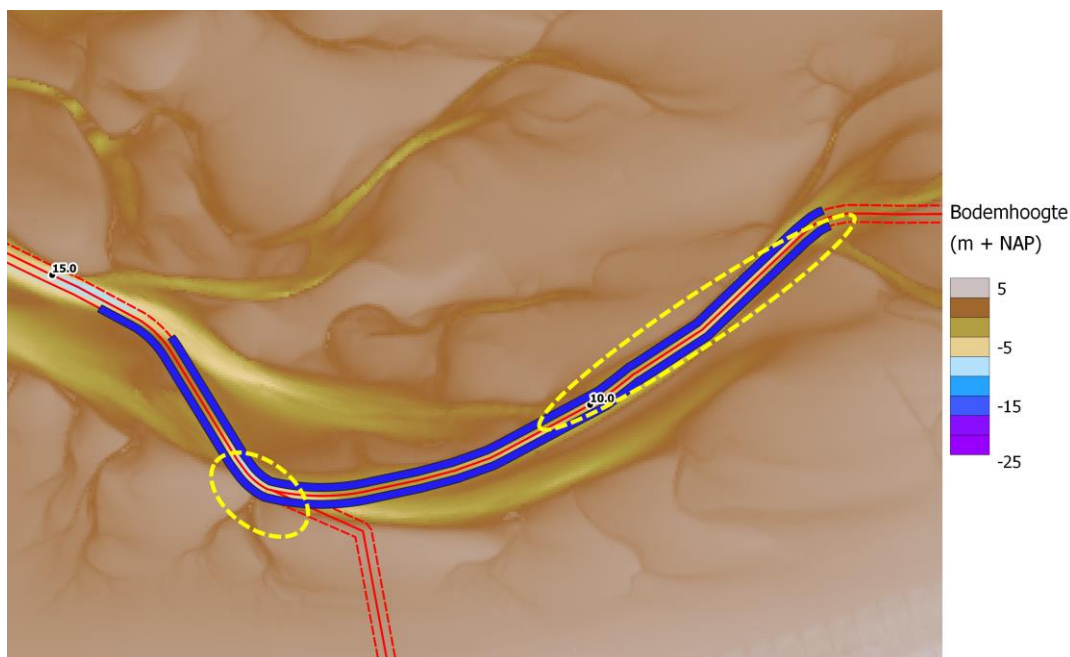
Tabel 7.5 Voorbereidende baggerwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen langs de zijlijnen van de V: Boschgat route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	7,7 - 14,5 zijlijn west	1.852.000 (2.778.000)	6,8 km x 60 m tot NAP -7,7m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	15,9 - 18,3 zijlijn west	535.000 (802.500)	2,4 km x 60 m tot NAP -7,7m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	25,5 - 31,4 zijlijn west	442.000 (884.000)	5,9 km x 60 m tot NAP -7,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	7,7 - 14,0 zijlijn oost	1.826.000 (2.739.000)	6,3 km x 60 m tot NAP -7,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	15,9 - 18,3 zijlijn oost	892.000 (1.338.000)	2,4 km x 60 m tot NAP -7,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel	25,8 - 31,3 zijlijn oost	500.000 (1.000.000)	5,5 km x 60 m tot NAP -7,7 m

De voorbereidende baggervolumes, die benodigd zijn voor de aanleg van de zijlijnen, wijken met name af van de centerline in het deel van de route tussen KP7,7 en KP14,5 (tot KP14,0 voor zijlijn oost). Daar zijn de baggervolumes ongeveer tweemaal zo groot. Dat komt doordat de natuurlijke geul in dat deel van de route het smalst is en de zijlijnen daardoor in ondiepere secties liggen. Beide zijlijnen liggen hier nabij de naastgelegen wadplaten. Verdiepen van deze gebieden voor de toegang voor het installatiematerieel leidt er naar verwachting toe dat randen van droogvallende wadplaten moeten worden verdiept. Voor de oostelijke (westelijke) zijlijn worden delen naar NAP -7,7 m verdiept, die momenteel op NAP -1,0 m (NAP +0,0 m) liggen en daarmee bij laagwater droogvallen (zie Afbeelding 7.14).

Het wordt verwacht dat door het (natuurlijk) opvullen van de toegangsheuvelen, de direct daarnaast gelegen wadplaten in hoogte en omvang afnemen. Dit is als een sterk negatief effect (---) beoordeeld. Daarnaast geldt dat de grote sedimentvolumes die vrijkomen bij het verdiepen van dit deel van de route niet binnen 200 m van de werkzaamheden verspreid kunnen worden, zonder dit op de droogvallende wadplaten te verspreiden.

Afbeelding 7.14 Gebied waar de vaargeul verbreedt/verdiept wordt (breedte 60 m) met als doel om toegang te verlenen voor installatiematerieel voor de installatie van de oostelijke en westelijke zijlijnen. De geel gestreepte ovals geven gebieden aan waar de verdieping zeer nabij droogvallende wadplaten wordt uitgevoerd



De voorbereidende baggerwerkzaamheden voor de zijlijnen tussen KP15,9 en 31,4 zijn soortgelijk in omvang als voor de centerline in dat deel van de route en hebben daardoor ook een soortgelijk effect.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Kabelsystemen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline van de VII: Schiermonnikoog Wantij route zijn gepresenteerd in Tabel 7.6.

Tabel 7.6 Ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs de centerline van de VII: Schiermonnikoog Wantij route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontgraving voor mof	1,5	2400	60 m x 10 m x 3 m
Ontgraving voor mof	4,5	2400	60 m x 10 m x 3 m
Ontgraving voor mof	7,5	2400	60 m x 10 m x 3 m
Ontgraving voor mof	10,5	2400	60 m x 10 m x 3 m
Afvlakken van droogvallocaties ponton (3x)	1,5 - 12,5	3 x 7500	100 m x 50 m x 1,5 m
Ontgraven van cofferdam voor HDD	12,5	2000	40 m x 10 m x 5 m

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontgraven van cofferdam voor HDD en aanlanding	14 - 14,2	5000	op de wadplaten naast de toegangsgeul x 5 m x 5 m
Afvlakken van brekerbank (1)	14,55	8000	breedte: 30 m; diepte: 1 m
Afvlakken van brekerbank (2)	14,85	12000	breedte: 30 m; diepte: 1 m
Ontgraving t.b.v. toegangsgeul installatieschip	16,6 - 18,6	433.000 (649.500)	2 km x 60 m tot een diepte van NAP - 9,2 m
Installatie van kabelsysteem (verschillende methodieken)	0 - 40	-	~40 km, breedte sleuf 1 m

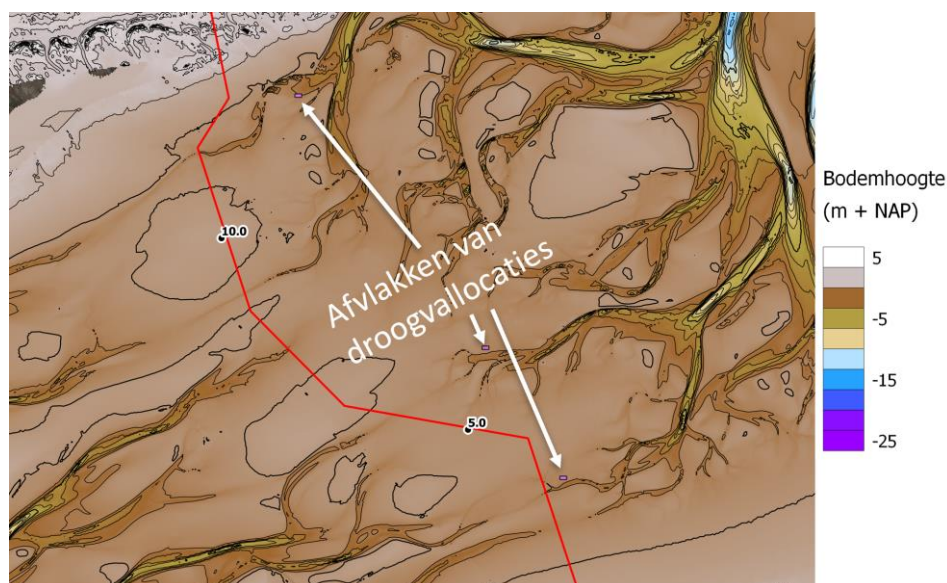
De ontgravingen voor de aanleg van de moffen binnen Natura 2000-gebied Waddenzee zijn dusdanig klein dat deze een verwaarloosbaar effect op de morfologie en bodemdynamiek hebben. Bovendien worden deze ontgravingen na installatie weer opgevuld. Voor de ontgravingen voor de HDD's geldt ook dat deze een verwaarloosbaar effect hebben, omdat deze ontgravingen klein zijn in volume en na installatie weer aangevuld worden.

Het afvlakken van de brekerbanken heeft een verwaarloosbaar effect. Deze ingreep betreft een beperkte verlaging van de bodemhoogte (maximaal 1 m) in een van nature sterk dynamisch gebied. De verwachting is dat natuurlijk sedimenttransport ertoe leidt dat deze ingrepen kort na installatie niet meer zichtbaar zijn in de zeebodem.

Voor het begraven van de kabelsysteem met een trencher / vertical injector / ploeg geldt dat het beroerde oppervlak in het dynamische gebied zodanig klein is, dat dit vanuit het perspectief Bodem en Water op Zee ook verwaarloosbare effecten heeft.

De effecten van het afvlakken van de droogvallocaties zijn beoordeeld door deze op schaal in te tekenen in de Waddenzee (zie Afbeelding 7.15). Ook voor deze werkzaamheden geldt dat de omvang zeer beperkt is. De bodem wordt hier maar beperkt verdiept (maximaal 1,5 m binnen het gemarkeerde gebied). Doordat de ingrepen plaatsvinden in een deel van de Waddenzee waar de bodemdynamiek relatief klein is, zullen de vergravingen wel enige tijd (orde 1 tot enkele jaren) zichtbaar blijven in de Waddenzeebodem. Door de beperkte omvang veranderen ze de kenmerken van het gebied niet.

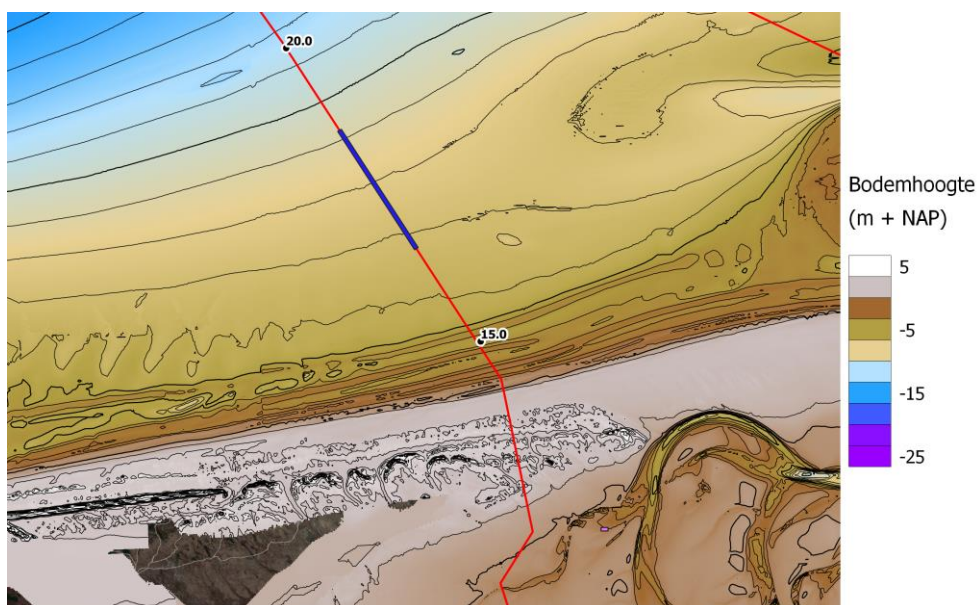
Afbeelding 7.15 Locaties waar de Waddenzeebodem wordt afgevlakt voor het droogvallen van installatiematerieel (roze vlakken)



Tussen KP16,6 en KP18,6 wordt een toegangsgeul gegraven, zodat het kabelinstallatieschip tot dicht onder de kust kan komen voor de installatie van de kabelsystemen. De geul ligt binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en binnen het kustfundament. De bodemhoogte in de toegangsgeul is constant, waardoor de ontgraving nabij de kust groter is (tot 3 m onder de huidige zeebodem) dan aan het zeewaartse einde van de toegangsgeul (gelijk aan de huidige zeebodem). Door de relatief grote omvang van de toegangsgeul (2 km x 60 m) duurt het enkele jaren voor de ingreep niet meer waar te nemen is. De ingreep verandert de kenmerken van het gebied niet. Door het sediment in de directe nabijheid (en bij voorkeur ten westen) van de toegangsgeul te verspreiden wordt het op natuurlijke wijze verdwijnen van de toegangsgeul bevorderd en blijft het vrijgekomen sediment behouden voor het kustfundament.

De effecten van de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline van de VII: Schiermonnikoog Wantij route zijn beperkt en tijdelijk en verdwijnen door natuurlijke dynamiek. Daarom zijn deze beoordeeld als licht negatief (-) op het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

Afbeelding 7.16 Gebied waar een toegangsgeul gegraven wordt (breedte 60 m) met als doel om toegang te verlenen voor installatiematerieel voor de installatie van een kabelsysteem (blauwe polygoon)



Kabelsystemen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor de aanleg van een kabelsysteem langs de westelijke en oostelijke zijlijn van de corridor wordt verondersteld dat dezelfde graafwerkzaamheden benodigd zijn als voor de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline. Daardoor zijn de effecten ook gelijk aan de effecten door de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline.

Leidingen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de aanleg van een leiding langs de centerline van de VII: Schiermonnikoog Wantij route zijn gepresenteerd in Tabel 7.7.

Tabel 7.7 Ingrepen voor de aanleg van de leiding langs de centerline van de VII: Schiermonnikoog Wantij route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontvangstput voor HDD	1,7; 3,5; 5,3; 7,1; 8,9; 10,7; 12,5	4000 (per ontvangstput)	100 m x 10 m x 4 m (per ontvangstput)
Geul in cofferdam (kustkruising)	14,4 - 16,5	158.400 (237.600)	2,2 km x 6 m x 3 m
Aanleg met legschip (geankerd of DP)	16,5 - 29 (en verder)	-	post-lay begraven van de leiding leidt tot een vergraven oppervlak van 5 m breed

De ontgravingen voor de ontvangstputten voor de HDD worden weer opgevuld en hebben een beperkte omvang. Daarom hebben deze een verwaarloosbaar effect. Uitgangspunt daarbij is dat bentoniet en boomateriaal wordt opgevangen en afgevoerd en niet in de Waddenzee wordt verspreid.

Vanaf KP16,5 en verder zeewaarts is de bodemdynamiek klein. Daardoor kan de leiding na het plaatsen worden begraven en zijn er in dit deel van de route geen voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig. Bij het begraven van de leiding na plaatsing worden kleine volumes verplaatst. Na de operatie ligt de pijpleiding begraven onder de zeebodem. De effecten van deze operatie zijn verwaarloosbaar.

De cofferdam, die wordt gebruikt, krijgt naar alle waarschijnlijkheid de volgende dimensies aldus Gasunie: Dwars op de kust komt de cofferdam tussen de hoogwaterlijn tot voorbij de brandingszone, de breedte is circa 6 m tot 7 m. De dimensies zijn soortgelijk aan die van de cofferdam die gebruikt is bij de aanleg van de BBL (Afbeelding 7.17) en worden in een vervolgfase in meer detail uitgewerkt.

Afbeelding 7.17 Cofferdam nabij Julianadorp (Noord-Holland), gebruikt voor de aanleg van de BBL leiding in 2006



De brandingszone zeewaarts van de locatie, waar de leiding het strand van Schiermonnikoog kruist, is ongeveer 1.000 m breed. Deze breedte is gebaseerd op het gebied voor de kust waar brekerbanken aanwezig zijn. De lengte van de cofferdam wordt daarmee naar verwachting ook orde 1.000 m.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd bij het beoordelen van de effecten van de kustkruising met een cofferdam:

- de kustkruising wordt binnen één jaar en buiten het stormseizoen gerealiseerd;
- de cofferdam is niet aanwezig tijdens het stormseizoen;
- na het plaatsen van de leiding wordt het sediment dat uit de geul binnen de cofferdam ontgraven wordt gebruikt om de geul in de cofferdam op te vullen.

De aanwezigheid van de cofferdam leidt naar verwachting tot erosie en terugtrekken van de kustlijn aan de oostzijde, en tot sedimentatie en een uitbouw van de kustlijn aan de westzijde. Doordat er relatief weinig morfologische activiteit is in de periode dat de cofferdam aanwezig is, wordt de omvang van deze effecten als klein verwacht. Gedurende het stormseizoen (na verwijdering van de cofferdam) zal het sediment op een natuurlijke wijze herverdelen. Ook het feit dat de geul na aanleg van de leiding weer wordt opgevuld leidt ertoe dat de effecten van deze ingreep beperkt blijven.

De effecten van de aanleg van een leiding langs de centerline van de VII: Schiermonnikoog Wantij route zijn beperkt en tijdelijk en verdwijnen door natuurlijke dynamiek. Daarom zijn deze beoordeeld als licht negatief (-) op het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

Leidingen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor het aanleggen van een leiding langs de westelijke en oostelijke zijlijn van de corridor is verondersteld dat dezelfde graafwerkzaamheden benodigd zijn als voor het aanleggen van een leiding langs de centerline. Daardoor zijn de effecten ook gelijk aan de effecten door de aanleg langs de centerline.

VIII: Ameland Wantij route

Leidingen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de aanleg van een leiding langs de centerline van de VIII: Ameland Wantij route zijn gepresenteerd in Tabel 7.8.

Tabel 7.8 Ingrepen voor de aanleg van de leiding langs de centerline van de VIII: Ameland Wantij route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontvangstput voor HDD	1,7; 3,5; 5,3; 7,1; 8,9	4000 (per ontvangstput)	100 m x 10 m x 4 m (per ontvangstput)
Geul in cofferdam (kustkruising)	10,7 - 13,0	144.000 (216.000)	2,0 km x 6 m x 3 m
Aanleg met legschip (geankerd of DP)	13 - 23 (en verder)	-	post-lay begraven van de leiding leidt tot een vergraven oppervlak van 5 m breed

De ontgravingen voor de ontvangstputten voor de HDD's worden weer opgevuld en hebben een beperkte omvang. Daarom hebben deze een verwaarloosbaar effect. Uitgangspunt daarbij is dat bentoniet en boomateriaal wordt opgevangen en afgevoerd en niet in de Waddenzee verspreid wordt. De precieze locaties van de HDD-boringen op Ameland worden in een latere fase bepaald.

Vanaf KP13 en verder zeewaarts is de bodemdynamiek klein. Daardoor kan de leiding na het plaatsen begraven worden en zijn er in dit deel van de route geen voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig. Bij het begraven van de leiding na plaatsing worden kleine volumes verplaatst. Na de operatie ligt de pijpleiding begraven onder de zeebodem. De effecten van deze operatie zijn verwaarloosbaar.

De cofferdam die wordt gebruikt om de kustkruising met Ameland te realiseren krijgt ongeveer dezelfde dimensies als de cofferdam zoals beschreven voor de VII: Schiermonnikoog Wantij route. De brandingszone zeewaarts van de locatie waar de leiding het strand van Ameland kruist is ongeveer 1.300 m breed. Dit wordt daarmee naar verwachting ook de lengte van de cofferdam. Voor het bepalen van de effecten worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als voor de VII: Schiermonnikoog Wantij route.

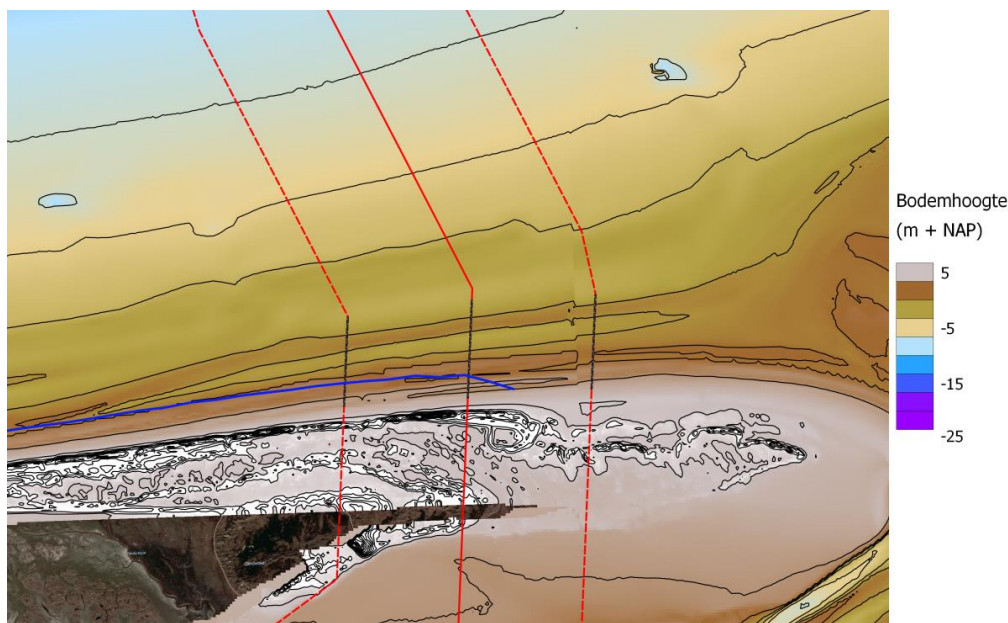
Aandachtspunt bij het realiseren van deze kustkruising is daarbij wel dat deze (in tegenstelling tot de kustkruising van de VII: Schiermonnikoog Wantij route) op een locatie wordt aangelegd waar de Basiskustlijn wordt vastgehouden.

De effecten van de aanleg van een leiding langs de centerline van de VIII: Ameland Wantij route zijn beperkt en tijdelijk en verdwijnen door natuurlijke dynamiek. Daarom worden deze beoordeeld als licht negatief (-) op het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

Leidingen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor het aanleggen van een leiding langs de westelijke en oostelijke zijlijn van de corridor is verondersteld dat dezelfde graafwerkzaamheden benodigd zijn als voor de aanleg van een leiding langs de centerline. Daardoor zijn de effecten ook gelijk aan de effecten door de aanleg langs de centerline. Een aandachtspunt is echter dat de oostelijke zijlijn van de corridor buiten de zone waar de basiskustlijn wordt onderhouden (Afbeelding 7.18). De leiding moet hier daarom dieper begraven worden om rekening te houden met kusterosie.

Afbeelding 7.18 Kruisingen van de VIII: Ameland Wantij route (rode doorgetrokken lijn: centerline en rood gestreepte lijnen: zijlijnen) met de kust van Ameland. Donkere secties op de route geven een indicatie van het deel van de route waar een cofferdam wordt toegepast. De blauwe lijn presenteert de vastgelegde basiskustlijn (2012)



IX: Zoutkamperlaag route

Leidingen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden, die worden uitgevoerd voor de aanleg van een leiding langs de centerline van de IX: Zoutkamperlaag route, zijn gepresenteerd in Tabel 7.9.

Tabel 7.9 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de centerline van de IX: Zoutkamperlaag route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]	Variant
Ontvangstput voor HDD	1,7	4000	100 m x 10 m x 4 m	A
Ontvangstput voor HDD	1,7	4000	100 m x 10 m x 4 m	A1 en A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Ontvangstput voor HDD	3,5 5,3	2 x 4000	100 m x 10 m x 4 m (ieder)	A1 en A2: Variant 2A-west
Aanleg middels open ontgraving	1,7 - 3,0	13.650	1300 m x 3,5 m x 3 m	A1 en A2: Variant 2B-west
Verruimen van geul t.b.v. toegang materieel	3,0 - 5,0	500.000 (750.000)	2 km x 40 m x 4 m	A1 en A2: Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	1,5 - 5	2.313.000 (3.469.500)	3,5 km x 6 m breedte exclusief talud diepte: 9,0 m onder huidige bodem	A
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	5 - 8	1.323.000 (1.984.500)	3 km x 6 m breedte exclusief talud diepte: 6,5 m onder huidige bodem	A
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	8 - 17	5.979.000 (8.968.500)	3 km x 6 m breedte exclusief talud diepte: 9,0 m onder huidige bodem	A A1 en A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	17 - 22	1.837.000 (3.674.000)	3 km x 10 m breedte exclusief talud diepte: 6,5 m onder huidige bodem	A A1 en A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west

Opmerking: Varianten A1 en A2 (zowel variant 2A-west als variant 2B-west) sluiten bij KP5 van deze varianten aan op variant A. Dit gebeurt bij KP12 van variant A. Aanleg vanaf KP5 van de beide west-varianten is daarom gelijk aan variant A vanaf KP12.

De ontgravingen voor de ontvangstputten voor de HDD worden weer opgevuld en hebben een beperkte omvang. Daarom hebben deze een verwaarloosbaar effect. Uitgangspunt daarbij is dat bentoniet en boomateriaal wordt opgevangen en afgevoerd en niet in de Waddenzee verspreid wordt. Ook de openontgraving tussen KP1,7 en KP3,0 heeft een verwaarloosbaar effect op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Na het aanleggen van de leiding wordt de bodem weer begraven, waardoor deze ingreep geen blijvende effecten op de zeebodem heeft.

