



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Deelrapport Techniek

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
Wekpakket
Onderdeel
Soort
Discipline
Status
Voortgangpercentage
Projectnummer
Document Referentie

Deelrapport Techniek
RHW - Combi RHDHV & W+B
3.8.1 Achtergrondrapport Techniek
GEN - General
RP - Report
MR - MER
A1 - Client accepted
100%
BI9148
BI9184-RHW-3.8-GEN-RP-MR-116094

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	8
1	INLEIDING	11
1.1	Aanleiding voor het Programma	11
1.2	Doelstelling van het Programma	11
1.3	Plangebied	12
1.4	Voornemen	13
	1.4.1 Elektrische verbindingen	13
	1.4.2 Waterstofverbindingen	15
	1.4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven	17
1.5	Leeswijzer deelrapport	17
2	ROUTES EN STATIONS	19
2.1	Inleiding	19
2.2	Noordzee	20
	2.2.1 (zoekgebieden) Platforms	20
	2.2.2 Noordzeeroutes	20
2.3	Waddengebied	21
	2.3.1 II: Oude Westereems route	23
	2.3.2 V: Boschgat route	23
	2.3.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route	24
	2.3.4 VIII: Ameland Wantij route	24
	2.3.5 IX: Zoutkamperlaag route	25
	2.3.6 X: Tunnel route	25
2.4	Vasteland	26
	2.4.1 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel	26
	2.4.2 Overzichtskaart landroutes kabelsystemen en leidingen	28
	2.4.3 Landroutes kabelsystemen	29
	2.4.4 Zoekgebieden transformator- en converterstations	30
	2.4.5 Landroutes waterstofleidingen	31
	2.4.6 Aanlandingsstations en Afsluiterlocaties	32
3	METHODE	33
3.1	Introductie	33

3.2	Uitgangspunten	33
3.3	Beoordelingskader	33
3.4	Beoordelingsschaal en toepassing op routes en stationslocaties	39
3.5	Onderzoeksmethodieken	40
3.5.1	Leveringszekerheid	40
3.5.2	Veiligheid	41
3.5.3	Technische complexiteit aanleg en onderhoud	43
3.5.4	Objecten, obstakels en hinder	45
3.5.5	Bodem	50
4	EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING PLATFORMEN NOORDZEE	52
4.1	Inleiding	52
4.2	Algemene informatie per platform op zee	52
4.3	Technische complexiteit aanleg	53
4.3.1	Installatietechniek	53
4.4	Objecten, obstakels en hinder	54
4.4.1	NGE en munitiestort	54
4.5	Effectenbeoordeling	54
5	EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING NOORDZEEROUTES	55
5.1	Inleiding	55
5.2	Algemene informatie per route	55
5.3	Leveringszekerheid	56
5.3.1	Externe en/of interne kans op falen	56
5.4	Veiligheid	57
5.4.1	Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)	57
5.5	Technische Complexiteit aanleg en onderhoud	57
5.5.1	Installatietechnieken	57
5.5.2	Morfologische dynamiek en begraafdiepte	59
5.6	Objecten, obstakels en hinder	59
5.6.1	Kruisingen of parallelligging infra derden op zee (energie infrastructuur en telecom)	59
5.6.2	Hinder van scheepvaart voor aanleg	62
5.6.3	Wrakken en obstakels	63
5.6.4	NGE en munitiestort	64
5.7	Bodem	65
5.7.1	Bodemsamenstelling	65
5.8	Effectenbeoordeling	66

6	EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING WADDENZEEROUTES	69
6.1	Inleiding	69
6.2	Algemene informatie per route	69
6.3	Leveringszekerheid	71
6.3.1	Externe en/of interne kans op falen	71
6.4	Veiligheid	73
6.4.1	Veiligheid onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden	73
6.5	Technische Complexiteit aanleg en onderhoud	74
6.5.1	Ruimte voor uitvoering: werkterrein en ruimte voor uitleg kabel-/leiding	74
6.5.2	Installatietechnieken	77
6.5.3	Bereikbaarheid en voertuigmobilisatie	79
6.5.4	Morfodynamica en begraafdiepte	80
6.5.5	Baggerwerkzaamheden	81
6.6	Objecten, obstakels en hinder	83
6.6.1	Kruisingen en parallelligging infra derden (energie infrastructuur en telecom)	83
6.6.2	Hinder van scheepvaart voor aanleg	88
6.6.3	Wrakken en obstakels	90
6.6.4	NGE en munitiestort	91
6.7	Bodem	92
6.7.1	Bodemsamenstelling	92
6.8	Effectenbeoordeling	93
7	EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING LANDROUTES	101
7.1	Inleiding	101
7.2	Algemene informatie per landroute	101
7.3	Leveringszekerheid	103
7.3.1	Externe en/of interne kans op falen	103
7.4	Veiligheid	104
7.4.1	Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)	104
7.4.2	Bouwen/werken: onder hoogspanning; boven ondergrondse kabels en leidingen; nabij infrastructuur. Incl. aansluiten op bestaande infrastructuur	105
7.5	Technische Complexiteit aanleg en onderhoud	110
7.5.1	Ruimte voor uitvoering: werkterrein en ruimte voor uitleg kabel/leiding	110
7.5.2	Installatietechnieken	111
7.5.3	HDD-boringen (op basis van optimalisaties)	111
7.6	Objecten, obstakels en hinder	112
7.6.1	Invloed van derden	112
7.6.2	Aantal kruisingen met keringen en watergangen	118
7.6.3	Kruising of parallelligging van spoorwegen en autowegen	121
7.6.4	NGE en munitiestort	123

7.6.5	Lengte paralleligging en kruising hoogspanning	126
7.7	Bodem	127
7.7.1	Bodemsamenstelling	127
7.8	Effectenbeoordeling	128
8	EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING ZOEKGEBIEDEN AANLANDINGSPUNT X: TUNNEL ROUTE EN STATIONS OP LAND	135
8.1	Inleiding	135
8.2	Algemene informatie per installatie	135
8.3	Leveringszekerheid	136
8.3.1	Externe en/of interne kans op falen	136
8.4	Veiligheid	137
8.4.1	Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)	137
8.4.2	Bouwen/werken: onder hoogspanning; boven ondergrondse kabels en leidingen; nabij infrastructuur. Inclusief aansluiten op bestaande infrastructuur	139
8.5	Technische Complexiteit aanleg	142
8.5.1	Installatietechnieken	142
8.6	Objecten, obstakels en hinder	143
8.6.1	Invloed van derden	143
8.6.2	Aantal kruisingen met keringen en watergangen	146
8.6.3	NGE en munitiestort	147
8.7	Bodem	151
8.7.1	Bodemsamenstelling	151
8.8	Effectenbeoordeling	153
9	CONCLUSIE	158
9.1	Inleiding	158
9.2	Conclusies stationslocaties op zee	159
9.3	Conclusies Noordzeeroutes	159
9.4	Conclusies Waddenzeeroutes	162
9.5	Conclusies landroutes	164
9.6	Conclusies stations op land	167
9.7	Leemtes in kennis	169
10	AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST	170
	Laatste pagina	177

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Lengte routes	3
II	Overzichtstekening tunnelsysteem van X: Tunnel route	1

SAMENVATTING

Dit is de samenvatting van het deelrapport Techniek van de Integrale Effectanalyse (IEA) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ). Het doel van het deelrapport Techniek is om beslisinformatie in beeld te brengen over de technische maakbaarheid en uitvoerbaarheid van de routes op basis van de specifieke aanlegmethode en locatie. Tabel 0.1 laat zien welke aspecten zijn beoordeeld in dit deelrapport.

Tabel 0.1 Overzicht beoordeelde aspecten deelrapport Techniek

Aspecten	Korte beschrijving
Leveringszekerheid	Faalkans leidend tot niet kunnen transporteren van energie
Veiligheid	Veiligheid tijdens aanleg en bij eventueel onderhoud
Technische complexiteit aanleg en onderhoud	Uitdagingen bij aanleg en onderhoud
Objecten, obstakels en hinder	Fysieke objecten, obstakels en hinder bij aanleg en onderhoud
Bodem	Bodemtype waarin kabelsysteem en/of leiding geïnstalleerd wordt en daarmee samenhangend complexiteit van de aanleg

Elk aspect is beoordeeld. De beoordeling gaat via een vierpuntsschaal en geeft aan of een route of station technisch niet uitvoerbaar is, technisch onwenselijk is (uitvoerbaarheid staat onder druk), technisch minder wenselijk is, of voldoet aan technische uitgangspunten.

Platforms op de Noordzee

De beoordeling van de platforms op zee biedt geen onderscheidende inzichten. Op het aspect Objecten, obstakels en hinder zijn alle platforms als minder wenselijk beoordeeld, omdat niet kan worden uitgesloten dat binnen alle zoekgebieden niet-gesprongen explosieven (NGE) kunnen zijn achtergebleven.

Noordzeeroutes

Het inpassen van kabelsystemen in het westelijke deel van de corridors van Noordzeeroutes C en D is technisch onwenselijk vanwege de aanwezigheid van olie- en gasleidingen en platform G17d-AP. Voor het oosten van de corridor van Noordzeeroute A of het westen van de corridor van Noordzeeroute D is een nabijheidsovereenkomst nodig.

Het realiseren van de maximale configuratie voor alle vier de Noordzeeroutes is onzeker door aanwezigheid van NGE, munitie en vliegtuigwrakken. Naar verwachting kan deze wel worden gerealiseerd bij ruimen of verwijderen van aanwezige NGE, munitie en vliegtuigwrakken. Aanvullend bodemonderzoek is nodig om te bepalen of riffen in de corridor van Noordzeeroute A kunnen worden vermeden.

Waddenzeeroutes

Leveringszekerheid - Vanwege de ligging in of nabij betonde vaargeulen en de morfologisch dynamiek in het gebied is de kans op extern falen groter voor de II: Oude Westereems route (kabelsystemen en leidingen) en de V: Boschgat route (kabelsystemen). Op de V: Boschgat route A en A1 (kabelsystemen) en de VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen) hebben de kabelsystemen meerdere verbindingsmoffen nodig, wat de kans op intern falen vergroot.

Veiligheid - De V: Boschgat route A en A1 (kabelsystemen), de VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen) en de VIII: Ameland Wantij route (leidingen) hebben veiligheidsrisico's vanwege de fysieke omstandigheden waarin de aanleg of het onderhoud wordt uitgevoerd, de bereikbaarheid van deze routes en de duur van de uitvoering in deze context.

Technische complexiteit aanleg - De aanleg van kabelsystemen en leidingen langs alle Waddenzeeroutes is om uiteenlopende redenen technisch complex. Voorbeelden van redenen zijn de benodigde baggerwerkzaamheden, de beoogde begraafdiepte en morfologische dynamiek en de bereikbaarheid van routes. De complexiteit van baggerwerkzaamheden maken de II: Oude Westereems route (leidingen) en de IX: Zoutkamperlaag route (leidingen) op dit aspect onwenselijk.

Objecten obstakels en hinder - De II: Oude Westereems route (kabelsystemen) is als technisch onwenselijk beschouwd, door de meerdere kruisingen met de zeekabels van windpark Gemini. Daarnaast zijn alle andere routes, behalve de V: Boschgat route A2 (kabelsystemen), beoordeeld als minder wenselijk door objecten (zoals NGE, wrakken en neerstortlocaties) en hinder (bijvoorbeeld door scheepvaart) langs de routes.

Bodem - De II: Oude Westereems route, de VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen) en de IX: Zoutkamperlaag route zijn minder wenselijk, omdat deze routes naar alle waarschijnlijkheid moeilijk erodeerbare lagen of kleilagen bevatten wat de aanleg technisch complexer maakt.

Landroutes

De landroutes in het westen van het plangebied hebben veiligheidsrisico's door kruisingen met en parallellegging aan buisleidingen met gevaarlijke inhoud (aardgas). De landroutes in en nabij de Eemshaven kennen veiligheidsrisico's door werken nabij grootschalige windturbines en hoogspanningslijnen. Op de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1 (leidingen) worden één of meerdere HDD-boringen ingezet over een lange afstand. Dit maakt de aanleg complex en daardoor minder wenselijk.

Voor het aspect objecten, obstakels en hinder zijn de VIII: Ameland Wantij landroute (leidingen) en de IX: Zoutkamperlaag landroute (leidingen) als technisch onwenselijk beoordeeld. Deze landroutes kruisen verspreide woningen en dorpen waardoor mogelijk onvoldoende ruimte beschikbaar is om de maximale configuratie op veilige afstand van deze bebouwing te ontwikkelen. Verder geldt dat elke landroute bestaande hoogspanningskabels en/of leidingen met gevaarlijke inhoud kruist wat de aanleg complexer maakt. Voor sommige routes dient aanvullend onderzoek in het kader van NEN 3654 te worden uitgevoerd.

Veel landroutes zijn op het aspect bodem als minder wenselijk beoordeeld door hoge kans op aanwezigheid van klei.

Stations op land

Alle zoekgebieden voor de transformator- en converterstations zijn vanuit veiligheidsoogpunt minder wenselijk beoordeeld door kruisingen met hoogspanningslijnen en buisleidingen met gevaarlijke inhoud. Daarnaast ligt zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) binnen de risico contour van de Vopak Terminal. Zoekgebieden Converterstations DDW (Waddenweg) en toekomstige converterstations Oostpolder liggen in de risico contour van grootschalige windturbines. Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) is ook minder wenselijk door twee locaties met mogelijk NGE in het zoekgebied.

Zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstation 13, 14, 24, 25 en 26 zijn technisch onwenselijk door veiligheidsrisico's. Er is geen uitwijkruimte in de zoekgebieden voor het vermijden van bestaande kabels en/of leidingen, hoogspanningslijnen en een grootschalige windturbine.

Daarnaast zijn zoekgebieden 2, 4, 6, 8, 9, 22 en 23 minder wenselijk door beperkte uitwijkruimte voor onder andere bestaande kabels en/of leidingen. Zoekgebieden 2, 3, 11, 15, 22 en 23 zijn minder wenselijk door mogelijke ligging van NGE in de zoekgebieden.

Op het aspect veiligheid is het zoekgebied voor het aanlandingspunt van de tunnel Eemshaven beoordeeld als onwenselijk en zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder als minder wenselijk. Dit vanwege onder andere de aanwezigheid van grootschalige windturbines. Aanvullend overlapt het werkterrein in zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven met buisleidingen met gevaarlijke inhoud en hoogspanningsinfrastructuur. Aanvullend onderzoek is nodig om vast te stellen of het benodigde werkterrein voor de X: Tunnel route kan worden gerealiseerd in zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Eemshaven en Oostpolder vanwege de aanwezige ondergrondse energie infrastructuur en windturbines. Daarom zijn op het aspect objecten, obstakels en hinder het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven als onwenselijk en zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder als minder wenselijk beoordeeld.

Conclusie

De resultaten van deelrapport Techniek geven geen aanleiding om routes uit te sluiten. Wel is de maximale configuratie per route een aandachtspunt. De maximale configuratie heeft betrekking op het maximaal aantal kabelsystemen en/of leidingen dat per route is onderzocht. De maximale configuratie verschilt per route (zie Tabel 5.1, 6.1 en 7.1).

Het is voor alle vier de corridors van de Noordzeeroutes niet met zekerheid te zeggen dat de maximale configuratie maakbaar is zonder aanvullende werkzaamheden om de corridor vrij te maken van obstakels. Nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van NGE, munitie en vliegtuigwrakken binnen de corridors, de afstand tot gasleidingen en boorplatform en de mogelijk voor het vermijden van riffen te bepalen.

De Waddenzeeroutes kennen belemmeringen en uitdagingen voor de inpassing van de maximale configuratie:

- II: Oude Westereems route: De zeekabels van windpark Gemini beperken de ruimte binnen de corridor. Aanvullend onderzoek is nodig in het kader van NEN 3654. Daarnaast is de baggeropgave op deze corridor voor leidingen erg complex. Tot slot kan de westelijke zijlijn van de corridor voor leidingen niet worden gebruikt vanwege de ligging van de COBRA-kabel;
- VII: Schiermonnikoog Wantij route: aanvullend onderzoek naar wrakken in de corridor in de Noordzeekustzone is nodig om te bepalen of de maximale configuratie technisch uitvoerbaar is. Verder gelden er verschillende technische aandachtspunten;
- V: Boschgat route, VIII: Ameland Wantij route en IX: Zoutkamperlaag route: de maximale configuratie lijkt technisch uitvoerbaar. Wel gelden er verschillende technische aandachtspunten.

De VIII: Ameland Wantij landroutes en de IX: Zoutkamperlaag landroute hebben vanwege bebouwing mogelijk onvoldoende ruimte om de maximale configuratie te ontwikkelen.

In en rondom de corridors richting de Eemshaven staan grootschalige windturbines. Deze turbines vormen een obstakel bij het inpassen van (meerdere) kabelsystemen en/of leidingen in deze corridors (VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, alle varianten van de V: Boschgat landroute en alle varianten van de II: Oude Westereems landroutes).

INLEIDING

Dit is het deelrapport over Techniek van de Integrale Effectanalyse (IEA) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven. In de IEA zijn de effecten op omgeving, landbouw, milieu, techniek, kosten, planning en toekomstvastheid onderzocht van meerdere routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en over het vasteland naar Eemshaven. De IEA zorgt ervoor dat de minister van Klimaat en Groene Groei deze effecten 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, waarbij het streven is om deze in 2031 aan te sluiten. 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.

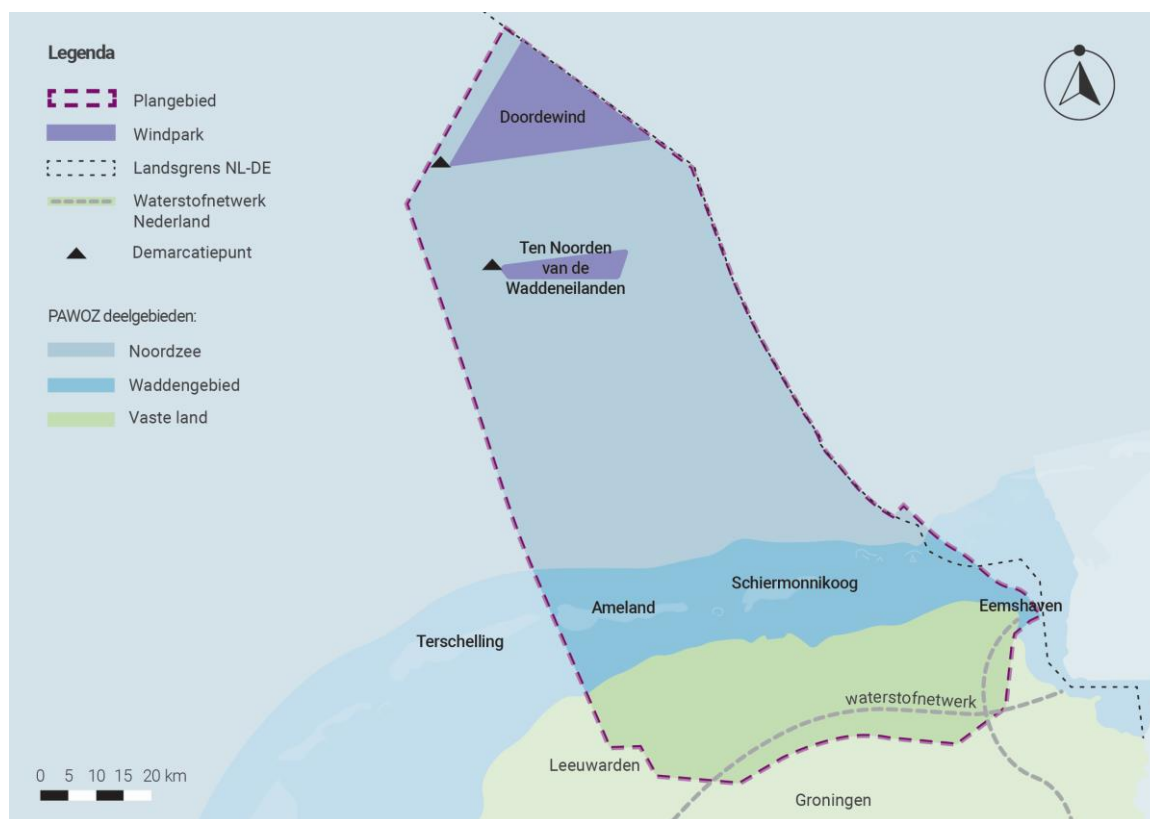
1.3 Plangebied

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

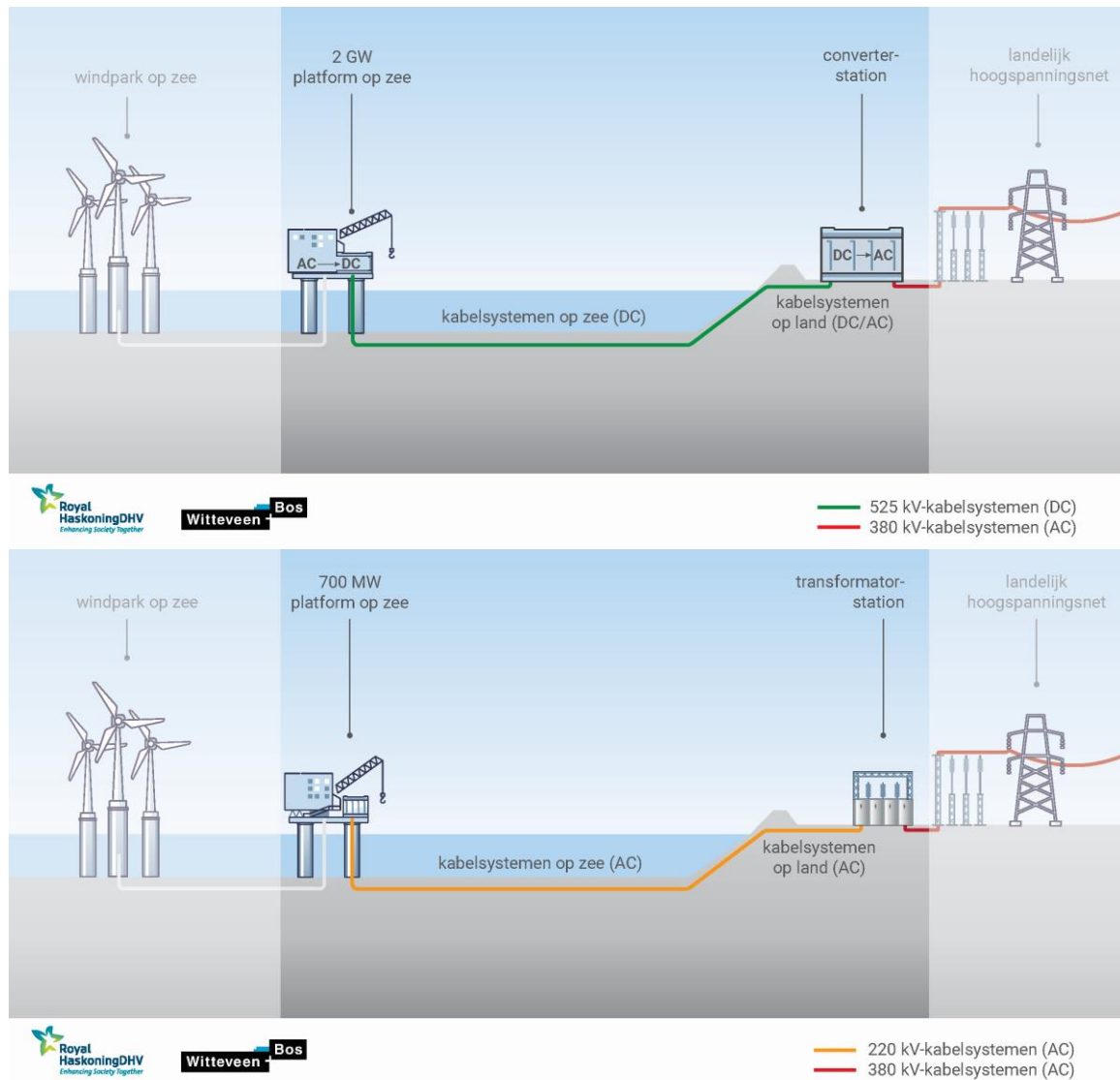
Het voornemen voor PAWOZ is om energie van windparken op zee boven de Waddeneilanden aan te sluiten op het landelijke hoogspanningsnet van TenneT of het Waterstofnetwerk Nederland van Gasunie in de buurt van de Eemshaven. Er is ook onderzocht of een tunnelsysteem kan worden gebruikt om onder het grootste 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 onderzoeksopgave voor PAWOZ bestaat uit vijf gelijkstroom (DC)-verbindingen van 525 kV (2 GW) en twee wisselstroom (AC)-verbindingen van 220 kV (350 MW). 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

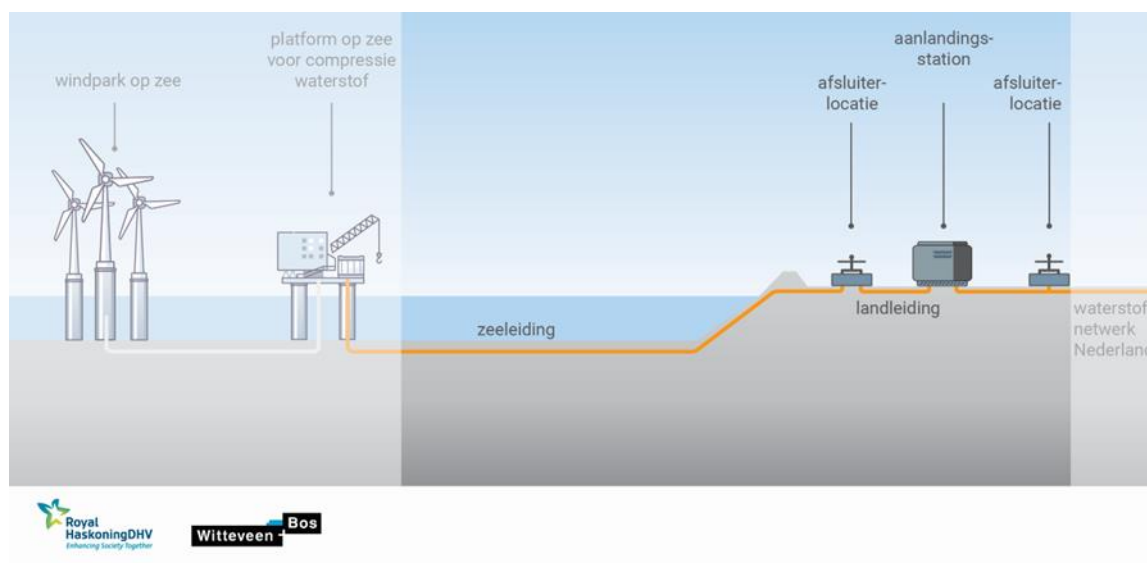
Voordat de kabelsystemen op land kunnen worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet moet de spanning worden getransformeerd naar 380 kV wisselspanning. Dat gebeurt in een transformatorstation. In het geval van een DC-verbinding betekent dit dat deze eerst nog moet worden geconverteerd (van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

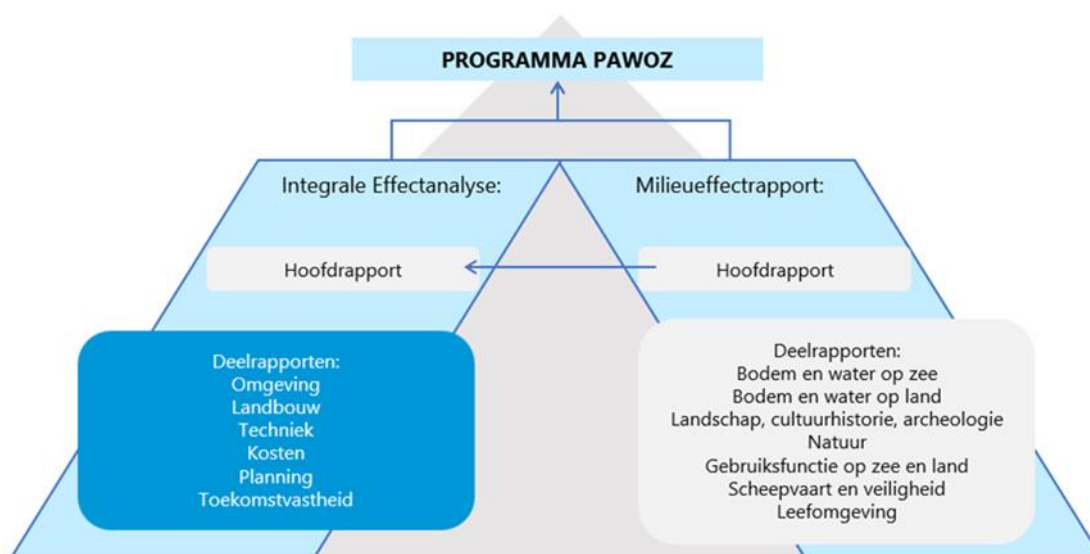
1.4.3 Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven

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

De IEA PAWOZ bestaat uit een hoofdrapport en zes deelrapporten. In het hoofdrapport staan de hoofdlijnen voor de besluitvorming over het Programma. In de deelrapporten staan effectbeschrijvingen en analyses van omgeving, landbouw, techniek, kosten, planning en toekomstvastheid. Dit is het deelrapport over Techniek. Het doel van het deelrapport techniek is om beslisinformatie in beeld te brengen over de technische maakbaarheid en uitvoerbaarheid van de routes op basis van de specifieke aanlegmethode en locatie. Het milieudeel van de IEA is gebaseerd op de resultaten van het MER. De IEA en het MER geven samen de overwegingen op het gebied van milieu, omgeving, landbouw, techniek, kosten, planning en toekomstvastheid voor PAWOZ.