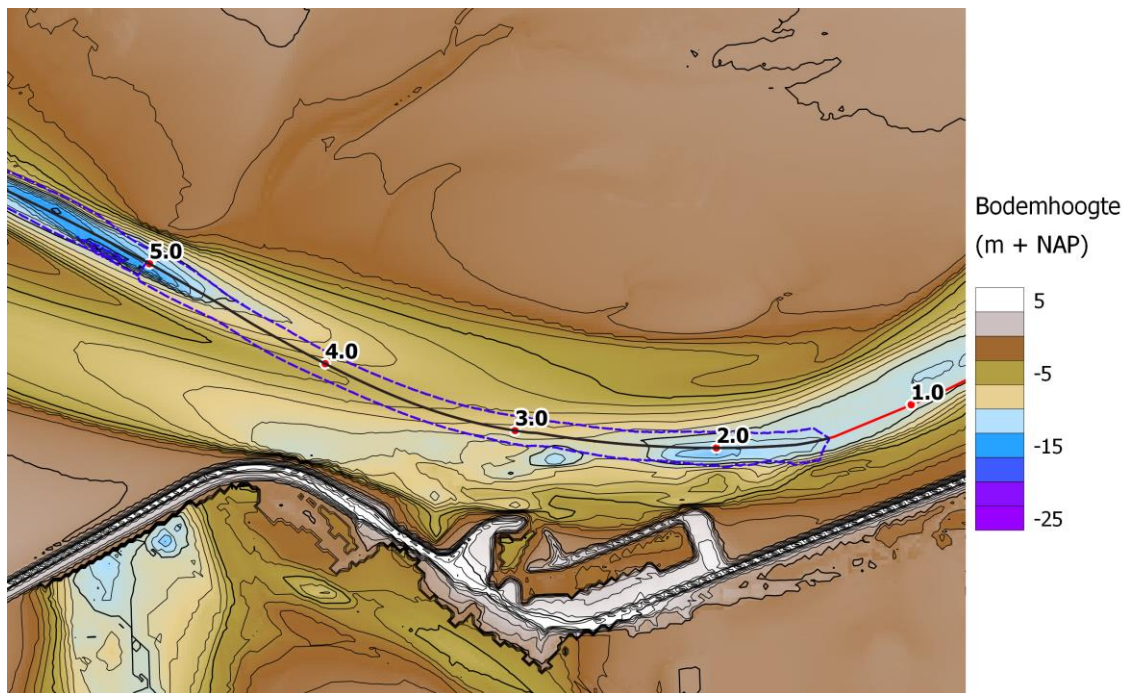
De toegangsgeul tussen KP3,0 en KP5,0 komt in zijn geheel binnen bestaande ondiepe getijdegeulen te liggen in een gebied dat momenteel permanent onder water staat. De bodemdynamiek in dit gebied is beperkt. In de afgelopen decennia is de bodemhoogte hier met maximaal 2 m veranderd. De verwachting is daarom dat het meerdere jaren kan duren voordat deze geul op natuurlijke wijze weer opvult.

Om de leiding langs de route op voldoende diepte onder de zeebodem te kunnen begraven om te voorkomen dat deze tijdens de levensduur blootspoelt, wordt langs het gehele deel tussen KP1,5 en KP22,0 een trench (geul) in de zeebodem gebaggerd waar de leiding in begraven wordt (voor de westelijke varianten tussen KP5,0 en KP22,0). Deze trench heeft een variërende diepte langs de route (Tabel 7.9). De trench komt in een natuurlijke geul, waardoor de morfologische kenmerken van het gebied niet veranderen (zie bijvoorbeeld Afbeelding 7.19). Na het plaatsen van de leiding wordt de geul (gedeeltelijk) weer opgevuld waardoor de effecten verder beperkt worden. Desondanks zijn de effecten op de natuurlijke bodem-dynamiek naar verwachting aanzienlijk. Dit komt doordat de volumes die ontgraven en verplaatst worden dusdanig groot zijn dat dit een verstoring effect heeft op de natuurlijke bodemdynamiek.

Het duurt jaren voordat het verspreide volume door natuurlijke processen herverdeeld is. Ter vergelijking, het volume dat voor het verdiepen van de leiding ontgraven wordt is meer dan driemaal het volume dat jaarlijks door Rijkswaterstaat gebaggerd wordt voor onderhoud aan de vaargeulen in de gehele Waddenzee ($\sim 3\text{M m}^3$).

De aanleg van de leiding langs de centerline van de IX: Zoutkamperlaag route is voor alle varianten beoordeeld als negatief (--). Zowel de aanleg van de toegangsgemaal als de grote volumes, die ontgraven en worden verplaatst voor de trench om de leiding op voldoende diepte te begraven, verstoren de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek voor meerdere jaren.

Afbeelding 7.19 Profiel van de trench die gegraven wordt om de leidingen op de ontwerpdiepte te begraven. Het donkere vlak op de route geeft de breedte van het talud op het ontwerpniveau weer, de blauw gestreepte lijnen toont waar een talud van 1 op 7 vanaf de bodem van de trench de bestaande zeebodem doorsnijdt



Leidingen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor de aanleg van leidingen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook voorbereidende baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Voor de aanleg van een leiding langs de oostelijke zijlijn van de corridor de baggervolumes ongeveer even groot als voor de centerline. De effecten krijgen daarom eenzelfde beoordeling. Voor de westelijke corridor zijn daarentegen grotere volumes aan voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig, doordat de leiding langs de westelijke zijlijn dieper onder de zeebodem begraven moet worden. De benodigde baggervolumes voor de aanleg van een leiding langs de westelijke corridor worden gepresenteerd in Tabel 7.10.

Tabel 7.10 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de westelijke zijlijn van de IX: Zoutkamperlaag route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]	Variant
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	1,5 - 4,5	1.938.000 (2.907.000)	3,0 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 9,0 m onder huidige bodem	A
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	4,5 - 5,5	1.145.000 (1.717.500)	1,0 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 11,0 m onder huidige bodem	A A1 & A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	5,5 - 12,0	4.477.000 (6.715.500)	6,5 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 9,0 m onder huidige bodem	A A1 & A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	12,0 - 15,5	5.314.000 (7.971.000)	3,5 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 11,5 m onder huidige bodem	A A1 & A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	15,5 - 17,5	1.323.000 (1.984.500)	2 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 9,0 m onder huidige bodem	A A1 & A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	17,5 - 21,0	921.000 (1.842.000)	3,5 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 5,5 m onder huidige bodem	A A1 & A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte	21,0 - 26,0	1.036.000 (2.072.000)	5,0 km x 6 m breedte excl. talud diepte: 5,0 m onder huidige bodem	A A1 & A2: Variant 2A-west en Variant 2B-west
Totaal	1,5 - 26,0	16.154.000 (25.209.500)		A

De effecten van de aanleg van de leiding langs de westelijke zijlijn van de corridor zijn zeer omvangrijk en verstoren het natuurlijk sedimenttransport voor meerdere jaren. Dat komt doordat de volumes die worden ontgraven en verplaatst dusdanig groot zijn, dat dit een verstorend effect heeft. Het duurt jaren tot decennia voordat dit volume door natuurlijke processen herverdeeld is. Ter vergelijking, het volume dat in voor de aanleg van een leiding langs de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route ontgraven wordt, is meer dan vijfmaal het volume dat jaarlijks in de gehele Waddenzee gebaggerd wordt voor regulier vaargeul onderhoud (3M m³). De aanleg van de leiding langs de westelijke zijlijn van de corridor is beoordeeld als sterk negatief (---).

X: Tunnel route inclusief intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt route II

De volgende ingrepen met een (potentieel) effect op Bodem en Water op Zee door de aanleg van deze route worden gepresenteerd in Tabel 7.11.

Tabel 7.11 Ingrepen voor de X: Tunnel route en intredepunt Noordzee met een toegangsgeul

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³]	Dimensies [L x B x D]
Aanleg van het intredepunt	Intredepunt op Ballonplaat	330,000	800 m x 450 m hoogte boven HAT
Aanleg van toegangsgeul naar het intredepunt	Toegangsgeul op Ballonplaat	585,000	1100 m x 100 m breedte excl. talud diepte: variërend van 7,5 m tot 0 m onder huidige bodem (bodem van toegangsgeul op NAP -13 m)

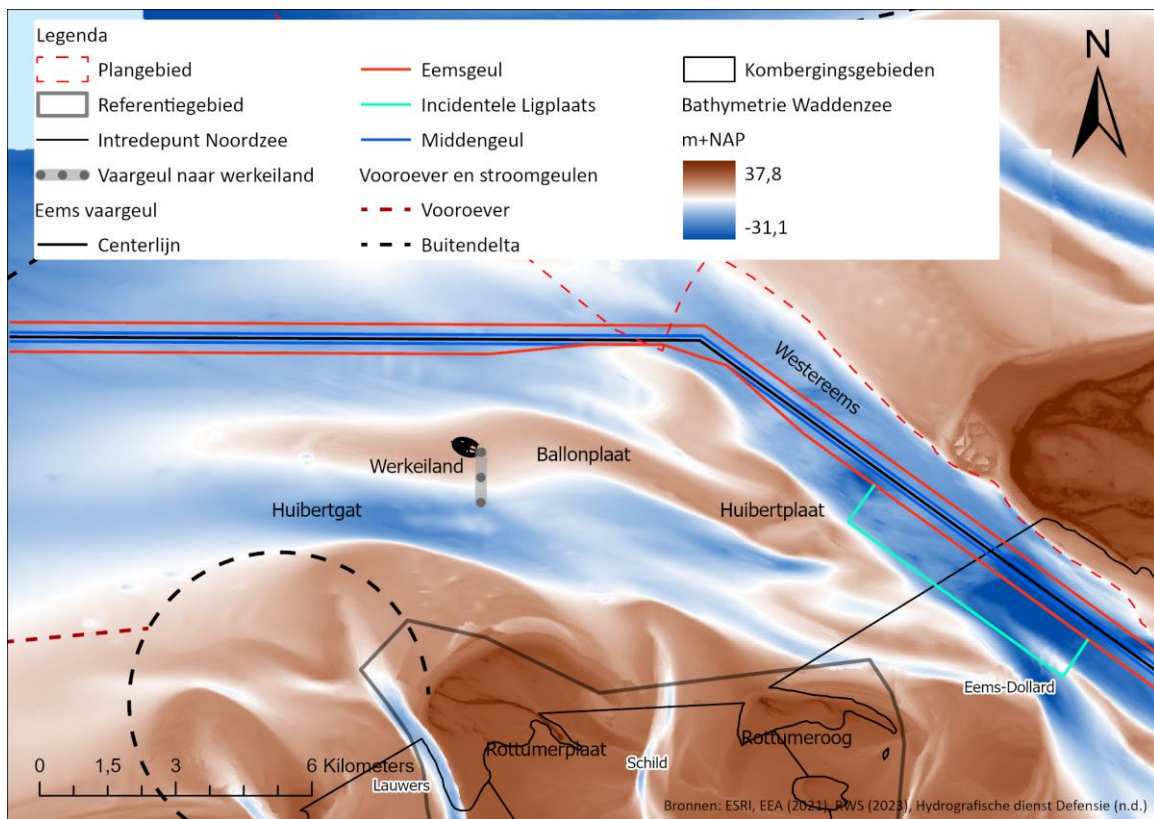
De aanleg van het intredepunt (eiland) en de toegangsgeul hebben een direct effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Het eiland legt immers de bodem in een deel van het gebied vast en de toegangsgeul is een kunstmatige bodemgeul die permanent onderhouden wordt. Het intredepunt ligt buiten het referentiegebied en de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone (Afbeelding 7.20). De indirecte effecten van het intredepunt en de toegangsgeul op de Ballonplaat zijn bepaald met een numeriek Delft3D-FM model. De volgende condities zijn gesimuleerd:

- springtij-doodtij cyclus (dagelijkse condities);
- storm uit het noordwesten met een terugkeertijd van ongeveer 1 jaar;
- storm uit westnoordwest met een terugkeertijd van ongeveer 1 jaar.

Er worden geen relevante effecten verwacht van de aanleg van de tunnelbuizen, omdat deze zich ruim onder de zeebodem bevinden. Het materiaal uit de tunnelbuizen wordt afgevoerd of verwerkt op de kunstmatige constructie van het intredepunt.

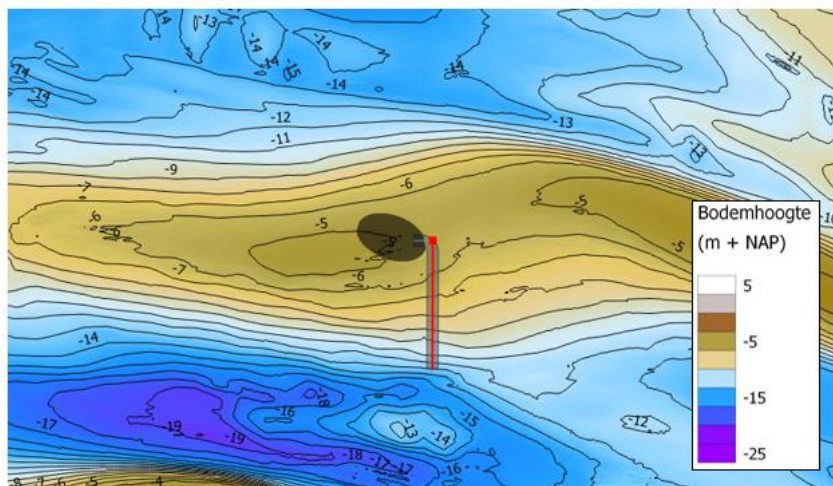
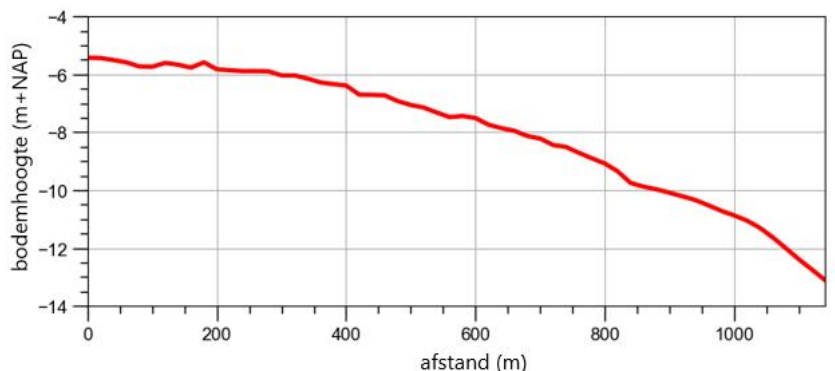
Met het model zijn de effecten op stroomsnelheid, golfhoogte en sedimenttransport bepaald. Op basis hiervan is een inschatting gemaakt van de effecten op de waterbeweging en de daaraan gekoppelde morfologische ontwikkeling van het gebied. Uit de modelresultaten zijn de momenten geselecteerd waarop de stroomsnelheid piekt bij vloed en bij eb tijdens springtij, voor een locatie op de Ballonplaat en een locatie in het Huibertgat. De stroomsnelheid piekt niet noodzakelijkerwijs op hetzelfde moment voor deze beide locaties.

Afbeelding 7.20 Intredepunt en toegangsecul op Ballonplaat



In Afbeelding 7.21 is het meest recente bodemhoogteverloop weergegeven langs het toegangskanaal naar het intredepunt. De bodem van het toegangskanaal wordt aangelegd op een niveau van NAP -13 m.

Afbeelding 7.21 Huidige bodemhoogte langs het toegangskanaal (op basis van 2021 bathymetrie)



Effecten tijdens dagelijkse condities

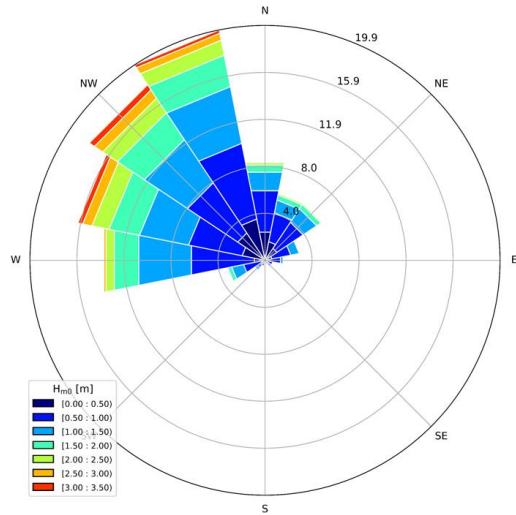
In Afbeelding 7.23 en Afbeelding 7.24 zijn de stroomsnelheid, golfhoogte en het sedimenttransport weergegeven voor de huidige situatie en de situatie met het intredepunt op de Ballonplaat tijdens respectievelijk eb en vloed. Daarnaast zijn de absolute en relatieve verschillen in sedimenttransport weergegeven.

Het intredepunt creëert een luwtezone voor stroming en sedimenttransport, aan de zuidoost kant tijdens vloed en aan de noordwestkant tijdens eb (bovenste panelen van Afbeelding 7.23 en Afbeelding 7.24). In deze luwtezones zal sedimentatie optreden. Langs de noordoostelijke en zuidwestelijke zijdes van het intredepunt worden stroomsnelheden juist groter door contractie. Hierdoor zal in dat gebied erosie optreden (tenzij dit voorkomen wordt door bodembescherming aan te brengen). Gedurende de getijdencyclus verplaatsen deze zones van sedimentatie en erosie zich maar beperkt.

Het is niet uit te sluiten dat door de verwachte erosie aan de noordoostelijke zijde van het intredepunt een kortsluiting ontstaat tussen de Westereems (ten noorden van de Ballonplaat) en de toegangseul naar het intredepunt. Dit zou kunnen leiden tot een (ondiepe) verbinding tussen de Westereems en het Huibertgat door de Ballonplaat. De luwtezone die zich aan de oostzijde van het intredepunt bevindt verkleint de kans op een dergelijke verbindingsgeul.

Het intredepunt vormt een blokkade voor golven (tweede rij panelen van Afbeelding 7.23 en Afbeelding 7.24). De schaduwwerking van het intredepunt is duidelijk te zien in Afbeelding 7.23 en Afbeelding 7.24 voor golven uit noordelijke richting. Ter hoogte van de Ballonplaat komen de golven uit het westelijke tot noordelijke richting gedurende het grootste gedeelte van de tijd, zie Afbeelding 7.22. De hoogste golven komen uit het noordwesten. Aan de zuidelijke tot oostelijke zijde van het intredepunt ontstaat een schaduwzone met lagere golfhoogtes waar het golf-gedreven sedimenttransport afneemt. Ook in het Huibertgat en langs de noordelijke delen van de Rottumerplaat en Rottumeroog zijn de effecten van het intredepunt op de golfhoogte zichtbaar.

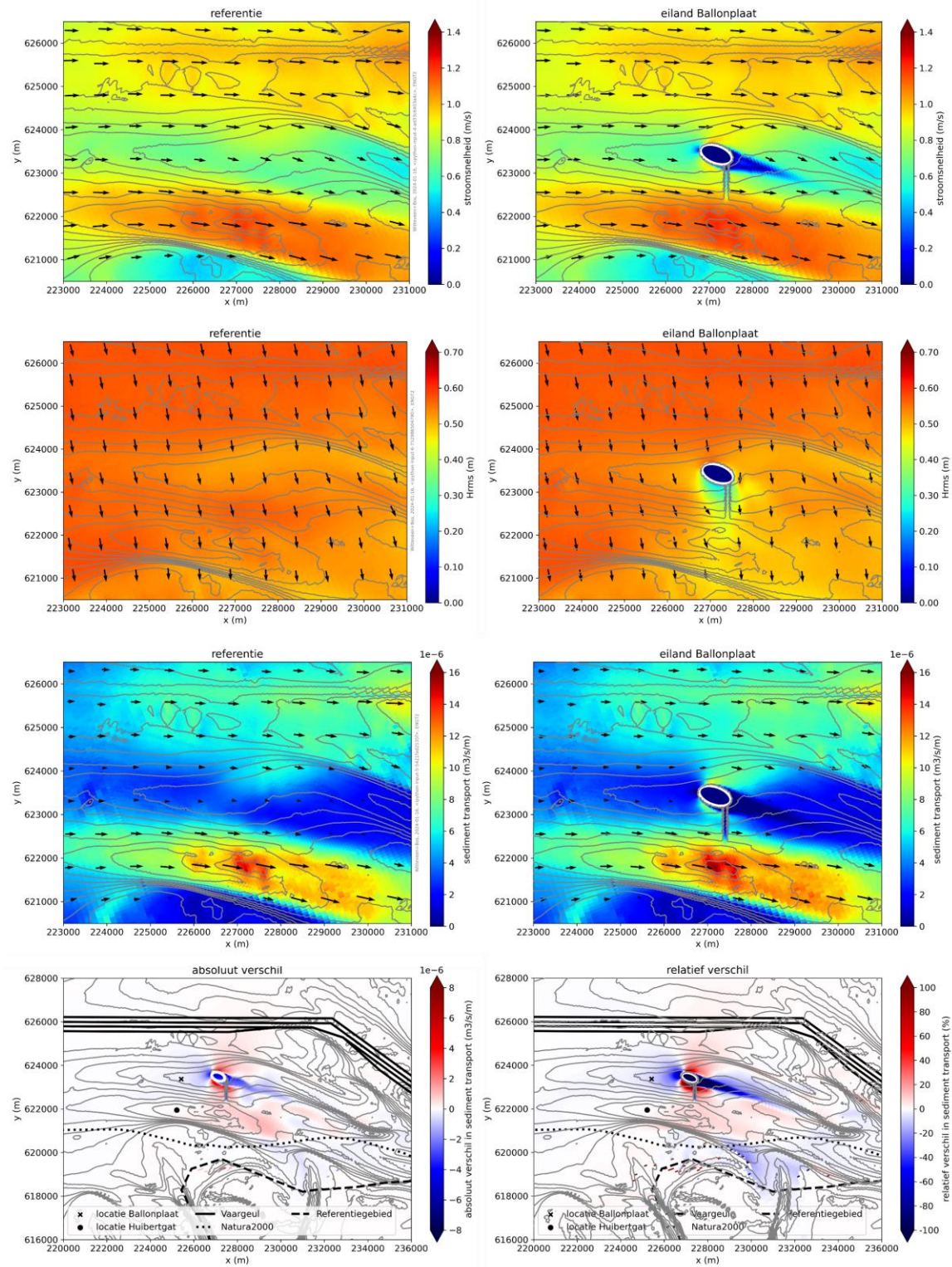
Afbeelding 7.22 Golfroos op locatie Westereems West (ten noorden van de Ballonplaat) voor de periode (2007 -2022)



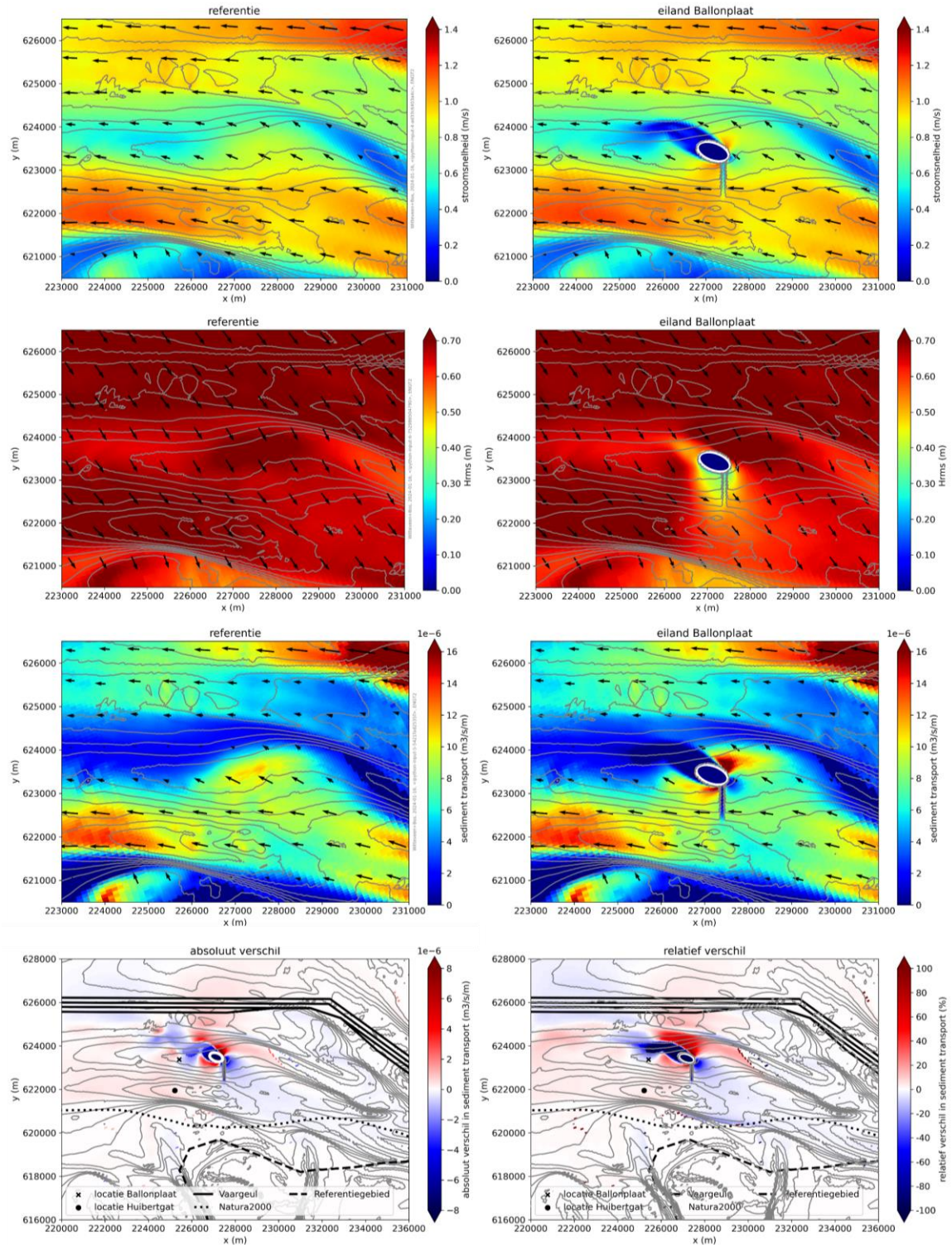
Het sedimenttransport en de absolute en relatieve verschillen daarin zijn weergegeven in de onderste twee rijen met panelen in Afbeelding 7.23 en Afbeelding 7.24. Hieruit volgt allereerst dat het intredepunt geen relevante effecten heeft op het sedimenttransport in en rondom de vaargeul naar de Eems (kleine toename van transport in gebieden waar het baggeronderhoud beperkt is). Er treden grotere veranderingen in het sedimenttransport op van orde 20 % tot 100 % in de directe omgeving van het intredepunt. Gevolg van deze veranderingen is dat door contractie van de stroming lokaal erosie op zal treden. Dit kan tot geulvorming leiden, een effect dat door de aanleg van bodembescherming beperkt kan worden. Tijdens vloed zorgt het intredepunt voor een lichte verhoging in sedimenttransport in het Huibertgat (orde 5 %). Dit zal naar verwachting leiden tot een beperkte verdieping van het Huibertgat (minder dan 5 % toename van de waterdiepte).

Tenslotte is een zeer beperkte afname van het sedimenttransport waar te nemen in de resultaten langs de noordzijde van de Rottumerplaat en de getijdedelta tussen Rottumerplaat en Rottumeroog (Afbeelding 7.20). Deze gebieden vallen buiten het Referentiegebied en binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone.

Afbeelding 7.23 Effecten op stroomsnelheid, golfhoogte en sedimenttransport bij springtij tijdens de piekstroomsnelheid bij vloed



Afbeelding 7.24 Effecten op stroomsnelheid, golfhoogte en sedimenttransport bij springtij tijdens de piekstroomsnelheid bij eb



Effecten tijdens stormcondities

De modelresultaten voor de storm uit het noordwesten zijn weergegeven in Afbeelding 7.25 en Afbeelding 7.26. Tijdens stormcondities zijn de sedimenttransporten veel hoger dan onder dagelijkse omstandigheden, vooral in ondiepere gebieden, waar golven een relatief sterk golfgedreven sedimenttransport veroorzaken.