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:

- de geoptimaliseerde routes en zoekgebieden voor stations en het aanlandingspunt voor de tunnel die zijn onderzocht zijn beschreven in hoofdstuk 2;
- hoofdstuk 3 legt de effectbeoordelingsmethodiek uit;
- hoofdstukken 4, 5, 6, 7 en 8 geven de effectbeoordeling voor de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland;
- hoofdstuk 9 geeft een samenvattend overzicht van de beoordelingen van de geoptimaliseerde routes en stations op de Noordzee, Waddengebied en het vasteland.

Het rapport sluit af met de afkortingen- en begrippenlijst.

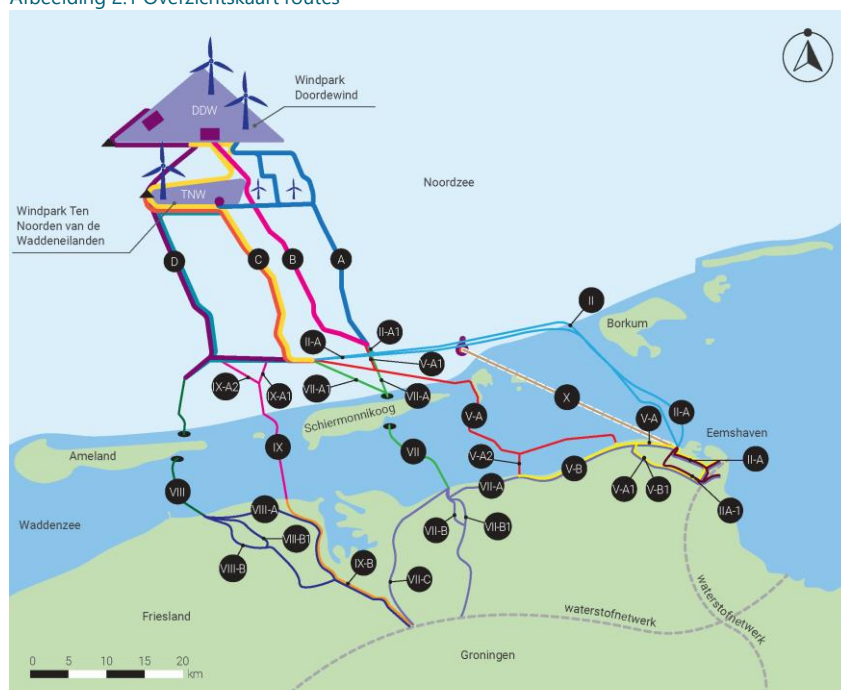
2

ROUTES EN STATIONS

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de onderzochte routes en de locaties van stations beschreven. Afbeelding 2.1 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 2.1 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 2.1 Overzichtskaart routes



Legenda

Noordzee routes kabelsystemen

- A** Parallel aan Gemini kabels
- B** Parallel aan verlaten telecom kabel
- C** Direct naar TNW
- D** Parallel aan bestaande gasleiding

Noordzee routes leidingen

- C** Direct naar TNW
- D** Parallel aan bestaande gasleiding
- ▲ Demarcatiepunt
- Platformen DDW
- Platform TNW1

Waddenzee routes kabelsystemen

- II** Oude Westereems route
- V** Boschgat route
- VII** Schiermonnikoog Wantij route
- X** Tunnel route
- Zoekgebied intredepunt route II

Waddenzee routes leidingen

- II** Oude Westereems route
- VII** Schiermonnikoog Wantij route
- VIII** Ameland Wantij route
- IX** Zoutkamperlaag route
- X** Tunnel route
- Zoekgebied intredepunt route II

Land routes kabelsystemen

- II** Oude Westereems landroute
- V** Boschgat landroute
- VII** Schiermonnikoog Wantij landroute

Land routes leidingen

- II** Oude Westereems landroute
- VII** Schiermonnikoog Wantij landroute
- VIII** Ameland Wantij landroute
- IX** Zoutkamperlaag landroute

2.2 Noordzee

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

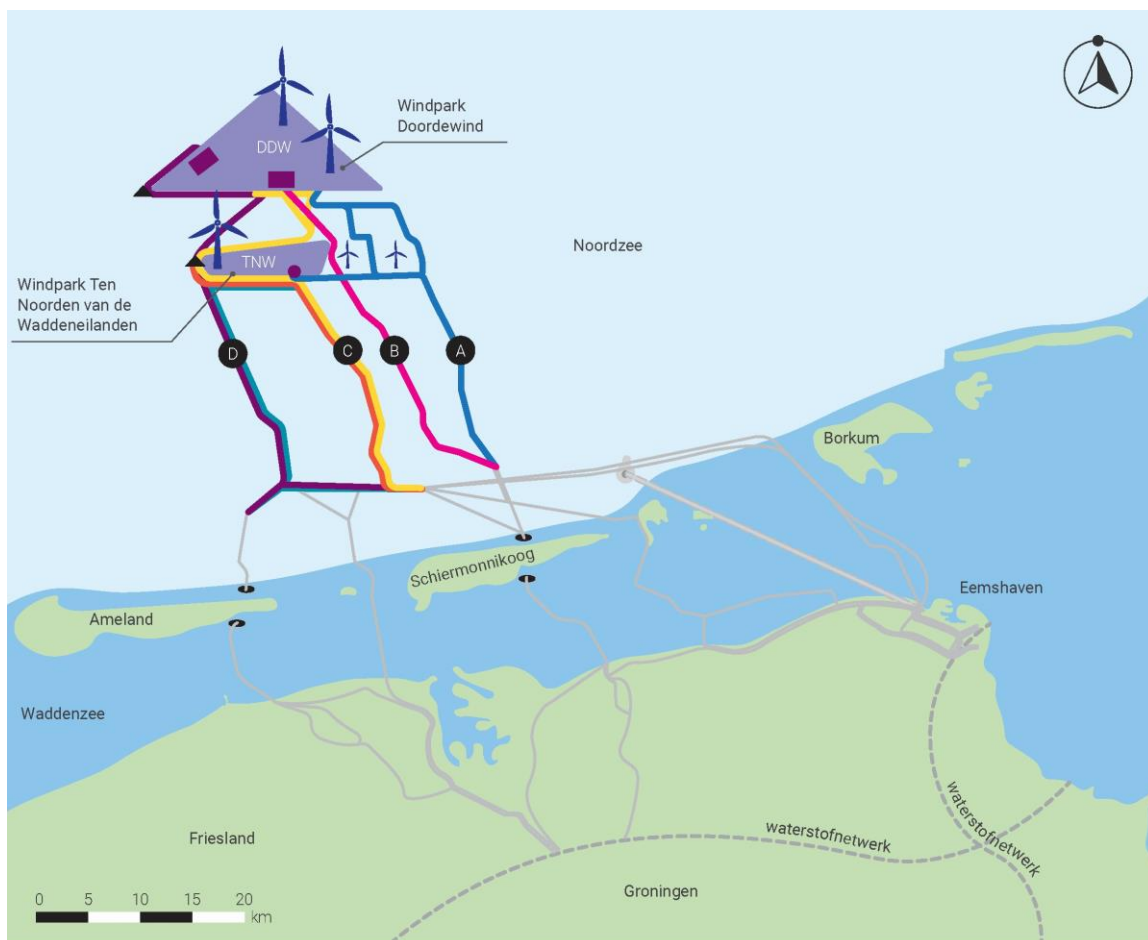
2.2.1 (zoekgebieden) Platforms

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 2.2 als twee paarse blokken en één paarse stip.

2.2.2 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 2.2 Overzichtskaart van de Noordzeeroutes



In Tabel 2.1 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 2.1 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	Variërend: circa 1 km tot max 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

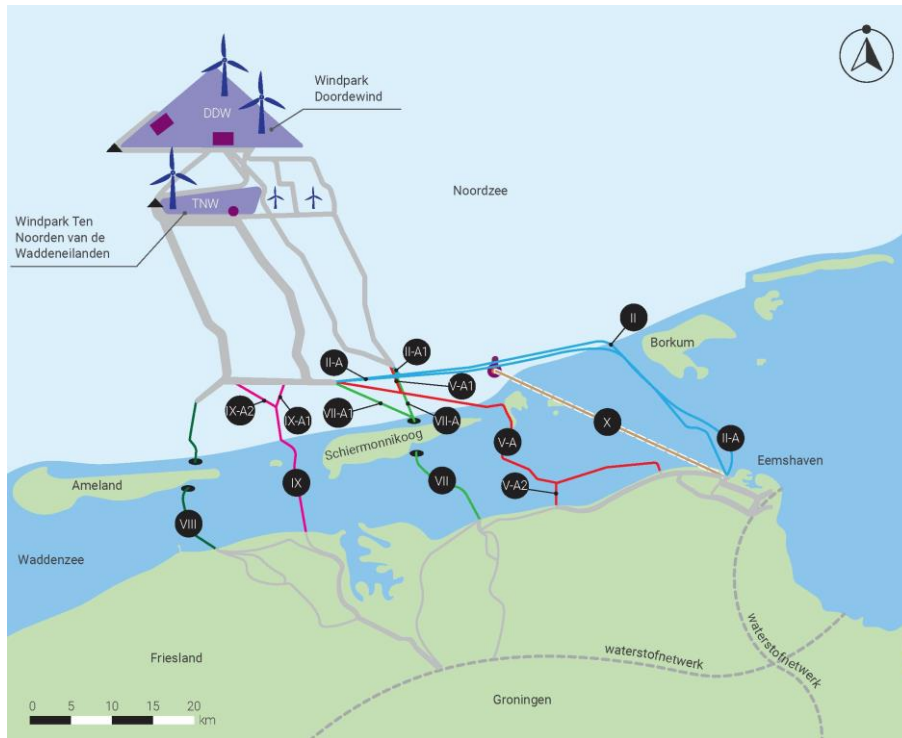
Optimalisaties

- 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.

2.3 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 2.2 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route.

Afbeelding 2.3 Overzichtskaart van de routes door het Waddengebied



Tabel 2.2 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	Variërend: min 700 m tot max 1.300 m (kabelsystemen) min 500 m tot max 700 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 óf 7 kabelsystemen óf 3 leidingen	Variërend: min 1.500 m tot max 4.000 m (kabelsystemen) min 2.000 m tot max 4.000 m (leidingen)
VIII	Ameland Wantij route		3 leidingen	2.000 m
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.

2.3.1 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 Eemsgeul 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.

Optimalisaties

- 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 500 m naar minimaal 700 m tot maximaal 1.300 m voor kabelsystemen;
- verbreding corridor van 500 m naar minimaal 500 m tot maximaal 700 m voor leidingen;
- baggerwerkzaamheden voor de aanleg van leidingen worden beperkt en het baggermateriaal dat ontstaat wordt 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.

2.3.2 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.

Optimalisaties

- baggerwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen worden beperkt en het baggermateriaal dat ontstaat wordt 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.

2.3.3 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.

Optimalisaties

- verbreding corridor van 1.500 m naar minimaal 1.500 m tot maximaal 4.000 m voor kabelsystemen;
- verbreding corridor van 2.000 m naar minimaal 2.000 m tot maximaal 4.000 m voor leidingen.

2.3.4 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.

Optimalisaties

- geen optimalisaties.

2.3.5 IX: Zoutkamperlaag route

De IX: Zoutkamperlaag route is alleen beschouwd voor leidingen. Uitgangspunt van deze route is het volgen van de diepere geulen. De route start ten westen 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 route kruist de waterkering ten westen van Lauwersmeer met een HDD-boring.

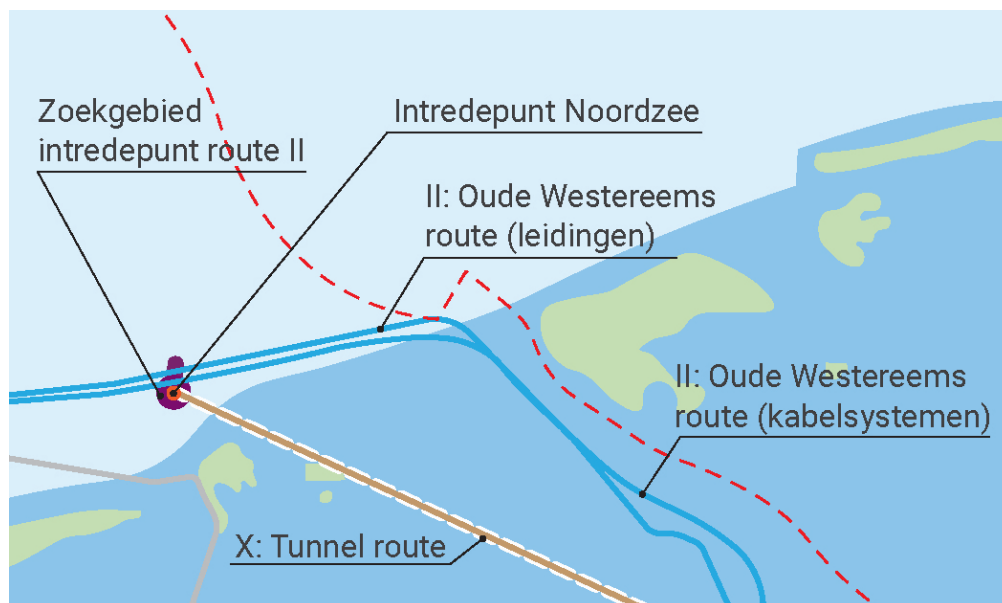
Optimalisaties

- baggerwerkzaamheden voor de aanleg van leidingen worden beperkt en het baggermateriaal dat ontstaat wordt 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.

2.3.6 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 2.4 geeft het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II weer.

Afbeelding 2.4 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.

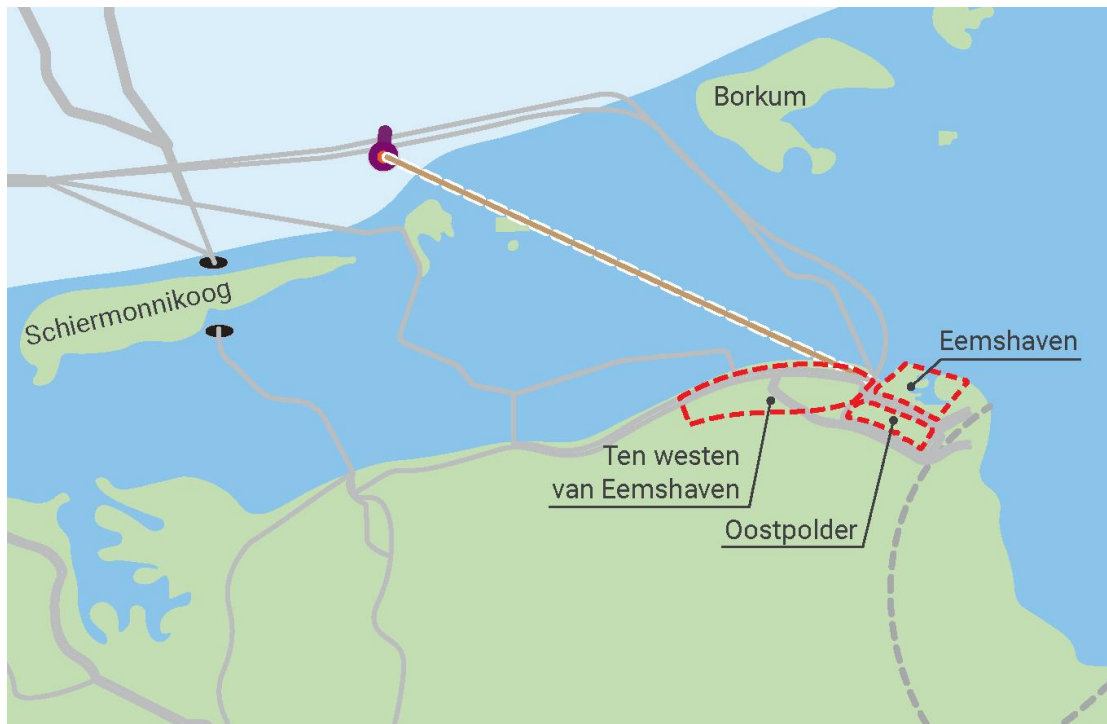
2.4 Vasteland

De paragrafen hieronder beschrijven de routes op het vasteland, de zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de tunnel, de waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties en de transformator- en converterstations die zijn onderzocht.

2.4.1 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Voor het aanlandingspunt van de tunnel zijn drie zoekgebieden onderzocht: Eemshaven, Oostpolder en Ten westen van Eemshaven. Afbeelding 2.5 geeft deze zoekgebieden weer. De kabelsystemen worden vanuit het aanlandingspunt aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet en de leidingen op het Waterstofnetwerk Nederland. Dit is meegenomen als onderdeel van de corridors van de landroutes voor kabelsystemen en leidingen.

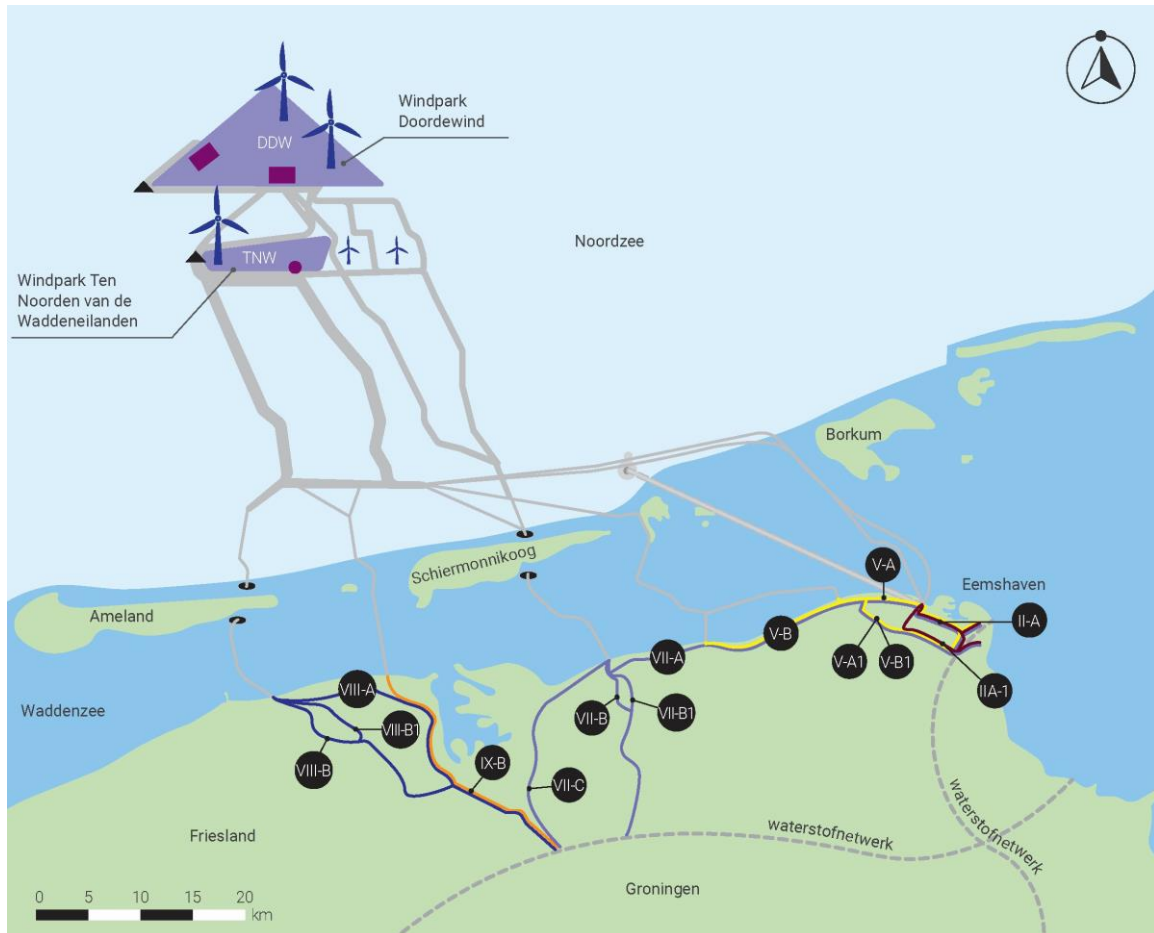
Afbeelding 2.5 Overzichtskaart zoekgebieden aanlandingspunt tunnel



2.4.2 Overzichtskaart landroutes kabelsystemen en leidingen

Er zijn vijf landroutes onderzocht, met diverse varianten. De routes staan in onderstaande afbeelding. In Tabel 2.3 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route.

Afbeelding 2.6 Overzichtskaart van routes op land



Tabel 2.3 Onderzochte configuratie van de routes over het vasteland

Route	Route naam	Variant	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie	Corridor (breedte)
II	Oude Westereems landroute	A, A1	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1.500 m
V	Boschgat landroute	A, A1, B, B1	1 kabelsysteem	500 m
VII	Schiermonnikoog Wantij landroute	A	7 kabelsystemen en 3 leidingen	1.500 m
		B, B1, C	3 leidingen	500 m
VIII	Ameland Wantij landroute	A, B, B1	3 leidingen	500 m
IX	Zoutkamperlaag landroute	B	3 leidingen	500 m

Optimalisaties

- voor delen van de corridor nabij Natura 2000-gebieden is nader ecologisch onderzoek benodigd in de project-MER;
- voor delen van de corridor nabij weidevogelgebieden geldt dat deze gebieden vermeden moeten worden of er nader onderzoek moet worden uitgevoerd naar mogelijke mitigerende maatregelen voor effecten op weidevogelgebieden in de project-MER;
- daar waar woningen in de corridor liggen geldt dat deze moeten worden vermeden;
- voor de delen van de corridor die lopen door gebieden met een hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde uit de late bronstijd -nieuwe tijd en een hoge verwachtingswaarde uit het paleolithicum- vroege bronstijd geldt dat deze moeten worden vermeden. Of, als vermijden niet mogelijk is, dat in de project-MER de mogelijkheid voor passeren met een gestuurde boring moet worden onderzocht inclusief archeologisch onderzoek;
- voor de delen van de corridor waar eendenkooien liggen, geldt dat deze moeten worden vermeden. Of, als vermijden niet mogelijk is, dat in de project-MER de mogelijkheid voor passeren met een gestuurde boring moet worden onderzocht;
- daar waar beschermde dorpsgezichten en monumenten in de corridor liggen, geldt dat deze moeten worden vermeden;
- als er een oude dijk in de corridor ligt maar niet over de volledige breedte, geldt dat de dijk moet worden vermeden of een gestuurde boring moet worden toegepast. Als een oude dijk de volle breedte van de corridor kruist dan moet een gestuurde boring worden toegepast;
- daar waar zich woningen bevinden binnen de significante geluidscontouren (aanlegfase) of bij overschrijding van de geluidsruimte in het gezoneerde bedrijventerrein Eemshaven (gebruiksfase), geldt dat nader geluidsonderzoek moet worden gedaan in de project-MER;
- een gestuurde boring wordt toegepast voor het kruisen van Natura 2000-gebieden of de corridor is versmald (als een corridor deels overlapt met Natura 2000-gebied);
- delen van verschillende landroutes die dezelfde route volgen zijn identiek gemaakt;
- centerlines en corridors zijn aangepast zodat de routes voor kabelsystemen en leidingen aansluiten op de waterstof aanlandingsstations en transformator- en converterstations;
- de landroutes zijn aangepast zodat deze niet meer overlappen met Natura 2000-gebieden (zoals de Waddenzee en de Klutenplas);
- de zoekgebieden en corridors zijn aangepast zodat deze enkel nog op land liggen en niet meer overlappen met de Waddenzee.

De zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de tunnel en de zoekgebieden voor het transformatorstation en de converterstations zijn niet veranderd na optimalisatie. Ook de zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations zijn gelijk gebleven, maar waterstof aanlandingsstation 18 is vervallen.

2.4.3 Landroutes kabelsystemen

De Waddenzeeroutes voor kabelsystemen sluiten aan op een route over het vasteland richting een aansluitpunt op het landelijke hoogspanningsnet in de Eemshaven. De verschillende routes zijn in werkelijkheid één lange route tussen Kloosterburen en de Eemshaven waar op verschillende locaties wordt aangesloten.

Tabel 2.4 Overzicht van routes voor kabelsystemen over land naar de Eemshaven

Aanlandingszone - aansluitpunt	Sluit aan op route door Waddengebied
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II: Oude Westereems route, X: Tunnel route
Uithuizen → Eemshaven	V: Boschgat route
Westernieland → Eemshaven	V: Boschgat route
Kloosterburen → Eemshaven	VII: Schiermonnikoog Wantij route

Vanaf Kloosterburen loopt de route de eerste 10 km parallel aan de Middendijk. Daarna volgt de route tot aan Noordpolderzijl de primaire waterkering binnendijs. Ten oosten van Noordpolderzijl volgt de route de Uithuizerpolderdijk tot aan de Eemshaven. In het gebied ten noorden/noordoosten van Valom loopt de route om het geplande windpark Eemshaven-west. Nabij de poldermolen 'Goliath' komt de landroute bij de Eemshaven aan. De route volgt zoveel mogelijk de rand van agrarische percelen.

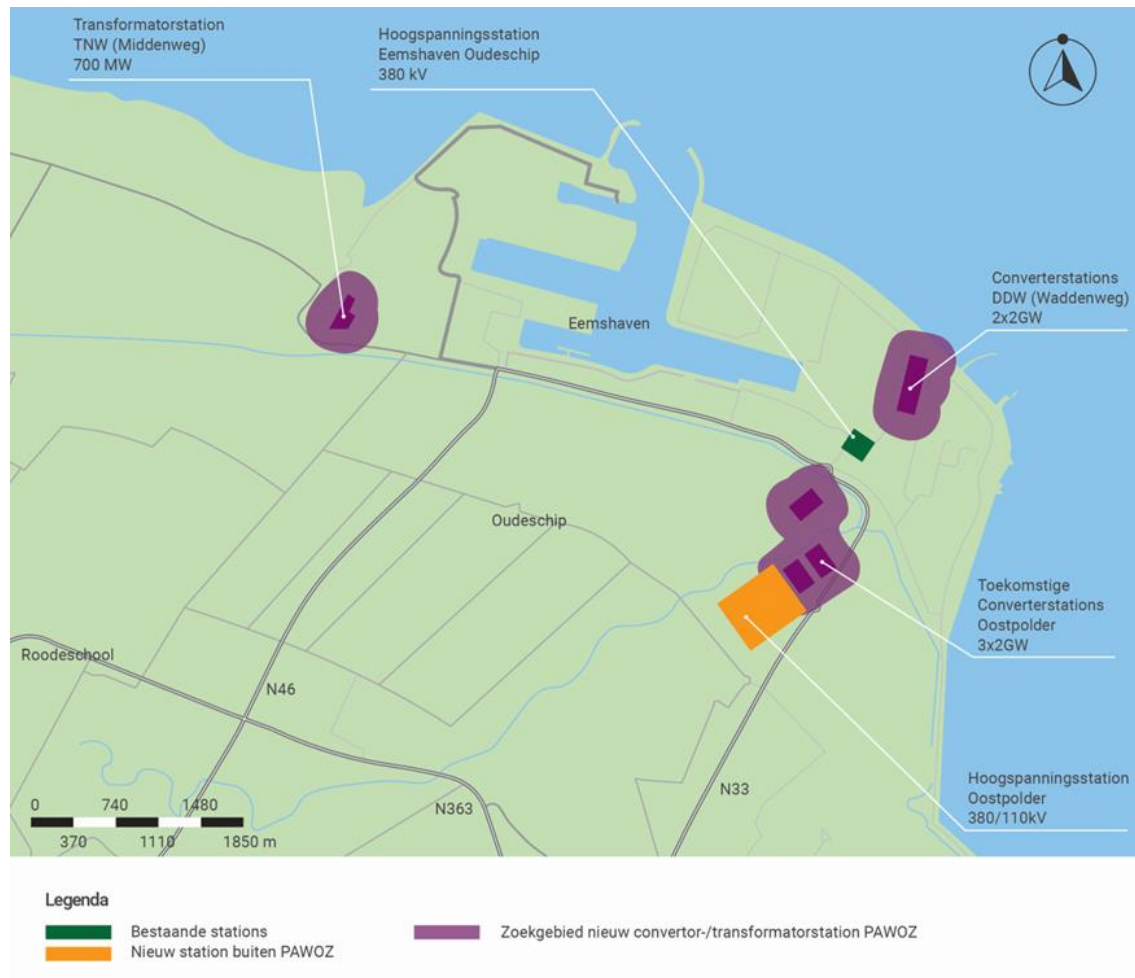
Uitgangspunt is dat de kabelsystemen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Primaire waterkeringen worden gekruist met een HDD-boring.

2.4.4 Zoekgebieden transformator- en converterstations

In Afbeelding 2.7 staan het bestaande hoogspanningsstation Oudeschip in de Eemshaven en de zoekgebieden voor nieuwe hoogspanningsstations, het transformatorstation en converterstations. Omdat de exacte locaties van de nieuwe stations nog niet definitief zijn, zijn bufferzones van 200 meter getekend als zoekgebied van PAWOZ.

In het westen van de Eemshaven ligt het zoekgebied TNW Middenweg. Hier komt het transformatorstation voor windgebied TNW, als deze niet wordt ontsloten met een waterstofverbinding, maar met een elektrische verbinding. In het oosten van de Eemshaven ligt het zoekgebied voor twee converterstations voor windgebied DDW. Ten zuidwesten hiervan is een zoekgebied voor drie converterstations in de Oostpolder voorzien om toekomstige windparken aan te sluiten.

Afbeelding 2.7 Bestaande en voorziene hoogspanningsstations in en rondom de Eemshaven



2.4.5 Landroutes waterstofleidingen

Voor het transport van waterstof met leidingen over land zijn verschillende routes onderzocht. De routes sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland (westelijke routes) en op het Waterstofnetwerk Groningen (in de Eemshaven). Aansluitpunten liggen in de Eemshaven en tussen Grijpskerk en Tjuchem. De routes volgen zoveel mogelijk de rand van agrarische percelen.

Voor de westelijke landroutes voor leidingen is de corridorbreedte 500 m. Voor de landroute vanaf de aanlanding van de VII: Schiermonnikoog Wantij route, die zowel is onderzocht voor kabelsystemen als leidingen, is een corridorbreedte van 1.500 m aangehouden.

Tabel 2.5 Overzicht van routes voor leidingen over land

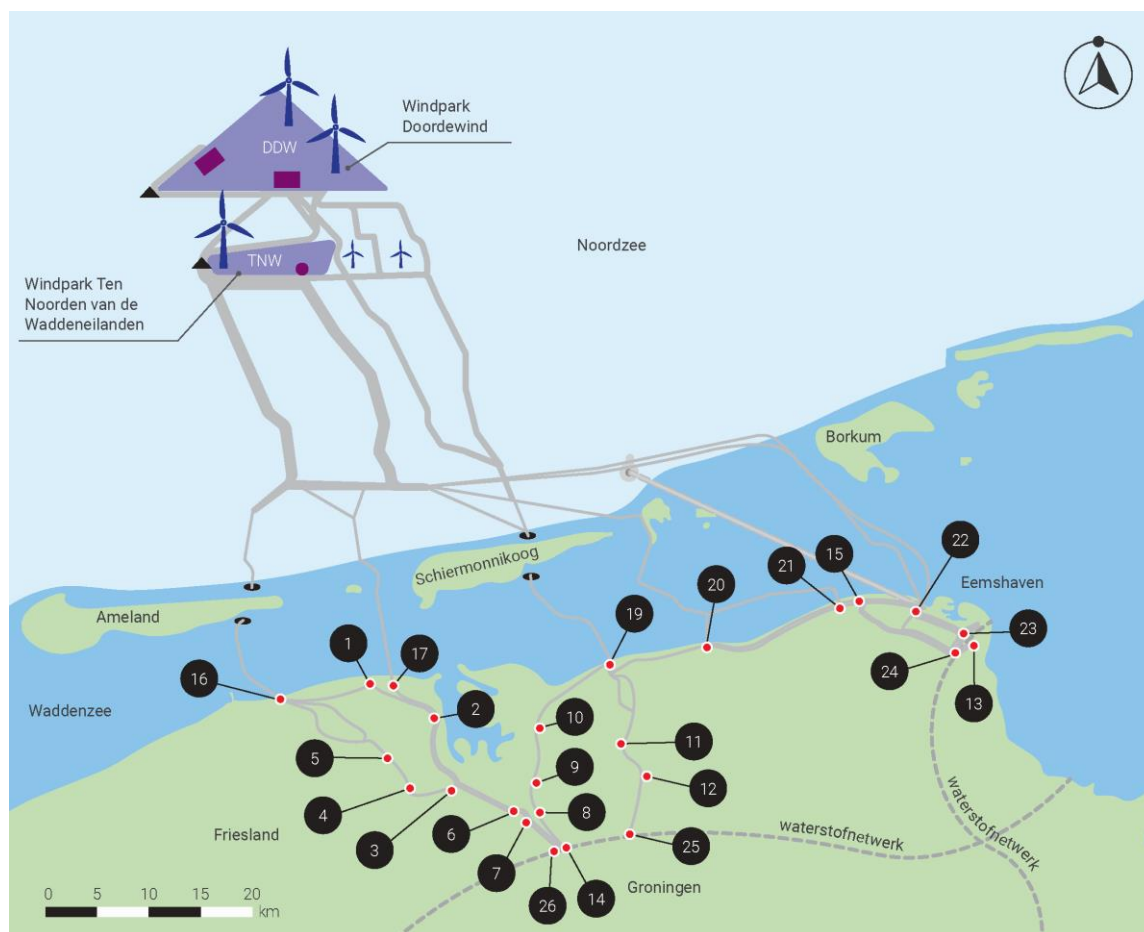
Aanlandingszone - aansluitpunt	Sluit aan op route door Waddengebied
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II: Oude Westereems route, X: Tunnel route
Schiermonnikoog Wantij → Eemshaven	VII: Schiermonnikoog Wantij route
Ameland Wantij (nabij Ternaard) → Waterstofnetwerk Nederland	VIII: Ameland Wantij route
Zoutkamperlaag (nabij Moddergat) → Waterstofnetwerk Nederland	IX: Zoutkamperlaag route
Zoutkamperlaag (nabij Lauwersoog) → Waterstofnetwerk Nederland	IX: Zoutkamperlaag route

Uitgangspunt is dat de leidingen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Primaire waterkeringen worden gekruist met een HDD-boring.

2.4.6 Aanlandingsstations en Afsluiterlocaties

In Afbeelding 2.8 staan de 25 locaties waar waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof zijn onderzocht. Na optimalisatie is waterstof aanlandingsstation 18 vervallen.

Afbeelding 2.8 Te onderzoeken waterstof aanlandingsstations



3

METHODE

3.1 Introductie

Dit hoofdstuk licht toe hoe het onderwerp techniek is beoordeeld. De uitgangspunten die zijn gehanteerd voor de onderzoeken van dit deelrapport zijn opgenomen in paragraaf 3.2. In paragraaf 3.3 is het beoordelingskader opgenomen met daarin het overzicht van de onderzochte criteria. Per criterium is aangegeven welke onderdelen van de elektrische verbindingen en waterstofverbindingen zijn onderzocht. In paragraaf 3.4 is de beoordelingsschaal waarmee dit onderwerp is beoordeeld opgenomen. Tot slot licht paragraaf 3.5 toe hoe de criteria uit het beoordelingskader zijn onderzocht en welke eisen en aanvullende uitgangspunten voor de routes zijn aangehouden.

3.2 Uitgangspunten

De Notitie Routeontwikkeling inclusief onderliggende documentatie van TenneT en Gasunie en het 'deelrapport bouwstenen tunnelconcept' opgesteld door de bureaus vormen de basis voor de effectenbeoordeling in dit deelrapport. Het betreft documentatie over:

- onderbouwing van de aanlegtechniek per route;
- specificatie van het in te zetten materieel inclusief benodigd oppervlakte, toevoerroutes voor personeel en materieel, duur van uitvoering en complexiteit van de werkzaamheden.

In de documentatie die door TenneT en Gasunie is opgesteld is voor de verschillende onderdelen op de Noordzee, in het Waddengebied en op land in beeld gebracht welke aanlegtechnieken worden toegepast. Op de Noordzee worden kabelsystemen/leidingen aangelegd middels een pijpen-/kabellegschip. Waar energie infrastructuur wordt gekruist, kunnen verschillende technieken worden toegepast. Voor de routes in het Waddengebied worden verschillende aanlegtechnieken beschouwd. Kabelsystemen/leidingen op land worden waar mogelijk aangelegd aan de hand van een open ontgraving. Waar nodig worden HDD-boringen toegepast. In de Notitie Routeontwikkeling is per route en per sectie van een route toegelicht welke aanlegtechniek zal worden toegepast.

3.3 Beoordelingskader

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (hierna: NRD) van PAWOZ is onder andere een beoordelingskader voor het thema Techniek opgenomen. Zo is voor het thema Techniek het aspect 'technische uitvoerbaarheid' opgenomen. In overleg met KGG, TenneT en Gasunie is dit aspect uitgebreid naar een vijftal aspecten die samen de maakbaarheid/uitvoerbaarheid/complexiteit van een route/stationslocatie bepalen. Dit zijn de aspecten:

- leveringszekerheid;
- veiligheid;
- objecten, obstakels en hinder;
- technische complexiteit aanleg;
- bodem.

Per aspect zijn verschillende criteria onderzocht. Het betreft criteria uit de NRD, waarbij sommige criteria tekstueel zijn gewijzigd en ook enkele criteria uit de NRD niet zijn overgenomen:

- aantal tie-ins: tie-ins komen niet voor langs de routes;
- aantal cofferdammen (op zee): ondergebracht bij criterium installatietechniek;
- de bereikbaarheid en mogelijkheid van uitbreiding van stationslocaties: detailniveau van onderzoeken is onvoldoende om de bereikbaarheid van stationslocaties op land te onderzoeken. Wel is voor de zoekgebieden gekeken of op basis van aanwezige objecten en obstakels voldoende ruimte beschikbaar is om een station te ontwikkelen.

Tabel 3.1 geeft het beoordelingskader voor het thema Techniek weer. Per criterium is aangegeven voor welk onderdeel van de voorgenomen activiteit deze is onderzocht. Paragraaf 3.5 licht de vijf aspecten en onderliggende criteria toe.

Tabel 3.1 Beoordelingskader thema techniek

Aspect	Criterium	Type criteria: kwalitatief (1)/ kwantitatief (2)	Fase	Elektrische verbinding					Waterstofverbinding				X: Tunnel route (Waddenzee)
				Platform op zee	Kabelsysteem Noordzee	Kabelsysteem Waddengebied	Kabelsysteem op land	Transformator- / converterstation op land	Leiding Noordzee	Leiding Waddengebied	Leiding op land	Waterstof aanlandingsstation	
Leverings zekerheid	Externe en/of interne kans op falen	1	Gebruiksfase		X	X	X		X	X	X		X
Veiligheid	Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)	1	Alle project-fases				X	X			X	X	X
	Bouwen/werken: onder hoogspanning; boven ondergrondse kabels en leidingen; nabij infrastructuur. Incl. Aansluiten op bestaande infrastructuur	1	Aanlegfase				X	X			X	X	
Technische complexiteit aanleg	Ruimte voor uitvoering: werkterrein en ruimte voor uitleg kabel-/leiding	1	Aanlegfase			X	X			X	X		X

Aspect	Criterium	Type criteria: kwalitatief (1)/ kwantitatief (2)	Fase	Elektrische verbinding					Waterstofverbinding				X: Tunnel route (Waddenzee)
				Platform op zee	Kabelsysteem Noordzee	Kabelsysteem Waddengebied	Kabelsysteem op land	Transformator- / converterstation op land	Leiding Noordzee	Leiding Waddengebied	Leiding op land	Waterstof aanlandingsstation	
	Installatietechnieken	1	Aanlegfase	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Bereikbaarheid en voertuig-mobilisatie	1	Alle project-fases			X				X			X
	Morfologische dynamiek en begraafdiepte	2	Alle project-fases		X	X			X	X			X
	Baggerwerkzaamheden	2	Aanlegfase			X				X			X
	Aantal verbindingsmoffen	2	Alle project-fases			X							X
	Aantal cofferdammen	2	Aanlegfase			X				X			
Objecten, obstakels en hinder	Invloed van derden (o.a. waterkeringszone, windturbines, infra, industrie, emc)	1	Alle project-fases				X	X			X	X	X

Aspect	Criterium	Type criteria: kwalitatief (1)/ kwantitatief (2)	Fase	Elektrische verbinding					Waterstofverbinding				X: Tunnel route (Waddenzee)
				Platform op zee	Kabelsysteem Noordzee	Kabelsysteem Waddengebied	Kabelsysteem op land	Transformator- / converterstation op land	Leiding Noordzee	Leiding Waddengebied	Leiding op land	Waterstof aanlandingsstation	
	Kruisingen of parallelligging infra derden op zee (energie infra en telecom)	2	Alle project-fases		X	X			X	X			X
	Kruisingen en parallelligging infra derden op land	2	Alle project-fases				X				X		x
	Aantal kruisingen met keringen en watergangen	2	Alle project-fases				X				X		X
	Kruising of parallelligging van spoorwegen	2	Alle project-fases				X				X		
	Hinder van scheepvaart voor aanleg	1	Aanlegfase		X	X			X	X			X
	Wrakken en obstakels	2	Aanlegfase		X	X			X	X			X
	NGE en munitiestort	2	Aanlegfase	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Aspect	Criterium	Type criteria: kwalitatief (1)/ kwantitatief (2)	Fase	Elektrische verbinding					Waterstofverbinding				
				Platform op zee	Kabelsysteem Noordzee	Kabelsysteem Waddengebied	Kabelsysteem op land	Transformator- / converterstation op land	Leiding Noordzee	Leiding Waddengebied	Leiding op land	Waterstof aanlandingsstation	X: Tunnel route (Waddenzee)
	Aantal HDD-boringen	2	Aanlegfase		X	X	X		X	X	X		X
Bodem	Bodemsamenstelling	1	Alle project-fases	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

3.4 Beoordelingsschaal en toepassing op routes en stationslocaties

Elk aspect uit het beoordelingskader is beoordeeld op basis van technische uitgangspunten uit de Notitie Routeontwikkeling (en de onderliggende documentatie van TenneT en Gasunie). Daarnaast kunnen per aspect aanvullende eisen en uitgangspunten gelden die niet zijn opgenomen in de Notitie Routeontwikkeling. Paragraaf 3.5 beschrijft deze aanvullende eisen en uitgangspunten voor de beoordeling. Niet of deels voldoen aan deze technische uitgangspunten en eisen beïnvloedt de technische maakbaarheid van een route/stationslocatie, dit maakt een route of stationslocatie technisch minder of niet wenselijk.

Beoordelingsschaal

De beoordeling van de criteria uit het beoordelingskader wordt uitgevoerd aan de hand van de beoordelingsschaal in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Beoordelingsschaal

Score	Wanneer toegekend
	route is op dit aspect niet uitvoerbaar
	route is op dit aspect technisch onwenselijk
	route is op dit aspect minder wenselijk
	route voldoet op dit aspect aan technische uitgangspunten

Toepassing beoordelingsschaal

Elke route (op de Noordzee, in het Waddengebied en op land) heeft een corridor en een centerline. De breedte van de corridor verschilt per route. Waarom dit verschilt is toegelicht in de Notitie Routeontwikkeling. De corridorbreedte van een route samen met uitgangspunten over onderlinge afstanden tussen kabelsystemen en leidingen bepaald hoeveel kabelsystemen en/of waterstofleidingen per route wordt onderzocht. Dit is de te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal kabelsystemen en/of leidingen) in een route. In paragrafen 5.1, 6.1 en 7.1 is respectievelijk voor routes op de Noordzee, in het Waddengebied en op land de corridorbreedte en de maximale technisch inpasbare configuratie opgenomen.

Voor elke route zijn zowel de centerline als (de buitenste lijnen van) de corridor onderzocht en beoordeeld op basis van de beoordelingsschaal in Tabel 3.2, er is beoordeeld op basis van expert judgement. De analyse en beoordeling beantwoorden de vragen:

- is een kabelsysteem/waterstofleiding langs de centerline maakbaar op basis van technische uitgangspunten?
- afhankelijk van het criterium dat wordt onderzocht:
 - is een kabelsysteem/waterstofleiding langs de buitenste lijnen van de corridor maakbaar op basis van technische uitgangspunten? Deze vraag is van toepassing op onder andere het onderzoek naar kruisingen van routes met bestaande energie infrastructuur;
 - zijn kabelsystemen/waterstofleidingen binnen de gehele corridor maakbaar op basis van de technische uitgangspunten? Deze vraag is van toepassing op aspecten morfologische dynamiek en de benodigde diepteligging en de ligging van wrakken en niet-gesprongen explosieven binnen de corridor.

Op basis van de beoordeling van de centerline en (buitenste lijnen van) de corridor is per route beoordeeld of de maximale configuratie maakbaar is.

3.5 Onderzoeksmethodieken

Deze paragraaf licht de aspecten en onderliggende criteria van het beoordelingskader nader toe:

- leveringszekerheid (paragraaf 3.5.1);
- veiligheid (paragraaf 3.5.2);
- objecten, obstakels en hinder (paragraaf 3.5.3);
- technische complexiteit aanleg (paragraaf 3.5.4);
- bodem (paragraaf 3.5.5).

3.5.1 Leveringszekerheid

Dit aspect beschouwt de leveringszekerheid van kabelsystemen en leidingen in de gebruiksfase van de verbindingen.

Externe en/of interne kans op falen

Zowel TenneT als Gasunie zetten zich in voor een betrouwbare energievoorziening, waarbij leveringszekerheid een belangrijke rol speelt. De faalkansen van de kabelsystemen en leidingen zijn hieraan gerelateerd.

De faalkans van een kabelsysteem of een leiding is opgebouwd uit de interne en externe faalkans. Interne faalkans is het falen van de kabelsysteem/leiding door het spontaan falen van de interne isolatie in geval van een kabelsysteem of interne corrosie in geval van een leiding. Externe factoren zijn specifieke risico's die het kabelsysteem of de leiding van buitenaf beschadigen met een doorslag, lek of leidingbreuk tot gevolg (bijvoorbeeld: een schip zinkt en raakt een kabelsysteem/leiding of een anker raakt een kabelsysteem/leiding). Het detailniveau van de huidige studie laat het niet toe om per route en per onderdeel de specifieke interne en externe faalkans te berekenen. De kans op falen van een kabelsysteem of leiding is daarom bepaald op basis van de parameters uit onderstaande tabel.

Tabel 3.3 kans op falen kabelsysteem en waterstofleiding

Systeem	Type falen	Parameter
kabelsysteem	intern falen	lengte elektrische verbinding*, aantal verbindingsmoffen
leiding	intern falen	lengte waterstofverbinding*
kabelsysteem en leiding	extern falen	op zee: locatie ten opzichte van druk bevaren vaargeul, (nood)ankergebieden en de morfologische dynamiek in het gebied op land: locatie nabij windturbines (en kans op falen windturbine) en beïnvloeding energie infrastructuur (onderlinge afstand < 50 m)

* Net als in de andere deelrapporten van de IEA, zijn routes en stationslocaties op de Noordzee, in het Waddengebied en op land in aparte hoofdstukken beoordeeld. Zodoende is de lengte van deze routes en daaraan gekoppeld de interne kans op falen ook per onderdeel gepresenteerd (Noordzee, Waddengebied en op land). In een later stadium dient te worden gekeken naar de lengte van routes vanaf het windpark tot aansluiting op het energiesysteem op land.

Voor de X: Tunnel route geldt dat er een faalkansenanalyse op schetsontwerp niveau is uitgevoerd. Hierin is ook wederzijdse beïnvloeding van de energiedragers onderzocht (het falen van bijvoorbeeld de leiding mag niet zorgen voor falen van de kabelsystemen). Daarnaast moeten de verschillende (secundaire) systemen voldoende betrouwbaar zijn om de energiedragers te laten functioneren. Hiervoor is de integrale faalkans voor het tunnelconcept bepaald op basis van:

- de faalkans van de waterstofleiding door verschillende faaloorzaken;
- de faalkans van het civiele ontwerp (inclusief externe faaloorzaken zoals aardbeving, overstroming e.d.) met mogelijke schade aan de tunnelwand;
- de faalkans van de secundaire installaties (koelinstallaties) voor kabelsystemen;
- de faalkans van het kabelsysteem.

Leveringszekerheid kabelsystemen en verbindingsmoffen

Een verbindingsmof wordt toegepast om twee kabeldelen met elkaar te verbinden. Het toepassen van verbindingsmoffen brengt de volgende risico's met zich mee: (1) zwakkere plek langs het kabelsysteem en (2) het risico op menselijke fouten (neemt toe bij meerdere moffen). Voor het bepalen van de leveringszekerheid van kabelsystemen is daarom onder andere gekeken naar het aantal verbindingsmoffen. Hierbij geldt dat een groter aantal verbindingsmoffen de leveringszekerheid negatief beïnvloed.

Op zee geldt bij het inzetten van materieel op droogvallende wadplaten, dat er rekening dient te worden gehouden met de beperkte draagkracht van het wad. Hierdoor is het voor sommige routes in het Waddengebied niet mogelijk om meer dan drie tot vier kilometer kabelsysteem per keer aan te voeren. Deze beperkte kabelaanvoer leidt ertoe dat er circa elke drie tot vier kilometer een verbindingsmof dient te worden gemaakt om de kabeldelen te verbinden. Op routes die worden aangelegd met een kabellegschip, kan tot 40 kilometer aan kabelsystemen worden getransporteerd. Op land geldt dat er elke kilometer een verbindingsmof wordt toegepast.

3.5.2 Veiligheid

Kabelsystemen, waterstofleidingen, stations en onderdelen van de X: Tunnel route moeten veilig te realiseren en te onderhouden zijn. Voor dit aspect zijn per route, zoekgebied voor stations en aanlandingspunt van de X: Tunnel route criteria in beeld gebracht die op hoofdlijnen de veiligheid voor personeel beïnvloeden.

Veiligheid in relatie tot (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden

Dit criterium beschrijft eventuele risicovolle omstandigheden tijdens aanlegoperaties of in de gebruiksfase van de kabelsystemen en leidingen. Voor de aanleg van een kabelsysteem/leiding op de Noordzee en in het Waddengebied is gekeken naar de toegepaste aanlegtechniek en blootstelling van personeel aan eventuele veiligheidsrisico's tijdens de aanlegoperaties. Denk hierbij aan inzet van innovatieve technieken voor de aanleg, langdurige aanwezigheid van personeel op het wad (niet aan boord van een legschip) of aanlegwerkzaamheden op grote diepte, zoals bij de X: Tunnel route.

Voor de aanleg en gebruik van de kabelsystemen/leidingen en stations op land en het aanlandingspunt van de X: Tunnel route is gekeken naar plaatsgebonden risico's van objecten, zoals windturbines of industriële objecten met een externe risicocontour. Hiervoor is gebruik gemaakt van de [Atlas Leefomgeving](#), ontwikkeld door het RIVM, waarin verschillende PR-contouren (Plaatsgebonden Risicocontouren) zijn weergegeven. Deze contouren geven aan waar risicovolle inrichtingen zich bevinden en wat de reikwijdte hiervan is. Voor de routes op land gaat het bij dit criterium met name om windturbines in en nabij de landroutes en corridors. Er wordt gestreefd naar een veilige afstand tot de windturbines. In deze fase is een indicatieve afstand van 250 meter aangehouden ten opzichte van windturbines. Binnen het plangebied is het niet altijd mogelijk om deze afstand aan te houden. Er zal op een later moment bepaald moeten worden of de risico's acceptabel zijn of dat aanvullende maatregelen nodig zijn.. Risico's voor de routes en stations op land door aanwezigheid van energie infrastructuur is in een apart aspect beschouwd (zie hieronder).

Bouwen/werken onder hoogspanningslijnen; boven ondergrondse kabels en leidingen; nabij infrastructuur. Inclusief aansluiten op bestaande infrastructuur

Dit criterium onderzoekt of de routes bestaande bovengrondse hoogspanningslijnen of ondergrondse kabels en leidingen kruisen of parallel hieraan liggen. Dit zijn namelijk locaties waar veiligheidsrisico's kunnen ontstaan voor werken en bouwen boven en onder hoogspanningslijnen of leidingen met gevaarlijke inhoud.

Werken onder hoogspanningslijnen

Veiligheidsrisico's ontstaan onder andere wanneer wordt gewerkt bij hoogspanningslijnen. Bij werkzaamheden - voor aanleg van kabelsystemen/leidingen, realisatie van stations en het aanlandingspunt van de X: Tunnel route - nabij hoogspanningslijnen dienen extra veiligheidsvoorschriften in acht te worden genomen. Voor routes is dit criterium gekwantificeerd door vast te stellen hoeveel meter een route parallel langs een hoogspanningslijn ligt.

Over deze lengte moet namelijk een veiligheidszone voor de aanleg van kabelsystemen/leidingen worden aangehouden. Voor zoekgebieden voor stationslocaties op land en het aanlandingspunt van de X: Tunnel route is onderzocht of hoogspanningslijnen (bovengronds) deze zoekgebieden kruisen en of binnen de zoekgebieden op voldoende afstand van de hoogspanningslijnen een station/het aanlandingspunt kan worden gerealiseerd.

Het PVE.00.002 'Planologische tracersuitgangspunten en locatie-eisen' en het PVE.05.000 'Lijnen' van TenneT stellen de volgende eis: 'TenneT wenst op zo groot mogelijke afstand te liggen van andere kabels en leidingen, maar minimaal conform NEN3654 (PVE.00.002 / AM-Req-1565).' Ook geldt voor de zone onder de hoogspanningslijn ook wel bekend als 'de ZRO-strook', de zakelijk recht overeenkomst (ZRO). TenneT moet in deze strook onderhoud kunnen plegen aan de hoogspanningslijnen. Het plaatsen van een station in deze ZRO-strook zal veilig onderhoud bemoeilijken. Daarom is dit risicovol. Dit betekent dat stations niet onder of zeer nabij hoogspanningslijnen dienen te worden gebouwd. Als er hoogspanningslijnen over een beoogde transformatorstation- of converterstationslocatie heen hangen, dienen deze lijnen mogelijk te worden verplaatst of verkabeld (het ondergronds aanleggen van de hoogspanningslijnen).

Werken nabij/boven leidingen met gevaarlijke inhoud en kabels

Veiligheidsrisico's ontstaan onder andere wanneer wordt gewerkt bij een bestaande pijpleiding met gevaarlijke inhoud of nabij een hoogspanningskabel. Dit geldt zowel bij werkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen als voor de aanleg van het aanlandingspunt van de X: Tunnel route en de stations op land. Door de mechanische invloed van werkzaamheden bij een bestaande pijpleiding met gevaarlijke inhoud is lekkage van gasvormige stoffen mogelijk, eventueel veroorzaakt door erosie. Hierbij kunnen ondergrondse kraters of drukgolven ontstaan, wat mogelijk kan leiden tot lekkage of explosie. Bij werkzaamheden in de buurt van hoogspanningskabels, bestaat het risico op aanraakspanning op metaalhoudende constructies en leidingen. Deze spanning moet binnen veilige grenswaarden blijven. Daarnaast kan het werkterrein voor de bouw van een station (waterstof aanlandingsstation, of transformator-/converterstation) niet boven een buisleiding met gevaarlijke inhoud worden geplaatst in verband met veiligheidsrisico's.

Er is in beeld gebracht of routes en zoekgebieden voor stationslocaties en het aanlandingspunt van de X: Tunnel route nabij bestaande ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud en kabels liggen. In het geval routes/zoekgebieden parallel liggen aan of energie infrastructuur kruisen, zullen passende maatregelen moeten worden getroffen alvorens wordt gestart met bouw en (eventuele) onderhoudswerkzaamheden.

Gebruikte data: 'hoogspanningskabels ondergronds' (KLIC, 2023) en 'buisleidingen transport' (ESRI Nederland, 2023).

Waterstofnetwerk Nederland (WNN)

Het waterstofnetwerk dat wordt aangelegd in Nederland om vijf industriële clusters met elkaar te verbinden, komt onder andere uit in de Eemshaven (één van de vijf clusters). Dit landelijke waterstofnetwerk maakt waar mogelijk gebruik van bestaande leidingen die beschikbaar komen vanwege de afname van aardgastransport in de komende jaren. Voor het huidige plangebied geldt dat het bestaande netwerk niet geschikt is of niet tijdig beschikbaar is, waardoor nieuwe leidingen worden aangelegd voor waterstoftransport.

Waterstof kan bij lekkage mogelijk leiden tot brand of explosie. Omdat het WNN in het plangebied ligt, dient hier rekening mee gehouden te worden. Net als voor buisleidingen met gevaarlijke inhoud en hoogspanningskabels, dient er aan weerszijden van het WNN voldoende afstand te worden aangehouden bij de aanleg van kabelsystemen/leidingen en stations. In het geval routes/zoekgebieden voor stations en het aanlandingspunt X: Tunnel route parallel liggen aan of de WNN kruisen, zullen passende maatregelen moeten worden getroffen alvorens wordt gestart met bouw en (eventuele) onderhoudswerkzaamheden.

Gebruikte data: 'Waterstof Netwerk Nederland (WNN)' (Gasunie, 2023).