Ook in de resultaten voor stormcondities is de schaduwwerking van het intredepunt duidelijk zichtbaar. Rondom het intredepunt ontstaan aan de noordoostelijke en zuidwestelijke zijde zones waar het sedimenttransport aanzienlijk toeneemt en dus erosie kan worden verwacht. In de luwtezones ten noordwesten en zuidoosten van het intredepunt zal sedimentatie optreden.

De effecten op de buitendelta's van Rottumerplaat en Rottumeroog zijn tijdens stormcondities groter dan tijdens dagelijkse omstandigheden. Het sedimenttransport in deze (ondiepe) gebieden wordt voor een belangrijk deel gedreven door golven. Door de schaduwwerking van het intredepunt voor golven neemt het golfgedreven transport langs deze ondieptes af waardoor ze iets verder zullen uitbouwen richting het noorden. Ten noorden van Rottumeroog en in het Huibertgat neemt het sedimenttransport tijdens vloed ook toe. Dit wordt veroorzaakt door een toename van de stroomsnelheid in het Huibertgat.

Golven uit noordelijk richting zorgen voor een golfgedreven stroming over de Ballonplaat in zuidelijke richting. Deze stroming is tegengesteld aan de getijdestroming bij eb en rond kentering, waardoor er op deze momenten een complex stromingspatroon ontstaat op de Ballonplaat (dit is weergegeven in Afbeelding 7.26). Het intredepunt heeft lokaal veel invloed op de golfhoogte en dus ook op de golfgedreven stroming. Daarom zijn de effecten van het intredepunt ook bij stormcondities tijdens eb en rond kentering relatief groot.

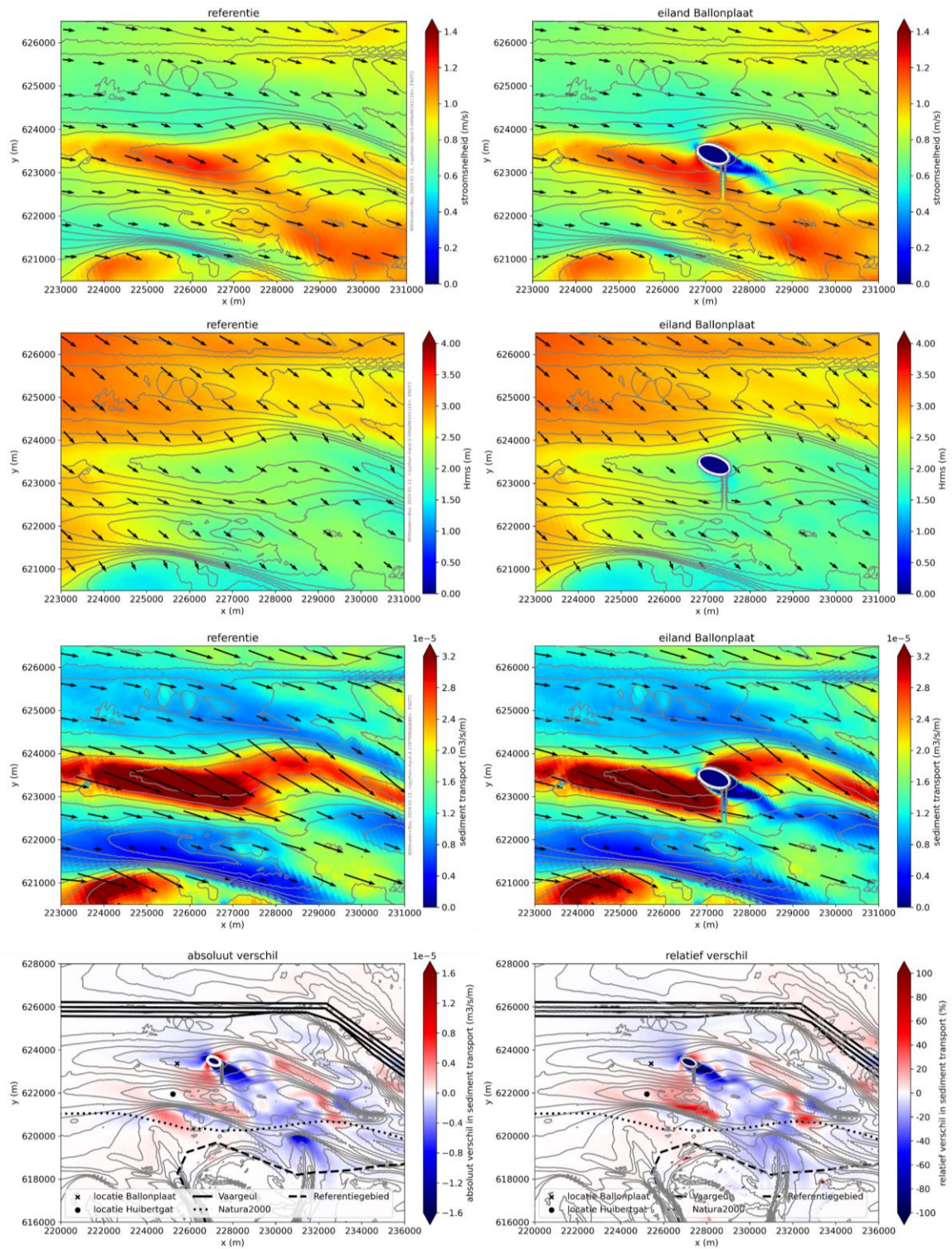
Conclusies over de effecten van het intredepunt

Over de effecten van het intredepunt op de Ballonplaat is het volgende geconcludeerd:

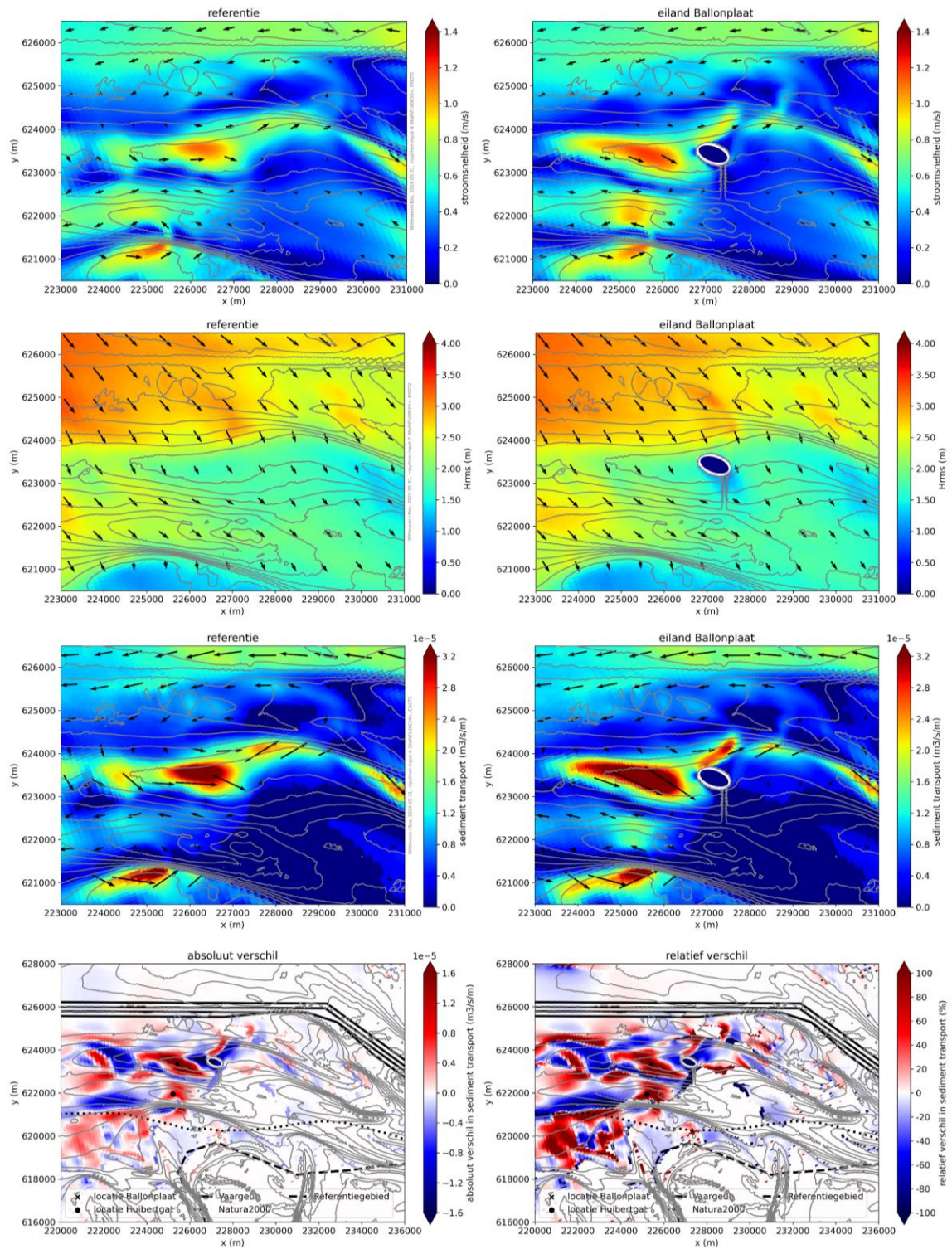
- de aanleg van het intredepunt (eiland) en de toegangsheuvel hebben een direct effect op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Het eiland legt immers de bodem in een deel van het gebied vast en de toegangsheuvel is een kunstmatige bodemheuvel die permanent onderhouden wordt;
- door de geringe schaal van het intredepunt (ongeveer 800 m bij 450 m) zullen er geen waarneembare effecten zijn op de grootschalige stromingen en sedimenttransporten in de Eemsheuvel;
- de effecten op de waterbeweging en het sedimenttransport zijn in het referentiegebied en Natura 2000-gebied beperkt. Tijdens stormen treden er wel veranderingen in het sedimenttransport op in deze gebieden. De uitwerking hiervan op de natuurlijke bodemdynamiek in het referentiegebied is dat ook deze beperkt wijzigt ten opzichte van de referentiesituatie zonder eiland;
- de morfologie op de Ballonplaat wijzigt naar verwachting door de aanleg van het intredepunt. Met name door de contractie van de stroming rondom het intredepunt, waardoor erosie en mogelijk ook heuvelvorming aan de noordoost en zuidwestzijde van het intredepunt plaatsvindt. Luwte werking leidt naar verwachting tot sedimentatie aan de noordwest en zuidoostzijde.

Het intredepunt leidt tot permanente beïnvloeding van de bodemligging op de Ballonplaat, wat van nature een dynamisch gebied is. Ook heeft het intredepunt een permanente invloed op het sedimenttransport binnen de nabijgelegen Natura 2000-gebieden en het referentiegebied. Het effect van het aanleggen van een intredepunt is als negatief (--) beoordeeld op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, vanwege deze permante effecten die optreden tijdens de gebruiksfase.

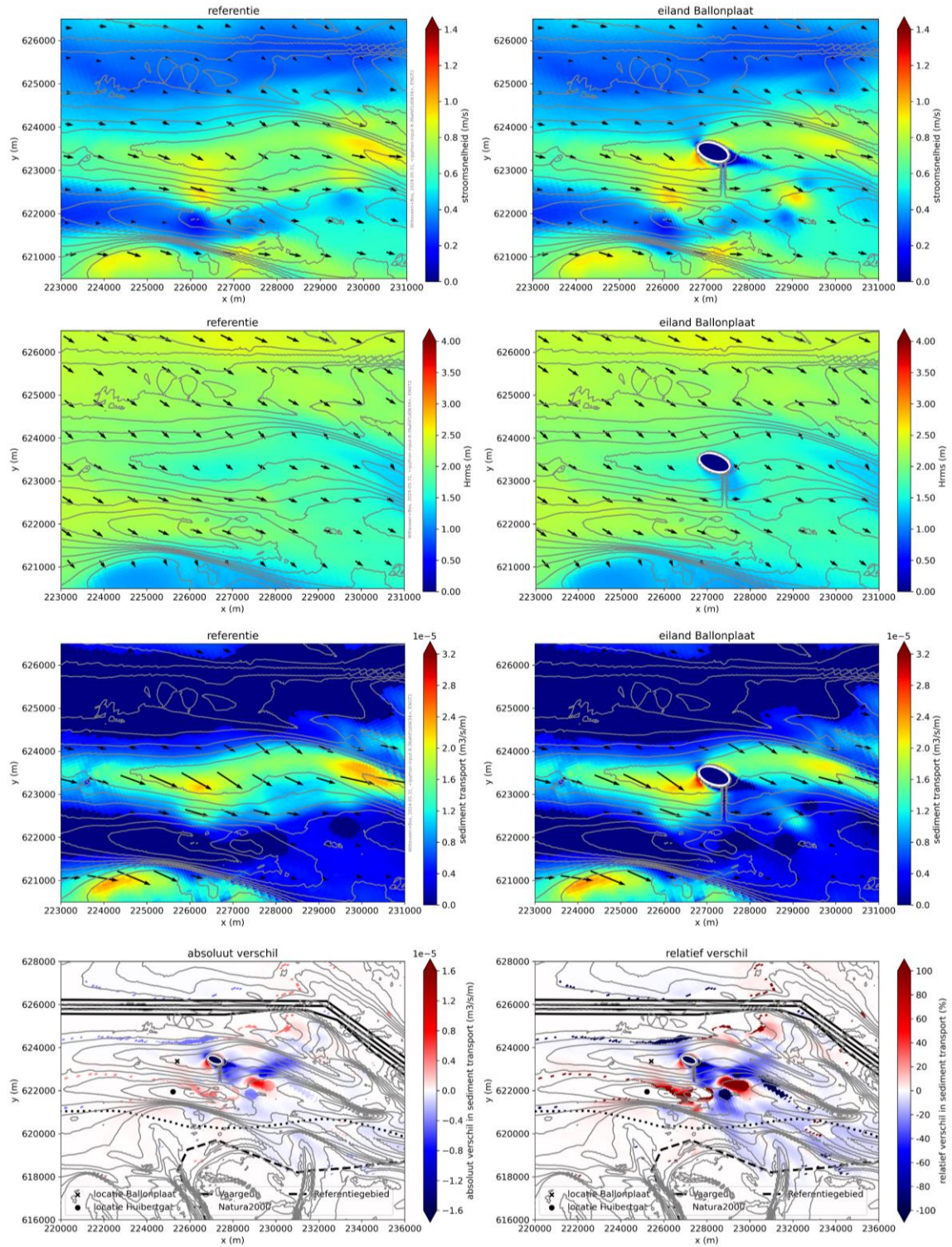
Afbeelding 7.25 Effecten op stroomsnelheid, golfhoogte en sedimenttransport bij NW storm tijdens vloed



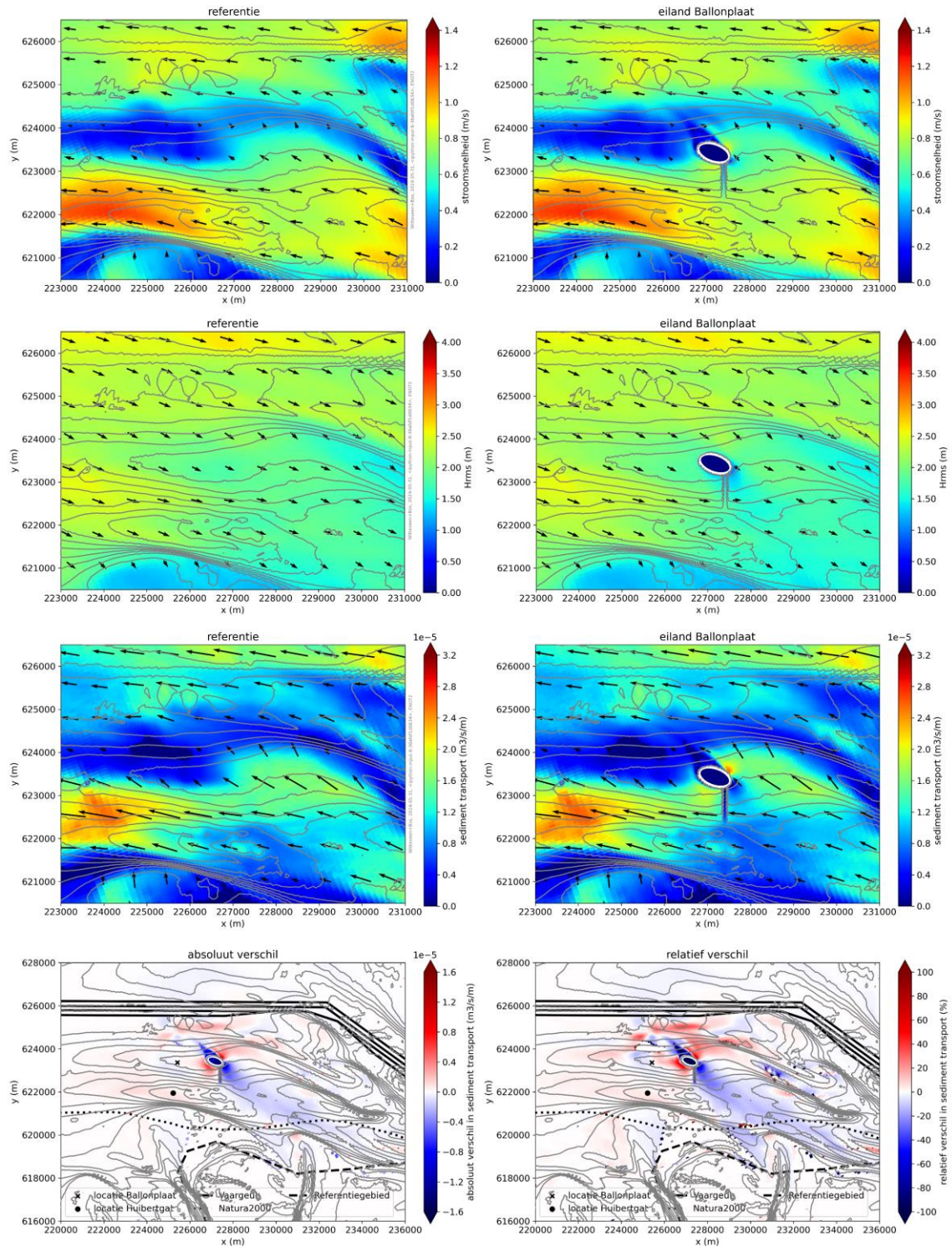
Afbeelding 7.26 Effecten op stroomsnelheid, golfhoogte en sedimenttransport bij NW storm tijdens kentering bij laagwater



Afbeelding 7.27 Effecten op stroomsnelheid, golfhoogte en sedimenttransport bij WNW storm tijdens vloed



Afbeelding 7.28 Effecten op stroomsnelheid, golfhoopte en sedimenttransport bij WNW storm tijdens eb



7.2.2 Effectbeoordeling morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

Om de leesbaarheid te bevorderen is toelichting op de effectbeoordeling van de verschillende routes opgenomen in paragraaf 7.2.1. Deze wordt in één overzicht gepresenteerd in Tabel 7.12.

Tabel 7.12 Beoordeling van effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerlin e	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	0	O: 0 W: -	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route	A1	K	0	O: 0 W: -	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route		L	---	O: --- W: ---	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A	K	--	O: --- W: ---	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A1	K	--	O: --- W: ---	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A2	K	--	O: -- W: ---	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
VIII: Ameland Wantij route		L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A	L	--	O: -- W: ---	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A1	L	--	O: -- W: ---	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A2	L	--	O: -- W: ---	0	O: 0 W: 0
X: Tunnel route			0	0	--	--

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

7.3 Hydrodynamica

7.3.1 Effectbeschrijving hydrodynamica

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De aanleg van een kabelsysteem langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van II: Oude Westereems route hebben alleen een lokaal en tijdelijk effect op de hydrodynamica tijdens de aanlegfase. Dit geldt zowel voor variant A als variant A1. De toegangsgeulen die worden gegraven door de buitendelta, veranderen de waterbeweging in de directe omgeving zolang deze aanwezig zijn. Op grotere afstand is het effect op de hydrodynamica verwaarloosbaar. De waterverdeling binnen het kombergingsgebied wijzigt niet.

Leiding: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De grootschalige baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de II: Oude Westereems route vinden plaats binnen natuurlijke getijdengeulen. Daardoor hebben deze nauwelijks effect op de hydrodynamica. De waterverdeling binnen het kombergingsgebied wijzigt niet.

V: Boschgat route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De grootschalige baggerwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de V: Boschgat route vinden plaats binnen natuurlijke getijdengeulen. Daardoor hebben deze nauwelijks effect op de hydrodynamica. De waterverdeling binnen het kombergingsgebied wijzigt niet. Dat geldt voor alle varianten (A, A1 en A2).

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Het merendeel van de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de VII: Schiermonnikoog Wantij route is dusdanig klein in omvang dat effecten op de hydrodynamica niet of nauwelijks optreden. Voor de toegangsgeul tussen KP16,6 en KP18,6 geldt dat de waterdiepte lokaal met maximaal 3 m wordt vergroot in een gebied in de Noordzeekustzone waar de bodem momenteel rond NAP -6 m ligt. Ook dit heeft geen effect op de waterverdeling in de omliggende kombergingsgebieden. De effecten voor beide varianten (A en A1) zijn verwaarloosbaar.

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Het merendeel van de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van leidingen langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de VII: Schiermonnikoog Wantij route is dusdanig klein in omvang dat effecten op de hydrodynamica niet of nauwelijks optreden. De cofferdam die aangelegd wordt om de kustkruising met Schiermonnikoog te realiseren heeft naar verwachting lokaal wel een effect op de waterbeweging. Ook voor deze ingreep geldt dat dit geen effect heeft op de waterverdeling in de omliggende kombergingsgebieden.

VIII: Ameland Wantij route

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Het merendeel van de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van leidingen langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de VIII: Ameland Wantij route is dusdanig klein in omvang dat effecten op de hydrodynamica niet of nauwelijks optreden. De cofferdam die wordt aangelegd om de kustkruising met Ameland te realiseren heeft naar verwachting lokaal wel een effect op de waterbeweging. Ook voor deze ingreep geldt dat dit geen effect heeft op de waterverdeling in de omliggende kombergingsgebieden.

IX: Zoutkamperlaag route

Leiding: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De grootschalige baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de IX: Zoutkamperlaag route vinden plaats binnen natuurlijke getijdengeulen. Daardoor hebben deze nauwelijks effect op de hydrodynamica. De waterverdeling binnen het kombergingsgebied wijzigt niet. Dit geldt voor alle drie de varianten (A, A1 en A2).

X: Tunnel route

De effecten van de aanleg van de X: Tunnel route inclusief het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt route II op de hydrodynamica zijn onderzocht met behulp van een numeriek model en worden uitgebreid beschreven in paragraaf 7.2.1. Daaruit kan worden geconcludeerd dat de effecten op de waterbeweging door de aanleg van het intredepunt vooral lokaal zijn (binnen enkele km afstand). Golfhoogtes tijdens stormen worden tot op grotere afstand van het intredepunt beïnvloed (tot op orde 10 km in aan de luwte zijde). De stroomsnelheden in het Huibertgat nemen enigszins toe (lokaal met orde 20 %), de waterbeweging in de Eemsgeul verandert nauwelijks.

7.3.2 Effectbeoordeling Hydrodynamica

De installatie van de kabelsystemen en leidingen leidt tot verwaarloosbare effecten op hydrodynamica. Lokaal veranderen de stroompatronen weliswaar als gevolg van de baggerwerkzaamheden die nodig zijn voor de installatie, maar de werkzaamheden hebben geen grootschalig effect. Er zijn geen relevante effecten op de waterverdeling in het Waddengebied. Als de kabelsystemen en leidingen geïnstalleerd zijn liggen ze onder de zeebodem. Dan treden ook geen relevante effecten op de hydrodynamica op.

Uitzondering vormt de X: Tunnel route. Door de aanleg van het intredepunt op de Ballonplaat nemen de stroomsnelheden in het Huibertgat toe. Dit effect treedt op tijdens de gebruiksfase en kan er toe leiden dat het Huibertgat dieper wordt. Dit lokale, maar permanente effect is als licht negatief (-) beoordeeld.

Tabel 7.13 Beoordeling van effecten op hydrodynamica in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A2	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
VIII: Ameland Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A1	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A2	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
X: Tunnel route			0	0	-	-

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

7.4 Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

7.4.1 Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De aanleg van een kabelsysteem langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de II: Oude Westereems route heeft geen relevant effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Het sediment dat wordt vergraven en verspreid is zandig en gebiedseigen. Op de locatie waar de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd heeft de bodemhoogte in het verleden meerdere meters lager gelegen. Dat betekent dat het deel van de bodem dat beroerd wordt hier recent gevormd is en geen oude lagen bevat. Door de toepassing van een vertical injector kunnen de kabelsystemen op een grote diepte worden begraven, zonder de bodemsamenstelling van de diepere lagen over een groot oppervlak aan te tasten.

Leiding: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Bij de grootschalige baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de II: Oude Westereems route worden erosieresistente lagen bestaand uit potklei en oude getijklei, opgebroken. Hierdoor verandert de bodemsamenstelling door de ingrepen. Na aanleg zal de bodemopbouw anders zijn dan voor de aanleg. Daarnaast wordt verwacht dat dit sediment na verplaatsing niet verder door het systeem wordt verspreid door natuurlijke processen. De effecten die optreden tijdens de aanleg zijn permanent.

V: Boschgat route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de V: Boschgat route hebben geen relevant effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Het sediment dat wordt vergraven en verspreid is zandig en gebiedseigen.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een kabelsysteem langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de VII: Schiermonnikoog Wantij route hebben geen relevant effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Deze vinden met name plaats in de zandige kustzone ten noorden van Schiermonnikoog. Het sediment dat wordt vergraven en verspreid is zandig en gebiedseigen en zal op natuurlijke wijze over het systeem verspreiden.

Leiding: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de VII: Schiermonnikoog Wantij route hebben geen relevant effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Deze bestaan met name uit het ontgraven en begraven van de geul in de cofferdam. Het sediment dat wordt vergraven en verspreid is zandig en gebiedseigen.

VIII: Ameland Wantij route

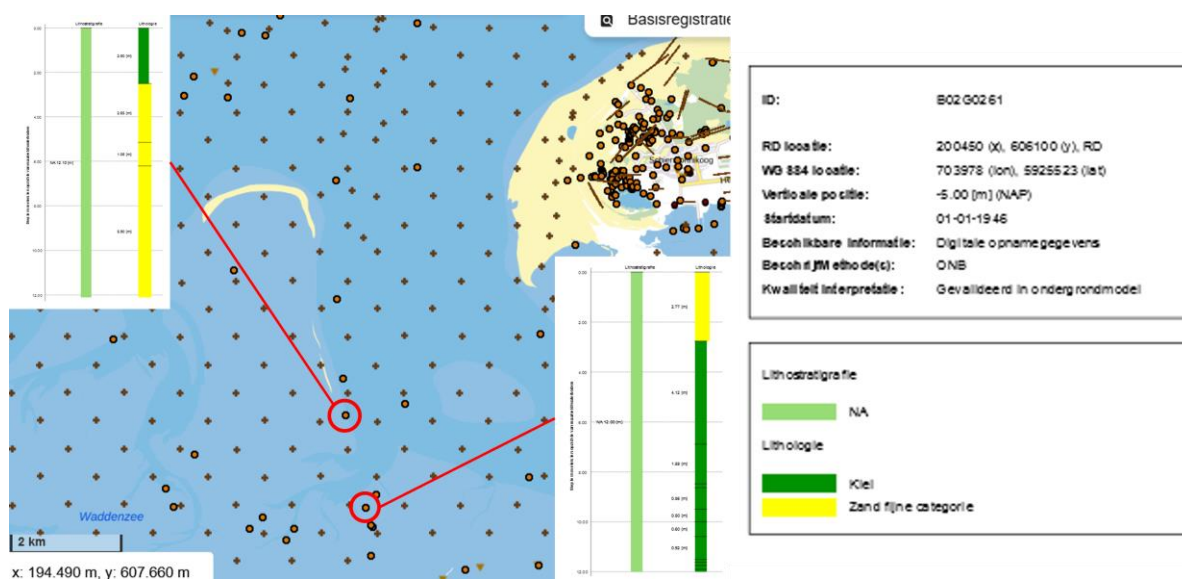
Leiding: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de VIII: Ameland Wantij route hebben geen relevant effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Deze bestaan met name uit het ontgraven en begraven van de geul in de cofferdam. Het sediment dat wordt vergraven en verspreid is zandig en gebiedseigen.

IX: Zoutkamperlaag route

De baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de IX: Zoutkamperlaag route Variant A en Variant 2A-west hebben geen relevant effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Het sediment dat vergraven en verspreid wordt is zandig en gebiedseigen. Dat geldt niet voor Variant 2B-west. De toegangsgeul tussen KP3,0 en KP5,0 gaat door een gebied waar naar verwachting erosieresistente lagen voorkomen. Boringen in de omgeving van het gebied laten zien dat er hier omvangrijke kleilagen in de bodem aanwezig zijn (Afbeelding 7.29). Mogelijk zijn er ook pleistocene erosieresistente afzettingen in het gebied (Afbeelding 3.12).

Afbeelding 7.29 Boorprofielen in van boringen in de omgeving van de toegangsgeul die gerealiseerd wordt voor Variant 2A-west



X: Tunnel route

De aanleg van het intredepunt de X: Tunnel route heeft als consequentie dat een gebied van 30.000 m² tot 40.000 m² op de Ballonplaat permanent wordt vastgelegd (Afbeelding 7.20). Het intredepunt krijgt een harde bekleding. Op dit oppervlak verandert de bodemsamenstelling. De veranderingen vinden plaats buiten Natura 2000-gebied.

7.4.2 Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

Alleen voor het aanleggen van leidingen langs II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route (varianten A1 en A2) treden effecten op tijdens de aanlegfase. Voor II: Oude Westereems route geldt dat deze effecten negatief (-) zijn, omdat het vergraven en verplaatsen van harde lagen naar verwachting tot permanente veranderingen leidt langs een groot deel van de route. De effecten door de aanleg van de IX: Zoutkamperlaag route (variant A1 en A2) treden op langs een klein deel van de route (tussen KP3,0 en KP5,0) en zijn daarom als licht negatief (-) beoordeeld. De permanente effecten van het plaatsen van een intredepunt op de Ballonplaat zijn als licht negatief (-) beoordeeld, omdat deze weliswaar omvangrijk zijn maar ook optreden in een gebied waar de bodemsamenstelling geen bescherming geniet.

Tabel 7.14 Beoordeling van effecten op bodemkwaliteit en bodemsamenstelling in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route		L	--	O: -- W: --	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A2	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VIII: Ameland Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A1	L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A2	L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
X: Tunnel route			0	0	-	-

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

7.5 Kustfundament

7.5.1 Effectbeschrijving kustfundament

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Bij de werkzaamheden voor de aanleg van deze route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament (van de route naar verspreidingslocatie P3). Er wordt geen sediment uit het kustfundament verwijderd of vastgelegd. De dichtstbijzijnde kust waarvoor een basiskustlijn is vastgesteld (op Schiermonnikoog) ligt op meer dan 15 km van verspreidingslocatie P3. De ingrepen hebben geen effect op de hoogwaterveiligheid. Primaire keringen liggen op grote afstand van de ingrepen. Ook het onderhoud van de basiskustlijn wordt niet beïnvloed door de ingrepen. Uitgangspunt hierbij is dat de HDD, die wordt toegepast om de primaire kering te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen, wordt ontworpen en uitgevoerd. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Bij de werkzaamheden voor de aanleg van deze route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament (van de route naar verspreidingslocatie P3). Er wordt geen sediment uit het kustfundament verwijderd of vastgelegd. De dichtstbijzijnde kust waarvoor een basiskustlijn is vastgesteld (op Schiermonnikoog) ligt op meer dan 15 km van verspreidingslocatie P3. De ingrepen hebben geen effect op de hoogwaterveiligheid. Primaire keringen liggen op grote afstand van de ingrepen. Ook het onderhoud van de basiskustlijn wordt niet beïnvloed door de ingrepen. Uitgangspunt hierbij is dat de microtunnel die wordt toegepast om de primaire kering te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen ontworpen en uitgevoerd wordt. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

V: Boschgat route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

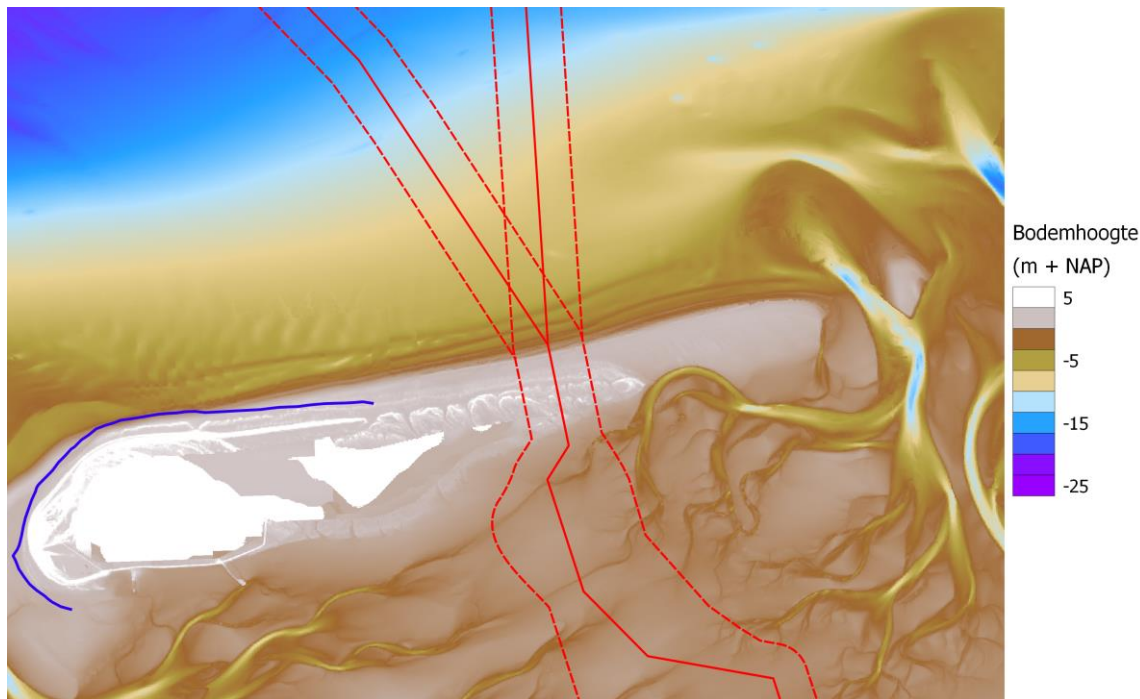
Bij de werkzaamheden voor het realiseren van de V: Boschgat route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament. Doordat er netto geen sediment uit het kustfundament verplaatst wordt hebben de ingrepen geen tot een verwaarloosbaar effect op het kustfundament en de suppletieopgave om de BKL te onderhouden. Ook op hoogwaterveiligheid zijn de effecten verwaarloosbaar. Voor het realiseren van de aanleg worden natuurlijke geulen verdiept. Dit leidt niet tot andere hydraulische condities bij de primaire keringen, doordat die op ruime afstand van de werkzaamheden liggen en tussen de werkzaamheden en de primaire kering een groot oppervlakte onverstoorde wadplaat ligt. Uitgangspunt hierbij is dat de HDD die wordt toegepast om de primaire kering te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen ontworpen en uitgevoerd wordt. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Bij de werkzaamheden voor het realiseren van de VII: Schiermonnikoog Wantij route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament. Mits er netto geen sediment uit het kustfundament verplaatst wordt hebben de ingrepen een verwaarloosbaar effect op het kustfundament. De locatie waar de corridor voor kabelsystemen het eiland Schiermonnikoog kruist ligt meer dan 3 km ten oosten van het gebied waar langs de kust de BKL onderhouden wordt (Afbeelding 7.30). Daardoor heeft het verdiepen van de brekerbanken en het aanleggen van een toegangsgeul voor het installatiematerieel een verwaarloosbaar effect op de suppletieopgave. Ook op de hydrodynamische condities bij de primaire kering van Schiermonnikoog hebben de lokale verdiepingen voor de aanleg van deze route naar een verwaarloosbaar effect. Uitgangspunt hierbij is dat de HDD die wordt toegepast om de primaire kering aan de vastelandskust te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen ontworpen en uitgevoerd wordt. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

Afbeelding 7.30 Corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor kabelsystemen (rode doorgetrokken lijn: centerline en rood gestreepte lijnen: zijlijnen) in het gebied op en rond Schiermonnikoog. De blauwe lijn presenteert de vastgelegde basiskustlijn (2012)



Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

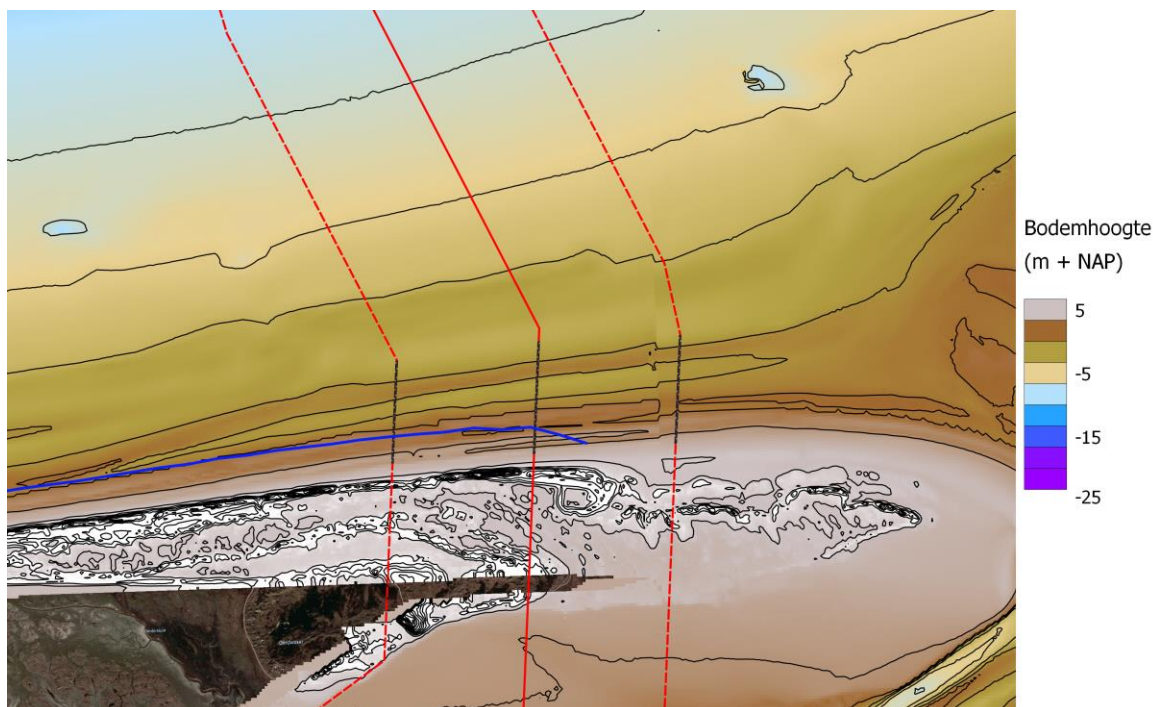
Bij de werkzaamheden voor het realiseren van de VII: Schiermonnikoog Wantij route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament. Mits er netto geen sediment uit het kustfundament verplaatst wordt hebben de ingrepen een verwaarloosbaar effect op het kustfundament. De locatie waar de leidingcorridor het eiland Schiermonnikoog kruist ligt meer dan 3 km ten oosten van het gebied waar langs de kust de BKL onderhouden wordt. Daardoor en doordat de cofferdam niet tijdens het stormseizoen aanwezig is, zijn de effecten van de aanleg van leidingen op de suppletieopgave verwaarloosbaar. Daarbij wordt verondersteld dat het zand dat vrijkomt bij het verwijderen van de cofferdam in het kustfundament verspreid wordt. Ook op hoogwaterveiligheid heeft de aanleg van leidingen in deze corridor een verwaarloosbaar effect. Uitgangspunt hierbij is dat de HDD die wordt toegepast om de primaire kering aan de vastelandskust te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen ontworpen en uitgevoerd wordt. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

VIII: Ameland Wantij route

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Bij de werkzaamheden voor het realiseren van de VIII: Ameland Wantij route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament. De locatie waar de leidingcorridor het eiland Ameland kruist overlapt met het gebied waar langs de kust de BKL onderhouden wordt (Afbeelding 7.1). Ondanks dat de cofferdam niet tijdens het stormseizoen aanwezig is, kan deze over een afstand van enkele km invloed hebben op het zandvolume in het ondiepe kustprofiel. Het is van belang dat dit volume wordt aangevuld na het verwijderen van de cofferdam. Aangezien de corridor meer dan 3 km ten oosten ligt van de primaire kering op Ameland en de cofferdam niet tijdens het stormseizoen aanwezig is, zijn de effecten op hoogwaterveiligheid verwaarloosbaar. Uitgangspunt hierbij is dat de HDD die wordt toegepast om de primaire kering aan de vastelandskust te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen ontworpen en uitgevoerd wordt. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

Afbeelding 7.31 Kruising van de corridor van de VIII: Ameland Wantij route (rode doorgetrokken lijn: centerline en rood gestreepte lijnen: zijlijnen) met de kust van Ameland. Donkere secties op de route geven een indicatie van het deel van de route waar een cofferdam wordt toegepast. De blauwe lijn presenteert de vastgelegde basiskustlijn (2012)



IX: Zoutkamperlaag route

Bij de werkzaamheden voor de aanleg van deze route wordt alleen sediment verplaatst binnen het kustfundament. Er wordt geen sediment uit het kustfundament verwijderd of vastgelegd. De dichtstbijzijnde kust waarvoor een basiskustlijn is vastgesteld (op Schiermonnikoog) ligt op meer dan 3 km van de geulen die verdiept worden. De ingrepen hebben geen effect op de hoogwaterveiligheid. Primaire keringen liggen op grote afstand van de ingrepen. Voor het realiseren van de aanleg worden tijdelijke trenches gegraven in natuurlijke geulen. Dit leidt niet tot andere hydraulische condities bij de primaire keringen, doordat die op ruime afstand van de werkzaamheden liggen en tussen de werkzaamheden en de primaire kering een groot oppervlakte onverstoorde wadplaat ligt. Uitgangspunt hierbij is dat de HDD die wordt toegepast om de primaire kering te kruisen conform hoogwaterveiligheidseisen ontworpen en uitgevoerd wordt. Dat is bij eerdere kustkruisingen ook gerealiseerd.

X: Tunnel route

In het [Ruimtelijk afwegingskader klimaatadaptieve gebouwde omgeving](#) is opgenomen dat kustuitbreiding in het kustfundament voorlopig niet is toegestaan. Het kader dient gebruik te worden bij alle projecten waarvan na 1 januari 2025 een omgevingsplan wordt vastgesteld. In het Besluit kwaliteit leefomgeving is de ligging van het kustfundament aangewezen. In artikel 5.40 is vervolgens bepaald in welke gevallen in een omgevingsplan geen bouwactiviteiten in een kustfundament kunnen worden toegelaten. Voor het gebied geldt echter geen omgevingsplan, zodat deze regels niet rechtstreeks van toepassing zijn.

Het intredepunt ligt buiten provinciaal en gemeentelijk ingedeeld gebied, maar wel binnen de 12-mijlszone. Dat betekent dat het Rijk bevoegd is. Bij de eventuele vaststelling van een projectbesluit moet rekening worden gehouden met de gevolgen voor het beheer van watersystemen. Daarbij worden, voor een duiding van die gevolgen, de opvattingen van het bestuursorgaan dat is belast met het beheer van die watersystemen betrokken. Dit betekent dus dat bij de vaststelling van het projectbesluit Rijkswaterstaat hierover betrokken moet worden. Voor de aanleg van een eiland moet een omgevingsvergunning worden aangevraagd (op basis van artikel 7.17 van het Bal). In de voorwaarden voor vergunningverlening is opgenomen dat de aanleg van een eiland niet strijdig mag zijn met het belang van het voorkomen van overstromingen. Daarnaast moet rekening gehouden worden met vigerende waterbeheerprogramma's.

Door de aanleg van het intredepunt wordt de bodem permanent vastgelegd in een momenteel dynamisch deel van het kustfundament. De aanleg van het intredepunt heeft daarmee per definitie een permanent effect op het natuurlijk sedimenttransport in het kustfundament. De numerieke modelberekeningen tonen dat de effecten op het sedimenttransport lokaal zijn. Daardoor heeft het intredepunt geen effect op het behoud van het zandvolume binnen het kustfundament.

Het intredepunt heeft geen effect op het toekomstig suppletieonderhoud. Het ligt ver oostelijk van het gebied waar een basiskustlijn is vastgesteld en het netto transport langs dit deel van de Nederlandse kust is oostwaarts gericht. De numerieke modelberekeningen in paragraaf 7.2.1 laten zien dat het effect op het sedimenttransport beperkt blijft tot de buitendelta van het Eemsestuarium en daarmee geen invloed heeft op locaties waar een basiskustlijn is vastgesteld.

Het effect van het intredepunt op de hoogwaterveiligheid is eveneens verwaarloosbaar. Het intredepunt blokkeert weliswaar een deel van de van de Noordzee afkomstige golfenergie, maar de effecten hiervan tijdens stormen zijn lokaal (paragraaf 7.2.1). Op de nabijgelegen eilanden Rottumeroog en Rottumerplaat liggen geen primaire keringen. Op de hydrodynamische condities bij de primaire keringen op de vastelandskust en op Schiermonnikoog heeft het intredepunt geen invloed.

7.5.2 Effectbeoordeling kustfundament

Voor nagenoeg alle routes geldt dat de effecten op het kustfundament verwaarloosbaar zijn. Voor de installatie van de kabelsystemen en leidingen wordt tijdelijk sediment verplaatst binnen het kustfundament, maar blijft dit hier wel voor behouden. De kruisingen met de primaire waterkeringen worden uitgevoerd middels een HDD, het is mogelijk om dit te doen zonder effecten op de hoogwaterveiligheid. Uitzondering vormen VIII: Ameland wantij route (middellijn en westelijke zijlijn) en X: Tunnel route. Voor VIII: Ameland wantij route geldt dat de cofferdam mogelijk een tijdelijk effect heeft op het behoud van de basiskustlijn. Dit effect verdwijnt door natuurlijke processen binnen een jaar en is daarom beoordeeld als beperkt negatief (-). Voor X: Tunnel route geldt dat het intredepunt geen negatief effect heeft op de kustsuppleties of de hoogwaterveiligheid. Daarmee zou het conform de beoordelingsschaal (Tabel 5.9) neutraal (0) scoren op dit criterium. Desalniettemin is een negatieve beoordeling (--) toegekend. Dit is omdat voor het intredepunt een permanent bouwwerk in het kustfundament gerealiseerd moet worden.

Tabel 7.15 Beoordeling van effecten op kustfundament in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A2	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VIII: Ameland Wantij route		L	-	O: 0 W: -	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A1	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A2	L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
X: Tunnel route			0	0	- -	- -

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

7.6 Toekomstig onderhoud door blootspoelen

7.6.1 Effectbeschrijving toekomstig onderhoud door blootspoelen

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Binnen het Waddengebied kruist de kabelcorridor van de II: Oude Westereems route op 4 locaties met bestaande kabels en leidingen. Per kabelsysteem worden dus 4 kruisingen gerealiseerd. De eerste kruising (met de Gemini, NorNed en COBRA-kabels) wordt gerealiseerd met een offshore HDD-boring. Rond KP21,5 wordt de COBRA kabel nogmaals met een offshore HDD-boring gekruist. Gezien de complexiteit van deze HDD-boringen is er een redelijke kans dat de vereiste begraafdiepte voor de kabelsystemen niet gehaald wordt op de overgang tussen waar de boringen aansluiten op de normale aanlegmethodiek. Rond KP34 worden de NorNed en Gemini kabels gekruist, hiervoor wordt een reguliere kruising met steenbestorting voorzien.

De vereiste begraafdiepte voor de II: Oude Westereems route binnen het Waddengebied is groot. De vereiste begraafdiepte voor de centerline is minder dan 10 m. Voor de zijlijnen is deze op delen van de route groter dan 10 m. Daarnaast geldt dat in de omgeving van de route harde(re) lagen in de bodem aanwezig zijn volgens openbare kaarten, grondonderzoek en recentelijke publicaties. Het is echter onzeker óf en langs welke delen van de route en op welke diepte zich daadwerkelijk harde lagen bevinden vanwege weinig grondonderzoek beschikbaar in het gebied. Deze harde lagen maken de aanlegoperaties complexer en vergroten de kans dat de vereiste begraafdiepte niet gerealiseerd kan worden. Dit geldt zowel voor Variant A als Variant A1.

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Binnen het Waddengebied kruist de leidingcorridor van de II: Oude Westereems route op 4 locaties met bestaande kabels en leidingen. Per leiding worden dus 4 kruisingen gerealiseerd. De eerste kruising (met de Gemini, NorNed en COBRA-kabels) wordt gerealiseerd met een segmenttunnel, waarmee het risico op blootspoelen rond deze kruising klein is. Verder zeewaarts worden de Cobra-kabel, de NorNed-kabel en de Gemini-kabels gekruist rond KP29, KP34 en KP38. Hiervoor worden reguliere kruisingen met steenbestorting voorzien.

De vereiste begraafdiepte voor de II: Oude Westereems route binnen het Waddengebied is groot. Op delen van de route is deze groter dan 10 m, zowel voor de centerline als de zijlijnen (Tabel 7.3). Daarnaast geldt dat in de omgeving van de route harde(re) lagen in de bodem aanwezig zijn volgens openbare kaarten, grondonderzoek en recentelijke publicaties. Het is echter onzeker óf en langs welke delen van de route en op welke diepte zich daadwerkelijk harde lagen bevinden vanwege weinig grondonderzoek beschikbaar in het gebied. Deze harde lagen maken de aanlegoperaties complexer en vergroten de kans dat de vereiste begraafdiepte niet gerealiseerd kan worden.

V: Boschgat route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Binnen het Waddengebied kruist de corridor van de V: Boschgat route met de NGT leiding. Deze kruising ligt rond KP35, in de Noordzeekustzone. De bodem is hier in de afgelopen decennia redelijk stabiel geweest. Verwacht wordt dat deze kruising de kans op blootspoelen niet vergroot.

Voor het aanleggen van kabelsystemen binnen de corridor van de V: Boschgat route moeten op delen van de route grote begraafdieptes gerealiseerd worden. Rond KP17 is de vereiste begraafdiepte meer dan 10 m. Dit geldt zowel voor de centerline als de zijlijnen van de corridor. Er is een redelijke kans dat het niet mogelijk blijkt om deze begraafdiepte te realiseren. Dat kan op langere termijn leiden tot het blootspoelen van de kabelsystemen. Het deel van de corridor waar deze begraafdiepte gerealiseerd moet worden ligt in beide route varianten.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Binnen het Waddengebied kruist de kabelcorridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij route met de NGT leiding rond KP21 (ong. 6 km ten noorden van Schiermonnikoog). Deze kruising in de Noordzeekustzone ligt op een locatie waar de bodem in de afgelopen decennia redelijk stabiel is geweest. Verwacht wordt dat deze kruising de kans op blootspoelen niet vergroot.

Doordat de kustkruising wordt gerealiseerd op een locatie waar geen BKL onderhouden wordt, is de kans op blootspoeling voor kabelsystemen langs deze route groter dan voor een kustkruising op een locatie waar wel een BKL is vastgelegd (bijvoorbeeld de kustkruising van de VIII: Ameland Wantij route). De kabelsystemen moeten daarom bij de kustkruising van de VII: Schiermonnikoog Wantij route dieper begraven worden. De kans op blootspoelen is het grootst langs de oostelijke zijlijn van de corridor, waarvoor daarom ook de grootste begraafdieptes nodig zijn. In verband met mogelijke toekomstige ontwikkelingen van nabijgelegen geulen is de begraafdiepte voor de oostelijke zijlijn zowel ten zuiden als ten noorden van Schiermonnikoog meer dan 10 m. De centerline en westelijke zijlijn hoeven minder diep begraven te worden.

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De kans op blootspoeling van leidingen langs de centerline en zijlijnen van de corridor voor leidingen van de VII: Schiermonnikoog Wantij route is soortgelijk aan die voor kabelsystemen.

VIII: Ameland Wantij route

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Binnen het Waddengebied kruist de leidingcorridor van de VIII: Ameland Wantij route met een leiding van de NAM rond KP14 (ong. 3 km ten noorden van Ameland). Deze kruising in de Noordzeekustzone ligt op een locatie waar de bodem in de afgelopen decennia redelijk stabiel is geweest. Verwacht wordt dat deze kruising de kans op blootspoelen niet vergroot.

De benodigde begraafdiepte langs de centerline en zijlijnen van de VIII: Ameland Wantij route is in vergelijking met de andere routes beperkt. De kustkruising van de centerline en westelijke zijlijn vinden bovendien plaats op een locatie waar de BKL vastgelegd is en onderhouden wordt. De kans op blootspoeling is verwaarloosbaar (westelijke zijlijn en centerline) tot beperkt (oostelijke zijlijn).