3.5.3 Technische complexiteit aanleg en onderhoud

Dit aspect beschrijft de technische complexiteit van de aanleg en eventueel onderhoud van kabelsystemen en leidingen op de Noordzee, in het Waddengebied en op land. Het omvat onder andere uitdagingen zoals werken met beperkte werkruimte, het aanleggen van kabelsystemen en leidingen op de beoogde begraafdiepte, het uitvoeren van baggerwerkzaamheden, het uitvoeren van HDD-boringen en het aanleggen van het tunnelsysteem.

Ruimte voor uitvoering: werkterrein en ruimte voor uitleg kabelsysteem/leiding

Dit criterium beschrijft de specificaties van werkterreinen voor de aanleg van kabelsystemen, waterstofleidingen, stations (binnen de zoekgebieden voor stations) en corridors voor de Waddenzeeroutes en landroutes. Voor dit criterium is onderzocht of er voldoende ruimte binnen de zoekgebieden en corridors beschikbaar is om werkterreinen in te richten en kabelsystemen/leidingen uit te leggen.

Voor de routes op land is het benodigde werkterrein vergeleken met de corridorbreedte die per route is onderzocht. Hierbij is geen rekening gehouden met invloed van derden op land, dit is namelijk een apart aspect dat is beoordeeld onder het criterium objecten, obstakels en hinder. Voor de X: Tunnel route geldt dat er twee werkterreinen nodig zijn: een intredepunt op de Noordzee (circa 800 x 450 m) en een aanlandingspunt nabij de Eemshaven (circa 300 x 400 m). De tussengelegen route wordt volledig geboord met tunnelboormachines als doorkruising van het Waddengebied.

Zoals eerder vermeld worden kabelsystemen en leidingen op land aangelegd door middel van een open ontgraving. Op bepaalde locaties zullen gedeelten van de route worden aangelegd met behulp van een HDD-boring waarvoor een werkterrein van circa 2500 m² benodigd bij het intredepunt, bij het aanlandingspunt is deze wat kleiner. Daarnaast is er ook ruimte nodig voor het uitleggen van gelaste mantelbuizen, dit is 1500x15 meter voor landroutes.

Een HDD-boring wordt alleen toegepast als een open sleuf geen optie is (bijvoorbeeld bij het kruisen van obstakels zoals kabels/leidingen, spoorwegen, bruggen, snelwegen; om rode vlaggen te mitigeren etc.). Een open ontgraving is dus altijd de voorkeursmethode voor uitvoering. Voor een open ontgraving van een kabelsysteem is een totale werkruimte van ongeveer 50 meter nodig. Voor leidingen is een werkruimte van ongeveer 41 meter nodig, verdeeld over de aanlegstrook (10-15 meter), transport (10-15 meter) en grondopslag (20-25 meter).

Gebruikte data: "Vaarwegen Waddenzee en Noordzeekustzone" (Rijkswaterstaat, 2023).

Installatietechnieken

De elektrische- en waterstofverbindingen bestaan uit verschillende onderdelen: de platforms op zee (enkel voor kabelsystemen), de kabelsystemen en leidingen (op de Noordzee, in het Waddengebied en op land) en de stations op land. TenneT en Gasunie hebben in verschillende documenten onderbouwd welke installatietechnieken per onderdeel en per route/zoekgebied worden ingezet (zie bijlagen van de Notitie Routeontwikkeling).

Dit criterium beschouwt of de gekozen installatietechnieken conventioneel of innovatief zijn. Deze beschouwing is gebaseerd op de door TenneT en Gasunie aangeleverde documentatie en het deelrapport bouwstenen tunnelconcept. De inzet van innovatieve aanlegtechnieken heeft mogelijk een verhoogd risicoprofiel. Het is mogelijk dat bij de uitvoeringswerkzaamheden andere installatietechnieken worden ingezet dan voorzien. De markt voor de installatietechnieken is namelijk volop in beweging. Veel aannemers investeren in nieuw kabelinstallatiematerieel en bestaande methoden en technieken worden voortdurend verder ontwikkeld.

Bereikbaarheid en voertuigmobilisatie

Voor de mobilisatie van materieel en de aanvoer van stukken kabelsysteem/leiding in het Waddengebied zijn operaties die de nodige planning en coördinatie vragen. Zo dient er rekening gehouden te worden met het getij en de waterdiepte in het Waddengebied. Dit criterium onderzoekt de complexiteit van de voertuigmobilisatie en aanvoer van de stukken kabelsysteem/leiding.

Met name de aanleg van kabelsystemen/leidingen op het wad, waar materieel via het water wordt aangeleverd, is technisch uitdagend. De afstand tot de dichtstbijzijnde geul en de lengte van de route voor aanvoer van materieel over het wad zijn hier van belang. Een grote afstand tot de geul betekent mogelijk dat voor de aanvoer van materieel grote afstand over het wad moet worden overbrugd. Hierom is de beoordeling van dit criterium gebaseerd op de minimale afstand die overbrugd dient te worden vanaf scheepvaartroute tot desbetreffende route. Daarnaast kruisen sommige routes een Waddeneiland. Hiervoor wordt een HDD ingezet. Voertuigmobilisatie aan de Noordzeekust van de Waddeneilanden is eveneens beoordeeld als complex vanwege beperkte waterdiepte, stroming en getijdewerking.

Een slechte bereikbaarheid en/of beperkte ruimte voor voertuigmobilisatie maakt de aanleg van een kabelsysteem/waterstofleiding complex en daarmee technisch minder wenselijk.

Morfologische dynamiek en begraafdiepte

Dit criterium beschrijft hoe de morfologische dynamiek van de bodem en benodigde begraafdiepte van de kabelsystemen/leidingen invloed hebben op de technische complexiteit van een route. De begraafdiepte beïnvloedt de technische complexiteit van de werkzaamheden tijdens de aanlegfase. Hier geldt dat een kabelsysteem of leiding op een grote begraafdiepte aanleggen complexer is dan een kabelsysteem of leiding net onder het meest recente bodemniveau. Voor het bepalen van de begraafdiepte is gekeken naar de diepte van het niet mobiele zeebed (=NMRL – Non Mobile Reference Level, ook wel het morfologisch ontwerpprofiel), zie ook het 'deelrapport Bodem en Water op Zee'. Per route in het Waddengebied is een morfologisch ontwerpprofiel opgesteld waarin de NMRL is bepaald (bijlage van Notitie Routeontwikkeling). Vervolgens hanteert TenneT een begraafdiepte voor kabelsystemen van 2 m onder het NMRL voor routes in het Waddengebied en 1 m onder het NMRL voor routes op de Noordzee. Gasunie hanteert een begraafdiepte voor leidingen van minimaal 0,8 m onder het NMRL.

Wanneer een kabelsysteem of leiding (intern) faalt moet het kabelsysteem/de leiding worden ontgraven om herstelwerkzaamheden uit te voeren. Tijdens de gebruik-/onderhoudsfase kan de morfologische dynamiek van invloed zijn op de technische complexiteit van zulke onderhouds-/herstelwerkzaamheden. Door de morfologische dynamiek kan de gronddekking in sommige gebieden langs een route in de orde van 10 tot 15 m veranderen gedurende de levensduur van een kabelsysteem/leiding (zie deelrapport Bodem en Water op Zee). De onderhouds-/herstelwerkzaamheden worden complexer wanneer de gronddekking boven het kabelsysteem/de leiding groter is dan circa 5 m. De morfologische dynamiek is gescoord van 1 tot 5, waarbij 1 het minst dynamisch en 5 het meest dynamisch is. In een gebied met een hoge morfologische dynamiek is het risico groter dat de begraafdiepte in de tijd verandert na aanleg (de begraafdiepte in een dynamisch gebied kan toenemen of afnemen). Een hoge morfologische dynamiek maakt de onderhouds-/herstelwerkzaamheden daardoor mogelijk complexer dan in het geval van een lage morfologische dynamiek.

Baggerwerkzaamheden

Om een kabelsysteem of leiding op de gewenste diepte te installeren en om bepaalde locaties toegankelijk te maken voor materieel, worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De complexiteit van het baggerwerk is afhankelijk van een aantal factoren. Allereerst is per route gekeken naar het verwachte volume grond dat moet worden gebaggerd. Op routes met een baggeropgave is vervolgens gekeken naar de bodemsamenstelling en de variëteit van de bodemsamenstelling. Een grote variëteit van de zeebodem vraagt mogelijk om de inzet van verschillende types baggermaterieel, wat de aanleg van een kabelsysteem/leiding complexer kan maken. Daarnaast is in gebieden met veel getijdewerking en stroming de kans op aanzanding/erosie groter, wat baggerwerk complexer maakt dan baggerwerkzaamheden in minder dynamische gebieden.

Daarom geldt, wanneer veel baggerwerk (een groot volume) wordt uitgevoerd op een locatie met een hoge variëteit van de bodemsamenstelling, waar sprake is van veel stroming en de dichtstbijzijnde veilige haven niet direct bereikbaar is, dan is het baggerwerk complex. Dit criterium wordt enkel beschouwd voor de routes in het Waddengebied.

3.5.4 Objecten, obstakels en hinder

Dit aspect richt zich op de fysieke objecten, obstakels of hinder bij het inpassen van de routes en stations. Dit omvat onder andere de kruisingen en parallelleggingen met spoorwegen, waterkeringen en -gangen of infra van derden die de aanleg en het gebruik kunnen beïnvloeden.

Onder het aspect objecten, obstakels en hinder zijn de volgende criteria beschouwd:

- invloed van derden op land;
- kruisingen of parallellegging infra derden op zee (energie-infra en telecom);
- kruisingen of parallellegging infra derden op land;
- kruising met waterkeringen en watergangen;
- kruising van of parallellegging aan spoorwegen;
- lengte parallellegging en kruising hoogspanning op land;
- hinder van scheepvaart voor aanleg;
- vliegtuigwrakken en obstakels;
- NGE en munitiestort;
- HDD-boringen om rode vlaggen uit het MER te mitigeren.

Invloed van derden op land

Dit criterium beschrijft gebieden waar een combinatie van objecten van stakeholders aanwezig zijn, die de inpassing van een kabelsysteem, leiding of stationslocatie ingewikkeld maken. Hierbij kan worden gedacht aan gebieden met gebruiksfuncties zoals wonen en werken, gebieden voor duurzame energieopwekking, en militaire gebieden. Kortom, locaties waar de maakbaarheid van de kabelsystemen, leidingen en stations wordt beïnvloed en waar beperkingen zijn vanuit de verschillende gebruiksfuncties. Voor dit criterium (invloed van derden op land) is gekeken naar de volgende gebruiksfuncties, mede op basis van het deelrapport Gebruiksfuncties van het MER:

- wonen en werken;
- recreatie en toerisme;
- duurzame energie opwek;
- industrie.

Andere criteria die de maakbaarheid op land beïnvloeden zoals kruising van/parallellegging aan (spoor)wegen, kanalen en rivieren en energie infrastructuur zijn separaat behandeld en beoordeeld (zie opsomming van criteria die zijn beoordeeld onder het aspect objecten, obstakels en hinder).

Gebruikte data: 'Windmolens Nederland' (ESRI Nederland, 2023).

Wonen

Deze gebruiksfunctie is gericht op vastgoed met een woonfunctie binnen het plangebied. Uitgangspunt is dat gebouwen worden ontweken.

Werken

Deze gebruiksfunctie is gericht op vastgoed met een werkfunctie. Uitgangspunt is dat bedrijfspanden worden ontweken.

Recreatie en toerisme

De maakbaarheid van het project wordt onder andere beïnvloed door kruisingen met objecten, waaronder objecten met een gebruiksfunctie gericht op recreatie en toerisme.

Duurzame energie opwek

De maakbaarheid van het project wordt beïnvloed door fysieke doorkruisingen van locaties voor duurzame energie opwek. Hierom is onderzocht welke vormen van energieopwekking zich op de route of in de corridor bevinden en of een open ontgraving voor het aanleggen van een kabelsysteem/leidingen haalbaar is. Bij doorkruisingen van een energieopwekkingslocatie zoals een zonnepark is mogelijk een boring nodig. In het geval van doorkruisingen van een windpark, dient te worden onderzocht of het om een enkele turbine gaat of een heel windpark, en of het park de volledige corridor bestrijkt of slechts een deel ervan. Dit vereist mogelijk aanvullend onderzoek om te bepalen of de aanleg en het onderhoud van de kabelsystemen of leidingen nog mogelijk zijn met een open ontgraving bij een windturbine.

Kruisingen en parallellegging infra derden op zee (energie infra en telecom)

Routes op de Noordzee en in het Waddengebied kunnen parallel liggen aan of kruisen met bestaande kabels (zoals hoogspanningskabels en telecomkabels) en leidingen.

Gebruikte data: kaarten 'Hoogspanningskabels ondergronds' (KLIC, 2023), 'Buisleidingen transport' (ESRI Nederland, 2023) en 'Kabels en leidingen in zee' (Rijkswaterstaat, 2023).

Parallellegging

Voor routes op de Noordzee en in het Waddengebied geldt dat bij parallellegging ten opzichte van bestaande kabels/leidingen over afstanden kleiner dan 500 m, overleg nodig is tussen TenneT/Gasunie en de eigenaar van de kabel/leiding. Daarnaast wordt een nabijheidsovereenkomst afgesloten. In een nabijheidsovereenkomst kunnen restricties worden opgenomen wat betreft de inzet van type schepen en installatiemethodes en worden afspraken over wederzijdse aansprakelijkheid gemaakt.

Bij een afstand tot bestaande kabels/leidingen van minder dan 500 m is weinig ruimte beschikbaar voor eventuele hertracering in een latere fase (kleine wijzigingen aanbrengen aan een route). Wanneer tijdens een survey een object of grondcondities worden aangetroffen waardoor hertracering noodzakelijk is kan een afstand van minder dan 500 m mogelijk leiden tot het blokkeren van een route. Daarom is voor dit criterium onderzocht langs welke delen van de routes geen afstand van 500 m kan worden aangehouden. Routes die over een lange afstand (meer dan enkele honderden meters) op minder dan 500 m van bestaande kabels en leidingen liggen, zijn technisch minder wenselijk.

In enkele situaties wordt voor de beschouwing van dit criterium, voor kabelsystemen en leidingen op de Noordzee en in het Waddengebied, afgeweken van de 500 m. Het gaat om de volgende situaties:

- bij parallellegging van een stalen leiding en een AC-verbinding. In zulke gevallen wordt een afstand van 1000 m in plaats van 500 m aangehouden vanwege de kans op onderlinge beïnvloeding tussen AC-kabelsystemen en leidingen. Inductieve beïnvloeding ontstaat door de elektromagnetische koppeling tussen de hoogspanningssystemen en een (metalen) buisleiding. Bij deze koppeling wordt door de stroom in het hoogspanningssysteem een spanning in de buisleiding geïnduceerd (NEN3654:2023 Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen). Deze spanning is ongewenst omdat dit kan leiden tot elektrische schokken, aanraakspanning, en versnelde corrosie van de buisleiding. De mate van inductieve beïnvloeding wordt mede bepaald door de afstand tussen de buisleiding en het hoogspanningssysteem en de lengte van de parallellegging. In de NEN3654 wordt onder andere beschreven aan welke voorwaarden de parallellegging tussen kabelsystemen en leidingen moet voldoen;
- bij parallellegging tussen twee kabelsystemen van TenneT: het uitgangspunt voor de onderlinge afstand tussen twee kabelsystemen op zee is minimaal 200 m. Dit geldt zowel voor AC-kabelsystemen als voor DC-kabelsystemen. De benodigde afstand is afhankelijk van de lokale condities en omstandigheden zoals de aanlegtechnieken, waterdiepte, morfologische dynamiek, kans op falen door externe bedreigingen en de beschikbare ruimte. Als de opgave en lokale condities aanleiding geven om de onderlinge afstand te reduceren tot minder dan 200 m, dient onderzoek te worden uitgevoerd naar faalkansen en onderhoudbaarheid van de elektrische verbindingen.

In onderstaande tabel zijn de onderlinge afstanden waarop wordt beoordeeld samengevat. Situaties waarin deze onderlinge afstanden niet kunnen worden gehandhaafd, worden beoordeeld als technisch minder wenselijk. Een onderlinge afstand kleiner dan 200 m is beoordeeld als technisch onwenselijk. Indien de beschikbare ruimte of de resultaten van de effectenstudie hiertoe aanleiding geven en na afweging van eventuele risico's kan van deze afstanden worden afgeweken mits onderbouwd.

Tabel 3.4 Onderlinge afstanden waarop is beoordeeld

	DC-Kabelsysteem	AC-Kabelsysteem	Leiding
DC-kabelsysteem	500 m óf 200 m als beide kabelsystemen van TenneT zijn	500 m óf 200 m als beide kabelsystemen van TenneT zijn	500 m
AC-kabelsysteem	500 m óf 200 m als beide kabelsystemen van TenneT zijn	500 m óf 200 m als beide kabelsystemen van TenneT zijn	1.000 m
Leiding	500 m	1.000 m	500 m

Kruisingen

TenneT en Gasunie kunnen verschillende aanlegtechnieken inzetten voor het kruisen van bestaande kabels en leidingen op de Noordzee/in het Waddengebied. De in te zetten techniek en de omvang van de ingreep zijn onder andere afhankelijk van eisen van de eigenaar van de kabel/leiding en van lokale omstandigheden zoals de morfologie en waterdiepte. In een kruisingsovereenkomst (ook wel 'crossing agreement' genoemd) wordt samen met de eigenaar van de kabel/leiding vastgelegd welke techniek wordt toegepast. Elke techniek kent een andere doorlooptijd en een andere complexiteit. Daarmee beïnvloeden kruisingen de planning en complexiteit van de aanleg van een kabelsysteem/leiding. Daarnaast kunnen in een kruisingsovereenkomst technische randvoorwaarden worden opgenomen die de maakbaarheid van een route beïnvloeden. Per route wordt het aantal kruisingen met bestaande kabels en leidingen beschouwd. Routes met een groot aantal kruisingen met bestaande kabels en leidingen zijn technisch minder wenselijk vanwege de complexiteit van kruisingen.

Kruisingen en parallellegging infra derden op land

Routes op land kunnen kruisen met of parallel liggen aan bestaande kabels en leidingen op land. Rondom een kabel of leiding op land bevindt zich een invloedszone. Buiten deze zone is negatieve invloed op de kabelsystemen, leidingen en stations verwaarloosbaar geacht, maar binnen de zone kan deze aanzienlijk zijn. Bij het aanleggen van kabelsystemen of leidingen buiten de invloedszone is het niet nodig om de invloedszone te overwegen, binnen de zone wel.

Gebruikte data: 'Hoogspanningskabels ondergronds' (KLIC, 2023), 'Buisleidingen transport' (ESRI Nederland, 2023) en 'Telecom kabels' (KLIC, 2023).

Voor metalen leidingen en AC-kabelsystemen gelden regels uit de NEN 3654:2023: 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen'. In dit rapport is rekening gehouden met de vier verschillende soorten invloeden en de afstanden die bij elke invloedsvorm moeten worden meegenomen. Deze vier soorten invloeden zijn: inductieve en conductieve invloed door elektromagnetische eigenschappen van kabelsystemen, mechanische invloed door waterstofleidingen en thermische invloed door kabelsystemen en leidingen.

De soorten invloeden

Inductieve invloed treedt op wanneer wisselstroom door een stroomkabel loopt, waardoor een veranderend magnetisch veld wordt gegenereerd dat stromen en spanningen in nabijgelegen geleiders opwekt. Zelfs gelijkstroomkabels kunnen spanningen veroorzaken door onzuiverheden en snelle stroomveranderingen, zoals bijvoorbeeld in metalen waterstofpijpleidingen. De opgewekte spanning in de pijpleiding neemt toe naarmate het kabelsysteem langer parallel loopt en de afstand tussen beide kleiner is, met een invloedszone van meer dan 1 kilometer aan weerszijden van het kabelsysteem.

Conductieve invloed zegt iets over de opgebouwde stroom in de grond door de aarding van metalen mantels van hoogspanningskabels. Dit creëert een spanningsgradiënt in de grond rond de aardingspunten, wat een spanningsverschil veroorzaakt over de isolerende coating van geïsoleerde metalen pijpleidingen. Voor conductieve invloed van een AC-kabel op een pijpleiding wordt er 30 meter rond het aardingspunt van de kabel aangehouden. Deze 30 meter is de invloedszone, afkomstig uit de NEN 3654:2023.

Mechanische invloed betreft lekkage van een gasvormige stof, zoals waterstof. Bij een lekkage van een waterstofpijpleiding komt waterstof vrij in de grond en kunnen ondergrondse kraters ontstaan. Als zo'n krater de locatie van een kabelsysteem bereikt, kan de bodem onder het kabelsysteem eroderen, wat mechanische stress op het kabelsysteem veroorzaakt. Bij een potentiële explosie van de vrijgekomen waterstof ontstaat een drukgolf die ook mechanische schade aan het kabelsysteem kan veroorzaken. Voor mechanische invloed van een leiding op een kabelsysteem wordt 30 meter aan weerszijden van de pijpleiding aangehouden.

Ten slotte is er thermische invloed. Kabels geven warmteverliezen wat tot resultaat heeft dat de grond rond het kabelsysteem wordt opgewarmd. Als een pijpleiding te dicht bij een kabelsysteem is geplaatst kan de warmte worden overgebracht. Vanuit een (waterstof)pijpleiding gaat ook warmte verloren wat invloed kan hebben op een kabelsysteem. Dit kan leiden tot explosiegevaar. Om deze reden is de invloedsafstand van een kabelsysteem 5 meter aan weerszijden, van een pijpleiding is geen afstand gegeven maar een 'waarschijnlijkheids gebaseerde' waarde door de onwaarschijnlijkheid van een explosie of vuur ondergronds.

Voor TenneT is alleen de invloed van de pijpleidingen op een kabelsysteem relevant. Daarom is een afstand van 30 m tussen pijpleidingen en AC- en DC-kabelsystemen op land acceptabel voor TenneT zonder de noodzaak van verdere studies. Als een afstand onder de 30 m wordt overwogen, zou TenneT intern moeten overleggen en mogelijk een onderzoek moeten uitvoeren. Voor Gasunie gelden de volgende afstanden tot andere energie infrastructuur: 50 meter tot een AC-kabelsysteem, 20 meter tot een DC-kabelsysteem en 7 meter tot een andere leiding. Wel gelden voor deze afstanden verschillende voorbehouden, zoals de noodzaak van detailberekeningen om definitieve afstanden vast te stellen bij parallelligging met AC- en DC kabelsystemen. De onderlinge afstanden inclusief voorbehouden die Gasunie hanteert zijn opgenomen in onderstaande afbeelding. Om risico's met betrekking tot onderlinge beïnvloeding in beeld te brengen, is een GIS analyse uitgevoerd waarbij is gekeken naar kruisingen met en parallelligging ten opzichte van bestaande kabelsystemen en buisleidingen. Op basis van bovenstaande toelaatbare onderlinge afstanden, is in de GIS analyse gekeken naar parallelligging op 50 m afstand.

Afbeelding 3.1 Tussenafstanden hoogspanningskabels en Gasunie buisleidingen inclusief voorbehouden

LAND (afstanden in m)	Leiding gasunie
Kabel Tennet HVac	50 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾
Kabel Tennet HVDC	20 ⁽⁵⁾⁽⁷⁾⁽¹²⁾
Leiding Gasunie	7 m hart op hart ⁽⁹⁾⁽¹²⁾
Kabel HVac niet TenneT	50 ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽¹¹⁾
Kabel HVDC niet TenneT	nvt ⁽¹⁰⁾
Andere leidingen	7 m hart op hart ⁽⁹⁾⁽¹²⁾

⁽⁵⁾: detailberekeningen nodig om definitieve tussenafstand vast te stellen

⁽⁶⁾: op basis van K2 waarden uit NEN 3654 voor 220kV/400kV ZONDER mitigerende maatregelen

⁽⁷⁾: afstand gelijk aan die is aangenomen voor DRC (info vanuit de NEN KB werkgroep)

⁽⁹⁾: Gasunie beheersmaatregel

⁽¹⁰⁾: vanuit NEN / NTA is alleen een 2GW Tennet kabel configuratie toegestaan

⁽¹¹⁾: met maatregelen 10-tallen meters bij lange parallelloop. **!! Eerst voorkomen en dan pas mitigeren!!**

⁽¹²⁾: niet gedefinieerd in de NEN 3654

Kruisingen met waterkeringen en watergangen

Kruising waterkeringen

Voor dit criterium zijn het aantal kruisingen van de routes en stationslocaties met primaire waterkeringen en watergangen in beeld gebracht. Dit is gedaan met een GIS-analyse. Het criterium wordt beoordeeld op basis van het aantal kruisingen van routes en zoeklocaties met primaire waterkeringen en watergangen. Het is in principe niet toegestaan om stations in een waterkeringszone te bouwen, omdat de bouw en bijbehorende graafwerkzaamheden de stabiliteit van de waterkering kunnen aantasten. Hierdoor kunnen aanvullende technische maatregelen nodig zijn om de goede werking van de waterkering te waarborgen.

Gebruikte data: 'Primaire keringen wetterskip Fryslân' (Wetterskip Fryslân, 2023), 'Secundaire keringen wetterskip Fryslân' (Wetterskip Fryslân, 2023), 'Keringen legger waterschap Hunze en Aa's' (Waterschap Hunze en Aa, 2023) en 'Keringen legger Waterschap Noorderzijlvest' (Waterschap Noorderzijlvest, 2023).

Kruising watergangen

Kabelsystemen en leidingen op land worden waar mogelijk aangelegd middels een open ontgraving. Voor het kruisen van watergangen, kanalen en rivieren wordt een HDD-boring ingezet. HDD-boringen op land zijn een conventionele aanlegtechniek. De maximale breedte van kanalen en rivieren in het plangebied zijn goed te overbruggen met een HDD-boring.

Voor dit criterium is het aantal kruisingen met kanalen/rivieren in beeld gebracht. Daarmee is het aantal HDD-boringen dat wordt ingezet om deze kruisingen te realiseren bepaald.

Gebruikte data: 'Watergangen primaire wetterskip Fryslân' (Wetterskip Fryslân, 2023), 'Watergangen secundair wetterskip Fryslân' (Wetterskip Fryslân, 2023) en 'Nationale wateren' (Rijksuniversiteit Groningen, 2023).

Kruising of parallellegging van spoorwegen

Voor dit criterium zijn parallellegging aan en kruisingen met spoorwegen in beeld gebracht. Bij dit project wordt een HDD-boring toegepast wanneer een route een spoor kruist. Mocht dit niet mogelijk zijn door beperkte ruimte of als de benodigde diepte niet kan worden bereikt, dan wordt een GFT (boring volgens Gesloten Front Techniek) toegepast.

ProRail, de spoorwegbeheerder, heeft als randvoorwaarde aangegeven dat een schuine in plaats van een haakse kruising van het spoor niet gewenst is. Dit betekent dat een HDD-boring voor een kruising met een hoofdspoorweg bij voorkeur haaks moet plaatsvinden. In bijzondere gevallen kan de beheerder desgevraagd hier mogelijk van afwijken. Om een veilige kruising mogelijk te maken, dient de HDD-boring op de plek van de kruising op voldoende diepte te zitten om geen effect op het spoor te hebben.

Gebruikte data: 'Spoorwegen' (PDOK, 2024).

Hinder van scheepvaart voor aanleg

Voor het criterium 'hinder van scheepvaart voor aanleg' is de aanwezigheid van betonde scheepvaartgeulen op de Noordzeeroutes en Waddenzeeroutes beschouwd. Kruisingen met of ligging in vaarwegen kunnen tijdens de aanlegfase leiden tot vertragingen, omdat er rekening dient te worden gehouden met passerende schepen en mogelijk extra eisen aan het type materieel dat kan worden ingezet. Per route is bepaald of de route in een scheepvaartgeul ligt of er een kruist. Daarnaast is aangegeven of de verwachting is dat scheepvaartverkeer eenvoudig omgeleid kan worden om de hinder voor de aanleg te beperken.

Gebruikte data: 'Vaargeulen Waddenzee' (zeekaart, 2023) en 'Vaargeulen EemsDollard' (Rijkswaterstaat, 2023).

Wrakken en obstakels

De aanwezigheid van wrakken en obstakels kan de aanleg van kabelsystemen en leidingen technisch complexer maken. Ten behoeve van het MER is door REASeuro (uit Quickscan-NGE PAWOZ-Eemshaven, REASeuro, 2024) een bureauonderzoek uitgevoerd. In dit bureauonderzoek is in beeld gebracht hoeveel vliegtuigwrakken langs de route aanwezig zijn. Dit is een inschatting. Daarnaast heeft REASeuro enkel gekeken naar wrakken door oorlogshandelingen. Er kunnen ook wrakken op de zeebodem liggen door ander toedoen dan oorlogshandelingen, deze zijn in deze fase niet in beeld. Pas wanneer surveys zijn uitgevoerd kan worden vastgesteld hoeveel wrakken en obstakels daadwerkelijk langs de route aanwezig zijn.