IX: Zoutkamperlaag route

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Binnen het Waddengebied kruist de leidingcorridor van de IX: Zoutkamperlaag route niet met bestaande kabelsystemen en leidingen. De kruising met de NGT ligt ten noorden van de Noordzeekustzone. Op de locatie van de kruising is de bodem in de afgelopen decennia redelijk stabiel geweest. Verwacht wordt dat deze kruising de kans op blootspoelen niet vergroot.

De vereiste begraafdiepte voor de IX: Zoutkamperlaag route binnen het Waddengebied is groot. Voor de centerline is deze maximaal 9 m (Tabel 7.9). Voor de zijlijnen geldt dat deze op delen van de route groter is dan 10 m (Tabel 7.10). Daarnaast geldt dat in de omgeving van de route kleilagen en mogelijk ook harde(re) lagen in de bodem aanwezig zijn. Deze niet zandige lagen maken de aanlegoperaties complexer en vergroten de kans dat de vereiste begraafdiepte niet gerealiseerd kan worden. De vereiste begraafdiepte voor varianten A1 en A2 is kleiner dan 10 m, waardoor de kans op blootspoelen voor deze varianten kleiner is dan voor variant A.

X: Tunnel route

De tunnel wordt geboord aangelegd, waardoor de begraafdiepte niet vanaf zee gerealiseerd hoeft te worden. Daarom wordt verondersteld dat de tunnel zodanig diep aangelegd wordt dat deze tijdens de levensduur niet blootspoelt. Een ontwerphoogte is op dit moment nog niet bekend.

7.6.2 Effectbeoordeling toekomstig onderhoud door blootspoelen

De kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen is beoordeeld op basis van de benodigde begraafdiepte binnen Natura 2000-gebieden en KRM-gebieden en op basis van het aantal kruisingen dat in deze gebieden gerealiseerd moet worden op een locatie waar de bodemveranderingen groot zijn (Tabel 5.10). Welke begraafdiepte en welke kruisingen gerealiseerd moeten worden om de installatie langs de verschillende routes te realiseren wordt beschreven in paragraaf 7.6.1. De beoordeling wordt gepresenteerd in Tabel 7.16.

Tabel 7.16 Beoordeling van effecten op toekomstig onderhoud door blootspoelen in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	N.v.t.		-	O: - - W: - -
II: Oude Westereems route	A1	K			-	O: - - W: - -
II: Oude Westereems route		L			- -	O: - - W: - -
V: Boschgat route	A	K			- -	O: - - W: - -
V: Boschgat route	A1	K			- -	O: - - W: - -
V: Boschgat route	A2	K			- -	O: - - W: - -
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K			-	O: - - W: -
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K			-	O: - - W: -
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L			-	O: - - W: -
VIII: Ameland Wantij route		L			0	O: - W: 0
IX: Zoutkamperlaag route	A	L			- -	O: - - W: - -
IX: Zoutkamperlaag route	A1	L			-	O: - - W: - -
IX: Zoutkamperlaag route	A2	L			-	O: - - W: - -
X: Tunnel route					0	0

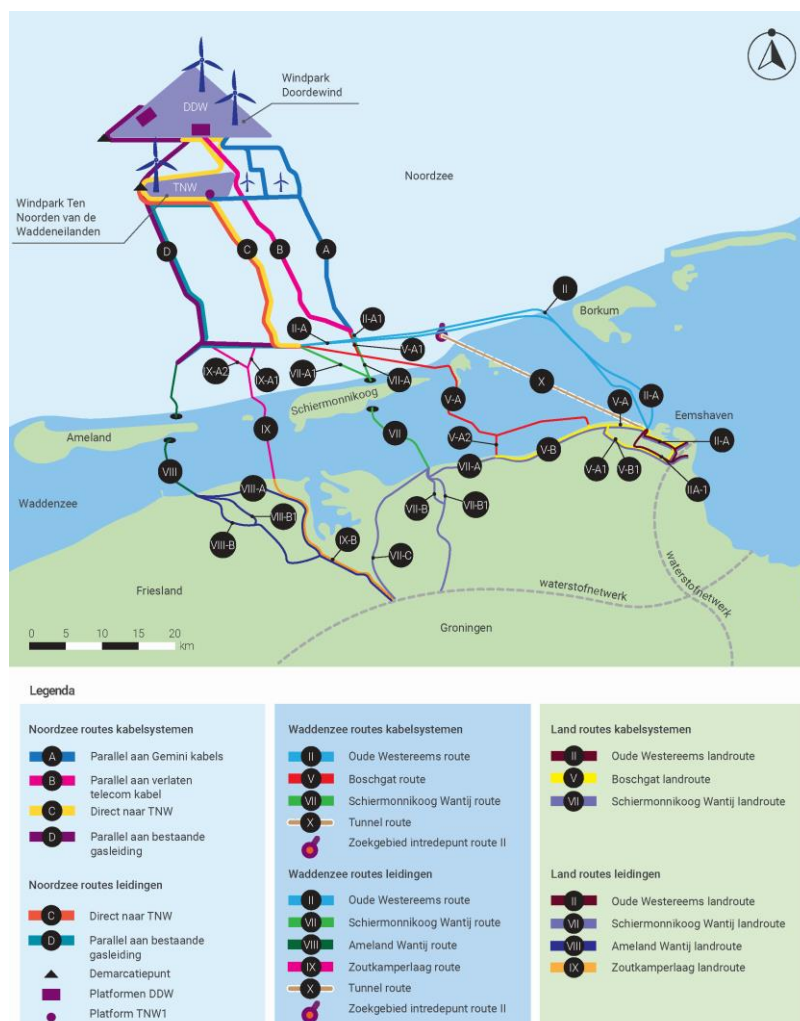
* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

ROUTES EN STATIONS NA OPTIMALISATIE

8.1 Inleiding

De effectbeoordeling uit alle deelrapporten heeft geleid tot optimalisaties van de routes en stationslocaties. In dit proces zijn de IX: Zoutkamperlaag route A, door het Waddengebied en het vasteland, en waterstof aanlandingsstation 18 getrechterd. In dit hoofdstuk zijn alle optimalisaties van de routes en stationslocaties toegelicht. De geoptimaliseerde routes staan in de overzichtskaart in Afbeelding 8.1. Een toelichting op de optimalisatie staat in het hoofdrapport van het MER en de Notitie Routeontwikkeling. De volgende hoofdstukken benoemen welke optimalisaties specifiek gelden voor dit deelrapport en wat deze betekenen voor de effectbeoordeling van dit thema.

Afbeelding 8.1 Overzichtskaart geoptimaliseerde routes voor kabelsystemen en leidingen



8.2 Geoptimaliseerde Noordzeeroutes

In Tabel 8.1 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route na optimalisatie.

Tabel 8.1 Onderzochte configuratie van de Noordzeeroutes na optimalisatie *(in cursief aanpassingen na optimalisatie)*

Route	Route naam	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte) <i>Na optimalisatie</i>
A	Parallel aan Gemini kabels	7 kabelsystemen	<i>Variërend: ca. 1 km tot max 3 km</i>
B	Parallel aan verlaten telecomkabel	7 kabelsystemen	3 km
C	Direct naar TNW	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km
D	Parallel aan bestaande gasleiding	7 kabelsystemen en 3 leidingen	6 km

Voor de optimalisatie van de Noordzeeroutes zijn twee wijzigingen van toepassing:

- het deel van de corridor van route A: Parallel aan Gemini dat over Duits grondgebied liep, is niet meer beschouwd. De corridor wordt hierdoor op een aantal locaties smaller. Deze wijziging van de corridor heeft geen impact op het maximaal aantal kabelsystemen dat kan worden ingepast langs de route;
- de Noordzeeroutes zijn ter hoogte van de aansluiting met de Waddengebied routes lokaal gewijzigd, om de aansluiting op de Waddenroutes te verbeteren. Dit zijn zeer kleine lokale wijzigingen.

8.3 Geoptimaliseerde Waddengebied routes

In Tabel 8.2 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route door het Waddengebied na optimalisatie. In dit proces is de IX: Zoutkamperlaag route A getrechterd.

Tabel 8.2 Onderzochte configuratie van de routes door het Waddengebied na optimalisatie *(in cursief aanpassingen na optimalisatie)*

Route	Route naam	Variant	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte) <i>Na optimalisatie</i>
II	Oude Westereems route	A, A1 voor kabelsystemen, 1 leidingvariant	6 kabelsystemen óf 3 leidingen óf 1 kabelsysteem en 3 leidingen óf 2 kabelsystemen en 1 leiding	<i>Variërend: min 700 m tot max 1.300 m (kabelsystemen) min 500 m tot max 700 m (leidingen)</i>
V	Boschgat route	A, A1, A2	1 kabelsysteem	130 m
VII	Schiermonnikoog Wantij route	A, A1 voor kabelsystemen, 1 leidingvariant	7 kabelsystemen en 3 leidingen óf 7 kabelsystemen óf 3 leidingen	<i>Variërend: min 1.500 m tot max 4.000 m (kabelsystemen) min 2.000 m tot max 4.000 m (leidingen)</i>
VIII	Ameland Wantij route		3 leidingen	2000 m
IX	<i>Zoutkamperlaag route</i>	<i>A</i>	<i>Getrechterd</i>	
IX	Zoutkamperlaag route	A1, A2	3 leidingen	200 m
X	Tunnel route	multi-tube* (meerdere tunnelbuizen)	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen	160 m

* Met één energiedrager per tunnelbuis.

De optimalisatie van de routes door het Waddengebied zijn:

- voor de leiding variant van de II: Oude Westereems route wordt bij de aanleg van leidingen over het 6 km lange deel tussen de COBRA-kabel en de betonde Eemsgeul stremming van de scheepvaart in de Eemsgeul voorkomen;
- verbreding corridor van de II: Oude Westereems route van 500 m naar minimaal 700 m tot maximaal 1.300 m voor kabelsystemen;
- verbreding corridor van de II: Oude Westereems route van 500 m naar minimaal 500 m tot maximaal 700 m voor leidingen;
- voor de aanleg van leidingen langs de II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route en kabelsystemen langs de V: Boschgat route worden baggerwerkzaamheden beperkt en wordt het baggermateriaal dat ontstaat elders verspreid. Hierdoor wordt de permanente verandering van de bodemdynamiek en het ontstaan van een vertroebelingspluim door de verspreiding van baggermateriaal beperkt. Hierbij wordt rekening gehouden met de eis dat het baggermateriaal binnen hetzelfde (kombergings)gebied moet worden verspreid;
- verbreding corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij route van 1.500 m naar minimaal 1.500 m tot maximaal 4.000 m voor kabelsystemen;
- verbreding corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij route van 2.000 m naar minimaal 2.000 m tot maximaal 4.000 m voor leidingen;
- de oostelijke variant van IX: Zoutkamperlaag route is getrechterd (als niet vergunbaar beoordeeld), omdat de activiteiten in het militair gebied niet verenigbaar zijn met het voornemen. Optimalisaties voor het beperken van de effecten zijn onderzocht, maar leiden niet tot een beperking van de significantie van de effecten.

9

HERBEOORDELING NA OPTIMALISATIE NOORDZEE

9.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de effecten van de Noordzee routes en de platforms op het thema Bodem en Water op Zee na optimalisaties. Vanuit de optimalisatie zijn er wijzigingen toegebracht aan de routes in de Noordzee. De optimalisaties die relevant zijn voor de aspecten onder Bodem en Water op Zee worden hieronder per route opgesomd:

- Route A: Parallel aan Gemini kabels:
 - corridor is versmald en centerline is aangepast omdat deel van de corridor over Duits grondgebied lag;
- Route B: Parallel aan verlaten telecom kabel:
 - geen wijzigingen;
- Route C: Direct naar TNW:
 - voor kabelsystemen: geen wijzigingen;
 - voor leidingen: route stopt bij windpark TNW;
- Route D: Parallel aan bestaande gasleiding:
 - voor kabelsystemen: geen wijzigingen;
 - voor leidingen: route stopt bij windpark TNW;
- daarnaast geldt voor alle routes dat er 500 meter afstand gehouden wordt van olie- en gas platforms binnen de onderzoekscorridor.

9.2 Beoordelingscriterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

De optimalisaties hebben voor de Noordzee geen consequenties voor de effectbeschrijvingen en -beoordelingen van het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek. Ook het combineren van kabelsystemen en leidingen binnen een route (van toepassing op routes C en D) heeft geen invloed op de optredende effecten. Voor de beschrijving van de effecten en beoordeling van dit criterium wordt daarom verwezen naar Hoofdstuk 6.

9.3 Beoordelingscriterium bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

De optimalisaties hebben voor de Noordzee consequenties voor de effectbeschrijving van het criterium bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. In deze paragraaf wordt daar nader op ingegaan. Alleen de effecten van de routes en zoekgebieden waar een verschil in effect en mogelijk beoordeling te verwachten is als gevolg van de optimalisaties worden beschreven. Voor de overige routes en onderdelen wordt voor de effectbeschrijving en beoordeling verwezen naar Hoofdstuk 6.

9.3.1 Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie

C: Direct naar TNW

Voor kabelsystemen zijn er voor route C: Direct naar TNW zijn geen wijzigingen en is de effectbeschrijving in paragraaf 6.3 van toepassing. Voor leidingen geldt voor route C: Direct naar TNW dat de route stopt bij windpark TNW. Dit heeft als gevolg dat de route minder telecomkabels en bestaande leidingen kruist. De wijzigingen van de route hebben geen effect op het aantal kruisingen binnen het gebied Borkumse stenen.

D: Parallel aan bestaande gasleiding

Voor kabelsystemen zijn er voor route D: Parallel aan bestaande gasleiding geen wijzigingen en is de effectbeschrijving in paragraaf 6.3 van toepassing. Voor leidingen geldt dat route D: Parallel aan bestaande gasleiding stopt bij windpark TNW. Dit heeft als gevolg dat de route minder kruisingen heeft met telecomkabels en bestaande leidingen. De wijzigingen van de route hebben geen effect op het aantal kruisingen binnen het gebied Borkumse stenen.

9.3.2 Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie

De optimalisaties leiden niet tot een andere effectbeoordeling op het criterium bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Tabel 9.1 is daarmee gelijk aan Tabel 6.2.

Tabel 9.1 Herbeoordeling van effecten op bodemkwaliteit en bodemsamenstelling in de Noordzee

Routes en stations	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
		Centerline	Corridor / Zoekgebied	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
A: Parallel aan Gemini kabels	K	n.v.t.		-	O: - W: -
B: Parallel aan verlaten telecom kabel	K			-	O: - W: -
C: Direct naar TNW	K			0	O: - W: 0
C: Direct naar TNW	L			0	O: - W: 0
D: Parallel aan bestaande gasleiding	K			0	O: 0 W: 0
D: Parallel aan bestaande gasleiding	L			0	O: 0 W: 0
Platform TNW1	K			0	0
Zoekgebied DDW-1	K			0	0
Zoekgebied DDW-2	K			0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

10

HERBEOORDELING NA OPTIMALISATIE WADDENGEBIED

10.1 Inleiding

Dit hoofdstuk gaat in op de effecten van de Waddenzee routes en de platforms op het thema bodem en water op zee na optimalisaties.

Vanuit de optimalisatie zijn er wijzigingen toegebracht aan de routes in de Waddenzee. Voor alle routes geldt dat de aansluiting op de Noordzeeroutes en landroutes is aangepast. De optimalisaties die relevant zijn voor de aspecten onder Bodem en Water op Zee worden hieronder per route opgesomd:

- II: Oude Westereems route:
 - voor kabelsystemen:
 - verplaatsing van centerline en zijlijnen van de corridor die onderzocht wordt;
 - voor leidingen:
 - wijziging van de begraafdiepte en aanlegmethodiek;
 - verplaatsing van centerline en zijlijnen van de corridor die onderzocht wordt;
- V: Boschgat route (alleen kabelsystemen):
 - wijziging van de aanlegmethodiek: na afstemming met Rijkswaterstaat is de verspreidingslocatie gewijzigd;
- VII: Schiermonnikoog Wantij route:
 - voor kabelsystemen en leidingen:
 - verbreden onderzoekscorridor (en daarmee verplaatsen van de zijlijnen);
- VIII: Ameland Wantij route (alleen leidingen):
 - geen relevante optimalisaties;
- IX: Zoutkamperlaag route (alleen leidingen):
 - wijziging van de begraafdiepte en aanlegmethodiek;
 - verplaatsing van centerline en zijlijnen van de corridor die onderzocht wordt;
 - westelijke aanlanding (Variant A) vervalt;
- daarnaast geldt voor alle routes dat er 500 meter afstand gehouden wordt van olie- en gas platforms binnen de onderzoekscorridor (betreft binnen het Waddengebied de platforms nabij Ameland).

De wijzigingen in de aanlegmethodiek worden nader toegelicht in paragraaf 10.2, als onderdeel van de effectbeschrijving van het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

De optimalisaties hebben voor de Waddenzee geen consequenties voor de effectbeschrijvingen en -beoordelingen van de aspecten Hydrodynamica en Kustfundament. Voor de effectbeschrijving en effectbeoordeling van deze aspecten wordt daarom verwezen naar Hoofdstuk 7.

De optimalisaties hebben voor de Waddenzee wel consequenties voor de effectbeschrijvingen en -beoordelingen van de aspecten morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, bodemkwaliteit en bodemsamenstelling en kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen. In onderstaande paragrafen 10.2, 10.3 en 10.4 wordt daar nader op ingegaan. De paragrafen beschrijven enkel de effecten van de routes en zoekgebieden waar een verschil in effect en mogelijk beoordeling te verwachten is als gevolg van de optimalisaties. Voor de overige routes en onderdelen wordt voor de effectbeschrijving en beoordeling verwezen naar Hoofdstuk 7.

10.2 Beoordelingscriterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek

10.2.1 Effectbeschrijving morfologie en natuurlijke bodemdynamiek na optimalisatie

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline

De voorbereidende baggerwerkzaamheden die uitgevoerd worden voor de geoptimaliseerde aanleg van kabelsystemen langs de centerline van II: Oude Westereems route worden gepresenteerd in Tabel 10.1. Deze werkzaamheden zijn van toepassing op varianten A en A1.

Tabel 10.1 ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs de centerline van II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontgraving voor HDD	0,75	2400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	1,4	2400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	2,5	5000	25 m x 25 m x 5 m
Verbreiding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	24,0 tot 25,0	190.000 (380.000)	1 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Ontgraving t.b.v. de installatie van een offshore mof	40,0	100.000 (150.000)	250 m x 50 m x 5 m
Begraven kabelsysteem langs de route	0,0 tot 40,0	n.v.t.	~40 km, breedte sleuf ~1 m

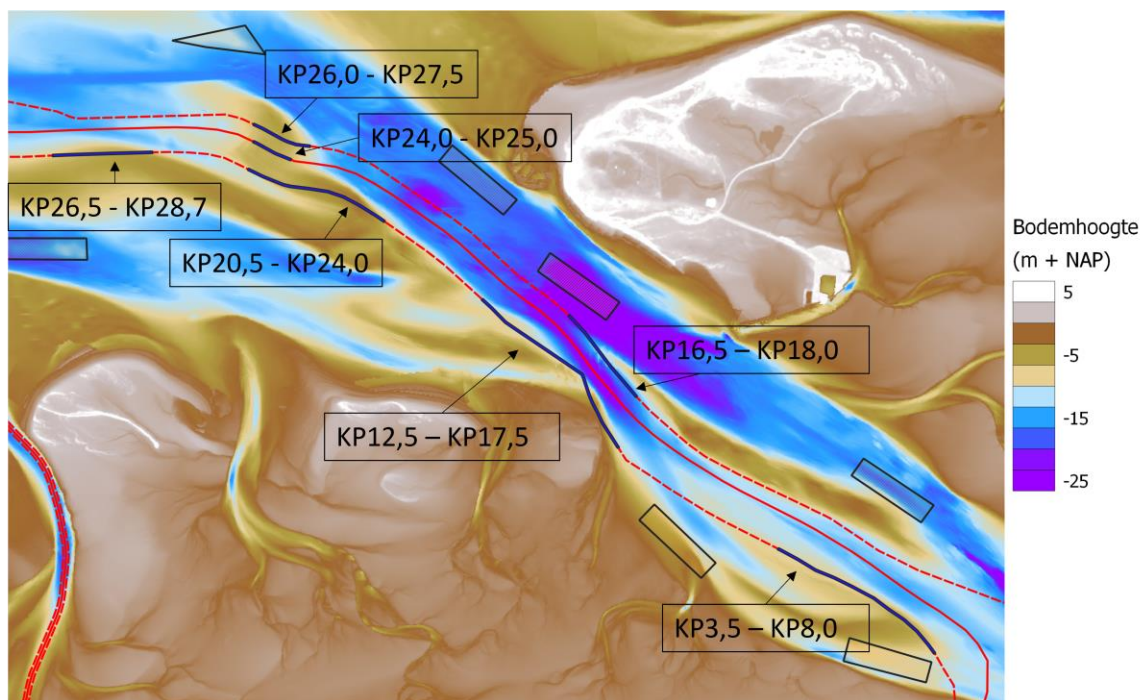
* Ingrep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (hoofdstuk 7).

De baggerwerkzaamheden tussen KP24,0 en KP25,0 worden uitgevoerd om toegang te realiseren voor het materieel waarmee de kabelsysteem geïnstalleerd wordt. In hetzelfde gebied werd ook voor optimalisatie een vergelijkbare toegangsgeul gerealiseerd. Ten opzichte van de ingreep voor optimalisatie is de toegangsgeul na optimalisatie korter (1 km ten opzichte van 3,5 km) en is het baggervolume groter (380.000 m³ ten opzichte van 320.000 m³). De wijziging van de dimensies van de toegangsgeul is niet dusdanig dat deze leidt tot andere effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek.

Kabelsystemen: westelijke en oostelijke zijlijn

Voor de aanleg van kabelsystemen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook graafwerkzaamheden uitgevoerd. Na optimalisatie zijn de zijlijnen van de corridor verplaatst en daardoor zijn de volumes die vergraven worden toegenomen (Afbeelding 10.1, Tabel 10.2 en Tabel 10.3). Verondersteld wordt dat het sediment dat vrijkomt bij de werkzaamheden wordt verspreid op de in het Eemsestuarium aanwezige verspreidingslocaties.

Afbeelding 10.1 II: Oude Westereems route - kabelsystemen na optimalisatie. De locaties waar baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd om toegang of voldoende begraafdiepte (breedte 60 m) te realiseren zijn met blauwe vlakken op de routes weergegeven. De zwarte omlijnde vakken tonen reguliere verspreidingslocaties



Tabel 10.2 Ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs de oostelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontgraving voor HDD	0,75	2400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	1,4	2400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	2,5	5000	25 m x 25 m x 5 m
Vorbereidende baggerwerkzaamheden om de vereiste begraafdiepte te halen*	16,5 tot 18,0	285.000 (427.500)	1,5 km x 60 m - variërende diepte
Verbreiding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	26,0 tot 27,5	249.000 (498.000)	1,5 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Ontgraving t.b.v. de installatie van een offshore mof	40,0	100.000 (150.000)	250 m x 50 m x 5 m
Begraven kabelsysteem langs de route	0,0 tot 40,0	n.v.t.	~40 km, breedte sleuf ~1 m

* Ingreep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (Hoofdstuk 7).

Tabel 10.3 Ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontgraving voor HDD	0,75	2400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	1,4	2400	40 m x 10 m x 6 m
Ontgraving voor HDD	2,5	5000	25 m x 25 m x 5 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	3,5 tot 5,0	249.000 (498.000)	1,5 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	5,0 tot 8,0	136.000 (204.000)	3,0 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	12,5 tot 14,0	477.000 (715.500)	1,5 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Vorbereidende baggerwerkzaamheden om de vereiste begraafdiepte te halen*	12,5 tot 17,5	1.820.000 (2.730.000)	5,0 km x 60 m - variërende diepte
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	20,5 tot 24,0	1.112.000 (2.224.000)	3,5 km x 60 m tot NAP -8,7 m
Verbreding/verdieping van geul t.b.v. toegang materieel*	26,5 tot 28,7	181.000 (362.000)	2,2 km x 60 m tot NAP -8,7 m
<i>Ontgraving t.b.v. de installatie van een offshore mof</i>	40,0	100.000 (150.000)	250 m x 50 m x 5 m
<i>Begraven kabelsysteem langs de route</i>	0,0 tot 40,0	n.v.t.	~40 km, breedte sleuf ~1 m

* Ingrep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (Hoofdstuk 7).

Voor de aanleg van een kabelsysteem langs de oostelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route zijn na optimalisatie ook voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig om de kabelsysteem tussen KP16,5 en KP18,0 op voldoende diepte te kunnen begraven. Dat was voor optimalisatie niet noodzakelijk. Daarnaast zijn tussen KP26,0 en KP27,5 baggerwerkzaamheden nodig voor de toegang voor het installatiematerieel. Door de werkzaamheden tussen KP16,5 en KP18,0 wordt de bodem gemiddeld met ongeveer 3 m verlaagd aan de noordzijde van de Meeuwenstaart (Afbeelding 10.1). Doordat de verdieping beperkt is en plaatsvindt aan de rand van de Meeuwenstaart heeft de ingreep naar verwachting geen grootschalige effecten op deze ondiepte. De baggerwerkzaamheden tussen KP26,0 en KP27,5 zijn soortgelijk aan de baggerwerkzaamheden tussen KP24,0 en KP25,0 voor de centerline en hebben dezelfde verwaarloosbare effecten op morfologie en de natuurlijke bodemdynamiek.

Voor de aanleg van een kabelsysteem langs de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route na optimalisatie wordt in totaal 4.084.800 m³ (met toeslag 6.893.300 m³) ontgraven. De totale omvang van de baggerwerkzaamheden is omvangrijk. Tegelijk geldt ook dat de ingrepen de kenmerken van het gebied niet wezenlijk veranderen. De gebieden die verdiept worden staan momenteel ook permanent onder water. Bovendien geldt voor al deze gebieden dat de historische bodemveranderingen hier groot zijn (op grote delen meer dan 10 m), verwacht wordt dat de bodem hier uit zand bestaat en verwacht wordt dat de ingrepen binnen enkele jaren op natuurlijke wijze verdwijnen. De ingrepen tot KP18,5 vinden plaats binnen Natura 2000 vogelrichtlijngebied en de ingrepen vanaf KP18,5 vinden plaats buiten Natura 2000-gebied.

Leiding: centerline

De aanlegmethodiek voor de II: Oude Westereems route - leidingen is ingrijpend veranderd na optimalisatie. De begraafdiepte van de leiding is kleiner geworden, doordat de route dichter naar het diepste deel van de geul is verplaatst en door in het routeontwerp gebruik te maken van de aanwezigheid van harde (erosieresistente) lagen. De leiding wordt niet langer ruimschoots onder de harde laag, maar in de harde laag geïnstalleerd. Het totale baggervolume dat voor de route vergraven wordt is daardoor afgenomen van 20.151.600 m³ (30.784.600 m³ met toeslag) tot 5.901.600 m³ (Tabel 5.1).

Daarnaast is besloten om de wijze van aanleggen te wijzigen. Het graven van de verdiepte trench die nodig is om de leiding op voldoende diepte aan te leggen wordt gelijktijdig uitgevoerd met het plaatsen van de leiding. Daardoor kan het sediment dat vrijkomt bij het graven van de trench gebruikt worden om een ander deel van de trench (waar de leiding dan al in ligt) weer op te vullen. Dat leidt er ook toe dat er tussen het uitgraven van de trench en het weer bedekken van de leiding slechts beperkte hersedimentatie plaatsvindt. Ook is de bodem direct na de afronding van de werkzaamheden grotendeels terug in de oorspronkelijke staat. Het resultaat van de wijziging van aanlegmethodiek is dat ondanks dat de sedimentvolumes die verplaatst worden nog altijd groot zijn, de effecten op de zeebodem beperkt blijven.

Enige effecten zijn wel te verwachten, omdat aan het begin van de operatie nog geen trench beschikbaar is om het vrijkomende sediment in te plaatsen. Aan het eind van de operatie zal een deel van de trench opgevuld moeten worden met sediment dat elders gewonnen wordt.

Tabel 10.4 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de centerline van de II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontgraven van HDD ontvangstput	6,5	10.000	25 m x 8 m x 5 m
Korte transitie geul	6,5 - 6,8	21.600	300 m x 6 m x 3 m (inclusief taluds 42 m breed)
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	6,8 - 10	1.130.000	3,2 km x 6 m. Diepte: ong. 7 m onder huidige bodem. Inclusief taluds 104 m breed.
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	10 - 15	2.830.000	5 km x 6 m. Diepte: ong. 8,5 m onder huidige bodem. Inclusief taluds 125 m breed.
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	15 - 20	1.050.000	5 km x 6 m. Diepte ong. 5 m onder de huidige bodem. Inclusief taluds 76 m breed.
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	20 - 23	80.000	3 km x 6 m - alleen lokale verdiepingen.
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	23 - 27,5	780.000	4,5 km x 6 m Diepte ong. 4,5 m onder huidige bodem. Inclusief taluds 69 m breed.

* Ingreep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (hoofdstuk 7).

Leiding: westelijke en oostelijke zijlijn

Ook voor de aanleg van leidingen langs de beide zijlijnen van de corridor geldt als uitgangspunt dat het graven en bedekken van de trench tegelijk wordt uitgevoerd met het leggen van de leiding, waardoor de effecten op de zeebodem beperkt worden. Ook voor de zijlijnen zijn de benodigde baggervolumes door de optimalisaties afgenomen.

De baggervolumes voor de oostelijke zijlijn (5.901.600 m³, Tabel 10.5) zijn ongeveer gelijk aan de volumes voor de aanleg langs centerline en vinden plaats in hetzelfde gebied. De effecten van de aanleg langs de oostelijke zijlijn zijn daarom soortgelijk.

Tabel 10.5 Ingrepen voor de aanleg van leidingen langs de oostelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	5,5 - 10,5	1.960.000	4,5 km x 6 m. Diepte ong. 5,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	10,5 - 14,0	2.210.000	3,5 km x 6 m. Diepte ong. 9,0 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	14,0 - 17,5	1.030.000	3,5 km x 6 m. Diepte ong. 6,0 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	17,5 - 24,0	170.000	6,5 km x 6 m. Beperkte diepte
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	24,0 - 27,5	610.000	3,5 km x 6 m. Diepte ong. 4,5 m onder huidige bodem

* Ingreep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (hoofdstuk 7).

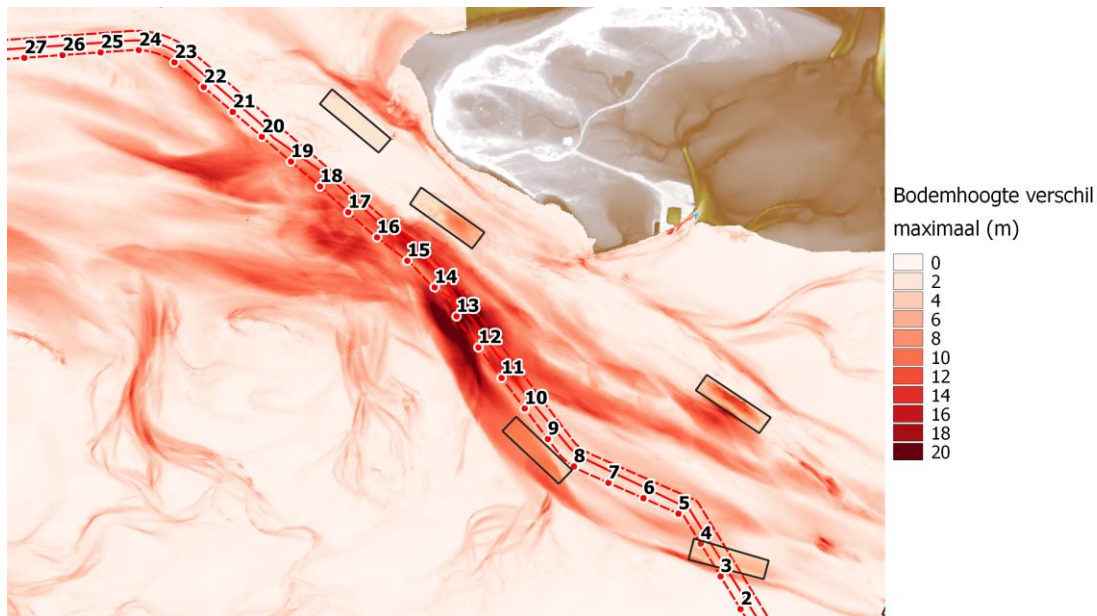
Voor de westelijke zijlijn zijn meer voorbereidende baggerwerkzaamheden nodig (Tabel 10.6). In totaal 15.320.000 m³. Bij het verplaatsen van dergelijk grote volumes is het waarschijnlijk dat in het gebied bodemveranderingen optreden gedurende de periode van werkzaamheden door de grote verdiepingen die gerealiseerd worden. Deze kunnen lange tijd (orde jaren) zichtbaar blijven in het gebied. Dit risico treedt met name op bij de baggerwerkzaamheden die voorzien zijn tussen KP11,0 en KP16,0 (Afbeelding 10.2), omdat daar de natuurlijke bodemdynamiek uitzonderlijk groot is.

Tabel 10.6 Ingrepen voor de aanleg van leidingen langs de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	5,5 - 7,5	280.000	2,0 km x 6 m. Diepte ong. 4 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	7,5 - 11,0	1.560.000	3,5 km x 6 m. Diepte ong. 7,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	11,0 - 16,0	11.330.000	5,0 km x 6 m. Diepte ong. 17,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	16,0 - 20,0	1.370.000	4,0 km x 6 m. Diepte ong. 6,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	20,0 - 22,4	60.000	2,4 km x 6 m. Beperkte diepte
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	22,4 - 24,0	630.000	1,6 km x 6 m. Diepte ong. 7 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	24,0 - 27,5	90.000	3,5 km x 6 m. Beperkte diepte

* Ingreep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (Hoofdstuk 7).

Afbeelding 10.2 Waargenomen bodemhoogteveranderingen in periode 1989 - 2021 in de omgeving van de leiding variant van de II: Oude Westereems route. De nummers geven de KPs langs de westelijke zijlijn van de corridor na optimalisatie weer



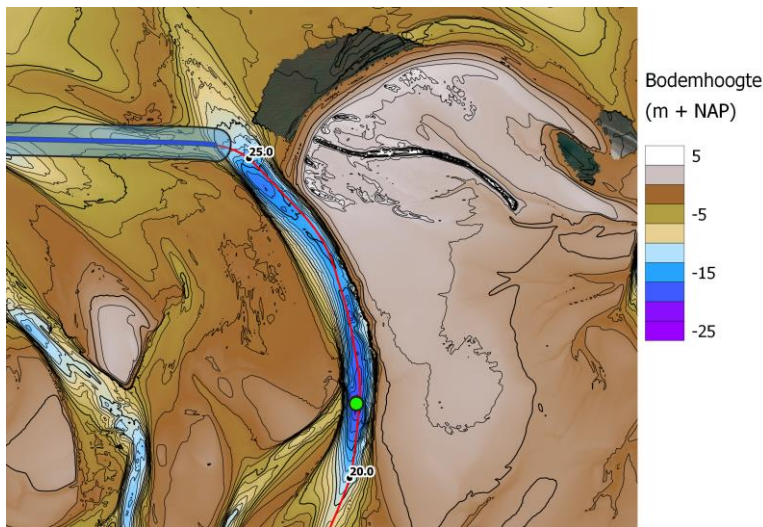
V: Boschgat route

Kabelsystemen: centerline

Tijdens de optimalisaties zijn geen wijzigingen aangebracht in de dimensies of locaties van de baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor de installatie van de kabelsysteem langs de centerline. De totale baggervolumes wijzigen daardoor niet. Wel is de verspreidingslocatie aangepast. Uitgangspunt is nu dat de minst verstorende verspreidingslocatie gekozen wordt. Op advies van Rijkswaterstaat wordt hiervoor een diepe locatie in een geul binnen het kombergingsgebied gehanteerd (Afbeelding 10.3). Daar treden relatief hoge stroomsnelheden op, waardoor het sediment dat wordt verspreid relatief snel wordt opgenomen in het natuurlijke sedimenttransport binnen het kombergingsgebied.

De totale hoeveelheid sediment die wordt verspreid voor de installatie van een kabelsysteem langs de centerline van de V: Boschgat route voor varianten A en A1 is aanzienlijk, $1.850.000 \text{ m}^3$ ($2.980.000 \text{ m}^3$ met toeslag). Als dit gehele volume aan sediment op dezelfde locatie wordt verspreid dan neemt binnen relatief korte tijd na de werkzaamheden de bodemhoogte in de geul met orde grootte één tot enkele meters toe over een oppervlak (binnen de geul) van orde grootte 1 km^2 . Het duurt meerdere jaren voordat een dergelijk omvangrijke, onnatuurlijke sedimentverplaatsing wordt opgenomen in het natuurlijke sedimenttransport en niet langer zichtbaar is in de morfologie van het gebied.

Afbeelding 10.3 Verspreidingslocatie (groene schijf) voor het sediment dat vrijkomt bij de voorbereidende baggerwerkzaamheden voor de installatie van kabelsystemen langs de centerline van de V: Boschgat route



Voor de V: Boschgat route variant A2 zijn de baggerwerkzaamheden minder omvangrijk dan voor varianten A en A1. Doordat een kortere route naar de dijk gevolgd wordt zijn alleen de baggerwerkzaamheden zeewaarts van KP13 uit Tabel 7.4 van toepassing op deze route. Het sedimentvolume dat verspreid wordt voor de realisatie van deze route is daardoor kleiner, namelijk 1.290.000 m³ (1.940.000 m³ met toeslag). Door dit volume op meerdere diepe locaties te verspreiden (bijvoorbeeld ook in de omgeving van de buitendelta) kunnen de effecten van deze ingreep worden beperkt.

Kabelsystemen: westelijke en oostelijke zijlijn van de corridor

Voor de aanleg van kabelsystemen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook graafwerkzaamheden uitgevoerd. De omvang en locatie van de werkzaamheden voor varianten A en A1 zijn niet gewijzigd tijdens de optimalisaties. Voor de optimalisatie waren de baggervolumes voor variant A2 nog niet in detail uitgewerkt. Voor de verspreidingslocatie wordt dezelfde keuze gemaakt als voor de centerline na optimalisatie. De effecten van de verschillende routes zijn daarom als volgt:

- variant A en A1 - oostelijke zijlijn: Er vinden baggerwerkzaamheden plaats met mogelijk invloed op naastgelegen wadplaten;
- variant A en A1 - westelijke zijlijn: Er vinden baggerwerkzaamheden plaats met mogelijk invloed op naastgelegen wadplaten;
- variant A2 - oostelijke zijlijn: De baggerwerkzaamheden en effecten zijn in omvang soortgelijk aan de effecten van de aanleg van de centerline van Variant A2;
- variant A2 - westelijke zijlijn: Er vinden baggerwerkzaamheden plaats met mogelijk invloed op naastgelegen wadplaten.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

De ingrepen voor VII: Schiermonnikoog wantij route zijn niet gewijzigd na optimalisatie. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.2.

VIII: Ameland Wantij route

De ingrepen voor VIII: Ameland wantij route niet gewijzigd na optimalisatie. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.2.

IX: Zoutkamperlaag route

Leidingen: centerline

Voor optimalisatie werden voor de IX: Zoutkamperlaag route drie verschillende varianten beschouwd. Een oostelijke variant (variant A), die de Waddenzeedijk ten oosten van het Lauwersmeer kruiste en twee westelijke varianten (varianten A1 en A2), die beiden de Waddenzeedijk ten westen van het Lauwersmeer kruisten. De oostelijke variant is afgefallen na optimalisatie.

De aanlegmethodiek voor de IX: Zoutkamperlaag route is ingrijpend veranderd na optimalisatie. De begraafdiepte van de leiding is kleiner geworden, doordat de route dichters naar het diepste deel van de geul is verplaatst rond KP8 en doordat in het routeontwerp meer rekening is gehouden met de aanzanding van de geulen in dit kombergingsgebied sinds de afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Ook is na optimalisatie de wijze van aanleggen gewijzigd. Het graven van de verdiepte trench die nodig is om de leiding op voldoende diepte aan te leggen wordt gelijktijdig uitgevoerd met het plaatsen van de leiding. Daardoor vindt er tussen het uitgraven van de trench en het weer bedekken van de leiding slechts beperkte sedimentatie plaats. Ook is de bodem direct na de afronding van de werkzaamheden grotendeels terug in de oorspronkelijke staat. Het resultaat van deze wijziging is dat de effecten op de zeebodem beperkt blijven, ondanks dat de sedimentvolumes die verplaatst worden nog altijd groot zijn. Enige effecten zijn wel te verwachten, omdat aan het begin van de operatie nog geen trench beschikbaar is om het vrijkomende sediment in te plaatsen. Aan het eind van de operatie zal een deel van de trench moeten worden opgevuld met sediment dat elders gewonnen wordt. Het is onzeker of dat voor de trench tussen KP3,5 en KP5,0 haalbaar is, mede in verband met de kleilagen die hier in de bodem voorkomen (Afbeelding 7.29). Voor het segment tussen KP3,5 en KP5,3 worden twee verschillende aanlegtechnieken overwogen: in Variant 2A-West wordt een HDD-boring toegepast en in Variant 2B-West wordt een verdiepte trench gegraven.

Het totale baggervolume dat voor Variant 2A-west moet worden vergraven, is afgenomen van 7.828.000 m³ (exclusief toeslag voor optimalisatie) tot 3.446.000 m³ (na optimalisatie, Tabel 10.7).

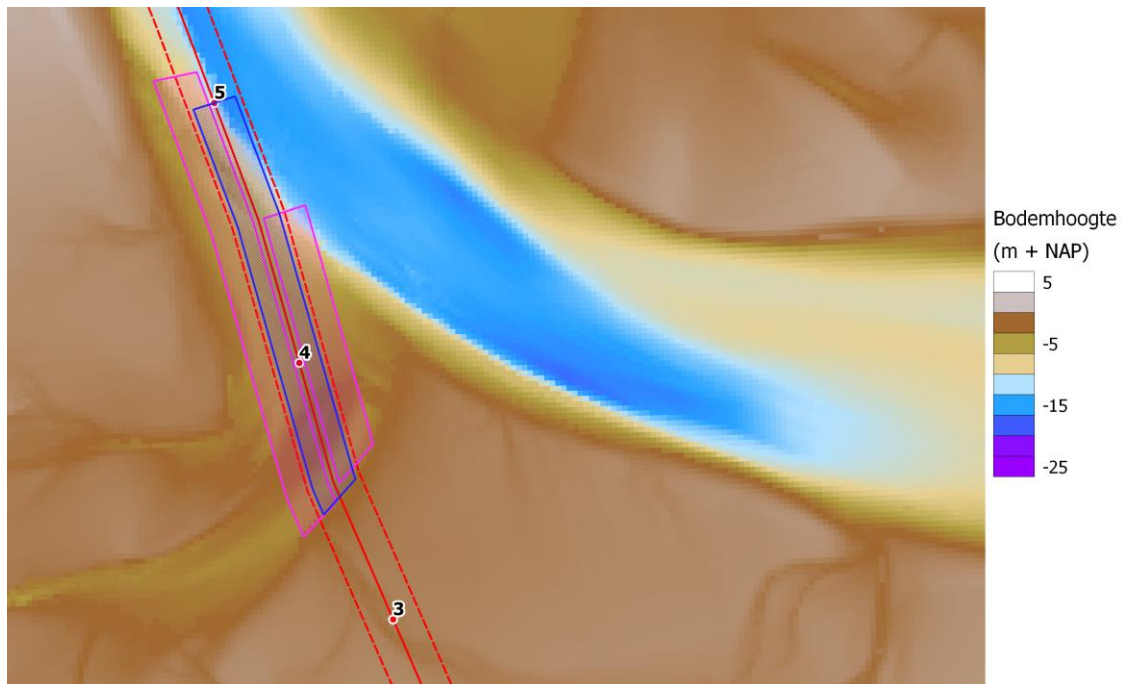
Tabel 10.7 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de centerline van de IX: Zoutkamperlaag route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]	Aanlegvariant
Ontvangstput voor HDD	1,7 3,5	2 x 4000	100 m x 10 m x 4 m	Variant 2A-West Variant 2B-West
Ontvangstput voor HDD	5,3	4000	100 m x 10 m x 4 m	Variant 2A-West
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	3,5 - 5,0	1.492.000	1,5 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 11,5 m onder huidige bodem. Incl. taluds 167 m breed.	Variant 2B-West
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	5,0 - 9,0	544.000	4 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 4 m onder huidige bodem. Incl. taluds 62 m breed.	Variant 2A-West Variant 2B-West
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	9,0 - 10,1	612.000	1,1 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 8,5 m onder huidige bodem. Incl. taluds 125 m breed.	Variant 2A-West Variant 2B-West
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	10,1 - 14	530.000	3,9 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 4 m onder huidige bodem. Incl. taluds 62 m breed.	Variant 2A-West Variant 2B-West
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	14,0 - 14,8	268.000	0,8 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 6,5 m onder huidige bodem. Incl. taluds 97 m breed.	Variant 2A-West Variant 2B-West

* Ingrep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (hoofdstuk 7).

Verwacht wordt dat het opvullen van de trench in het gedeelte tussen KP3,5 en KP5,0 (Afbeelding 10.4) niet geheel succesvol zal verlopen. Dat komt omdat daar een diepe trench (>11 m) wordt gegraven in een relatief ondiep gedeelte van de Waddenzee (huidige bodemhoogte tussen NAP -7 m en NAP -2 m). Op het huidige niveau van de zeebodem heeft deze trench een breedte van ongeveer 160 m. Er moet rekening gehouden worden met het optreden van onverwachte bodemveranderingen in de periode tussen het uitgraven en weer aanvullen van deze trench. Dergelijke veranderingen kunnen lange tijd in de bodem zichtbaar blijven.

Afbeelding 10.4 Schematische weergave van de profielen van de trenches die gegraven worden voor de centerline (blauwe lijnen tussen KP3,5 en 5,0), oostelijke zijlijn (magenta lijnen tussen KP3,5 en KP4,5) en westelijke zijlijn (magenta lijnen tussen KP3,8 en KP5,1) voor de aanleg van Variant 2A-West. De breedte van iedere trench is 160 m en geeft een indicatie van de breedte van de trench op het niveau van de bestaande zeebodem



Leidingen: westelijke en oostelijke zijlijnen

Voor de aanleg van leidingen langs de beide zijlijnen van de corridor worden ook voorbereidende baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Ook voor deze werkzaamheden geldt als uitgangspunt dat het graven en bedekken van de trench tegelijk wordt uitgevoerd met het leggen van de leiding, waardoor de effecten op de zeebodem beperkt worden. Ook voor de zijlijnen zijn de benodigde baggervolumes afgenomen na optimalisatie. De baggervolumes voor de oostelijke zijlijn (3.702.000 m³) en westelijke zijlijn (3.588.000 m³) zijn ongeveer gelijk aan de volumes voor de aanleg langs centerline (Tabel 10.8 en Tabel 10.9).

Aangezien ook voor deze routes meer dan 1.000.000 m³ wordt gebaggerd in de relatief ondiepe zone tussen KP3,5 en KP5,0 (zie Afbeelding 10.4 voor een schematische weergave van het ruimtebeslag op de zeebodem), treden door de aanleg soortgelijke effecten op als door de aanleg langs de centerline.

Tabel 10.8 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de oostelijke zijlijn van de IX: Zoutkamperlaag route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontvangstput voor HDD	1,7 3,5 5,3	3 x 4.000	100 m x 10 m x 4 m
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	3,5 - 4,5	1.080.000	1,0 km x 6 m breedte exclusief talud. Diepte ong. 11,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	4,5 - 9,0	1.101.000	4,5 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 5,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	9,0 - 10,0	496.000	1,0 km x 6 m breedte exclusief talud. Diepte ong. 8 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	10,0 - 15,0	1.025.000	5 km x 6 m breedte exclusief talud. Diepte ong. 5,0 m onder huidige bodem

* Ingrep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (hoofdstuk 7).

Tabel 10.9 Ingrepen voor de aanleg van leiding langs de westelijke zijlijn van de IX: Zoutkamperlaag route

Omschrijving	Locatie [KP]	Volume [m ³] (met toeslag)	Dimensies [L x B x D]
Ontvangstput voor HDD	1,7 3,5 5,3	3 x 4.000	100 m x 10 m x 4 m
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	3,8 - 5,1	1.293.000	1,3 km x 6 m breedte exclusief talud. Diepte ong. 11,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	5,1 - 9,3	1.028.000	4,2 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 5,5 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	9,3 - 10,3	496.000	1,0 km x 6 m breedte exclusief talud. Diepte ong. 8 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	10,3 - 14,0	503.200	3,7 km x 6 m breedte excl. talud. Diepte ong. 4,0 m onder huidige bodem
Verdiepte trench voor aanbrengen leiding op diepte*	14,0 - 14,8	268.000	0,8 km x 6 m breedte exclusief talud. Diepte ong. 6,5 m onder huidige bodem

* Ingrep gewijzigd ten opzichte van de eerste ronde effectenstudies (hoofdstuk 7).

X: Tunnel route

De ingrepen voor X: Tunnel route zijn niet gewijzigd na optimalisatie. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.2.

10.2.2 Effectbeoordeling morfologie en natuurlijke bodemdynamiek na optimalisatie

De effectbeoordeling voor het criterium morfologie en natuurlijke bodemdynamiek wordt gepresenteerd in Tabel 10.10. Ten opzichte van de effectbeoordeling voor optimalisatie (Tabel 7.12) zijn alleen de beoordelingen van II: Oude Westereems route voor de aanleg van leidingen, van V: Boschgat route Variant A2 voor kabelsystemen, en van IX: Zoutkamperlaag route (alleen de westelijke zijlijn) gewijzigd. Voor II: Oude Westereems route en voor de westelijke zijlijn van de IX: Zoutkamperlaag route geldt dat de gewijzigde aanlegmethodiek tot een veel kleinere verstoring van de natuurlijke bodemdynamiek leidt.

Er wordt immers minder sediment verplaatst en de gebaggerde geul wordt direct weer opgevuld. Voor de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route geldt dat de effecten dusdanig groot zijn dat deze als negatief (--) zijn beoordeeld. Voor V: Boschgat route Variant A2 geldt dat de gewijzigde verspreidingslocatie de negatieve effecten beperkt. Doordat de ingrepen voor de aanleg van kabelsystemen langs westelijke zijlijn mogelijk invloed hebben op wadplaten is de westelijke zijlijn als sterk negatief (---) beoordeeld.

Tabel 10.10 Herbeoordeling van effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerlin e	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	0	O: 0 W: -	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route	A1	K	0	O: 0 W: -	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route		L	-	O: - W: - -	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A	K	--	O: - - - W: - - -	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A1	K	--	O: - - - W: - - -	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A2	K	-	O: - W: - - -	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
VIII: Ameland Wantij route		L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route**	A1	L	--	O: - - W: - -	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route**	A2	L	--	O: - - W: - -	0	O: 0 W: 0
X: Tunnel route			0	0	--	--

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

** De aanleg van variant 2B-West is beoordeeld.

10.3 Beoordelingscriterium bodemkwaliteit en bodemsamenstelling

10.3.1 Effectbeschrijving bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De aanleg van een kabelsysteem langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de II: Oude Westereems route geldt hetzelfde als voor optimalisatie. Dit heeft geen effect op de bodemkwaliteit en bodemsamenstelling. Het sediment dat wordt vergraven en verspreid, is zandig en gebiedseigen. Op de locatie waar de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd heeft de bodemhoogte in het verleden meerdere meters lager gelegen. Door de toepassing van een vertical injector kunnen de kabelsystemen op een grote diepte worden begraven zonder de bodemsamenstelling van de diepere lagen over een groot oppervlak aan te tasten.

Leiding: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

Ondanks dat de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een leiding langs de centerline en oostelijke en westelijke zijlijnen van de II: Oude Westereems route zijn afgenomen na optimalisatie, worden naar verwachting erosieresistente lagen, bestaand uit potklei en oude getijklei, opgebroken. Hierdoor verandert de bodemsamenstelling door de ingrepen. Na aanleg zal de bodemopbouw anders zijn dan voor de aanleg. Doordat het sediment na verplaatsing terug in de open gegraven trench wordt geplaatst, zijn deze effecten lokaal en kleinschaliger dan voor optimalisatie.

V: Boschgat route

Het wijzigen van de verspreidingslocatie voor V: Boschgat route tijdens de optimalisaties leidt niet tot een wijziging van de effecten van deze route. Voor een beschrijving van de effecten voor deze route wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

De ingrepen voor VII: Schiermonnikoog wantij route zijn niet gewijzigd na optimalisatie. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

VIII: Ameland Wantij route

De ingrepen voor VIII: Ameland wantij route zijn niet gewijzigd na optimalisaties. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

IX: Zoutkamperlaag route

Voor de aanleg van de IX: Zoutkamperlaag route wordt na optimalisatie een grotere ontgraving toegepast tussen KP3,0 en KP5,0 dan voor optimalisatie, zowel voor variant A1 als A2. Dit betreft de aanleg volgens aanlegvariant Variant 2B-West. In het gebied met de grote ontgraving komen naar verwachting erosieresistente lagen voor (Afbeelding 3.12 en Afbeelding 7.29). Het doorgraven van deze lagen leidt er naar verwachting toe dat de bodemsamenstelling in dit gebied wijzigt en er mogelijk versnelde erosie optreedt.