Niet gesprongen explosieven (NGE) en munitiestort

Op de zeebodem, in de bodem en op het land liggen niet gesprongen explosieven die zijn achtergebleven na de oorlogshandelingen van beide wereldoorlogen en militaire activiteiten op zee en land. Deze niet gesprongen explosieven kunnen een gevaar vormen voor mensen die betrokken zijn bij de installatie van kabelsystemen en leidingen, zowel op zee als op het land. Ten behoeve van het MER is door REASeuro een bureauonderzoek uitgevoerd. In dit bureauonderzoek is in beeld gebracht hoe groot de kans is op het aantreffen van NGE langs de route. Per deelgebied heeft REASeuro de kans geclassificeerd als onwaarschijnlijk, laag, verhoog en hoog. De beoordeling van het aspect Objecten, obstakels en hinder, waaronder NGE en munitiestort valt, en de andere aspecten wordt uitgevoerd op basis van de beoordelingsschaal zoals gehanteerd in voorliggend rapport, welke is beschreven in paragraaf 3.4.

HDD-boringen om rode vlaggen uit het MER te mitigeren

Sommige routes bevatten HDD-boringen om significantie effecten die uit het MER naar voren zijn gekomen te mitigeren. Onder dit criterium wordt de benodigde lengte van deze HDD-boringen in beeld gebracht als eerste indicatie voor de maakbaarheid van deze boringen. In een latere fase dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd naar de maakbaarheid van deze HDD-boringen

3.5.5 Bodem

Bodemsamenstelling

De maakbaarheid van een kabelsysteem of leiding is onder andere afhankelijk van het bodemtype waarin een kabelsysteem of leiding geïnstalleerd wordt en de installatiemethode die wordt toegepast. Hierbij geldt dat een bodemsamenstelling met klei en moeilijk erodeerbare lagen (potklei en keileem) de aanleg van een kabelsysteem of leiding bemoeilijkt, evenals harde structuren op de zeebodem.

Voor routes op de Noordzee is gebruik gemaakt van onderzoek naar harde structuren op de zeebodem uit het deelrapport Bodem en Water op Zee. Voor routes in het Waddengebied is in de studie 'Morfologisch ontwerpprofiel' (bijlage bij de Notitie Routeontwikkeling) in beeld gebracht waar moeilijk erodeerbare lagen voorkomen. Daarnaast is data uit het DINOLOket gebruikt om te bepalen welke grondsoort dominant is voor routes in het Waddengebied en op land. De gebruikte brondata uit het DINOLOket is gebaseerd op boringen en betreft berekende waarden over de grondsoorten bij een boring. Deze waarden kennen een bepaalde onzekerheid. Dit wordt veroorzaakt door de verschillende dichtheid aan boringen in verschillende gebieden. Hierom wordt in de beoordeling van de bodemsamenstelling gesproken van een waarschijnlijke klasse/grondsoort. De aanleg van een kabelsysteem of leiding in routes waar mogelijk klei voorkomt en/of routes (alleen in het Waddengebied) waar mogelijk harde lagen voorkomen (Waddengebied) kan complex zijn.

Langs routes waar moeilijk erodeerbare lagen aanwezig zijn kan het Non-Mobile-Reference-Level (NMRL of morfologisch ontwerpprofiel) aan de bovenzijde van de moeilijk erodeerbare laag liggen (deze laag erodeert immers moeilijk en kan op sommige locaties worden gezien als het laagste verwachte bodemniveau). Omdat het kabelsysteem/leiding ook nog een gewenste minimale dekking moet hebben onder het NMRL, komt de begraafdiepte daarmee in de moeilijk erodeerbare laag te liggen. Bij het begraven van een kabelsysteem/leiding in een moeilijk erodeerbare laag kan deze laag worden doorbroken. Als onder de moeilijk erodeerbare laag een makkelijk erodeerbare laag (bijvoorbeeld zand) aanwezig is dan kan dit lokaal tot versnelde erosie leiden, wat de dekking van het kabelsysteem/leiding ondermijnt. Met dit risico van versnelde erosie moet rekening worden gehouden.

4

EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING PLATFORMEN NOORDZEE

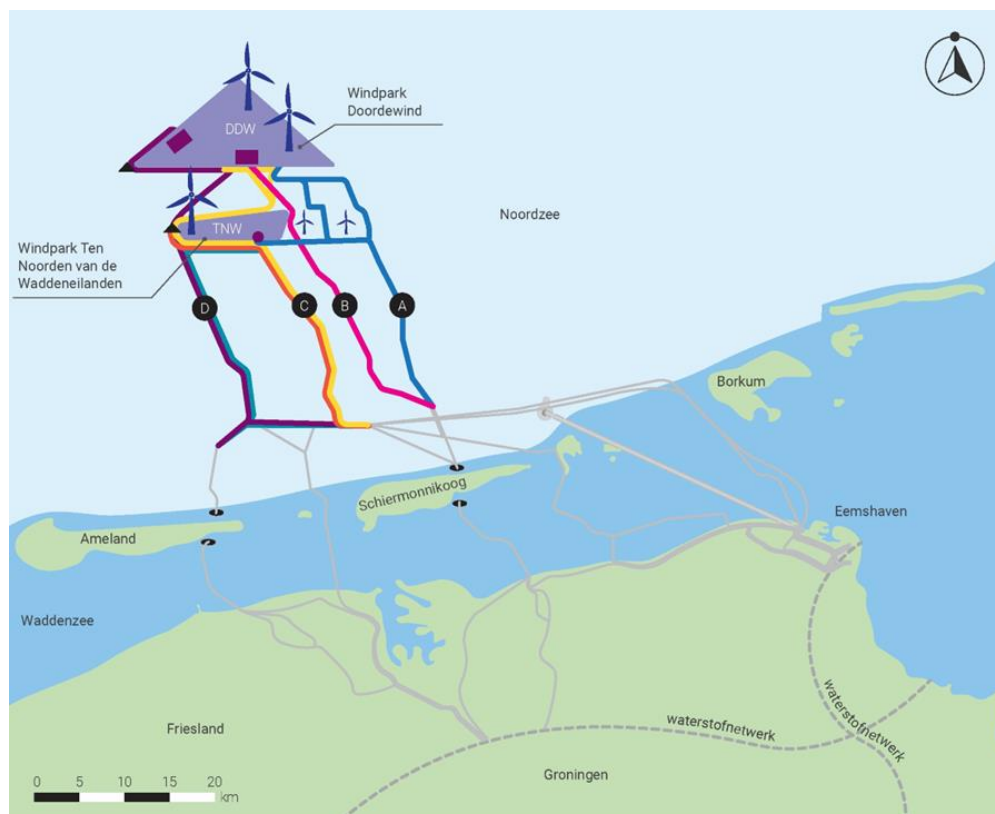
4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk presenteert de maakbaarheid van de platformen op de Noordzee (enkel voor de ontwikkeling van een elektrische verbinding). De zoekgebieden die zijn onderzocht zijn geïntroduceerd in hoofdstuk 2 en in meer detail toegelicht in de Notitie Routeontwikkeling. Dit hoofdstuk begint met algemene informatie per zoekgebied. De resultaten van effectenanalyses van de zoekgebieden zijn opgenomen in paragrafen 4.3 en 4.4. Deze analyse op criteriumniveau ligt ten grondslag aan de beoordeling per aspect. Tenslotte geeft paragraaf 4.5 een overzicht van de beoordeling per zoekgebied. De beoordeling is gepresenteerd in tabelvorm inclusief toelichting op onderscheidende effecten per aspect.

4.2 Algemene informatie per platform op zee

Afbeelding 4.1 toont de zoekgebieden voor platformlocaties in windgebieden TNW en DDW. Tabel 4.1 geeft de algemene informatie voor de platformen op de Noordzee weer.

Afbeelding 4.1 Windgebieden Doordewind en Ten noorden van de Waddeneilanden, inclusief Noordzeeroutes



Tabel 4.1 Algemene informatie zoekgebieden platformen Noordzee

Platform	Kabelsystemen en/of leidingen
Zoekgebied DDW-1	Kabelsystemen
Zoekgebied DDW-2	Kabelsystemen
Platform TNW 1	Kabelsystemen en leidingen

4.3 Technische complexiteit aanleg

4.3.1 Installatietechniek

Tabel 4.2 beschrijft de verschillende installatietechnieken bij elke fase van de installatie van de platformen. De platformen bestaan hoofdzakelijk uit vier onderdelen:

- 1 de topside: het deel van het platform waar de meeste installaties zich bevinden, waaronder het converterstation;
- 2 de jacket: de ondersteunende structuur voor de topside die ook de "J-tubes" bevat. Deze "J-tubes" vervoeren de kabelsystemen van de zeebodem naar de topside;
- 3 fundatiepalen: deze palen verankeren de jacket-structuur aan de zeebodem;
- 4 erosiebescherming rond de jacket: deze zorgt ervoor dat erosie de stabiliteit van de jacket en platform niet bedreigt.

Onder de tabel wordt aangegeven of het wel of niet conventionele technieken betreft.

Tabel 4.2 Fase en beoogde installatietechniek van de verschillende platforms

Platform	Fase	Installatietechniek
Zoekgebieden DDW-1 en DDW-2	Topside installatie	- <u>Float-Over Methode</u> : Een catamaran vaart naar de jacket totdat het jacket zich tussen de rompen van het schip bevindt. Vervolgens wordt de bovenzijde van de catamaran verlaagd zodat deze op de jacket komt te liggen.
	Fundatie en Jacket-installatie	- <u>Plaatsing</u> : hijsschip tilt de jacket van de vrachtponton en plaatst deze op de zeebodem. Het hijsschip gebruikt dynamische positionering of ankers om op zijn plaats te blijven. - <u>Heien van Funderingspalen</u> : funderingspalen worden met een offshore heihamer (hydraulisch) in de zeebodem geheid, met mitigatiemaatregelen zoals een bellenscherm en een noise mitigation vessel om onderwatergeluid te verminderen.
	Erosiebescherming	<u>Stenen storten</u> : een stenenstorter brengt stenen via een valpijp op de zeebodem rondom de jacket aan.
Platform TNW1	Topside installatie	Plaatsing: de topside wordt op de jacket getild met een hijsschip.
	Fundatie en Jacket-installatie	- <u>Installatie</u> : zie beschrijving DDW. - <u>Heien van Funderingspalen</u> : zie beschrijving DDW. - <u>Verbinding tussen Palen en Jacket</u> : de palen ondersteunen de jacket en later de topside.
	Erosiebescherming	zie beschrijving DDW.

De installatietechnieken voor de platformen zijn over het algemeen vaak toegepast, een 700 MW platform is al meerdere malen geïnstalleerd. De methodes van de TNW (700 MW) en de DDW (2 GW) platformen lijken grotendeels op elkaar, behalve bij de installatie van de topside. De topside van platformen DDW-1 en DDW-2 zijn te zwaar om met een hijsvaartuig te tillen. Daarom wordt een andere methode toegepast: de float-over methode.

Voor deze methode kan de Catamaraninstallatie worden gebruikt, die nieuw op de markt is. De jacket is speciaal ontworpen om deze installatiemethode mogelijk te maken. Deze techniek is al eerder toegepast in Duitsland om 900 MW platforms te installeren. Omdat het technieken betreft die al eerder zijn toegepast worden zowel de aanleg van het 700 MW platform als het 2 GW platform als conventioneel beschouwd.

4.4 Objecten, obstakels en hinder

4.4.1 NGE en munitiestort

Voor het Noordzeegebied heeft REASeuro vastgesteld dat een grote kans bestaat op het aantreffen van NGE. Gezien de onnauwkeurigheid van oorlogshandelingen op zee en verplaatsing van NGE op de zeebodem kan niet worden uitgesloten dat binnen de zoekgebieden voor platforms in het Noordzeegebied NGE kunnen zijn achtergebleven. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of binnen de zoekgebieden NGE aanwezig zijn. NGE kunnen, mocht het nodig zijn voor installatie van het platform, geruimd worden.

4.5 Effectenbeoordeling

Tabel 4.3 geeft de effectenbeoordeling van de platformen op de Noordzee weer.

Tabel 4.3 Beoordeling zoekgebieden platformen Noordzee

Aspect	Zoekgebied DDW-1	Zoekgebied DDW-2	Platform TNW 1
Technische complexiteit			
Objecten, obstakels en hinder			

Onderscheidende effecten

Alle drie de zoekgebieden zijn voor het aspect objecten, obstakels en hinder als minder wenselijk beschouwd vanwege de kans op voorkomen van NGE en munitiestort.

5

EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING NOORDZEEROUTES

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk presenteert de maakbaarheid van één of meerdere kabelsystemen en/of waterstofleiding(en) op de Noordzee. De routes die zijn onderzocht zijn geïntroduceerd in Hoofdstuk 2 en in meer detail toegelicht in de Notitie Routeontwikkeling. Dit hoofdstuk begint met algemene informatie per route. De resultaten van effectenanalyses van de routes zijn opgenomen in paragrafen 5.3 tot en met 5.7. Tenslotte geeft paragraaf 5.8 een overzicht van de beoordeling per route. De beoordeling is gepresenteerd in tabelvorm inclusief toelichting op onderscheidende effecten per aspect.

Het tunnelsysteem wordt niet in dit hoofdstuk beoordeeld, maar in Hoofdstuk 6, omdat deze wordt beschouwd als onderdeel van de Waddenzeeroutes en daarom niet direct onder de categorieën landroutes of Noordzeeroutes valt, behalve voor de aansluiting op de Noordzeeroute en landroutes (met stations). Voor het landgedeelte wordt het aanlandingspunt van de tunnel gelijkgesteld aan het aanlandingspunt van de II: Oude Westereems route. Wat betreft het intredepunt van de tunnel wordt de ballonplaat gebruikt.

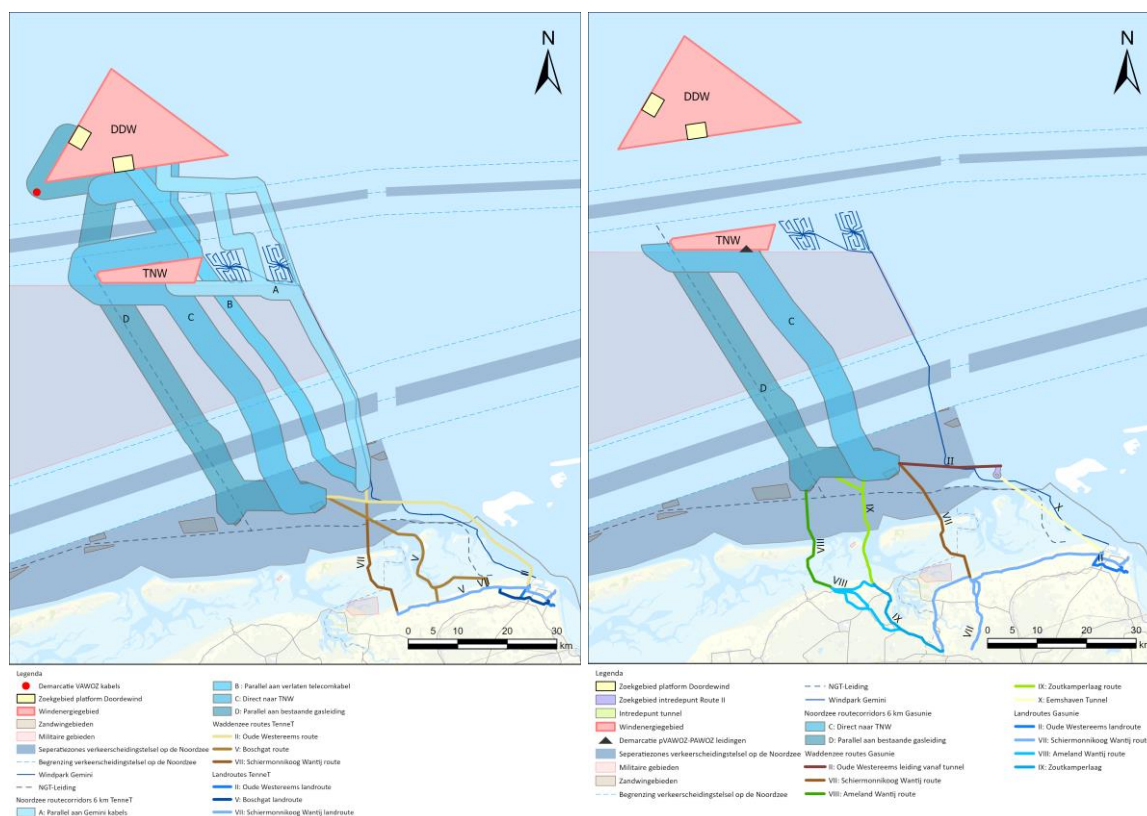
5.2 Algemene informatie per route

Tabel 5.1 geeft de algemene informatie voor de Noordzeeroutes weer (lengte van routes, breedte van corridors en de maximale configuratie van corridors).

Tabel 5.1 Algemene informatie Noordzeeroutes

Noordzeeroute	Totale lengte (km)	Breedte corridor (m)	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
A - kabelsystemen naar TNW en DDW	68 (TNW) en 94 (DDW)	3.000, 980 op het smalste punt	7 kabelsystemen
B - kabelsystemen naar TNW en DDW	61 (TNW) en 91 (DDW)	3.000	7 kabelsystemen
C - kabelsystemen naar DDW	112	6.000	7 kabelsystemen
C - leidingen en kabelsystemen naar TNW	56 - 61 (afhankelijk van de route in het Waddengebied, zie Bijlage I)	6.000	3 leidingen
D - kabelsystemen naar DDW	125	6.000	7 kabelsystemen
D (leidingen en kabelsystemen naar TNW)	65 - 80 (afhankelijk van de route in het Waddengebied, zie Bijlage I)	6.000	3 leidingen

Afbeelding 5.1 Noordzeeroutes na optimalisatie: Elektrische verbindingen (links), Waterstofverbindingen (rechts)



5.3 Leveringszekerheid

5.3.1 Externe en/of interne kans op falen

Interne kans op falen

De lengte per route is weergegeven in Tabel 5.1. Het verschil in lengte tussen de kortste en langste routes voor kabelsystemen naar DDW bedraagt circa 34 km. Het verschil in lengte van routes voor kabelsystemen en leidingen naar TNW bedraagt circa 24 km. Zoals is toegelicht in paragraaf 3.5.1 is de interne kans op falen voor elektrische verbindingen het grootste door de inzet van moffen. Met een verschil in lengte van minder dan 40 km, zal er geen significant onderscheid zijn in de inzet van het aantal moffen (hierin worden alleen routes vanaf DDW onderling vergeleken en routes vanaf TNW onderling vergeleken).

Zowel voor kabelsystemen naar DDW, als voor kabelsystemen en leidingen naar TNW is Noordzeeroute D het langste. Op basis van enkel de afstand van routes, hebben kabelsystemen/leidingen op deze Noordzeeroute de grootste kans op intern falen. Echter, aangezien er geen significant onderscheid is in de inzet van moffen (in het geval van kabelsystemen), is het verschil in kans op intern falen tussen de routes beperkt.

Externe kans op falen

De kans op schade aan een kabelsysteem/leiding door externe invloeden is naar verwachting het grootst bij hoge morfologische dynamiek, nabij druk bevaren vaarwegen en nabij ankergebieden. De interactie met vaarwegen en ankergebieden en de invloed daarvan op een ongehinderde aanleg is in paragraaf 5.6 beschouwd. Voor alle Noordzeeroutes voor kabelsystemen (A, B, C en D) geldt dat er op de Noordzee twee verkeersscheidingstelsels worden gekruist. De Noordzeeroutes voor kabelsystemen en leidingen (C en D) vertrekken vanaf windpark TNW en kruisen een verkeersscheidingstelsel.

In en nabij vaarwegen, geldt een verhoogd risico op schade aan een kabelsysteem/leiding door inslag van een noodanker of een zinkend schip. De vaarwegen worden overal nagenoeg haaks gekruist en er is bij geen van de corridors sprake van ligging in of parallel aan een vaargeul over lange afstanden.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Noordzeeroutes.

5.4 Veiligheid

5.4.1 Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)

Corridor en centerline

Op de Noordzee spelen met name weersomstandigheden een rol bij het bepalen van de veiligheid van personeel. Hoge golven, sterke wind, storm en stromingen kunnen de veiligheid van personeel beïnvloeden tijdens de aanleg van een kabelsysteem of leiding. Het stormseizoen (tussen oktober en april) op zee kan leiden tot inzet van extra mensen, materieel en uitloop van de planning. Uitgangspunt is dat geschikt zeewaardig materieel wordt ingezet. Daarom is het de verwachting dat de veiligheidsrisico's voor de aanleg van een kabelsysteem of leiding in alle corridors beperkt zijn.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Noordzeeroutes.

5.5 Technische Complexiteit aanleg en onderhoud

5.5.1 Installatietechnieken

Voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen in het Noordzeegebied zijn verschillende aanlegtechnieken beschouwd. Per route is in de Notitie Routeontwikkeling opgenomen welke aanlegtechnieken worden toegepast. Documentatie van TenneT en Gasunie met daarin onder andere een beschrijving van de gekozen aanlegtechnieken voor platforms en Noordzeeroutes ligt ten grondslag aan de Notitie Routeontwikkeling. De technieken die worden ingezet zijn hieronder beschreven. Deze technieken worden ook in andere projecten van TenneT ingezet. Daarnaast heeft Gasunie in haar documentatie opgenomen dat de aanlegtechnieken die voor leidingen worden beschouwd standaard zijn in de offshore-industrie voor de aanleg van leidingen. Daarmee beïnvloedt dit criterium niet de complexiteit van de aanleg van kabelsystemen en leidingen op de Noordzee.

Noordzeeroutes voor leidingen

Gasunie maakt voor de aanleg van leidingen in corridors van de Noordzeeroutes gebruik van een geankerd legschip of van een legschip dat gebruik maakt van dynamische positionering.

Geankerd pijpenlegschip

Het schip ligt verankerd en de ankers worden continu verplaatst om voortgang te maken. De pijpleiding wordt op het schip samengesteld uit pijpelementen van 12 m door lassen boven water. De pijpstreng wordt daarna nauwkeurig naar de zeebodem geleid. Vervolgens wordt het door post-lay trenching methodes in de bodem begraven. Dit is een conventionele installatiemethode en wordt vaak gebruikt voor de aanleg van offshore leidingen.

Dynamisch gepositioneerde pijpenlegschepen

Het schip blijft op positie door middel van boegschroeven en hoeft geen ankers te gebruiken. De pijpleiding wordt ook hier samengesteld uit pijpelementen van 12 meter door lassen boven water en daarna naar de zeebodem geleid. Ook dit is een conventionele installatiemethode en wordt standaard gebruikt voor de aanleg van offshore leidingen.

Noordzeeroutes voor kabelsystemen

Voor de aanleg van kabelsystemen in corridors op de Noordzee wordt gebruik gemaakt van een kabellegschip met een diepwater-trencher of vertical injector.

Diepwater-trencher

Dit zijn onderwaterrobots die kabelsystemen ingraven door over het reeds gelegde kabelsysteem te bewegen of door het kabelsysteem direct in de trencher te leiden. Ze maken gebruik van waterjets of mechanische freesmethoden om het kabelsysteem in de grond te krijgen.

- toepassing: afhankelijk van de grondcondities, de kabelstijfheid, soortelijk gewicht en de benodigde diepte. Het fluidiseren van het zeebed met waterjets is een veelgebruikte methode;
- conventioneel: ja, diepwater-trenchers zijn gebruikelijk voor de aanleg van kabels.

Vertical Injector (VI)

Een apparaat met een lang metalen zwaard dat door de grond wordt getrokken terwijl het kabelsysteem door de onderkant van de VI wordt geleid. Kan waterjets of mechanische ontgraving gebruiken.

- toepassing: gebruikt voor het begraven van kabelsystemen tot grote dieptes in het zeebed. Wordt geïnstalleerd op een ponton of vaartuig dat door positioneringsankers wordt gepositioneerd en wordt ingezet in de kustzone;
- conventioneel: ja, VI is gebruikelijk voor de aanleg van kabels.

Baggeren

Voor de baggerwerkzaamheden worden verschillende technieken gebruikt. Zoals toegelicht in paragraaf 5.5.2. 'morfologische dynamiek en begraafdiepte' zullen kabelsystemen en leidingen niet diep worden begraven, en zullen geen grote baggerwerkzaamheden plaatsvinden op de Noordzeeroutes. Indien baggerwerkzaamheden lokaal toch nodig zijn, kunnen onderstaande technieken worden ingezet. Per techniek is opgemerkt of het een conventionele techniek betreft voor baggerwerkzaamheden op de Noordzee. In enkele gevallen wordt een cofferdam ingezet bij het uitvoeren van baggerwerkzaamheden. Bij een cofferdam worden stalen damwandpalen geplaatst, waarna de grond tussen de damwanden wordt weggegraven. De rede voor het toepassen van een cofferdam is het beschermen van de sleuf tegen aanzanding als gevolg van golven en stroming. Conventioneel: ja, cofferdammen worden standaard ingezet bij baggerwerkzaamheden in de brandingszone.

Sleephopperzuiger (Hopper)

Dit is een zelfvarend baggervaartuig dat bodemmateriaal opzuigt met één of twee zuigkoppen en het in een ruim (hopper) opslaat. Als de hopper vol is, vaart het schip naar een stortlocatie om het materiaal te lossen.

- conventioneel: ja, sleephopperzuigers zijn gebruikelijk in de baggerindustrie.

Snijkopzuiger (Cutter)

Dit stationaire baggerapparaat snijdt de grond los met een roterende snijkop en zuigt het op. Het gebaggerde materiaal wordt via leidingen of bakken naar stortlocaties getransporteerd.

- conventioneel: Ja, snijkopzuigers zijn algemeen bekend en veel gebruikt voor diverse soorten baggerwerkzaamheden.

Graafmachine (Back-hoe)

Dit is een graafmachine met een hydraulisch bestuurd arm en schep die bodemmateriaal uitgraaft. Het kan vanaf een ponton of op rupsbanden op een voertuig werken.

- conventioneel: Ja, de back-hoe is gebruikelijk in de baggerindustrie.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Noordzeeroutes.

5.5.2 Morfologische dynamiek en begraafdiepte

Corridor en centerline

In het Noordzeegebied is de morfologische dynamiek beperkt. Het Noordzeegebied kenmerkt zich door een relatief vlakke zeebodem met een waterdiepte van tussen de NAP -20 m en NAP -35 m waarop onder meer zandbanken en kust-aangehechte banken voorkomen. 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 (in het deelrapport 'Bodem en Water op Zee' is de morfologische dynamiek op de Noordzee in meer detail toegelicht). Doordat de morfologische dynamiek in het gebied beperkt is, hoeven de kabelsystemen en leidingen op een beperkte diepte begraven te worden. Daardoor kunnen de kabelsystemen en leidingen geïnstalleerd worden zonder dat omvangrijke en mogelijk complexe voorbereidende werkzaamheden nodig zijn. Daarnaast zal de dekking op kabelsystemen en leidingen na aanleg gedurende hun levensduur beperkt veranderen. Hierdoor zijn kabelsystemen en leidingen in geval van onderhouds- of herstelwerkzaamheden tijdens de gebruiksfase naar verwachting goed bereikbaar.

In tegenstelling tot het Waddengebied en de Noordzeekustzone is het betreffende deel van de Noordzee juist niet morfologisch dynamisch. Onderstaande tabel toont voor de Noordzeeroutes de begraafdiepte. Bij kruisingen met bestaande energie infrastructuur en vaarwegen, en bij de locaties van verbindingsmoffen wordt doorgaans een grotere diepte gehanteerd. Dit is niet inbegrepen in onderstaande tabel. Op basis van bovenstaande beschouwing van de morfologische dynamiek op de Noordzee en onderstaande uitgangspunten omtrent begaafdiepte, is geconcludeerd dat dit criterium geen/beperkt invloed heeft op de technische complexiteit van de aanleg en onderhoud van kabelsystemen en leidingen op de Noordzee.

Tabel 5.2 Begraafdiepte van de Noordzeeroutes ten opzichte van NMRL

	Noordzeeroute A	Noordzeeroute B	Noordzeeroute C		Noordzeeroute D	
	Kabelsystemen	Kabelsystemen	Kabelsystemen	Leidingen	Kabelsystemen	Leidingen
Begraafdiepte (meter)	1	1	1	1	1	1

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Noordzeeroutes.