X: Tunnel route

De ingrepen voor X: tunnel route zijn niet gewijzigd na optimalisatie. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

10.3.2 Effectbeoordeling bodemkwaliteit en bodemsamenstelling na optimalisatie

Alleen de beoordeling van de effecten van het aanleggen van leidingen langs II: Oude Westereems route wijzigt na de optimalisaties. Doordat er minder grote volumes vergraven worden en het sediment terug wordt geplaatst in de ontgraven trench zijn de effecten licht negatief (-). Er treden enkel lokaal veranderingen op. Voor de ontgravingen voor de IX: Zoutkamperlaag route (variant A1 en A2) geldt dat deze lokaal zijn en de effecten evenals voor de optimalisaties als licht negatief (-) zijn beoordeeld.

Tabel 10.11 Herbeoordeling van effecten op bodemkwaliteit en bodemsamenstelling in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied*	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
II: Oude Westereems route		L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
V: Boschgat route	A2	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
VIII: Ameland Wantij route		L	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route**	A1	L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
IX: Zoutkamperlaag route**	A2	L	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0
X: Tunnel route			0	0	-	-

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

** De aanleg van variant 2B-West is beoordeeld.

10.4 Kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen

10.4.1 Effectbeschrijving kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen na optimalisatie

II: Oude Westereems route

Kabelsystemen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De optimalisaties hebben geen invloed op de kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen voor de aanleg van kabelsystemen langs II: Oude Westereems route voor de centerline als voor de zijlijnen van de corridor. Voor de zijlijnen van de corridor geldt dat de verplaatsing na de optimalisatie op sommige plaatsen leidt tot een grotere benodigde begraafdiepte en daarmee de kans op blootspoelen vergroot.

Leidingen: centerline en westelijke en oostelijke zijlijnen

De begraafdiepte voor de leidingen is na optimalisatie beperkt tot minder dan 10 m, voor zowel de centerline als de zijlijnen. Desondanks wordt de kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen voor deze route als groot ingeschat. Dit is in verband met de complexe kruisingen die voor deze route gerealiseerd moeten worden en de onzekerheid over de bodemsamenstelling, waardoor op voorhand niet zeker is of de gewenste begraafdiepte kan worden gerealiseerd.

V: Boschgat route

Er zijn geen optimalisaties doorgevoerd die de kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen beïnvloeden voor V: Boschgat route. De begraafdiepte en de kruisingen met andere infrastructuur zijn niet gewijzigd. Voor een beschrijving van de effecten wordt daarom verwezen naar paragraaf 7.6.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Er zijn geen optimalisaties doorgevoerd die de kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen beïnvloeden voor VII: Schiermonnikoog Wantij route. De begraafdiepte en de kruisingen met andere infrastructuur zijn niet gewijzigd. Voor een beschrijving van de effecten wordt daarom verwezen naar paragraaf 7.6.

VIII: Ameland Wantij route

Er zijn geen optimalisaties doorgevoerd die de kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen beïnvloeden voor VIII: Ameland Wantij route. De begraafdiepte en de kruisingen met andere infrastructuur zijn niet gewijzigd. Voor een beschrijving van de effecten wordt daarom verwezen naar paragraaf 7.6.

IX: Zoutkamperlaag route

De werkzaamheden voor de aanleg van leidingen langs IX: Zoutkamperlaag route zijn in omvang afgenomen. Desondanks moet lokaal een grotere begraafdiepte worden gerealiseerd. Op delen van de route is de ontwerp-begraafdiepte meer dan 10 m (Tabel 10.7, Tabel 10.8 en Tabel 10.9). Daarnaast geldt dat in de omgeving van de route kleilagen en mogelijk ook harde(re) lagen in de bodem aanwezig zijn. Deze niet zandige lagen maken de aanlegoperaties complexer en vergroten de kans dat de vereiste begraafdiepte niet kan worden gerealiseerd.

X: Tunnel route

De ingrepen voor X: Tunnel route zijn niet gewijzigd na optimalisatie. De effecten van deze route blijven daarom ook gelijk. Voor een beschrijving van deze effecten wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

10.4.2 Effectbeoordeling kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen na optimalisatie

De effectbeoordeling van het criterium kans op toekomstig onderhoud door blootspoelen is alleen gewijzigd voor IX: Zoutkamperlaag route. De grotere begraafdiepte die nodig is om de route na optimalisatie te realiseren (aanleg Variant 2B-West) leidt tot een grotere kans op het niet halen van de benodigde begraafdiepte en daarmee tot een grotere kans op toekomstig onderhoud. Voor de overige routes leiden de (kleinere) wijzigingen niet tot een ander oordeel (Tabel 10.12).

Tabel 10.12 Herbeoordeling van effecten op toekomstig onderhoud door blootspoelen in het Waddengebied

Routes en stations	Variant	Kabels/ leidingen	Beoordeling aanlegfase		Beoordeling gebruiksfase	
			Centerline	Corridor / Zoekgebied	Centerline	Corridor / Zoekgebied*
II: Oude Westereems route	A	K	N.v.t.		-	O: - - W: - -
II: Oude Westereems route	A1	K			-	O: - - W: - -
II: Oude Westereems route		L			- -	O: - - W: - -
V: Boschgat route	A	K			- -	O: - - W: - -
V: Boschgat route	A1	K			- -	O: - - W: - -
V: Boschgat route	A2	K			- -	O: - - W: - -
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A	K			-	O: - - W: -
VII: Schiermonnikoog Wantij route	A1	K			-	O: - - W: -
VII: Schiermonnikoog Wantij route		L			-	O: - - W: -
VIII: Ameland Wantij route		L			0	O: - W: 0
IX: Zoutkamperlaag route**	A1	L			- -	O: - - W: - -
IX: Zoutkamperlaag route**	A2	L			- -	O: - - W: - -
X: Tunnel route					0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

** De aanleg van variant 2B-West is beoordeeld.

CONCLUSIE EFFECTENBEOORDELING NA OPTIMALISATIE

In het deelrapport over Bodem en Water op Zee van het Milieueffectrapport (MER) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven zijn de effecten op Bodem en Water op Zee onderzocht van allerlei routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied naar Eemshaven. In dit hoofdstuk worden de conclusies van de effectbeoordeling gepresenteerd.

11.1 Noordzee

Op de Noordzee zijn de effecten van vier routes en 3 locaties voor platforms onderzocht. De effecten van de routes op Bodem en Water op Zee zijn in dit deel van het plangebied beperkt. Dat komt voornamelijk doordat de variatie in bodemhoogte gedurende de levensduur van de waterstofleidingen en kabelsystemen beperkt is, waardoor de kabelsystemen en leidingen in het Noordzeedeel van het plangebied worden aangelegd zonder dat daarvoor voorbereidende baggerwerkzaamheden uitgevoerd hoeven te worden. De aanleg van kabelsystemen langs routes A en B heeft licht negatieve effecten op de bodemsamenstelling tijdens de gebruiksfase. Dit is een gevolg van de steenbestortingen die nodig zijn voor het realiseren van kruisingen met andere offshore infrastructuur binnen het KRM-gebied Borkumse stenen. Dit gebied is aangewezen als beschermd KRM-gebied voor het herstel van het zeebodemeecosysteem. De steenbestortingen leiden tot een onnatuurlijke verandering van de bodemsamenstelling. Dit licht negatieve (-) effect treedt ook in het oostelijk deel van de corridor van route C: Direct naar TNW. Voor het overige deel van de corridor van route C: Direct naar TNW en voor route D: Parallel aan bestaande gasleiding treden geen relevante (0) effecten op het thema Bodem en Water op Zee op. Ook de platforms leiden niet tot relevante negatieve (0) effecten op Bodem en Water op Zee.

Tabel 11.1 Overzicht beoordelingen Bodem en Water op Zee voor de routes en platformen in de Noordzee (aanlegfase)

Routes en platformen	A: Parallel aan Gemini kabels		B: Parallel aan verlaten telecom kabel		C: Direct naar TNW		C: Direct naar TNW		D: Parallel aan bestaande gasleiding		D: Parallel aan bestaande gasleiding		Platform TNW1		Zoekgebied DDW-1		Zoekgebied DDW-2	
Kabels / leidingen	K		K		K		L		K		L		K		K		K	
Centerline / de gehele corridor (C) of zoekgebied (Z)	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	Z	1	Z	1	Z
Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek*	-	O: - W: -	-	O: - W: -	-	O: - W: -	-	O: - W: -	-	O: - W: -	-	O: - W: -	0	0	0	0	0	0

*Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

Tabel 11.2 Overzicht beoordelingen Bodem en Water op Zee voor de routes en platformen in de Noordzee (gebruiksfase)

Routes en platformen	A: Parallel aan Gemini kabels		B: Parallel aan verlaten telecom kabel		C: Direct naar TNW		C: Direct naar TNW		D: Parallel aan bestaande gasleiding		D: Parallel aan bestaande gasleiding		Platform TNW1		Zoekgebied DDW-1		Zoekgebied DDW-2	
Kabels / leidingen	K		K		K		L		K		L		K		K		K	
Centerline / de gehele corridor (C) of zoekgebied (Z)	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	Z	1	Z	1	Z
Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	0	0	0	0	0
Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	-	O: - W: -	-	O: - W: -	0	O: - W: 0	0	O: - W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	0	0	0	0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

11.2 Waddengebied

In het Waddengebied zijn de effecten van 4 routes voor kabelsystemen (II: Oude Westereems route, V: Boschgat route, VII: Schiermonnikoog Wantij route en X: Tunnel route) en 5 routes voor waterstofleidingen (II: Oude Westereems route, VII: Schiermonnikoog Wantij route, VIII: Ameland Wantij route, IX: Zoutkamperlaag route en X: Tunnel route) onderzocht. Voor alle routes treden negatieve effecten op Bodem en Water op Zee op.

Voor de kabelsystemen geldt dat II: Oude Westereems route tot de minste negatieve effecten leidt. Nadeel van deze route is dat de kans op onderhoud door blootspoeling voor kabels die niet langs de centerline van de route gelegd worden betrekkelijk groot is (negatief (--) effect). V: Boschgat route leidt voor kabelsystemen tot grootste negatieve effecten als gevolg van de baggerwerkzaamheden die nodig zijn om deze route te realiseren. De effecten van de aanleg langs de zijlijnen van de corridor van de V: Boschgat route leidt tot aantasting van droogvallende wadplaten en is daarom als sterk negatief (---) beoordeeld.

Voor de waterstofleidingen geldt ook dat II: Oude Westereems route tot de minste negatieve effecten leidt mits de leidingen worden aangelegd langs de centerline of de oostelijke zijlijn van de corridor. Daarbij moet wel benadrukt worden dat deze beoordeling alleen geldt voor de geoptimaliseerde route, waarin het baggervolume en de aanlegmethodiek ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp sterk gewijzigd zijn. Nadeel is dat de kans op blootspoeling langs deze route groot is (negatief). Aanleg van waterstofleidingen langs de VIII: Ameland Wantij route leidt alleen tot licht negatieve (-) effecten op Bodem en Water op Zee, waardoor deze route vanuit dit thema gezien ook tot de betere routes behoort. De IX: Zoutkamperlaag route leidt tot negatieve (--) effecten op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek door de wijze waarop de overgang tussen getijdegeul en wadplaat is voorzien op ongeveer 4 km uit de kust.

De aanleg van de X: Tunnel route leidt tot permanent negatieve effecten (in de gebruiksfase) op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, doordat het intredepunt dat onderdeel uitmaakt van deze route de sedimenttransporten in de omgeving van het referentiegebied beïnvloed. Ook treden negatieve effecten op het kustfundament op, omdat het intredepunt een permanent bouwwerk in het kustfundament is, terwijl volgens nationaal beleid bouwwerken in dit gebied bij voorkeur worden voorkomen.

Tabel 11.3 Overzicht beoordelingen Bodem en Water op Zee en het intredepunt voor de routes in het Waddengebied (aanlegfase)

Routes	II: Oude Westereems route		II: Oude Westereems route		II: Oude Westereems route		V: Boschgat route		V: Boschgat route		V: Boschgat route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route		IX: Zoutkamperlaag route		IX: Zoutkamperlaag route		X: Tunnel route	
Variant	A		A1				A		A1		A2		A		A1						A1		A2			
Kabels / leidingen	K		K		L		K		K		K		K		K		L		L		L		L			
Centerline / de gehele corridor (C)	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	0	O: 0 W: -	0	O: 0 W: -	-	O: 0 W: -	-	O: - - - W: - - -	-	O: - - - W: - - -	-	O: - - - W: -	-	O: - - - W: -	-	O: - - - W: -	-	O: - - - W: -	-	O: - - - W: -	-	O: - - - W: -	-	O: - - - W: -	0	0
Hydrodynamica	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	0
Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	-	O: - W: -	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	-	O: - W: -	-	O: - W: -	0	0
Kustfundament	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	-	O: 0 W: -	0	O: 0 W: 0	0	O: 0 W: 0	0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

Tabel 11.4 Overzicht beoordelingen Bodem en Water op Zee en het intredepunt voor de routes in het Waddengebied (gebruiksfase)

Routes	II: Oude Westereems route		II: Oude Westereems route		II: Oude Westereems route		V: Boschgat route		V: Boschgat route		V: Boschgat route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route		IX: Zoutkamperlaag route		IX: Zoutkamperlaag route		X: Tunnel route	
Variant	A		A1				A		A1		A2		A		A1						A1		A2			
Kabels / leidingen	K		K		L		K		K		K		K		K		L		L		L		L			
Centerline / de gehele corridor (C) of zoekgebied (Z)	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C	1	C
Morfologie en natuurlijke bodemdynamiek	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	-	-
Hydrodynamica	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	-	-
Bodemkwaliteit en bodem-samenstelling	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	-	-
Kustfundament	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	0	O: 0 W :0	-	-

Routes	II: Oude Westereems route		II: Oude Westereems route		II: Oude Westereems route		V: Boschgat route		V: Boschgat route		V: Boschgat route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route		IX: Zoutkamperlaag route		IX: Zoutkamperlaag route		X: Tunnel route			
Kans op onderhoud door blootspoelen	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	0	O: - W - - 0	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	-	O: - - W - - -	0	0

* Hierbij staan O en W respectievelijk voor de oostelijke en westelijke zijlijn van de corridor.

CUMULATIE EN MITIGERENDE MAATREGELEN

12.1 Cumulatie

De effecten van de installatie van kabelsystemen of leidingen op Bodem en Water op Zee zijn onafhankelijk van voorafgaand aangelegde kabelsystemen of leidingen. Per kabelsysteem of leiding is uitgewerkt welke werkzaamheden nodig zijn om deze te realiseren en zijn de effecten beoordeeld. Voor een volgende kabelsysteem of leiding zijn dezelfde werkzaamheden nodig als voor de eerste kabelsysteem of leiding (er moet bijvoorbeeld wederom een toegangseuil worden aangelegd, op een andere locatie). Als een tweede kabelsysteem of leiding gelijktijdig wordt aangelegd met de eerste dan zijn de totale effecten (nagenoeg) tweemaal zo groot. Als er een lange periode zit tussen de eerste en tweede aanleg dan treden de effecten tweemaal op, waardoor de periode waarin de effecten optreden dus ongeveer tweemaal zo lang wordt. Uitzondering op deze onafhankelijkheid vormen de toegangseulen die gegraven voor om het installatiematerieel toegang te verlenen. Indien er overlap is tussen de benodigde toegangseulen voor verschillende kabelsystemen of leidingen en deze gelijktijdig of kort na elkaar worden aangelegd, dan kan het baggervolume dat nodig is om de tweede eul te realiseren worden beperkt. Dit kan mogelijk de cumulatieve effecten van de toegangseulen kleiner maken dan de som van de afzonderlijke effecten.

Er is ook beschouwd of cumulatie optreedt op het thema Bodem en Water op Zee als gevolg van autonome ontwikkelingen in het plangebied (zie paragraaf 3.3.1). PAWOZ leidt niet tot cumulatie van effecten op Bodem en Water op Zee met autonome ontwikkelingen.

12.2 Mitigerende maatregelen

De in deze fase beschikbare en mogelijke mitigerende maatregelen voor de aanleg van de kabelsystemen en leidingen langs de verschillende routes hebben direct betrekking op het ontwerp (bijvoorbeeld beperken van de begraafdiepte) of de aanlegmethodiek (bijvoorbeeld beperken van de benodigde dimensies voor toegangseulen of aanpassen van verspreidingslocaties). De optimalisaties zijn daarom gezamenlijk ontwikkeld met het techniekspoor binnen PAWOZ. De mitigerende maatregelen (optimalisaties) waarvoor geldt dat deze ook als technisch haalbaar worden geacht zijn vastgelegd in de Notitie Routeontwikkeling. Het resultaat van deze optimalisaties op de optredende effecten zijn beschreven in Hoofdstuk 9 en 10.

LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE

De effectbeoordeling die beschreven is in dit rapport is gebaseerd op bodemhoogtedata, die is ingewonnen als onderdeel van het reguliere monitoringsprogramma van Rijkswaterstaat. Op veel locaties is deze data drie jaar of langer geleden ingewonnen. Tussen dat moment en het moment van het installeren van de kabelsystemen en leidingen langs de routes verandert de bodemligging door natuurlijke dynamiek, vooral in het Waddengebied. Op basis van de beschikbare data is hier een zo goed mogelijke inschatting van gemaakt. Morfologische ontwikkelingen kennen echter een inherente onzekerheid, doordat terugkoppelingen tussen bodemontwikkeling en hydrodynamica elkaar kunnen versterken. De precieze bodemligging op het moment van de installatie van de kabelsystemen en leidingen is daarom op dit moment niet met zekerheid te bepalen. Aanbevolen wordt om het jaar voorafgaand aan de installatie van een kabelsysteem of leiding nieuwe bodemhoogtedata in te winnen langs de route en het ontwerp op basis van deze data te optimaliseren. Daarbij kan zowel de precieze ligging van de route als de begraafdiepte worden geoptimaliseerd en kunnen effecten op Bodem en Water op Zee mogelijk worden beperkt.

Voor alle routes door het Waddengebied geldt dat de beschikbare informatie over de bodemopbouw beperkt is. Vooral voor II: Oude Westereems route vormt dit een risico. Het is bekend dat in het gebied harde lagen voorkomen, maar waar deze precies liggen en welke dikte deze lagen hebben is onbekend. Voorafgaand aan het definitieve ontwerp van een kabelsysteem of leiding langs deze route dient geotechnisch en seismisch onderzoek te worden uitgevoerd om deze informatie te verkrijgen en te verwerken in de aanlegmethodiek. Het is onzeker welke effecten het doorgraven van een harde laag heeft op de bodemontwikkeling. Mogelijk leidt dit lokaal tot diepe erosiegaten die vervolgens de ligging van geulen in het Eemsestuarium beïnvloeden of tot erosiepatronen die zich verder uitbreiden. Dit is een kennisleemte. In de ondergrond van de wantijroutes Schiermonnikoog en Ameland is, met name dicht bij het vasteland, een kans dat daar Holocene veenlagen aanwezig zijn in de ondergrond. Als deze doorgraven worden kan dit sediment oxideren en daardoor gedeeltelijk verloren gaan.

Wat het effect is van het verspreiden van zeer grote sedimentvolumes (zoals voor de leidingen langs II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route, voorafgaand aan de optimalisaties) op een kombergingssysteem is onvoldoende bekend. De volgende aspecten zijn mogelijk relevant: (1) het verspreiden van een groot zandvolume (orde 1 Mm³ of meer) op dezelfde locatie kan leiden tot ophoping van het zand en tot het ontstaan van lokale bodemvormen met een eigen dynamiek, waardoor het lang duurt voordat het systeem terugkeert naar een onverstoorde staat; (2) bij het verspreiden van zeer grote volumes slibrijk sediment kan een dichtheidsstroming meer heel hoge sedimentconcentraties ontstaan nabij de bodem die zich over meerdere km² uitstrekt; (3) harde lagen die bij baggerwerkzaamheden verspreid worden blijven naar verwachting achter op de verspreidingslocatie, waardoor deze tot een permanente verstoring van de natuurlijke bodemvormen leiden. Indien wordt gekozen voor een route waarbij grote sedimentvolumes moeten worden gebaggerd is nader onderzoek, mogelijk met pilotvergravingen, nodig om deze aspecten en de mogelijke effecten daarvan beter te doorgronden.

De totale opgave voor het realiseren van elektrische verbindingen tussen zee en het energienetwerk op land vereist verschillende kabelsystemen en/of waterstofleidingen, waarvan er mogelijk meerdere door de Waddengebied gaan. In dit deelrapport zijn de effecten van de ingrepen die hiervoor nodig zijn zo goed mogelijk ingeschat. Toch kennen de ingrepen in met name dit gebied een behoorlijke onzekerheid. Voorbeelden van processen met onzekerheid zijn: de mate van hersedimentatie die optreedt op bij het graven van baggergeulen en op welke manier deze kan worden geminimaliseerd; Hoe lang de sporen van een wadtrencher zichtbaar blijven op de zeebodem en hoe dit afhangt van de locatie waar deze ingezet is; Wat het lange termijn effect is van grondberoering voor het realiseren van een HDD put op de bodemontwikkeling; Hoeveel kusterosie er optreedt rondom een kofferdam; Wat zijn de effecten op de

geulontwikkeling als er in de geulwanden gegraven wordt ten behoeve van de aanleg. Voor het beoordelen van dergelijke processen zijn conservatieve uitgangspunten gekozen. Naar verwachting kan echter veel kennis worden opgedaan door de effecten aanleg van de eerste leiding of het eerste kabelsysteem uitgebreid te monitoren. Ook kan overwogen worden om pilotvergravingen uit te voeren op basis waarvan bepaald kan worden hoe lang het duurt voordat een ingreep in de Waddenzee bodem door natuurlijke processen niet langer zichtbaar is. Er zijn in ieder geval metingen van bodemhoogte en bodemsamenstelling nodig in een periode voorafgaand en een periode na aanleg van het eerste kabelsysteem of waterstofleiding. Resultaten van een dergelijk monitoringsprogramma kunnen worden gebruikt om de effecten van daaropvolgende kabelsystemen en waterstofleidingen nauwkeuriger te bepalen en waar mogelijk te beperken. Ook kan middels numerieke modelstudies in een vervolgfase meer inzicht verkregen worden in de te verwachten sedimentverplaatsingen.

Voor de kofferdammen die nodig zijn om de aanlanding van de leidingen op de Waddeneilanden Schiermonnikoog (route VII) en Ameland (route VIII) te realiseren is de precieze uitwerking op de kustlijn nog onzeker. De effecten kunnen in ieder geval beperkt worden door de cofferdam voorafgaand aan het stormseizoen af te breken. In een vervolgfase kunnen meer gedetailleerde (modelberekeningen) inzicht bieden in de hoeveelheid afslag die rond de cofferdammen verwacht mag worden. Dan kunnen daar ook mitigerende maatregelen voor ontworpen worden. Bijvoorbeeld het aanbrengen van extra zand op de kust.

De effecten van klimaatverandering op de Waddenzee zijn nog onzeker. In hoeverre de platen door sedimentatie met de (versnelde) zeespiegelstijging mee kunnen groeien is onderwerp van wetenschappelijk onderzoek. Welk effect dit heeft op de ligging en dimensies van geulen is nog onbekend. De verwachting is dat de effecten op Bodem en Water op Zee in de komende decennia beperkt zijn. Hoe klimaatverandering de ontwikkeling van de Waddenzee in de tweede helft van de 21^e eeuw zal beïnvloeden is op dit moment nog onbekend en zal mede afhangen van de hoeveelheid broeikasgassen die de komende decennia worden uitgestoten.

AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST

Tabel 14.1 Lijst met begrippen

Term	Toelichting
66kV-kabels (AC)/66kV-wisselstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf de turbines naar het platform op zee.
220kV-kabels (AC)/220kV-wisselstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf het platform op zee naar het transformatorstation op land.
380kV-kabels (AC)/380kV-wisselstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (wisselstroom) vanaf converterstation of transformatorstation naar het aansluitpunt landelijke 380kV-net op land.
525kV-kabels (DC)/525kV-gelijkstroomkabels	Ten behoeve van het transporteren van elektriciteit (gelijkstroom) vanaf het platform op zee naar het converterstation op land.
Aanlandingszone	Zone waar de kabelsystemen voor elektriciteitstransport en waterstofleidingen voor waterstoftransport op zee aan het vasteland komen en de (primaire) zeewering kruisen.
Aanlandingspunt tunnel	Het punt waar de tunnel begint in of nabij de Eemshaven. Hier komt een schacht waar de kabelsystemen en/of leidingen de tunnel ingaan.
Aanlegtechnieken	Technische methoden waarmee de verschillende onderdelen van het project worden gerealiseerd. Een voorbeeld van een aanlegtechniek is: boren.
Aansluitpunt	Punt van een (bestaand) hoogspanningsstation of het Waterstofnetwerk Nederland waarop respectievelijk kabelsystemen voor elektriciteitstransport of waterstofleidingen worden aangesloten.
ADC-toets	Een streng toetsingskader dat wordt gebruikt wanneer uit een Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op Natura 2000-gebieden voorsnag niet kunnen worden uitgesloten. Bij een ADC-toets moet een project aan drie voorwaarden voldoen: A: er geen alternatieven zijn; D: sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang; C: de nodige compenserende maatregelen worden getroffen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft.
Afsluiterlocatie	Omheinde installaties waar bedienbare afsluiters zitten die de gasstroom in de ondergrondse leiding kunnen regelen.
Alternatief	Een andere manier dan het voornemen om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Autonome ontwikkeling	Op zichzelf staande ontwikkelingen die een verandering in het plangebied tot gevolg hebben, die onafhankelijk van het voornemen plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen. Bijvoorbeeld wanneer deze ontwikkelingen vastgesteld zijn in een ruimtelijk plan of de vergunning ervoor is verleend. Over de uitvoering ervan bestaat voldoende zekerheid.
Autonome processen	Ontwikkelingen in de fysieke omgeving die onafwendbaar zijn en een gegeven zijn voor de toekomstige staat van de kenmerken van de omgeving. Het betreft bijvoorbeeld zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. In het algemeen leiden deze processen over een lange periode pas tot relevante veranderingen.