5.6 Objecten, obstakels en hinder

5.6.1 Kruisingen of parallelligging infra derden op zee (energie infrastructuur en telecom)

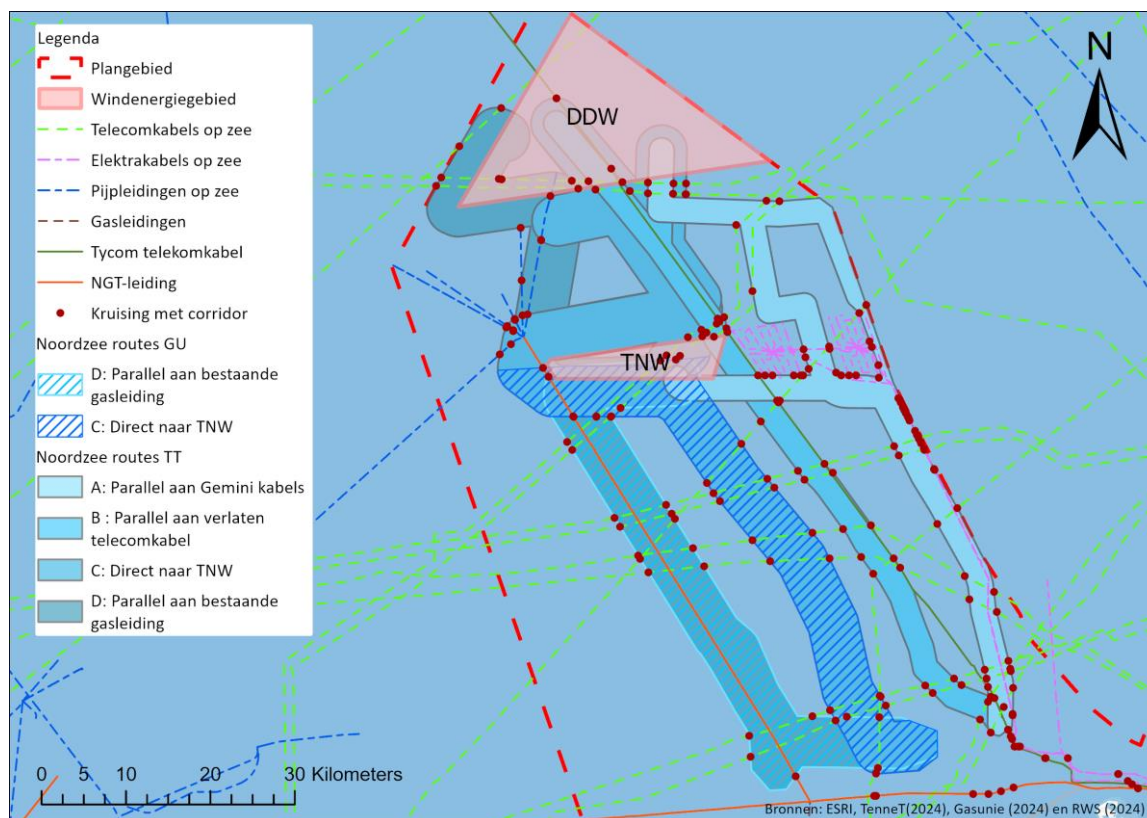
Corridor en centerline

In Tabel 5.3 wordt een overzicht gegeven van het aantal kruisingen met telecom, bestaande AC- en DC-kabels en met bestaande leidingen binnen de corridors. Daarnaast is in beeld gebracht of routes en corridors parallel aan bestaande kabels en leidingen liggen en hoe dit de maakbaarheid van routes beïnvloed.

Kruisingen met bestaande kabels en leidingen

Afbeelding 5.2 presenteert kruisingen met telecomm Kabels, elektriciteitskabels en leidingen. In Tabel 5.3 is per type kruising (telecom, elektriciteit, leidingen) het aantal kruisingen per route en per corridor opgenomen.

Afbeelding 5.2 Kruisingen met kabels en leidingen op de Noordzee



Tabel 5.3 Aantal kruisingen met telecomkabels, elektriciteitskabels (AC en DC) en buisleidingen op de Noordzee

Noordzeeroute	Aantal kruisingen met telecom		Aantal kruisingen met bestaande AC- en DC-kabels		Aantal kruisingen met bestaande leidingen gevaarlijke inhoud	
	Centerline	Zijlijnen corridor	Centerline	Zijlijnen corridor	Centerline	Zijlijnen corridor
A	20	36	5 AC, 1 DC	5 AC, 2 DC	0	0
B	17	38	0 AC, 1 DC	0 AC, 2 DC	0	0
C	24	26	0 AC, 1 DC	0 AC, 2 DC	2	14
D	19	36	0 AC, 1 DC	0 AC, 2 DC	4	9

Alle routes kennen veel kruisingen met telecomkabels. Kanttekening hierbij is dat niet alle telecomkabels actief zijn. Kruisingen met actieve telecomkabels kunnen niet binnen de corridor worden voorkomen; de meeste telecomkabels worden nagenoeg haaks gekruist. Waar kruisingen met telecomkabels niet kunnen worden voorkomen, dient TenneT/Gasunie een zogenaamde kruisings- en nabijheidsovereenkomst af te sluiten met de eigenaar van telecomkabel. De Nederlandse Rijksoverheid stelt een dergelijke overeenkomst niet verplicht (sommige landen doen dat wel). Zij ziet de overeenkomst als een zaak tussen private partijen waarin ze zelf geen partij is. Het grote aantal kruisingen met telecomkabels maakt de aanleg van een kabelsysteem of leiding complexer, met name omdat in een dergelijke kruisingsovereenkomst eisen kunnen worden gesteld omtrent aanlegtechniek, type kruising et cetera.

De centerlines en corridors van Noordzeeroutes B, C en D naar TNW en naar DDW kennen geen kruisingen met bestaande AC-kabels. Een 700 MW AC verbinding via Noordzeeroute A naar TNW kent eveneens geen kruisingen met bestaande AC-kabels.

Als Noordzeeroute A wordt gebruikt voor een verbinding naar DDW, worden bestaande AC-kabels wel gekruist, het betreft de zeekabels van windpark Gemini. Wordt Noordzeeroute A ten oosten van windpark Gemini gevolgd, dan worden de zeekabels van windpark Gemini twee keer gekruist. Als Noordzeeroute A tussen het oostelijke deel van het windpark en het westelijke deel van het windpark wordt gebruikt voor een verbinding naar DDW, dan kruist de route drie keer één van de twee zeekabels van windpark Gemini. In bovenstaande tabel is alleen het totaal aantal kruisingen opgenomen (vijf). Opgemerkt wordt dat in bovenstaande afbeelding een (onrealistisch) hoog aantal kruisingen is opgenomen met AC-kabels voor de corridor van Noordzeeroute A (60 kruisingen). Deze kruisingen worden veroorzaakt doordat 1) de oostelijke zijlijn van de corridor op één van de zeekabels van windpark Gemini is geplaatst en 2) doordat de corridor ter hoogte van het windpark, deels overlapt met de parkbekabeling. Indien de corridor van Noordzeeroute A wordt gebruikt voor meerdere kabelsystemen naar DDW en toekomstige windparken, is de locatie van deze kabelsystemen ten opzichte van windpark Gemini een aandachtspunt. Door gebruik te maken van de Noordzeeroutes B, C of D kan interactie met de zeekabels van windpark Gemini worden vermeden. Daarom is op dit criterium Noordzeeroute A opgemerkt als technisch minder wenselijk.

Alle Noordzeeroutes en corridors kruisen een toekomstige DC-kabel. Het betreft de NeuConnect-kabel tussen Engeland en Duitsland die ten noorden van windpark Gemini loopt. De kabel wordt tussen 2025 en 2027 aangelegd en is vanaf 2028 operationeel, zie deze [link](#).

Tot slot is gekeken naar het aantal kruisingen met bestaande buisleidingen met gevaarlijke inhoud op de Noordzee. In bovenstaande tabel is te zien dat centerlines en corridors van Noordzeeroutes A en B, geen leidingen kruisen. De centerlines en corridors van Noordzeeroutes C en D doen dit wel:

- Noordzeeroute C (centerline en corridor): als deze route wordt gebruikt voor een elektrische (AC-) verbinding of waterstofverbinding naar TNW dan kruist deze geen buisleidingen. Wordt de centerline/corridor gebruikt voor een elektrische verbinding naar DDW, dan wordt de NGT-leiding twee keer gekruist. Eén keer ten zuidwesten van TNW en één keer ten noordwesten van TNW. De westelijke zijlijn van de corridor van Noordzeeroute C kruist een aantal actieve en niet actieve olie en gasleidingen ten noordwesten van TNW. Een deel van deze leidingen is aangesloten op het platform G17d-AP, die eveneens in de corridor ligt. Vanwege de ligging van deze leidingen en de ligging van het platform in het westelijke deel van de corridor (ten noordwesten van TNW), vereist de inpassing van kabelsystemen in het westelijke deel van de corridor extra aandacht;
- Noordzeeroute D (centerline en corridor): als deze route wordt gebruikt voor een elektrische verbinding naar TNW (AC), worden geen buisleidingen gekruist. Als deze route wordt gebruikt voor een waterstofverbinding naar TNW, wordt alleen bij de verbinding met Waddenzeeroute VIII: Ameland Wantij route ten noorden van Ameland één keer de NGT-leiding gekruist. Een waterstofverbinding naar TNW in Noordzeeroute D via alle andere Waddenzeeroutes kruist geen buisleidingen. Een elektrische verbinding via de corridor van Noordzeeroute D naar DDW kent dezelfde kruisingen en daarmee dezelfde technische uitdagingen als een elektrische verbinding naar DDW via de corridor van Noordzeeroute C. Daarom vereist de inpassing van kabelsystemen in het westelijke deel van de corridor extra aandacht.

Parallelligging bestaande AC-kabels

- Noordzeeroute A (corridor, kabelsystemen): de zeekabels van windpark Gemini liggen in het oosten van de corridor over de volledige lengte van de corridor. Een afstand van 500 m kan alleen in het westelijke deel van de corridor worden gehandhaafd. Vanaf het punt waar de corridor naar het zuiden afzakt wordt de ruimte binnen de corridor, waar een kabelsysteem op meer dan 500 m afstand van de zeekabel van windpark Gemini kan worden gelegd, steeds kleiner. Afhankelijk van waar een kabelsysteem in de corridor wordt geplaatst, is een nabijheidsovereenkomst nodig met de eigenaar van de zeekabel van windpark Gemini.

Voor de andere routes is er geen sprake van parallelligging langs bestaande AC-kabels.

Parallelligging bestaande leidingen

Noordzeeroute D (corridor, kabelsystemen en leidingen):

- de NGT-leiding loopt, vanaf een locatie ten noorden van TNW tot de overgang naar de Waddenzeeroutes, door het westelijke deel van de corridor. Hierdoor kan niet de gehele corridor worden gebruikt voor de aanleg van kabelsystemen of leidingen. Voor een AC-kabelsysteem dient vanuit het oogpunt van EMC een afstand van meer dan 1.000 m te worden gehanteerd ten opzichte van de NGT-leiding. Wanneer dit niet mogelijk is dient een aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN3654. Voor het plaatsen van kabelsystemen en leidingen geldt dat een nabijheidsovereenkomst nodig is voor een onderlinge afstand met de NGT-leiding van minder dan 500 m. Een AC-kabel naar TNW in het westelijke deel van de corridor vereist vanwege de bestaande infrastructuur in de corridor extra aandacht;
- op het onderdeel van de corridor van Noordzeeroute D tussen windparken TNW en DDW loopt de NGT-leiding in de corridor. Hierdoor kan het westelijke deel van de corridor mogelijk niet worden gebruikt voor DC-kabelsystemen en leidingen. Zoals ook hierboven is opgemerkt bij de analyse van kruisingen met leidingen, vereist het aanleggen van een kabelsysteem in het westelijke deel van de corridor extra aandacht.

Maximale configuratie

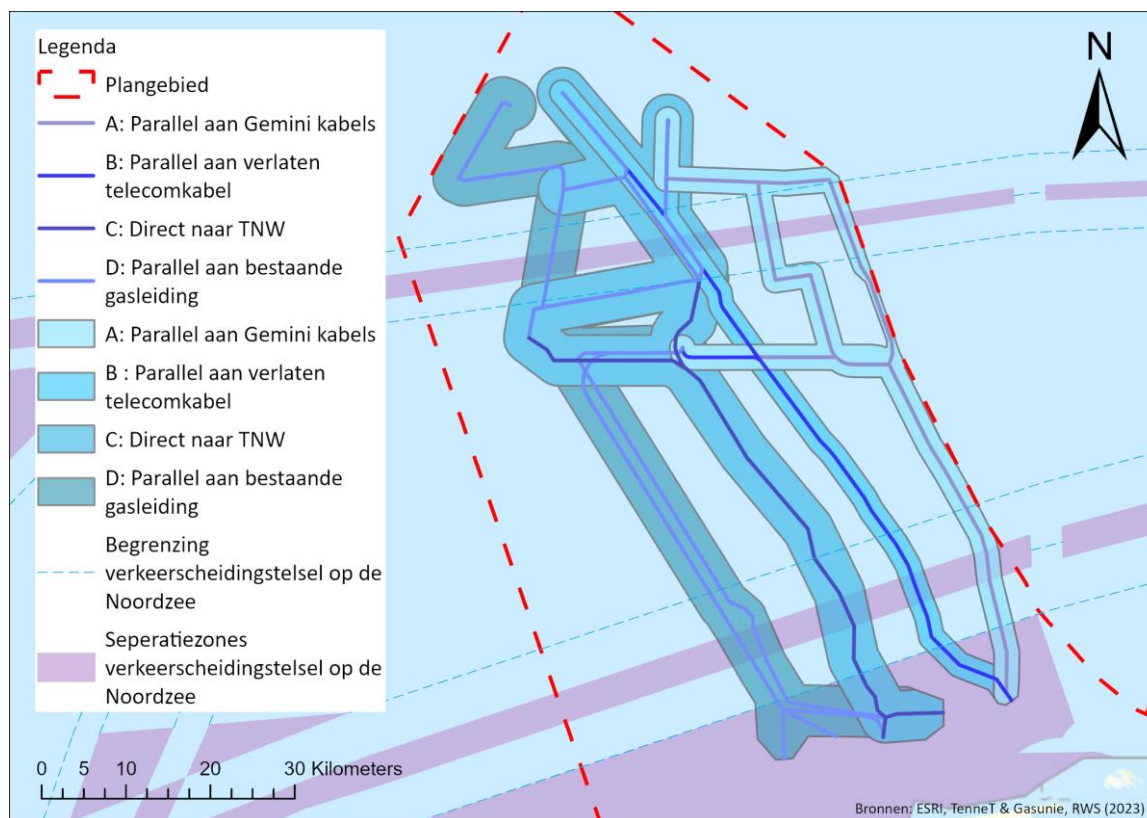
De corridors op de Noordzee zijn voldoende breed om de gewenste afstand van bestaande kabels en leidingen te handhaven bij het inpassen van de maximale configuratie in de corridors. Wel geldt dat voor alle routes zogenaamde kruisings- en nabijheidsovereenkomsten moeten worden afgesloten met eigenaren van de bestaande kabels en leidingen.

5.6.2 Hinder van scheepvaart voor aanleg

Gehele corridor

Afbeelding 5.3 geeft de Noordzeeroutes weer, evenals de vaarwegen die gekruist worden door de Noordzeeroutes. Alle Noordzeeroutes voor kabelsystemen (A, B, C en D) kruisen op de Noordzee twee verkeersscheidingstelsels. De Noordzeeroutes voor leidingen (C en D) vertrekken vanaf windpark TNW en kruisen een verkeersscheidingstelsel. De routes liggen niet over een lange afstand in of parallel aan de scheepvaartroutes. Daarom is beoordeeld dat dit criterium voor de maakbaarheid van de routes geen onderscheidende informatie oplevert.

Afbeelding 5.3 Kruisingen van routes op de Noordzee met vaarwegen



Maximale configuratie

Het huidige uitgangspunt is dat er slechts één leiding of één kabelsysteem tegelijkertijd wordt aangelegd. Hieruit volgt dat er wat betreft het criterium hinder van scheepvaart voor aanleg geen aanvullende beoordeling is voor de maximale configuratie. Ook heeft dit criterium geen effect op het maximale aantal kabelsystemen/leidingen dat langs de Noordzeeroutes ingepast kan worden.

5.6.3 Wrakken en obstakels

Corridor en centerline

Het aantal neerstortlocaties van vliegtuigwrakken in de corridors van de Noordzeeroutes is weergegeven in Tabel 5.4, op basis van REASeuro. Afbeelding 5.4 laat zien dat de neerstortlocaties zich voornamelijk bevinden in de onderste helft van de corridors van Noordzeeroutes C en D. Het lijkt voor de Noordzeeroutes A, B, C en D mogelijk om de neerstortlocaties te vermijden binnen de corridor. Zowel Noordzeeroutes A en B als Noordzeeroutes C en D hebben een overlappende corridor aan het begin van de routes. Op deze twee overlappende vlakken concentreren zich meerdere neerstortlocaties. Hoewel deze neerstortlocaties vermeden lijken te kunnen worden binnen de corridors, is het wel een aandachtspunt.

Tabel 5.4 Aantal neerstortlocaties van vliegtuigwrakken op de corridors van de Noordzeeroutes

	Noordzeeroute A corridor (kabelsystemen)	Noordzeeroute B corridor (kabelsystemen)	Noordzeeroute C corridor (kabelsystemen + leidingen)	Noordzeeroute D corridor (kabelsystemen + leidingen)
Wrakken en obstakels (aantal)	3	5	32	34

Afbeelding 5.4 Overzicht van neerstortlocaties van vliegtuigwrakken in de Noordzee (REASeuro, 2024)



Maximale configuratie

Het is onzeker of de vliegtuigwrakken zich nog steeds op de neerstortlocaties bevinden. Ervan uitgaande dat de vliegtuigwrakken zich op de neerstortlocaties bevinden, wordt de maximale configuratie op alle vier de routes mogelijk beïnvloed. Noordzeeroutes A en B (alleen kabelsystemen) kennen relatief weinig neerstortlocaties van vliegtuigwrakken (3 en 5), echter bevinden 3 van de neerstortlocaties zich naast elkaar in het gezamenlijke aansluitpunt van de corridors van Noordzeeroutes A en B op de Waddenzeeroutes. Afhankelijk van de exacte neerstortlocaties, passen hier mogelijk niet 7 kabelsystemen naast elkaar. Op Noordzeeroutes C en D (kabelsystemen en leidingen) bevindt zich een concentratie van 7 neerstortlocaties aan het gezamenlijke begin van de corridor. Afhankelijk van de exacte neerstortlocaties, passen hier mogelijk niet 7 kabelsystemen en 3 leidingen naast elkaar. Een alternatief is om de vliegtuigwrakken te bergen.

5.6.4 NGE en munitiestort

REASeuro heeft ten behoeve van het MER een Quicksan NGE uitgevoerd om de kans op NGE en munitiestort langs de routes in beeld te brengen.

Corridor en centerline

Voor alle vier de Noordzeeroutes heeft REASeuro vastgesteld dat de kans op voorkomen van NGE en munitiestort relatief groot is. Deze kans is toegekend vanwege aanwijzingen van meerdere intensieve oorlogshandelingen, zoals mijnenvelden, aanvallen op schepen en vondsten van NGE. Om de aanwezigheid van NGE en munitiestort op de Noordzeeroutes nauwkeuriger te kunnen beoordelen, is diepgaander onderzoek nodig.

Maximale configuratie

Vanwege de mogelijke aanwezigheid van meerdere niet-gesprongen explosieven en munitie kan niet gegarandeerd worden dat de maximale configuratie mogelijk is op alle vier de Noordzeeroutes, zonder dat hiervoor aanvullende werkzaamheden nodig zijn om eventuele niet-gesprongen explosieven te ruimen. Aanvullend onderzoek is nodig om hier een definitieve uitspraak over te kunnen doen.

5.7 Bodem

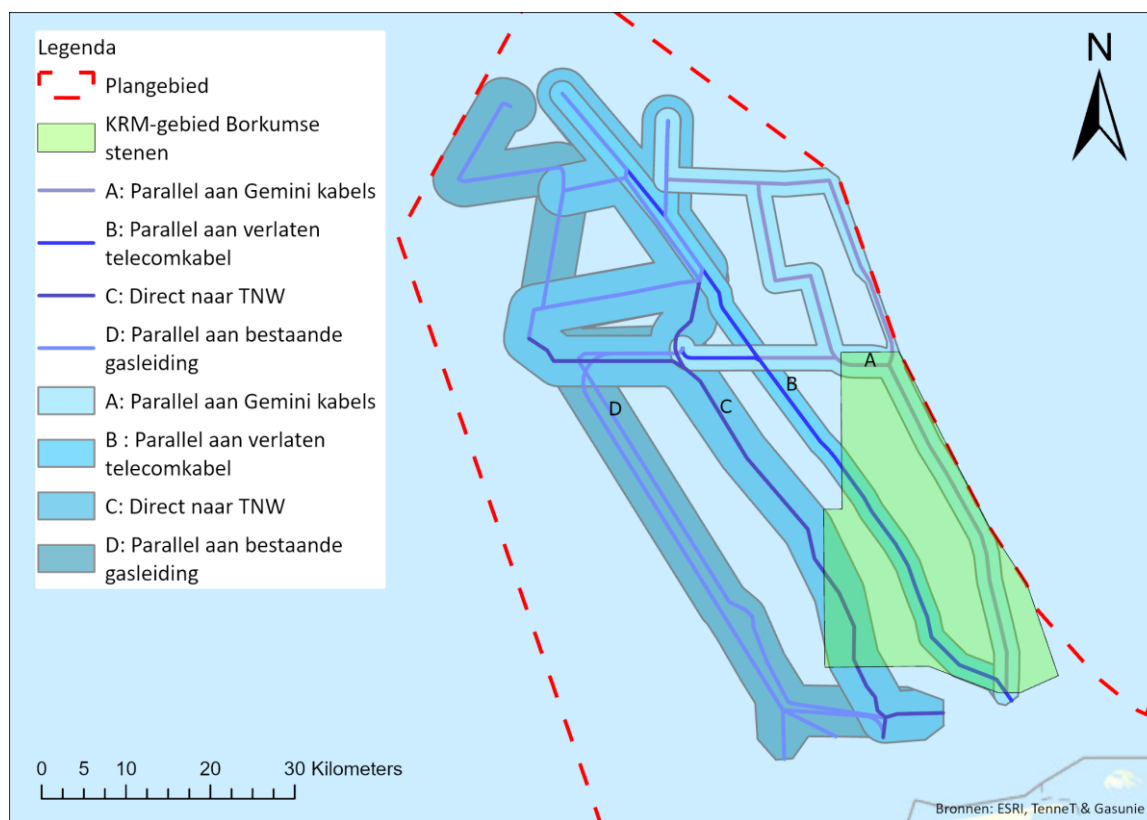
5.7.1 Bodemsamenstelling

Corridor en centerline

Voor de beoordeling van het criterium bodemsamenstelling voor de Noordzeeroutes is op basis van deelrapport Bodem en Water op Zee gekeken naar de aanwezigheid van harde structuren op de bodem zoals grind en stenen, zwerfkeien en korstachtige structuren.

Afbeelding 5.5 toont dat Noordzeeroutes A, B en C gedeeltelijk door het KRM gebied Borkumse stenen lopen. In dit gebied komen harde structuren voor op de zeebodem die mogelijk geclassificeerd kunnen worden als riffen. In het MER is het uitgangspunt gehanteerd dat eventuele riffen die in het gebied voorkomen ontweken kunnen worden bij de aanleg van de kabelsystemen en leidingen binnen de beschikbare corridor (breedte van de corridors: Noordzeeroutes A en B zijn 3 km breed, Noordzeeroute C is 6 km breed). Daarmee veroorzaken eventuele riffen geen hinder voor aanleg van kabelsystemen/leidingen. Op basis van dit uitgangspunt is dit geen onderscheidend criterium voor de maakbaarheid/technische complexiteit van de aanleg van kabelsystemen en leidingen in de corridors van de Noordzeeroutes.

Afbeelding 5.5 Noordzeeroutes (corridor en centerline) weergegeven samen met het KRM gebied Borkumse stenen (groene vlak)



Maximale configuratie

In de Notitie Routeontwikkeling is het uitgangspunt gehanteerd dat riffen kunnen worden vermeden. Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Noordzeeroutes. Wel is aanvullend onderzoek nodig naar de maakbaarheid van het uitgangspunt 'vermijden van riffen' wanneer maximale configuratie in een corridor wordt gerealiseerd.

5.8 Effectenbeoordeling

Centerline één kabelsysteem of één leiding

Tabel 5.5 Beoordeling varianten voor een enkele kabelsysteem of leiding langs de centerline Noordzee

Aspect	Noordzeeroute A	Noordzeeroute B	Noordzeeroute C	Noordzeeroute D
leveringszekerheid				
veiligheid				
technisch complexiteit aanleg				
objecten, obstakels en hinder				
bodem				

Onderscheidende effecten

Noordzeeroute A (Kabelsystemen)

- objecten, obstakels en hinder:
 - NGE en munitiestort: Voor alle Noordzeeroutes geldt een relatief grote kans op het voorkomen van NGE. Aanwezigheid van deze objecten beïnvloedt de maakbaarheid van een kabelsysteem of leiding in de Noordzeeroutes negatief;
 - kruisingen met bestaande energie infrastructuur. Een elektrische verbinding via Noordzeeroute A leidt tot kruisingen met zeekabels van windpark Gemini. Wordt Noordzeeroute A ten oosten van windpark Gemini gevolgd, dan worden de zeekabels van windpark Gemini twee keer gekruist. Als Noordzeeroute A tussen het oostelijke deel van het windpark en het westelijke deel van het windpark wordt gebruikt voor een verbinding naar DDW, dan kruist de route drie keer één van de twee zeekabels van windpark Gemini. Vanwege deze kruisingen is Noordzeeroute A technisch minder wenselijk.

Noordzeeroute B (Kabelsystemen)

- objecten, obstakels en hinder:
 - NGE en munitiestort: Voor alle Noordzeeroutes geldt een relatief grote kans op het voorkomen van NGE. Aanwezigheid van deze objecten beïnvloedt de maakbaarheid van een kabelsysteem of leiding in de Noordzeeroutes negatief.

Noordzeeroute C (Kabelsystemen en waterstofleidingen)

- objecten, obstakels en hinder:
 - wrakken en obstakels: Er bevinden zich meerdere neerstortlocaties op de centerline. Dit kan de aanleg van een kabelsysteem/leiding hinderen;
 - NGE en munitiestort: Voor alle Noordzeeroutes geldt een relatief grote kans op het voorkomen van NGE. Aanwezigheid van deze objecten beïnvloedt de maakbaarheid van een kabelsysteem of leiding in de Noordzeeroutes negatief.

Noordzeeroute D (Kabelsystemen en waterstofleidingen)

- objecten, obstakels en hinder:

- wrakken en obstakels: Er bevinden zich meerdere neerstortlocaties op de centerline. Dit kan de aanleg van een kabelsysteem/leiding hinderen;
- NGE en munitiestort: Voor alle Noordzeeroutes geldt een relatief grote kans op het voorkomen van NGE. Aanwezigheid van deze objecten beïnvloedt de maakbaarheid van een kabelsysteem of leiding in de Noordzeeroutes negatief.

Gehele corridor

Tabel 5.6 Beoordeling gehele corridor van de Noordzeeroutes (kabelsystemen en leidingen)

Aspect	Noordzee-route A	Noordzee-route B	Noordzee-route C (naar TNW)	Noordzee-route C (naar DDW)	Noordzee-route D (naar TNW)	Noordzee-route D (naar DDW)
leveringszekerheid						
veiligheid						
technisch complexiteit aanleg						
objecten, obstakels en hinder						
Bodem						

Onderscheidende effecten

Hieronder volgt een toelichting op de beoordeling van de aspecten die afwijken van de beoordeling van de aanleg van één kabelsysteem of één leiding langs de centerline.

Noordzeeroute A en Noordzeeroute B (Kabelsystemen)

- zelfde beoordeling als één kabel langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem of één leiding'.

Noordzeeroute C (Kabelsystemen en waterstofleidingen)

- Objecten, obstakels en hinder (aanvullend op toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem of één leiding'):
 - kruisingen infra derden, voor verbinding naar DDW: de westelijke zijlijn van de corridor van Noordzeeroute C naar DDW kruist een aantal actieve en niet actieve olie en gasleidingen ten noordwesten van TNW. Een deel van deze leidingen is aangesloten op het platform G17d-AP, die eveneens in de corridor ligt. Vanwege de ligging van deze leidingen en het platform in het westelijke deel van de corridor (ten noordwesten van TNW), is het inpassen van kabelsystemen in het westelijke deel van de corridor naar DDW een aandachtspunt.

Noordzeeroute D (Kabelsystemen en waterstofleidingen)

- Objecten, obstakels en hinder (aanvullend op toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem of één leiding').
 - de NGT-leiding loopt vanaf een locatie ten noorden van TNW tot de overgang naar de Waddenzeeroutes door het westelijke deel van de corridor. Hierdoor kan niet de gehele corridor worden gebruikt voor de ontwikkeling van kabelsystemen en/of leidingen. Voor een AC-kabelsysteem dient vanuit het oogpunt van EMC een afstand van meer dan 1.000 m te worden gehanteerd ten opzichte van de NGT-leiding, anders dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN3654. Voor het plaatsen van een kabelsystemen en leidingen geldt dat een nabijheidsovereenkomst nodig is voor een onderlinge afstand met de NGT-leiding van minder dan 500 m;

- kruisingen infra derden, voor verbinding naar DDW: op het deel van de corridor tussen TNW en DDW loopt een leiding van 'ENGIE E&P Nederland B.V.' in de corridor. Hierdoor kan het westelijke deel van de corridor mogelijk niet worden gebruikt. Een elektrische verbinding via de corridor van Noordzeeroute D naar DDW kent dezelfde kruisingen en daarmee technische uitdagingen als een elektrische verbinding naar DDW via de corridor van Noordzeeroute C. Daarom is het inpassen van kabelsystemen in het westelijke deel van de corridor van Noordzeeroute D eveneens een aandachtspunt.

Maximale configuratie

Het is voor alle vier de corridors van de Noordzeeroutes niet met zekerheid te zeggen dat de maximale configuratie maakbaar is zonder aanvullende werkzaamheden om de corridor vrij te maken van obstakels.

Wrakken en obstakels

Voor alle corridors geldt dat neerstortlocaties van vliegtuigwrakken zich concentreren bij de aansluiting op de corridors van de Waddenzeeroutes. Omdat de huidige locatie van deze vliegtuigwrakken niet bekend is, kan niet geconcludeerd worden dat deze geen belemmering vormen wanneer meerdere kabelsystemen en/of leidingen worden ingepast. Aanvullend onderzoek is nodig om de aanwezigheid van vliegtuigwrakken binnen de corridors te bepalen.

NGE en munitiestort

Voor alle corridors geldt eveneens dat zich mogelijk meerdere niet-gesprongen explosieven en stukken munitie op de corridor bevinden. Aanvullend onderzoek is nodig om de aanwezigheid van explosieven en stukken munitie binnen de corridors in meer detail te bepalen en hoe gebieden met NGE vermeden kunnen worden.

Kruisingen of parallelligging bestaande infra derden

De westelijke zijlijnen van de corridors van Noordzeeroutes C en D naar DDW kruisen een aantal actieve en niet-actieve olie en gasleidingen ten noordwesten van TNW. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of met voldoende afstand tot deze leidingen en het platform, de maximale configuratie in deze corridors kan worden ontwikkeld.

Bodemsamenstelling

Op Noordzeeroutes A, B en C kunnen riffen voorkomen. In de Notitie Routeontwikkeling is het uitgangspunt gehanteerd dat riffen kunnen worden vermeden. Aanvullend onderzoek is nodig naar de maakbaarheid van het uitgangspunt 'vermijden van riffen' bij het ontwikkelen van de maximale configuratie in deze corridors.

6

EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING WADDENZEEROUTES

6.1 Inleiding

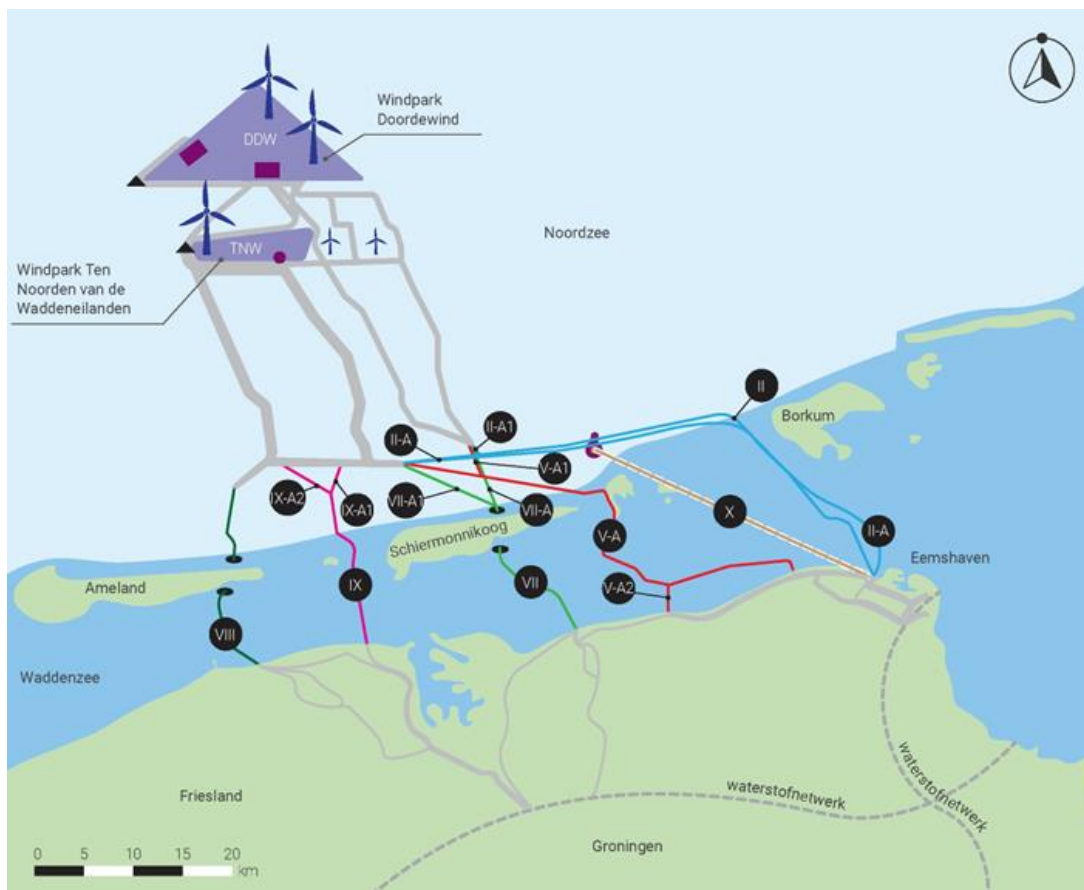
Dit hoofdstuk presenteert de maakbaarheid van één of meerdere kabelsystemen en/of waterstofleiding(en) in het Waddengebied. De routes die zijn onderzocht zijn omschreven in Hoofdstuk 2 en in meer detail toegelicht in de Notitie Routeontwikkeling.

Dit hoofdstuk begint met algemene informatie per route. De resultaten van effectenanalyses van de routes zijn opgenomen in paragrafen 6.3 tot en met 6.7. Deze analyse op criteriumniveau ligt ten grondslag aan de beoordeling per aspect. Tenslotte geeft paragraaf 6.8 een overzicht van de beoordeling per route. De beoordeling is gepresenteerd in tabelvorm inclusief toelichting op onderscheidende effecten per aspect (die de maakbaarheid van een kabelsysteem en/of leiding beïnvloeden).

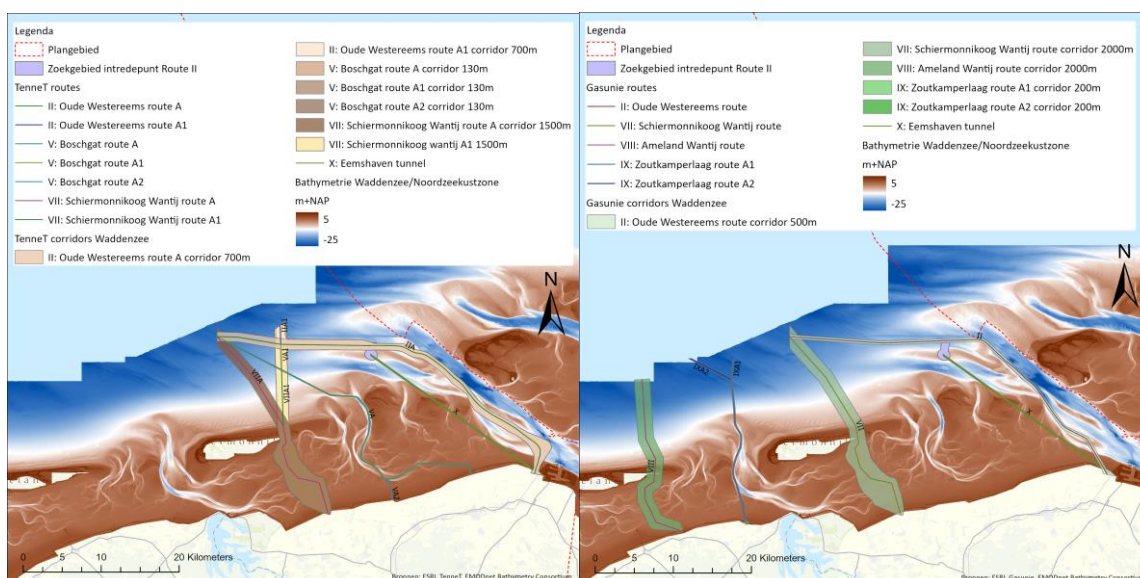
6.2 Algemene informatie per route

Afbeelding 6.1 toont de Waddenzeeroutes en Tabel 6.1 geeft de algemene informatie voor de routes weer.

Afbeelding 6.1 Overzichtskaart van de routes door het Waddengebied



Afbeelding 6.2 Overzichtskaarten van de routes door het Waddengebied, inclusief corridors (links: routes en corridors voor kabelsystemen (TenneT), rechts: routes en corridors voor leidingen (Gasunie))



Tabel 6.1 Algemene informatie routes Waddengebied

Route	Lengte (km)	Breedte corridor (m)	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen)	A: 50 A1: 44	K+L: 700 K: 700 L: 500	K+L: 1 kabelsysteem en 3 leidingen, of 2 kabelsystemen en 1 leiding K: 7 kabelsystemen L: 3 leidingen
II: Oude Westereems route (leidingen)	49		
V: Boschgat route A, A1 en A2 (kabelsystemen)	A: 45 A1: 41 A2: 36	130	1 kabelsysteem
VII: Schiermonnikoog Wantij route A en A1 (kabelsystemen)	A: 29 A1: 27	K+L: 1500 K: 1500 L: 2.000	K+L: 7 kabelsystemen en 3 leidingen K: 7 kabelsystemen L: 3 leidingen
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	29		
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	23	2.000	3 leidingen
IX: Zoutkamperlaag route A1 en A2 (leidingen)	A1: 22 A2: 25	200	3 leidingen
X: Tunnel route (kabelsystemen en leidingen)	Tunnel: 26 II: Oude Westereems route om aan te sluiten op de Noordzeeroutes: 21	160	5 (DC-)kabelsystemen en 2 leidingen

6.3 Leveringszekerheid

6.3.1 Externe en/of interne kans op falen

Interne kans op falen

Verbindingsmoffen kabelsystemen

Het toepassen van verbindingsmoffen kan resulteren in een zwakkere plek langs een kabelsysteem en kent het risico op menselijke fouten. Daarmee beïnvloedt het aantal verbindingsmoffen de interne faalkans van een kabelsysteem. Voor kabels geldt dat de kans op intern kabel falen het grootste is in een mof, en dus heeft een route voor kabelsystemen waar meer moffen worden toegepast een grotere kans op falen dan een langere route met minder moffen.

Voor de II: Oude Westereems route is in het Waddengebied slechts één verbindingsmof nodig. Hier wordt het kabelsysteem getransporteerd op een drijvend ponton, waarop relatief grote hoeveelheden kabelsysteem kunnen worden vervoerd. De V: Boschgat route (variant A en A1) en de VII: Schiermonnikoog Wantij route lopen daarentegen voor een deel over droogvallende wadplaten, waar het kabelsysteem wordt aangevoerd middels rijdend materieel, met een beperkt draagvermogen. Hierop kan maximaal vier kilometer aan kabelsysteem getransporteerd worden, met als resultaat dat meer verbindingsmoffen nodig zijn om de kabelstukken met elkaar te verbinden. Volgens de documentatie van TenneT zijn zowel op VII: Schiermonnikoog Wantij route als op de V: Boschgat route varianten A en A1 vier verbindingsmoffen nodig. Vanwege dit relatief grote aantal verbindingsmoffen hebben deze routes een grotere kans op intern falen dan de II: Oude Westereems route, met slechts 1 mof. Voor de X: Tunnel route is een verbindingsmof noodzakelijk net buiten de schacht van het intredepunt.

Tabel 6.2 Aantal verbindingsmoffen voor de Waddenzeeroutes (kabelsystemen)

	II: Oude Westereems route	V: Boschgat route A en A1	V: Boschgat route A2	VII: Schiermonnikoog Wantij route	X: Tunnel route
Aantal verbindingsmoffen	1	4	1	4	1

Externe kans op falen

De kans op schade aan een kabelsysteem/leiding door externe invloeden is naar verwachting het grootste in of nabij druk bevaren vaarwegen, nabij ankergebieden en in morfologisch dynamische gebieden. De II: Oude Westereems routes, V: Boschgat route en IX: Zoutkamperlaag route liggen in of nabij betonde vaarwegen in de Waddenzee en/of de Eems. Wanneer de minimaal gewenste dekking wordt gehandhaafd is de kans op extern falen klein. Echter liggen de drie hierboven benoemde routes ook in morfologisch dynamische gebieden, waarbij de kans op verminderde dekking of blootspoeling groter is. In dat geval neemt ook de kans op falen door externe bedreigingen toe. Daarnaast liggen de II: Oude Westereems routes in of nabij noodankergebieden.

Voor de overige Waddenzeeroutes geldt dat de interactie met scheepvaart en de morfologische dynamiek beperkt is, en de kans op extern falen dus klein is.

Externe faalkans X: Tunnel route

Om de leveringszekerheid van de X: Tunnel route te beoordelen is gebruik gemaakt van de faalkansenanalyse die is uitgevoerd en het onderhoudsconcept dat is opgesteld voor het tunnelsysteem van de X: Tunnel route. In de faalkansenanalyse zijn vier hoofdsystemen beschouwd: 1) de civiele constructie, 2) de waterstofleiding, 3) het kabelsysteem en 4) de secundaire installaties (o.a. koeling). De systemen zijn op integrale wijze onderzocht en er is op basis van beschikbaarheidseisen getoetst of de systemen voldoen. Hieronder zijn de belangrijkste bevindingen opgenomen.

Conclusies faalkansenanalyse

1) Met betrekking tot de civiele constructie, bestaat de kans van lekkage in de tunnels. Tunnels zijn nooit volledig waterdicht, daarom is het risico van lekwater onderzocht. In het ontwerp is geborgd dat het lekwater deels kan verdampen en deels wordt afgepompt. De maatregel voor dit risico wordt gewaarborgd met een combinatie van tijdelijke waterbuffering in bepaalde zones, het drogen van de lucht, corrosiebestendige coatings en een onderhoudsvoertuig om waterplassen op te zuigen. Daarnaast is gekeken naar de kans dat door een grote scheur de tunnel instort. Deze kans is zeer klein, vanwege de gekozen ontwerpclassificatie. Tot slot zou het falen van een tunnel niet leiden tot het falen van naastgelegen tunnels doordat de tunnels 10 meter uit elkaar worden geplaatst.

Het intredepunt Noordzee vormt een belangrijk onderdeel van de civiele constructies. In de faalkansenanalyse van de civiele constructies is daarom ook gekeken naar de stabiliteit van het intredepunt Noordzee. Potentiële erosie van de Ballonplaat heeft instabiliteit van de zeewering van het intredepunt als gevolg. Dit wordt beheerst met een monitorings- en herstelplan met interventiewaarden.

2 & 3) voor een kabelsysteem en/of waterstofleiding in de X: Tunnel route gelden andere risico's dan voor kabelsystemen/waterstofleidingen op de andere routes in het Waddengebied. Het risico op droogspoeling of beschadiging door een zinkend schip of noodanker/slepend anker gelden niet voor kabelsystemen/waterstofleiding in de X: Tunnel route. Wel kan veroudering, corrosie, en/of overbelasting van de supports van de waterstofleiding leiden tot uitknikken van de leiding wat de kans tot een waterstofexplosie verhoogd. Hiervoor is als maatregel gekozen voor redundantie in het systeem, waarbij het falen van een enkele support niet mag leiden tot catastrofaal falen. Daarnaast is er in het ontwerp gekozen voor corrosiebestendige materialen, extra inspectie bij installatie en inspecties tijdens de operationele fase. Wat betreft de kabelsystemen geldt dat er moffen noodzakelijk zijn bij intrede- en aanlandingspunt.

4) het secundaire systeem binnen de tunnelbuizen bestaat uit een hybride koelsysteem. Deze is benodigd voor het koelen van de kabelsystemen. Het risico van falen van het koelsysteem wordt beheerst door een redundant ontwerp. Het systeem bestaat uit een combinatie van water en lucht als koelmethode. De koppeling tussen ventilatie- en koeling systemen zorgt voor een robuustere manier van klimaatbeheersing (temperaturen en vochtigheid binnen de tunnel). Als één van de twee systemen uitvalt kan het kabelsysteem gedurende 6 uur op maximaal vermogen met het andere systeem gekoeld worden. De kans dat beide systemen uitvallen is zeer klein.

Onderhoudsconcept X: Tunnel route

Indien een kabelsysteem of waterstofleiding in de X: Tunnel route faalt, kan deze worden gerepareerd. Voor het onderhoudsconcept wordt gebruik gemaakt van de volgende gelaagdheid: in de basis wordt een onderhoudsarm ontwerp gemaakt en indien inspectie, onderhoud of herstelwerk noodzakelijk is dan gebeurt dat onbemand. Indien onbemande voertuigen niet volstaan, dan gebruikt men als laatste mogelijkheid de inzet van gespecialiseerd personeel in de tunnel. Meer informatie over de veiligheid bij onderhouds- en herstelwerkzaamheden is opgenomen in paragraaf 6.4.

Conclusies

De verhoogde interne faalkans langs de II: Oude Westereems route (kabelsystemen en leidingen), de V: Boschgat route, variant A en A1 (kabelsystemen) en de VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen) dragen bij aan het risico op het aspect leveringszekerheid.

De ligging II: Oude Westereems routes (kabelsystemen en leidingen), V: Boschgat route (kabelsystemen) en IX: Zoutkamperlaag route (leidingen) ten opzichte van scheepvaartroutes en de morfologische dynamiek langs de routes en daarmee de verhoogde kans op extern falen dragen bij aan het risico op het aspect leveringszekerheid.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

6.4 Veiligheid

6.4.1 Veiligheid onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden

Voor de aanleg van een kabelsysteem/waterstofleiding in het Waddengebied is gekeken naar de aanlegtechniek en blootstelling van personeel aan eventuele veiligheidsrisico's.

Corridor en centerline

De aanlegtechniek waarmee een kabelsysteem of waterstofleiding langs een route wordt aangelegd en de context waarin de aanleg plaatsvindt bepalen in grote mate of er sprake is van veiligheidsrisico's. Voor dit criterium geldt een ander risicoprofiel voor routes waar de installatie wordt uitgevoerd op droogvallende wadplaten dan voor de aanleg van een kabelsysteem via een kabellegschip. Dit vanwege de fysieke omstandigheden waarin de aanleg of eventueel onderhoud wordt uitgevoerd (op het Wad), de bereikbaarheid van deze routes (bij calamiteiten) en de duur van de uitvoering in deze context (en daarmee de kans dat een onveilige situatie optreedt). In de gebruiksfase kan het nodig zijn om reparatiewerkzaamheden uit te voeren. Het defecte deel van de kabel wordt in dat geval geknipt en aan boord gehesen. Met twee nieuwe moffen wordt een nieuw stuk kabel geplaatst, de kabel wordt vervolgens op de zeebodem neergelegd en ingegraven. Op basis van deze beschouwing is voor de aanleg van kabelsystemen langs de VII: Schiermonnikoog Wantij route en V: Boschgat route veiligheid van personeel een aandachtspunt.

Voor dit criterium geldt voor de aanleg van een waterstofleiding hetzelfde principe als voor de aanleg van kabelsystemen. Daarom is de aanleg van een waterstofleiding langs de VII: Schiermonnikoog Wantij route en VIII: Ameland Wantij route vanuit veiligheidsoogpunt een aandachtspunt.

Aanleg X: Tunnel route

Voor de X: Tunnel route geldt dat de aanlegmethode complex is. Hoewel er wereldwijd honderden tunnels voor hoogspanning en gasleidingen zijn aangelegd, heeft de Nederlandse tak van TenneT geen ervaring met het aanleggen van kabelsystemen in geboorde tunnels (en bijbehorende onderhouds- en vervangingswerkzaamheden). Gasunie heeft wel een gasleiding in een boortunnel aangelegd, maar deze tunnel is daarna opgevuld en niet meer toegankelijk. Tot slot geldt dat de tunnel van de X: Tunnel route relatief lang is. Dit maakt dat op het gebied van veiligheid veel moet worden uitgezocht.

Voor zowel de aanleg van de civiele onderdelen van het tunnelsysteem (schachten, intredepunt en tunnel) als voor het inbrengen van de waterstofleiding en het kabelsysteem geldt dat de aanlegmethode complexer is dan conventionele aanlegmethoden. Er wordt gewerkt in schachten met een bepaalde diepte en tunnelbuizen met één enkele uitgang tot aan het moment van het koppelen van de tunnelbuizen. Na het koppelen van de tunnelboormachines zijn er twee uitgangen en vluchtvoorzieningen. Tijdens de haalbaarheidsstudie van de X: Tunnel route is veel aandacht besteed aan veiligheid bij aanleg en onderhoudswerkzaamheden. Er is onder andere een onderhouds- en veiligheidsplan (inclusief calamiteitenplan) uitgewerkt. In verschillende risicosessies is vastgesteld dat de betrokken partijen (TenneT/Gasunie/KGG/bureaus) het tunnelsysteem in huidige fase als voldoende veilig zien voor realisatie en onderhoud.

In tegenstelling tot de overige routes op het Wad kan onderhoud aan de energiedragers in de tunnelbuizen relatief eenvoudig en veilig plaatsvinden. Dit komt doordat de energiedragers in de tunnelbuis in een beschermde ruimte liggen. De energiedragers zijn goed bereikbaar en hier kunnen onafhankelijk van weersinvloeden en vergunningen onderhoudswerkzaamheden plaatsvinden.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

6.5 Technische Complexiteit aanleg en onderhoud

6.5.1 Ruimte voor uitvoering: werkterrein en ruimte voor uitleg kabel-/leiding

Tabel 6.3 biedt een overzicht van de verschillende aanlegtechnieken in combinatie met de beschikbare en benodigde ruimte per route. Hierbij is rekening gehouden met de geulen in de Waddenzee, en met de ruimte die nodig is voor HDD-boringen en droogvallende pontons. De grootste oppervlaktes die nodig zijn voor de aanleg van de kabelsystemen en leidingen zijn bekeken en er is beoordeeld of er voldoende ruimte beschikbaar is binnen de corridor.

Tabel 6.3 Ruimte voor uitvoering

Route	Sectie route	Ruimte voor uitvoering
II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen)	KP0-KP0.75 – Kruising primaire zeekering (HDD)	Benodigd oppervlakte - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering) - Montage en opslagterrein mantelbuis langs variant A en A1 voor kabelsystemen: 1.500 m x 15 m op landroute voor kabelsystemen Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP0.75-KP2.5: Kruising bestaande kabelinfrastructuur	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede kruising 3rd party KP0.75) - 5.000 m² (HDD put uittrede kruising KP2.5) - uitleg kabelsysteem langs route Beschouwing

Route	Sectie route	Ruimte voor uitvoering
		Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP2.5 – eind: Kabelinstallatie Oude Westereems	n.v.t.
II: Oude Westereems route (leidingen)	KP 0.0 - KP 6.5: Kruising primaire zeekering, kwelder en bestaande kabels	Benodigde oppervlaktes - 4.500 m² (tunnel kruising waterkering) - uitleg leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 6.5 - eind: Diep genoeg voor geankerd legschip/ dynamisch gepositioneerd legschip	n.v.t.
V: Boschgat route A, A1 en A2	KP 0-KP 1.5 – Kruising primaire zeekering en kwelder vasteland.	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering); - montage en opslagterrein mantelbuis langs de route voor kabelsystemen 1.500 m x 15 m op landroute voor kabelsystemen Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP1.5-KP8 – doorkruisen droogvallende wadplaten	Benodigde oppervlaktes - 2.400 m² (droogval ponton) - uitleg van kabelsysteem langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP8 – eind	n.v.t.
V: Boschgat route A, A1 en A2	KP0-KP1.5 – Kruising primaire zeekering en kwelder	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering) - Montage en opslagterrein mantelbuis langs kabel route 1.500 m x 15m op landroute voor kabelsystemen Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP1.5-KP2.5 – doorkruisen droogvallende wadplaten	Benodigde oppervlaktes 1.500 m ² (hotelschip) Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP2.5 – KP20 (KP30) – Installatie in Zuid Oost Lauwers geul	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij route A en A1 (kabelsystemen)	KP0-KP1.5 – Kruising primaire zeekering en kwelder vasteland	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering) - Montage en opslagterrein mantelbuis langs kabel route 1.500 m x 15 m op landroute voor kabelsystemen Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP1.5 – KP12.5 Kabelinstallatie Wantij	Benodigde oppervlaktes 5000 m ² (3 droogvallocaties) Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja

Route	Sectie route	Ruimte voor uitvoering
	KP12.5-KP14.0 – Kruising Schiermonnikoog	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede Waddeneiland) - uitleg leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP14.0-KP14.0 – Aanlanding Schiermonnikoog	Benodigde oppervlaktes 5.000 m ² (aanlandzone Noordzee zijde HDD) Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP14.0 – eind: Kabelinstallatie naar NGT	Benodigde oppervlaktes 200.000 m ² (baggeren voor toegang schip) Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	KP 0.0 – KP 2.0 Kruising primaire zeewering en kwelder	Benodigde oppervlaktes - 2500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering) - uitleg van leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 2.0 – 13.0 Kruising wadplaten	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (9-10 HDD's) - uitleg van leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 13.0 – 16.5 Aanlanding Schiermonnikoog zuidzijde, kruisen Waddeneiland en aanlanding noordzijde	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede Waddeneiland) uitleg van leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 16.5 – eind	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	KP 0.0 – KP 1.7 Kruising primaire zeewering en kwelder	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering) - uitleg van leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 1.7 – 10.0 Kruising wadplaten	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (8 HDD's) - uitleg van leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 10.0 – 13.0 Aanlanding Ameland zuidzijde, kruisen Waddeneiland en aanlanding noordzijde	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede Waddeneiland) - uitleg van leiding langs route Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 13.0 – eind	n.v.t.
IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)	KP 0.0 - KP 1.7: Kruising primaire zeekering en kwelder	Benodigde oppervlaktes - 2.500 m² (HDD intrede en uittrede primaire kering) - uitleg van leiding langs route

Route	Sectie route	Ruimte voor uitvoering
		Beschouwing Voldoende ruimte in corridor: ja
	KP 1.7 – eind	n.v.t.
X: Tunnel route (kabelsystemen en leidingen)	Intredepunt Noordzee en aanlandingspunt Eemshaven met schachten voor start boren tunnels	Benodigde oppervlaktes - benodigd werkterrein aan landzijde 300 x 400 meter (inclusief installatieruimte voor kabels & leidingen); - aan de zeezijde is eveneens ruimte op het eiland nodig voor het maken van HDD-boringen richting zee. Beschouwing Voldoende ruimte voor uitvoering: ja

Op basis van bovenstaande informatie is afgeleid dat er voldoende ruimte is voor werkterreinen en de uitleg van kabelsystemen en leidingen gedurende de aanleg.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

6.5.2 Installatietechnieken

Corridor en centerline

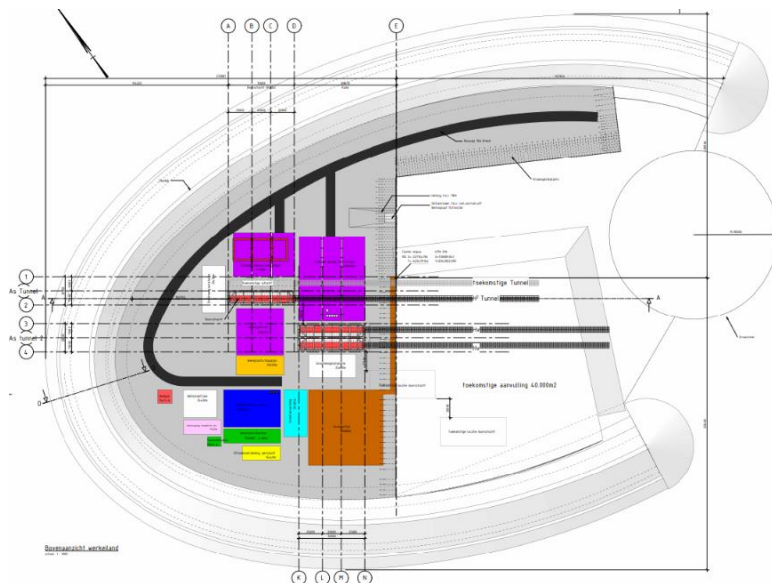
Voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen in het Waddengebied zijn verschillende aanlegtechnieken beschouwd. Per route is in de Notitie Routeontwikkeling opgenomen welke aanlegtechnieken worden toegepast. Deze aanlegtechnieken worden voor de gehele corridor (en dus ook voor de centerline) van routes toegepast. In onderstaande tabel zijn routes opgenomen waar aanlegtechnieken worden toegepast die nog niet eerder zijn toegepast, die al wel eerder zijn toegepast maar in een andere vorm of die worden toegepast in complexe context.