Term	Toelichting
Ballonplaat	Dit is een zandplaat op de Noordzee ongeveer 4 kilometer ten noorden van Rottumerplaat. Hier is de zee redelijk ondiep en de bodem redelijk stabiel. In dit gebied wordt onderzocht waar het intredepunt van de tunnel zou kunnen komen.
Baseline(s)	Het 'bevriezen' van het ontwerp (o.a. uitgangspunten, route), zie 'bevriesmoment'. Onderdeel van het iteratieve proces. Baseline 0 = vastgesteld in de NRD; Baseline 1 = nadere uitwerking in de fase routeontwikkeling; Baseline 2 = optimalisatie van baseline 1. Op dit niveau worden de effecten beoordeeld; Baseline 3 = optimalisatie op basis van de effectenbeoordeling.
Belanghebbende	Iemand die bij dit programma een bepaald belang heeft, bijvoorbeeld een overheid, (maatschappelijke) organisatie, grondeigenaar, agrariër of een bewoner.
Beoordelingsaspect (milieuaspect)	Een beoordelingsaspect/milieuaspect is een onderwerp dat binnen een MER wordt onderzocht. Bijvoorbeeld het beoordelingsaspect 'Bodem en Water'. Elk aspect is vertaald naar één of meerdere deelaspecten. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' binnen het beoordelingsaspect '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.
Bevoegd gezag	Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over het voornemen van de initiatiefnemer.
Bevriesmoment	Momenten in de tijd (binnen het proces) wanneer het ontwerp wordt 'bevroren'.
Centerline	De middellijn van een route voor de kabelsystemen en/of waterstofleidingen. Elke route heeft een effectbeoordeling voor de situatie waarbij 1 kabelsysteem of 1 waterstofleiding op deze middellijn wordt aangelegd.
Commissie voor de milieueffectrapportage (Commissie mer)	Onafhankelijke, bij wet ingestelde, commissie die het bevoegd gezag adviseert over de reikwijdte en detailniveau van het MER en de beoordeling van de kwaliteit van het MER.
Compenserende maatregelen	Wanneer na het toepassen van mitigerende maatregelen restschade overblijft dan kunnen compenserende maatregelen getroffen worden. Bijvoorbeeld; bomen moeten worden gekapt. Het aanplanten van nieuwe bomen op een andere plek is dan een compenserende maatregel.
Configuratie	Manier waarop iets is opgebouwd uit losse componenten. In PAWOZ-Eemshaven betekent dit een specifieke samenstelling van kabelsystemen en/of leidingen in een route. Een configuratie is bijvoorbeeld één DC-kabelsysteem en één waterstofleiding.
Converterstation	Station waar gelijkstroom wordt omgezet in wisselstroom en op het juiste spanningsniveau wordt gebracht.
Corridor	De maximale breedte van een route waarbinnen de kabelsystemen en/of waterstofleidingen kunnen komen te liggen. Deze corridor verschilt per route. Elke route heeft een effectbeoordeling voor de situatie waarbij de maximale configuratie in de corridor van de route wordt aangelegd.
Criterium	Een criterium is een maatstaf die gebruikt wordt om een beoordelingsaspect of deelaspect in het MER te beoordelen. Bijvoorbeeld het criterium 'invloed op zetting' om voor het deelaspect 'Grondwater' te beschrijven wat het effect is van grondwaterverlaging.
Cumulatie	De bij elkaar opgetelde effecten van verschillende ontwikkelingen samen. De verschillende ontwikkelingen kunnen zowel binnen als buiten het voornemen plaatsvinden.
Deelaspect	Een deelaspect is één van de onderdelen van een beoordelingsaspect. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' als onderdeel van het beoordelingsaspect 'Bodem en water'.
Deelrapport	Rapporten ter ondersteuning van het MER of IEA dat concentreert op een bepaald thema, bijvoorbeeld natuur, Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie en Bodem en Water.
Demarcatie PAWOZ - pVAWOZ	Tussen de onderzoeken voor PAWOZ en pVAWOZ is gewerkt met zogenaamde demarcatiepunten. Omdat de onderzoeken van deze programma's gelijktijdig plaatsvinden is afgesproken tot waar PAWOZ een route onderzoekt en waar pVAWOZ start. Het demarcatiepunt is dus het punt waar de te onderzoeken routes van PAWOZ en pVAWOZ op elkaar aansluiten. Voor kabelsystemen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied DDW. Voor leidingen ligt het demarcatiepunt ten westen van windgebied TNW.

Term	Toelichting
Eems-Dollard verdrag	Overeenkomst tussen Nederland en Duitsland waarin afspraken zijn gemaakt over het gemeenschappelijk beheer en gebruik van het Eems-Dollard Verdragsgebied.
Elektriciteitskabel	Kabels met ondergrondse ligging ten behoeve van het transporteren van elektriciteit.
EM-velden	Elektromagnetische velden als gevolg van de elektriciteitstransport door kabels of als gevolg van het transformatorstation en/of converterstation.
eParticipatie	Website die iedereen in staat stelt om online zijn of haar mening te geven of met nieuwe informatie of inzichten te komen.
Flens	Een afsluiter die kan worden toegepast op het uiteinde van een pijpleiding.
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.
Gebruiksfuncties	De huidige en toekomstige functies in een gebied. Bijvoorbeeld, wonen, natuur of recreatie.
Gevoeligheidsanalyse	Een gevoeligheidsanalyse onderzoekt de invloed van veranderingen in de inputparameters op de uitvoer van een model of systeem.
Hoofdrapport	Dit zelfstandig leesbare document bevat de belangrijkste beslisinformatie uit de deelrapporten. Alleen onderscheidende en (sterk) negatieve effecten zijn in het hoofdrapport weergegeven.
Ingreep	Voor het uitvoeren van het voornemen (bijvoorbeeld: het aanleggen van een kabel) zijn verschillende ingrepen nodig (zoals graven, bemalen, baggeren of heien). Elke ingreep kan met verschillende aanlegtechnieken aangelegd worden. De relatie tussen elke ingreep en het effect op het milieu wordt beschreven onder ingreep-effectrelaties.
Ingreep-effectrelatie	Een ingreep-effectrelatie verwijst naar de relatie tussen het voornemen en het effect dat het voornemen veroorzaakt. Het voornemen bestaat uit verschillende ingrepen (bijvoorbeeld: graven, bemalen, baggeren of heien) welke in locatie, omvang en tijd verschillende effecten kunnen veroorzaken. Het beschrijven van de relatie wordt gebruikt om te begrijpen welke ingrepen welk effect hebben. Hiermee wordt de impact van het voornemen beoordeeld.
Initiatiefnemer	Een natuurlijk persoon, dan wel privaats- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan) die een bepaalde activiteit wil (doen) ondernemen en daarover een besluit vraagt. Bij PAWOZ-Eemshaven is het Ministerie van Klimaat en Groene Groei de initiatiefnemer.
Integrale effectenanalyse (IEA)	Een analyse van de milieueffecten, kosten, omgeving, techniek, landbouw, planning en toekomstvastheid van de routes. Voor PAWOZ-Eemshaven is hiervoor een apart document opgesteld.
Intredepunt op de Noordzee	Het punt waar de tunnel begint bij de Ballonplaat op de Noordzee. Hier komt een schacht waar de kabelsystemen en/of leidingen de tunnel ingaan.
Iteratief proces	Een iteratief proces is een herhaaldelijke manier om een doel te bereiken of een probleem op te lossen. In plaats van alles in één keer te doen, worden kleine stappen gedaan en wordt telkens gekeken hoe het verbeterd kan worden. Een cyclus van acties wordt herhaald, waarbij feedback en nieuwe inzichten worden gebruikt om elke keer beter te worden. In PAWOZ-Eemshaven wordt dit iteratieve proces gebruikt om de routes te verbeteren, dit wordt optimalisatie genoemd. Het doel van het optimaliseren van de routes is om negatieve effecten zoveel mogelijk te verminderen of zelfs helemaal weg te nemen. Het optimaliseren van de routes in een iteratief proces is de routeontwikkeling. Dit vindt plaats aan de hand van baselines.
Kabelcircuit	Set van drie faseadren die samen een volwaardige eenheid vormen waarop driefasen-wisselspanning bedreven kan worden.
Kabelsysteem	Een kabelsysteem is een bundel van elektriciteitskabels dat bestaat uit twee parallelle kabelcircuits bij wisselstroom of één kabelcircuit + een glasvezelverbinding bij gelijkstroom. Het betreft alleen de elektriciteitskabels, niet het platform of transformator/converterstation.
Kilovolt (kV)	Eenheid van elektrische spanning.
Klimaatneutraal	Klimaatneutraal betekent dat we ervoor zorgen dat we geen schadelijke stoffen uitstoten die het klimaat veranderen. We compenseren of verminderen de schadelijke stoffen die we produceren.

Term	Toelichting
Kofferdam	Een kofferdam is een tijdelijke constructie gemaakt van damwanden die wordt ingezet bij het aanleggen van infrastructuur. Het doel van de kofferdam is om aanzanding in een gebaggerde sleuf te voorkomen en de werkzaamheden te beschermen tegen golven en stromingen.
Kwelder	Kwelders zijn begroeide stukken land die direct, zonder duinenrij of dijken, aan zee grenzen. Ze liggen meestal langs ondiepe getijdengebieden zoals de Waddenzee of langs de Noordzeekust. Bij storm of extra hoog water komt een kwelder onder water te staan. Kwelders spelen een belangrijke rol in de kustbescherming. Door de aanwezigheid van de begroeiing op de kwelders wordt het opstuiven van zand tegengegaan en wordt de kustlijn verstevigd. Bovendien bieden kwelders een leefgebied voor verschillende soorten vogels, vissen en andere dieren.
Lay-length	Dit is de afstand die nodig is om één omwenteling van de streng rond de diameter van de geleider te voltooien voor een kabelsysteem.
Milieueffectrapportage (mer)	De wettelijk geregelde procedure van milieueffectrapportage; een hulpmiddel bij de besluitvorming, dat bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een milieueffectrapport en het evalueren achteraf van de gevolgen voor het milieu van de uitvoering van een activiteit. Onder de Omgevingswet wordt de afkorting mer gebruikt.
mer-plicht	De verplichting tot het opstellen van een milieueffectrapport voor een bepaald besluit over een bepaalde activiteit.
Microreliëf	Onder microreliëf worden hoogteverschillen verstaan van minimaal 10 à 30 cm over afstanden van één tot drie meter.
Microtunnel	Pijpleiding aanlegtechniek 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).
Milieueffectrapport (MER)	Het rapport waarin de resultaten worden neergelegd van het onderzoek naar de milieueffecten van een voornemen en van de redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven daarvoor.
Mitigerende maatregelen	Maatregelen die worden genomen om de nadelige effecten van activiteiten of fysieke ingrepen te verminderen dan wel te voorkomen.
MW	Megawatt = 1.000 kilowatt (kW). kW is een eenheid van elektrisch vermogen.
MWh	Megawattuur = 1.000 kilowattuur (kWh). kWh is een eenheid van energie.
Monitoringsprogramma	Programma dat bijhoudt of de situatie beter of slechter wordt door de realisatie van het voornemen.
Morfodynamiek	De verandering van de zeebodem, het transport van sedimenten en het samenspel hiertussen.
Morfologie	Vorm van de zeebodem.
Natura 2000-gebieden	Ecologisch netwerk van speciale beschermingszones die zijn aangewezen in de Habitatrichtlijn of de Vogelrichtlijn. Volgens deze Europese richtlijnen moeten lidstaten specifieke diersoorten en hun natuurlijke leefomgeving (habitat) beschermen om de biodiversiteit te behouden.
Natuur Netwerk Nederland (NNN)	Het door de overheid nagestreefde en in beleidsnota's vastgelegde landelijke netwerk van natuurgebieden en verbindingzones daartussen.
Nearshore	Het gebied nabij de kust met geringere waterdiepte dan offshore gebieden. In het geval van PAWOZ-Eemshaven wordt hier het Waddengebied bedoeld.
Niet gesprongen explosieven (NGE)	In en op de zeebodem liggende niet gesprongen explosieven, overgebleven van de oorlogshandelingen in beide wereldoorlogen en van militaire activiteiten op zee. Voor de installatie van de kabelsystemen op zee kunnen niet gesprongen explosieven een gevaar opleveren voor de betrokkenen.
Nota van Antwoord	Een document met daarin een reactie op ontvangen vragen en opmerkingen uit de periode van ter inzage legging.
Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)	De NRD geeft aan met wat (reikwijdte) en met welke diepgang (detailniveau) de alternatieven worden onderzocht en beschreven worden in het milieueffectrapport (MER).
NSG-Richtlijn laagfrequent geluid	De NSG-Richtlijn laagfrequent geluid is bedoeld om klachtenbehandelaars, met name akoestische onderzoekers, een handvat te bieden om een klacht over laagfrequent geluid te kunnen objectiveren. De Richtlijn geeft daarom een criterium (referentiecurve) waaraan het resultaat van geluidsmetingen in woningen kan worden getoetst. NSG is de Nederlandse Stichting Geluidshinder.

Term	Toelichting
Offshore	Aanduiding voor op zee en een gebied zeewaarts van de 6-mijlszone. Vaak ook gerefereerd aan waterdieptes van meer dan 10 tot 20 meter.
Omgevingsbesluit	In bijlage V van dit besluit staat een lijst met zowel de mer-plichtige als de mer-beoordelingsplichtige activiteiten opgenomen en de daarvoor benodigde besluiten.
Omgevingsplan	Het omgevingsplan bevat algemene regels van de gemeente voor de fysieke leefomgeving. Iedere gemeente heeft 1 omgevingsplan onder de Omgevingswet. Het omgevingsplan vervangt het geldende bestemmingsplan en de beheersverordening uit de Wet ruimtelijke ordening.
Omgevingswet	Wet in Nederland, die per 1 januari 2024 is ingegaan, waarin alle wetten zijn samengevoegd die met de fysieke leefomgeving, waaronder ook het milieu, te maken hebben.
Onshore	Aanduiding voor 'op land'.
Open planproces	Het proces waarin de provincie Groningen en gemeente Het Hogeland in samenwerking met de omgeving haar plannen voor de Oostpolder uitwerkt.
Optimalisatie	Het aanpassen van het voornemen om negatieve effecten te mitigeren.
Outstanding Universal Value	De Outstanding Universal Value staat voor een culturele en/of natuurlijke betekenis die zo uitzonderlijk groot is dat het de nationale grenzen overschrijdt en van gemeenschappelijk belang is voor huidige en toekomstige generaties van de hele mensheid. Daardoor is de permanente bescherming van dit erfgoed van het grootste belang voor de internationale gemeenschap als geheel.
Overige toekomstige ontwikkelingen	Naast de autonome ontwikkelingen zijn er overige toekomstige ontwikkelingen in hetzelfde (plan- of studie)gebied die zich in een voorfase (toekomstig idee) bevinden en waarover eventuele besluitvorming na de besluitvorming over PAWOZ-Eemshaven plaatsvindt.
Parallele projecten	Andere projecten die gelijktijdig aan PAWOZ-Eemshaven plaatsvinden, zoals VAWOZ 2040.
Participatie	Het betrekken van belanghebbenden (zoals; inwoners, maatschappelijke organisaties, grondeigenaren, agrariërs, regionale en lokale overheden en ondernemers) bij het maken van een programma of plan.
Passende Beoordeling	Een Passende Beoordeling is een beoordeling van de effecten van een activiteit op de natuurdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. Wanneer significante effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand uitgesloten kunnen worden of onzeker zijn, moet een Passende Beoordeling worden uitgevoerd. In de Passende Beoordeling worden de mogelijke effecten van de aanleg, het beheer, het gebruik en de verwijdering van de activiteit, in cumulatie met andere plannen en projecten, beoordeeld in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen van de betrokken Natura 2000-gebieden.
Plangebied	Het gebied waarbinnen het voornemen kan worden gerealiseerd.
Plan-MER	Het MER voor een plan of programma. PAWOZ-Eemshaven heeft een plan-MER.
Platform	Locatie waar energie van windparken op zee wordt verzameld en/of omgezet voor transport naar land.
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.
Projectbesluit	Het projectbesluit is een instrument voor waterschappen, provincies en het Rijk voor het mogelijk maken van complexe projecten met een publiek belang. Het projectbesluit wijzigt het omgevingsplan met regels die nodig zijn voor het uitvoeren, inwerking hebben of in stand houden van het project. De gewijzigde regels van het omgevingsplan zijn onderdeel van het projectbesluit. Het projectbesluit vervangt het inpassingsplan, tracébesluit, projectplan uit de Waterwet en de coördinatieregelingen uit de Wro, Tracéwet, Waterwet en Ontgrondingenwet.
Project-MER	Het MER voor een projectbesluit dat het vervolg kan zijn op PAWOZ-Eemshaven. Een project-MER kent een groter detailniveau dan een plan-MER.
Referentiesituatie	Bij deze situatie wordt uitgegaan van de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving van de routes in het MER.

Term	Toelichting
Rijkscoördinatieregeling (RCR)	De procedure als bedoeld in paragraaf 3.6.3 van de Wet op de ruimtelijke ordening. Wanneer een initiatief onder de RCR valt dan moet er een (Rijks)inpassingsplan worden vastgesteld en de voorbereiding en bekendmaking daarvan wordt gecoördineerd door het Rijk.
Risk Based Burial Depth (RBBB)	Het bepalen van een begraafdiepte waarvoor geldt dat de faalkans van een kabelsysteem als gevolg van externe bedreigingen zodanig klein is dat het risico acceptabel is.
Robuust ontwerp	De maximale configuratie van een route. Waarbij de maximale fysieke en/of milieuruimte die mogelijk is binnen een route is ingevuld. Een robuust ontwerp is een technisch uitvoerbaar en vergunbaar alternatief dat een realistische worst-case situatie omvat.
Route	Een mogelijke ligging voor de kabelsystemen en/of waterstofleidingen van het platform in een windenergiegebied naar een aansluitlocatie op het landelijk hoogspannings- en/of waterstofnetwerk.
Routeontwikkeling	De routeontwikkeling tijdens PAWOZ-Eemshaven is een doorlopend proces, waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt. Dit betekent dat tijdens het project routes worden geoptimaliseerd om tot een robuust ontwerp te komen. Het beschrijft bijvoorbeeld het ontwerpproces, de uitgangspunten voor het routeontwerp, het routeontwerp per route en de trechtering van routes in aanloop naar de effectbeoordeling.
Segmenttunnel	Pijpleiding aanlegtechniek 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.
Studiegebied	Het gebied waarbinnen zich milieugevolgen kunnen voordoen als gevolg van het voornemen (of alternatieven) en dat dient te worden beschouwd in het MER. De omvang van het studiegebied kan per beoordelingsaspect verschillen.
Systeemintegratie	Het op een gecoördineerde wijze integreren (koppelen) van ketens van verschillende energiedragers en gebruikssektoren tot één duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en veilig energiesysteem, met een breed maatschappelijk draagvlak.
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Elektriciteitsnet op zee.
Thema	De deelrapporten van het MER gaan over beoordelingsaspecten, de deelrapporten van de IEA gaan over thema's. Bijvoorbeeld techniek, landbouw of kosten. Elk deelrapport behandelt één thema. Een thema bestaat uit (deel)aspecten en criteria.
Ter inzage legging	De periode waarin de NRD, het plan-MER, de IEA en het programma te lezen zijn. Dit is ook de periode waarin iedereen een zienswijze kan indienen en vragen kan stellen over de NRD, het plan-MER, de IEA en het programma.
Toetsingsadvies	Een document met daarin de resultaten van de toetsing van het plan-MER door de Commissie voor de mer. De Commissie mer kan ook om een tussentijds toetsingsadvies gevraagd worden.
Trechtering	Het onderbouwd laten afvallen van bepaalde routes of bepaalde configuraties binnen routes. Elke route is in steeds groter detail onderzocht. Hieruit komt naar voren welke routes wel en niet kansrijk zijn. Dit is onderdeel van het iteratieve proces.
Variant	Een (deel van een) route kan verschillende paden volgen. Dit zijn de varianten van de route. Bijvoorbeeld: de route die ligt in het Schiermonnikoog Wantij in de Waddenzee (de VIII - Schiermonnikoog Wantij route) heeft twee varianten voor de ligging van kabelsystemen (A en A1)
Voornemen	Een omschrijving van de activiteit die de initiatiefnemer wil gaan uitvoeren. Het beschrijft wat er wordt gebouwd en hoe het wordt aangelegd.
Voorzorgbeleid magneetvelden	Maatregelen waarmee netbeheerders de magneetvelden van onderdelen van het elektriciteitsnet structureel verminderen. Dit heeft tot doel om de mogelijke gezondheidsrisico's van magneetvelden te verminderen.
Wantij	Een gebied tussen eilanden en de kust waar wel sprake is van eb en vloed, maar niet van stroming.
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.

Term	Toelichting
Waterstof aanlandingsstation	Dit station bevat de noodzakelijke functies voor het aansluiten 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).
Werkstrook	De werkstrook is het gebied dat tijdens de aanlegfase wordt gebruikt voor het opstellen van machines en voertuigen en voor het opslaan van afgegraven zand.
Werkterrein	Een tijdelijke werkplek rondom het voornemen waar bouwbedrijven werkzaamheden uitvoeren. Hier worden bijvoorbeeld materialen opgeslagen en constructies opgebouwd.
Zeemijl / nautische mijl	Een zeemijl (Engels: Nautical Mile, afgekort NM of nmi) is een lengtemaat die gelijk is aan precies 1.852 meter.
Zienswijze	Iedereen kan een formele reactie geven op het MER, de IEA en het programma. Dit kan tijdens de periode van terinzagelegging.

Tabel 14.2 Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
AC	Alternating Current (wisselstroom). Wisselstroom is een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Vrijwel het hele elektriciteitsnet in Nederland maakt gebruik van dit type stroom. Dit type wordt ook gebruikt voor het ontsluiten van windpark TNW
AO	Ambtelijk Overleg
BOP	Bestuurlijk Overleg Programma
BOW	Bestuurlijk Overleg Waddengebied
Ciemer	Commissie voor de milieueffectrapportage
CO ₂	Koolstofdioxide
dB	Decibel, eenheid van geluidsniveau
DC	Direct Current (gelijkstroom) is een elektrische stroom waarbij de stroomrichting constant is, in tegenstelling tot wisselstroom. De 525 kV-kabels worden met gelijkstroom bedreven.
DDW	Windenergiegebied Doordewind
EDV	Eems-Dollard Verdragsgebied
EMV	Elektromagnetische Velden
EEZ	Exclusieve Economische Zone
GIS	Geografisch Informatiesysteem
GW	Gigawatt
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
HNS	HyNetwork Services (Gasunie-dochter)
HSAO	Huidige Situatie, Autonome Ontwikkelingen
IEA	Integrale Effectenanalyse
KRW	Kaderrichtlijn Water
kV	Kilovolt

Afkorting	Betekenis
kWh	Kilowattuur
LCA	Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie
LTO Noord	Land- en Tuinbouw Organisatie Noord
mer	Milieueffectrapportage (procedure)
MER	Milieueffectrapport (product)
Ministerie van BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Ministerie van KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
MW	Megawatt
MWh	Megawattuur
N2000	Natura 2000-gebied
NGE	Niet Gesprongen Explosieven
NGT	Noord Gas Transport. Dit is een bestaande gasleiding op zee
NNN	Natuurnetwerk Nederland
NM	Nautische Mijl
NOZ TNW	Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau
NZA	Noordzeeakkoord
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
OBW	Omgevingsberaad Waddengebied
OO	Omgevingsoverleg
PB	Passende Beoordeling
PvA	Plan van Aanpak
RBBB	Risk Based Burial Depth Oftewel: risico gestuurde begraafdiepte
RCR	Rijkscoördinatieregeling
RHDHV	Royal HaskoningDHV
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
RWS	Rijkswaterstaat
SO	Schetsontwerp
TEC	Tunnel Engineering Consultants
TNW	Windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden
TWh	Terawattuur
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VAWOZ 2030	Verkenning Aanlanding Wind Op Zee 2030
VAWOZ 2040	Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee 2040
VO	Voorontwerp
WNN	Waterstofnetwerk Nederland
W+B	Witteveen+Bos

REFERENTIES

- Arcadis 2013. Hydromorfologie Eems-Dollard Estuarium. Achtergrondstudie t.b.v. OTB MER Vaarweg Eemshaven. Referentie: 077141772:D - Definitief. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- 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.
- Bos, O.G., Glorius, S., Coolen, J.W.P., Cuperus, B., van der Weide, B., Aguera Garcia, A., van Leeuwen, P.W., Lengkeek, W., Bouma, S., Hoppe, M., van Pelt, H. 2014. Natuurwaarden Borkumse Stenen Project Aanvullende beschermde gebieden. Rapport: C115.14. IMARES Wageningen UR - p. 82.
- Dankers, P., Vroom, J., de Vries, B., van Maren, B. 2022. Cumulatieve effecten baggeren en verspreiden op habitattype H1130 in het Eems estuarium. 11206835-000-ZKS-0005, definitief.
- Deltaprogramma | Waddengebied, 2012. Hoe werkt het wad?. Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Essink, K., Esselink, P., 1998. Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek. Rapport: RIKZ-98.020. ISBN 90-369-3492-3. Haren (Gn).
- Hartsuiker, G., Grasmeyer, B.T., Perk, L., 2007. Hydromorphological study for EIA of Eemshaven and EIA of fairway to Eemshaven (No. A1836R1r5). Alkyon Hydraulic Consultancy & Research, Marknesse, The Netherlands.
- Hijma, M.P., 2017. Quicksan resultaten Noordzee Zandwinproject op huidige inzichten lange termijn kustontwikkeling. Deltares.
- KNMI. 2023. KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.
- Pietrzak, J. D., de Boer, G. J., & Eleveld, M. A. (2011). Mechanisms controlling the intra-annual mesoscale variability of SST and SPM in the southern North Sea. *Continental Shelf Research*, 31(6), 594-610. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2010.12.014>
- Robin Morelissen, Suzanne J.M.H. Hulscher, Michiel A.F. Knaapen, Attila A. Ne'meth, Romke Bijker (2003). Mathematical modelling of sand wave migration and the interaction with pipelines. *Coastal Engineering* 48, pages 197-209.
- RVO 2022, Ten noorden van de Waddeneilanden Wind Farm Zone Metocean Desk Study Report, May 2022.
- Schwartz, K., Diesing, M. (2003) 2. Zwischenbericht Erforschung der FFH-Lebensraumtypen Sandbank und Riff in der AWZ der deutschen Nord- und Ostsee. FKZ-Nr. 802 85 270. Institut für Geowissenschaften Christian-Albrechts-Universität / BfN, Kiel.
- Valérie K. Bellec, Reidulv Bøe, Lilja R. Bjarnadóttir, Jon Albretsen, Margaret Dolan, Shyam Chand, Terje Thorsnes, Frank W. Jakobsen, Chantel Nixon, Liv Plassen, Henning Jensen, Nicole Baeten, Heidi Olsen, Sigrid Elvenes (2019). Sandbanks, sand waves and megaripples on Spitsbergenbanken, Barents Sea. *Marine Geology* 416.