Tabel 6.4 Niet conventionele aanlegtechnieken of complexe aanleg per route

Route	Locatie	Toelichting toepassing aanlegtechniek
II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen)	KP0.75-KP2.5 – Kruising bestaande kabelinfrastructuur	Een HDD wordt ingezet voor kruisen van bestaande kabel-infrastructuur (Gemini, Tycom, NorNed en COBRA). Het betreft een relatief lange HDD-boring van nat naar nat op diepte. Dit wordt gezien als een complexe operatie vanwege de context waarin de HDD wordt uitgevoerd (van nat naar nat boren op zee).
	KP 20.5 - kruising COBRA	De COBRA-kabel wordt ter hoogte van KP 20.5 onderlangs gekruist via een HDD-boring. Dit wordt gezien als een complexe operatie vanwege de context waarin de HDD wordt uitgevoerd. Het uitvoeren van een HDD van nat naar nat op zee is wel vaker uitgevoerd.
II: Oude Westereems route A en A1 (leidingen)	KP0-KP2.5 – Kruising primaire kering en bestaande kabelinfrastructuur	Met een geboorde tunnel wordt de primaire kering en bestaande kabel-infrastructuur (Gemini, Tycom, NorNed en COBRA) gekruist. Het is hier niet mogelijk om een HDD in te zetten vanwege de diepteligging van de bestaande infrastructuur. De haalbaarheid van de tunnel op deze locatie is nog onzeker. Deze techniek is wel beoordeeld als conventioneel.
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	KP 2.0 – 13.0 Kruising wadplaten	Serie HDD-boringen. Niet eerder is in het Waddengebied een serie HDD-boringen toegepast voor de aanleg van een leiding.
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	KP 1.7 – 10.0 Kruising wadplaten	Serie HDD-boringen. Niet eerder is in het Waddengebied een serie HDD-boringen toegepast voor de aanleg van een leiding.

Route	Locatie	Toelichting toepassing aanlegtechniek
X: Tunnel route	Zie X: Tunnel route	Er wordt een intredepunt ontwikkeld op zee en een aanlandingspunt op land. Beide zijn zo gedimensioneerd, dat er voldoende ruimte is voor het materiaal en materieel. Vanaf zee (intredepunt) en vanaf land (aanlandingspunt) wordt gewerkt met tunnelboormachines waarna in de verschillende tunnelbuizen de kabelsystemen en/of leidingen worden geïnstalleerd. Dit is een complexe aanlegoperatie maar wel conventioneel te noemen. Het inbrengen van een kabelsysteem is niet conventioneel.

Afbeelding 6.3 Boven-aanzicht van intredepunt Noordzee van de X: Tunnelroute tijdens de bouwfase



Installatie waterstofleiding en kabelsysteem in X: Tunnel route

Aan de hand van het ontwerptraject inclusief variantenstudie is de aanleg van de X: Tunnel route inclusief het inbrengen van een waterstofleiding en kabelsysteem als haalbaar beoordeeld. Wel is hier sprake van een niet conventionele aanlegtechniek, vanwege het inbrengen van een kabelsysteem/leiding in het tunnelsysteem. Met name het inbrengen van een kabelsysteem is niet conventioneel te noemen. Voorbeelden van geboorde tunnels van deze afstand (en langer) zijn voorhanden. Voor het kabelsysteem geldt dat er een vergelijkbaar concept zoals toegepast in de kanaaltunnel (tussen Frankrijk en Engeland) is geselecteerd als meest geschikt. De kabelsystemen worden in volledige lengte aangeleverd per schip, op een carroussel geplaatst en via een rail in de tunnel gebracht.

Voor de waterstofleiding is gekozen voor het invoeren van lange stukken pijpleiding om deze vervolgens in de tunnel aan elkaar te lassen. Dit is vaker in pijpleidingprojecten toegepast. Het aantal lassen dat in de tunnel gemaakt dient te worden is afhankelijk van de grootte van de invoerschacht en de beschikbare ruimte op het aanlandingspunt. Er is veel aandacht geweest voor de haalbaarheid en de veiligheid van deze installatiemethode voor een waterstofleiding in de tunnel. Tevens is door de organisatie A.HAK, een externe partij, een review uitgevoerd op deze installatiemethode, waarin de haalbaarheid van het inbrengconcept is bevestigd.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

6.5.3 Bereikbaarheid en voertuigmobilisatie

Corridor en centerline

Materieel voor de aanleg van kabelsystemen/leidingen wordt via het water aangeleverd. Een slechte bereikbaarheid van een route maakt de aanleg van een kabelsysteem/waterstofleiding complex en daarmee technisch uitdagend. Onderstaande tabel toont een overzicht van de maximaal te overbruggen afstand tussen een geul vanaf waar materieel kan worden aangevoerd en de route en de lengte over het wad. Daarnaast is in de tabel opgenomen of voertuigmobilisatie en werkzaamheden plaatsvinden aan de Noordzeekust van een Waddeneiland.

Tabel 6.5 Mobilisatie van materieel en materiaal voor de aanleg van kabelsystemen

	II	V: A1	V: A2	VII	X
minimale afstand tussen geul en route (km)	0	1	1	2	7,5
afstand route over het wad (km)	0	7	2	12	n.v.t.
voertuigmobilisatie en werkzaamheden Noordzeekust Waddeneilanden	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee

Tabel 6.6 Mobilisatie van materieel en materiaal voor de aanleg van leidingen

	II	VII	VIII	IX	X
minimale afstand tussen geul en route (km)	0	2	2	0	7,5
afstand route over het wad (km)	0	12	10	3	n.v.t.
voertuigmobilisatie en werkzaamheden Noordzeekust Waddeneilanden	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee

Uit bovenstaande tabel komt naar voren dat de VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen) en de VIII: Ameland Wantij route (leidingen) minimaal 2 km vanaf een geul liggen waar vandaan materiaal en materieel wordt aangevoerd. Gezien de afstand tussen de geulen van de route wordt aanvoer van materieel over het wad gezien als technisch complex. Daarnaast dient voor beide routes veel materiaal te worden aangevoerd (10 tot 12 km kabel en leiding). Met name voor de varianten van deze routes waar een leiding met een serie HDD's wordt aangelegd, geldt dat veel materieel moet worden getransporteerd. Tot slot geldt voor deze routes dat voor het kruisen van respectievelijke Schiermonnikoog en Ameland, materieel voor het uitvoeren van een HDD op het Noordzeestrand wordt aangeleverd en gemobiliseerd. Vanwege de lokale waterdiepte, stroming en getijdewerking wordt dit gezien als complex.

Vanwege uitdagingen wat betreft de bereikbaarheid van de VII: Schiermonnikoog Wantij route en VIII: Ameland Wantij routes, wordt aanvoer en mobilisatie van materiaal en materieel gezien als complex. Daarom zijn deze routes op dit criterium technisch minder wenselijk.

X: Tunnel route

Voor het boren van de X: Tunnel route zal er veel materieel van en naar de werkterreinen bij het intredepunt en aanlandingspunt moeten worden vervoerd. Dat betekent extra scheepsvaarbewegingen richting het intredepunt en transportbewegingen nabij de Eemshaven. Om de bereikbaar van het intredepunt voor schepen te waarborgen wordt een toegangsgedul gebaggerd. Tijdens de realisatie- en operatiefase is het noodzakelijk om rekening te houden met sedimentatie. Aangezien voor de bereikbaarheid van het intredepunt een toegangsgedul moet worden gebaggerd, is de X: Tunnel route op dit aspect minder wenselijk.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

6.5.4 Morfodynamica en begraafdiepte

Corridor en centerline

Morfologisch ontwerpprofiel

Voor alle routes is een morfologische studie uitgevoerd waarbij de diepst verwachte bodemligging gedurende de levensduur van de kabelsystemen en leidingen is bepaald (morfologische ontwerpstudie, bijlage bij Notitie Routeontwikkeling). De diepte van dit punt, ook wel het morfologische ontwerpprofiel genoemd, varieert per route en kilometerpunt.

In onderstaande tabellen is per route de maximale diepte van het morfologisch ontwerpprofiel ten opzichte van het meest recente bodemniveau opgenomen. Voor routes in de Waddenzee legt TenneT een kabelsysteem 2 meter onder dit punt. Gasunie legt een waterstofleiding minimaal 0,8 m onder dit punt in de Waddenzee. Hoe groter de diepte van het morfologische ontwerpprofiel ten opzichte van het meest recente bodemniveau, hoe complexer de aanleg.

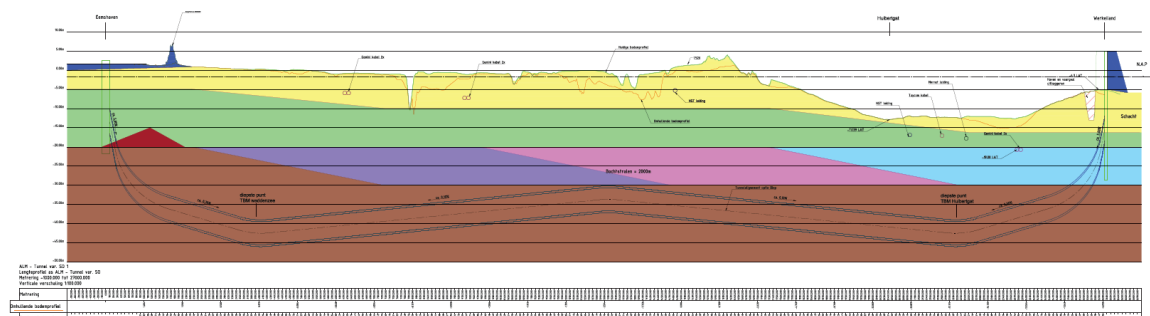
Tabel 6.7 Diepte (m) van het morfologisch ontwerpprofiel (ofwel NMRL) onder het meest recente bodemniveau, Waddzeeroutes (kabelsystemen)

	II	V: A en A1	V: A2	VII
maximale diepte NMRL centerline t.o.v. meest recente bodemniveau	6 m	15 m	16 m	9 m
maximale diepte NMRL zijlijn oost t.o.v. meest recente bodemniveau	16 m	16 m	16 m	12 m
maximale diepte NMRL zijlijn west t.o.v. meest recente bodemniveau	24 m	16 m	16 m	9 m

Tabel 6.8 Diepte (m) van het morfologisch ontwerpprofiel (ofwel NMRL) onder het meest recente bodemniveau, Waddzeeroutes (leidingen)

	II	VII	VIII	IX
maximale diepte NMRL centerline t.o.v. meest recente bodemniveau	13 m	9 m	13 m	14 m
maximale diepte NMRL zijlijn oost t.o.v. meest recente bodemniveau	13 m	12 m	7 m	14 m
maximale diepte NMRL zijlijn west t.o.v. meest recente bodemniveau	23 m	9 m	10 m	11 m

Afbeelding 6.4 Overzichtstekening tunnelsysteem van X: Tunnel route



Het morfologische ontwerpprofiel in de corridor van de II: Oude Westereems route (kabelsystemen) bereikt een diepte van maximaal 24 m ten opzichte van het meest recente bodemniveau in het westen van de corridor.

Het morfologische ontwerpprofiel in de corridor van de II: Oude Westereems route (leidingen) bereikt een diepte van maximaal 23 m ten opzichte van het meest recente bodemniveau in het westen van de corridor. Dit resulteert lokaal in een grote begraafdiepte. Het is technisch complex om deze diepte te bereiken in de aanlegfase. De grote te bereiken begraafdiepte draagt bij aan de technische complexiteit van deze routes.

Morfologische dynamiek en gebruiksfase

Daarnaast is op basis van de morfologische ontwerpstudie de morfologische dynamiek langs de routes gescoord op een schaal van 1-5, waarbij 5 zeer morfologisch dynamisch is en 1 beperkt morfologisch dynamisch is. De resultaten zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 6.9 Morfologische dynamiek met score 1-5

	II (kabelsystemen)	II (leidingen)	V	VII	VIII	IX	X
Morfologische dynamiek (score 1-5)	4	4	3	1	1	3	1

De V: Boschgat route en de IX: Zoutkamperlaag route liggen in een getijdegeul. Deze getijde geul is niet statisch maar migreert langzaam richting het oosten. Op deze locatie zal de dekking boven de kabelsysteem/leiding dus toenemen als gevolg van de geulmigratie. Dit beïnvloedt de complexiteit van het uitvoeren van eventuele onderhoudswerkzaamheden in de gebruiksfase.

Voor beide varianten van de II: Oude Westereems route geldt dat een deel van de route wordt aangelegd door een dynamisch bankensysteem, waardoor de dekking op de kabelsysteem/leiding door de tijd flink kan variëren. In combinatie met de benodigde begraafdiepte op deze varianten beïnvloedt dit de technische complexiteit van deze route.

De morfologische dynamiek langs de routes over het wantij (VII: Schiermonnikoog Wantij route en de VIII: Ameland Wantij route) is zeer beperkt. Daarbij moet worden opgemerkt dat het oostelijke deel van de corridor van VII: Schiermonnikoog Wantij route dynamischer is dan de centerline van de corridor.

Het tunnelsysteem van de X: Tunnel route wordt op behoorlijke diepte geboord en is op die manier niet onderhevig aan blootspoeling door morfologische dynamiek. Enkel rond het Huibergat, een dynamische geul, hebben de tunnelbuizen een iets minder grote gronddekking. Om die reden zal op dat punt gedurende de gebruiksfase een periodieke dieptepeiling noodzakelijk zijn. Als uit het grondonderzoek blijkt dat de lagen tussen de tunnel en de bodem van het Huibergat hard genoeg zijn om morfologisch stabiel te zijn, kunnen de dieptepeilingen afgeschaald worden. Het intredepunt van de tunnel bevindt zich op de Ballonplaat. Dit is een zandige ondiepte die weinig morfologische dynamiek vertoont.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

6.5.5 Baggerwerkzaamheden

Corridor en centerline

Zoals is toegelicht in Hoofdstuk 3, wordt de complexiteit van baggerwerkzaamheden beïnvloed door aspecten zoals baggervolume, variëteit van de bodemsamenstelling, afstand tot een haven en stroming. Op basis van deze aspecten is de complexiteit van de beoogde baggerwerkzaamheden beoordeeld.

Om een kabelsysteem of leiding op de gewenste diepte te kunnen installeren of om bepaalde locaties toegankelijk te maken voor materieel, worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. Allereerst is per route gekeken naar het verwachte volume dat moet worden gebaggerd. Tabel 6.10 en Tabel 6.11 presenteren de baggervolumes per route voor de centerline en beide zijlijnen van de corridor, voor respectievelijk kabelsystemen en leidingen. Voor de aanleg van kabelsystemen worden grote baggervolumes verwacht langs de V: Boschgat route en voor de westelijk zijlijn van de II: Oude Westereems route. Voor de aanleg van leidingen worden grote baggervolumes verwacht langs de II: Oude Westereems route (grootste volume langs de westelijke zijlijn) en de IX: Zoutkamperlaag route.

Tabel 6.10 Baggervolumes voor Waddenzeeroutes (kabelsystemen) in m³ voor aanleg kabelsysteem langs centerline, zijlijn oost en zijlijn west

	II	V: A1	V: A2	VII
baggervolume centerline (m ³)	380.000	2.980.000	2.155.000	487.500
baggervolume zijlijn oost (m ³)	925.500	5.074.000	2.470.000	487.500
baggervolume zijlijn west (m ³)	6.833.500	4.464.500	2.496.500	487.500

Tabel 6.11 Baggervolumes voor Waddenzeeroutes (leidingen) in m³ voor aanleg leiding langs centerline, zijlijn oost en zijlijn west

	II	VII	VIII	IX
baggervolume centerline (m ³)	5.901.600	186.400	236.000	3.446.000
baggervolume zijlijn oost (m ³)	5.901.600	186.400	236.000	3.702.000
baggervolume zijlijn west (m ³)	15.320.000	186.400	236.000	3.588.000

De drie routes met de grootste baggervolumes zijn routes die worden aangelegd in bestaande (vaar)geulen. Deze gebieden zijn van nature morfologisch dynamisch (dynamischer dan routes op het wantij). Dit vergroot de kans op sedimentatie tijdens het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden, wat de complexiteit van het baggerwerk vergroot. Tot slot is de bodemsamenstelling op routes en het voorkomen van klei, potklei en keileem in beeld gebracht in paragraaf 6.7. De variëteit van de bodemsamenstelling op de II: Oude Westereems route en de IX: Zoutkamperlaag route is naar verwachting groot. Naar verwachting kent de V: Boschgat route geen grote variëteit van de bodem.

X: Tunnel route

Voor het realiseren van de X: Tunnel route zijn eveneens baggerwerkzaamheden nodig. Het gaat niet om baggerwerkzaamheden voor de aanleg van een kabelsysteem of waterstofleiding maar voor het realiseren van de aanvaarroute, de draaicirkel en het havenbassin van het intredepunt Noordzee. Het totale baggervolume bedraagt 915.000 m³. Na realisatie zullen baggerwerkzaamheden ten behoeve van het begaanbaar houden van de vaargeul uitgevoerd moeten worden. Dit is afhankelijk van de grootte van de schepen die het intredepunt Noordzee moeten bereiken.

Het intredepunt Noordzee bevindt zich op de Ballonplaat. Dit is een relatief ondiepe zandige plaat met een uniforme bodemsamenstelling (zand, kleine kans op klei, laag slibgehalte). De Ballonplaat is goed bereikbaar via de Eemshaven (ca. 30 km vaarafstand). De baggerwerkzaamheden ten behoeve van het realiseren en onderhouden van het intredepunt Noordzee zijn weinig complex vanwege de uniforme (zandige) bodemsamenstelling, lage morfologische dynamiek en goede bereikbaarheid van het gebied.

Voor de constructie van het intredepunt Noordzee is ongeveer 1.300.000 m³ grond nodig. De baggerspecie die uit de aanvaarroute, de draaicirkel en het havenbassin van het intredepunt Noordzee vrijkomt wordt hiervoor benut.

Omdat het totale volume van deze baggerwerkzaamheden minder is dan het benodigde volume om het intredepunt Noordzee te realiseren, moet volume vanuit elders gehaald worden, of er moet meer uit de aanvaarroute, draaicirkel en/of het havenbassin gebaggerd worden.

Conclusie

Op basis van bovenstaande analyse is geconcludeerd dat de westelijke zijlijn van de corridor van de II: Oude Westereems route (zowel voor kabelsystemen als voor leidingen) en de centerline en de zijlijnen van de corridor van de IX: Zoutkamperlaag route vanwege de aard van de baggerwerkzaamheden bijdragen aan de technische complexiteit van de aanleg. Dit geldt in nog sterkere mate voor de centerline en de zijlijnen van de corridor van V: Boschgat route (alle varianten).

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddenzeeroutes.

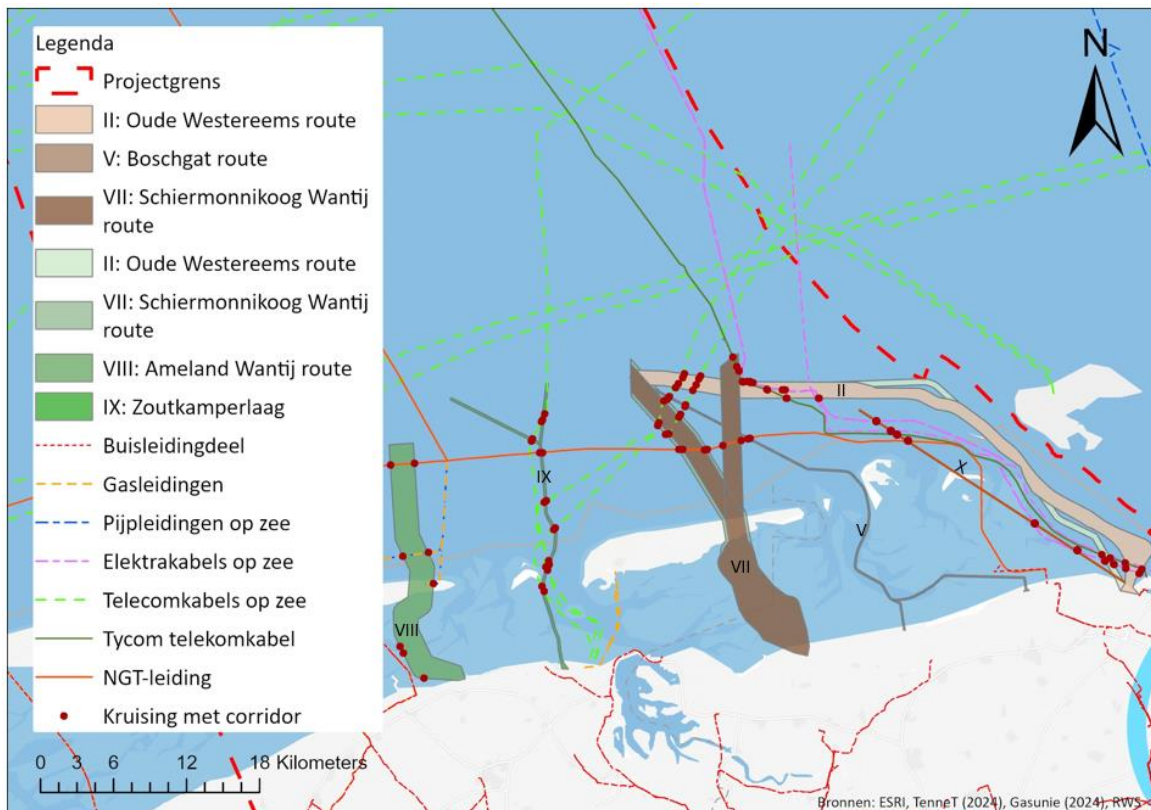
6.6 Objecten, obstakels en hinder

6.6.1 Kruisingen en parallelligging infra derden (energie infrastructuur en telecom)

Kruisingen corridor en centerline

Onderstaand zijn voor routes en corridors in het Waddengebied kruisingen met bestaande telecomkabels, bestaande elektriciteitskabels (AC en DC) en leidingen voor transport van olie en gas geanalyseerd. Onderaan de tabel is een beschouwing gegeven op deze kruisingen. Voor de X: Tunnel route geldt dat deze op ruime afstand onder bestaande infrastructuur wordt aangelegd. De minimale afstand tussen bestaande kabels en leidingen en de tunnel is 15 meter (zie Bijlage II). Voor deze route wordt dan ook niet gesproken van kruisingen met bestaande infrastructuur.

Afbeelding 6.5 Kruisingen corridors Waddenzeeroutes met kabels en leidingen in het Waddengebied en in de Noordzeekustzone



Tabel 6.12 Kruisingen bestaande kabels en leidingen

Route	Aantal kruisingen met telecom		Aantal kruisingen met bestaande AC- en DC-kabels		Aantal kruisingen met bestaande leidingen	
	centerline	corridor	centerline	corridor	centerline	corridor
II: Oude Westereems route A (kabelsystemen)	4	12	10 AC 4 DC	8 AC 8 DC	0	0
II: Oude Westereems route A1 (kabelsystemen)	6	12	10 AC 4 DC	8 AC 8 DC	0	0
V: Boschgat route A (kabelsystemen)	0	0	0	0	1	2
V: Boschgat route A1 (kabelsystemen)	2	4	0	0	1	2
V: Boschgat route A2 (kabelsystemen)	2	4	0	0	1	2
VII: Schiermonnikoog Wantij route A (kabelsystemen)	0	4	0	0	1	2
VII: Schiermonnikoog Wantij route A1 (kabelsystemen)	2	4	0	0	1	2
II: Oude Westereems route (leidingen)	6	12	4 AC 4 DC	8 AC 10 DC	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	2	4	0	0	1	2
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	0	0	0	3 AC	2	5
IX: Zoutkamperlaag route A1 (leidingen)	6	12	0	0	1	2
IX: Zoutkamperlaag route A2 (leidingen)	6	12	0	0	1	2

Kruisingen met telecomkabels

De IX: Zoutkamperlaag route (leidingen), II: Oude Westereems route (leidingen) en II: Oude Westereems route A1 (kabelsystemen) kennen een groot aantal kruisingen met telecomkabels. Voor deze routes geldt dat het aantal kruisingen met telecomkabels in de centerline even groot is als in de randen van de corridor (aantal kruisingen in randen is factor 2 van de centerline). Voor de X: Tunnel route zijn de kruisingen gezien de diepteligging van het tunnelsysteem niet relevant.

Kruisingen met bestaande en geplande elektriciteitskabels (AC en DC)

De II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen) en II: Oude Westereems route (leidingen) kruisen de twee zeekabels van windpark Gemini en de COBRA- en NorNed-kabels ten minste twee keer, direct achter de primaire waterkering en ten noordoosten van Schiermonnikoog:

- de centerline van deze varianten voor kabelsystemen (A en A1) kruist de zeekabels van windpark Gemini vaker. Inpassing van een kabelsysteem in deze corridor vraagt extra aandacht. Door kabelsystemen ten noorden en zuiden van de centerline aan te leggen, kunnen twee van de kruisingen met de twee zeekabels van windpark Gemini worden vermeden;
- direct achter de primaire waterkering kruisen deze routes de COBRA- en NorNed-kabels. TenneT kruist deze kabels met een HDD-boring waarmee in één keer onder de vier kabels wordt doorgeboord (inclusief de kabels van Gemini). De routes voor kabelsystemen kruisen de COBRA- en NorNed-kabels vervolgens verderop nogmaals. Respectievelijk ten noordoosten van Borkum en ten noordoosten van Schiermonnikoog. Voor deze kruisingen geldt een gelijk aantal kruisingen voor de gehele corridor. Wel geldt hier dat het kruisen van de NorNed-kabel en de Gemini-kabels ten noordoosten van

Schiermonnikoog in het zuiden van de corridor mogelijk complexer is vanwege de korte afstand waarop deze kruisingen moeten worden uitgevoerd;

- de variant voor leidingen kruist de vier kabels (2 kabels van Gemini, NorNed en COBRA) direct achter de primaire waterkering met een segmenttunnel (met een enkele boring ook onder de primaire kering door). Ten noordoosten van Borkum ligt de COBRA-kabel deels in de corridor (wat leidt tot twee extra kruisingen met de westelijke lijn van de corridor). Door het westelijke deel van de corridor niet te gebruiken, worden twee kruisingen met de COBRA-kabel voorkomen.

Kruisingen met bestaande leidingen

Alle routes behalve de varianten van II: Oude Westereems route kruisen de NGT-leiding. Zowel kabelsystemen als leidingen kruisen de NGT-leiding met een standaard aanlegtechniek. De VIII: Ameland Wantij route kruist daarnaast een NAM leiding een paar kilometer ten noorden van het Noordzeestrand van Ameland, dit is vanwege de beperkte waterdiepte een complexe kruising. Voor de X: Tunnel route geldt dat deze ruim onder de NGT-leidingen doorgaat en daarom vanuit technisch oogpunt geen negatieve gevolgen heeft.

Parallelligging corridor en centerline

In onderstaande tabel is opgenomen of routes en corridors parallel liggen aan bestaande elektriciteitskabels (AC en/of DC) en bestaande leidingen. In de analyse naar parallelligging is gekeken naar:

- onderlinge afstand tussen assets (kabels onderling, leidingen onderling en tussen kabelsystemen en leidingen) van minimaal 500 m;
- afstandsbepalingen vanwege NEN 3654.

Kruisingen met bestaande kabels (telecom, AC en DC) en leidingen zijn hierboven opgenomen.

Parallelligging met bestaande assets op minder dan 500 m

Voor zowel de centerline als voor de corridor is gekeken of er sprake is van parallelligging ten opzichte van bestaande energie infrastructuur met een onderlinge afstand kleiner dan 500 m. Elke route (centerline en corridor) ligt ten minste één keer op een afstand van minder dan 500 m ten opzichte van een bestaande kabel/leiding. In veel gevallen gaat het om kruisingen met bestaande kabels en/of leidingen (hierboven beschouwd). Daarnaast liggen de volgende routes liggen over grote afstanden (meerdere kilometers) op minder dan 500 m parallel aan bestaande kabels of leidingen:

- II: Oude Westereems route (alle varianten voor kabelsystemen en leidingen): zowel de centerline als corridor liggen over meerdere kilometers op een afstand van minder dan 500 m parallel aan bestaande DC-kabels (met name de COBRA-kabel) en ten noorden van Schiermonnikoog parallel aan de zeekabels van windpark Gemini;
- V: Boschgat route varianten A en A1: deze varianten volgen de oostelijke aanlanding. Nabij de aanlanding ligt de corridor op een afstand van minder dan 500 m parallel aan de NGT-leiding;
- VII: Ameland Wantij route: de corridor van deze route ligt over meerdere kilometers op een afstand van minder dan 500 m parallel aan bestaande AC-kabels en leidingen. In het Waddengebied tussen Friesland en Ameland betreft het de kabelsystemen en leiding tussen het vasteland en Ameland. In de Noorzeekustzone betreft het de leiding van de NAM (zie de omschrijving bij kruisingen met leidingen);
- II: Oude Westereems route (leidingen):
 - het westelijke deel van de corridor kan mogelijk niet volledig worden gebruikt doordat ten zuidwesten van Borkum de COBRA- en de NorNed-kabels in de corridor liggen. Dit maakt het gebruiken van het westelijke deel van de corridor onwenselijk;
 - ten noordwesten van Borkum, kruist de corridor de COBRA-kabel en de NorNed-kabel. Het punt waarop de corridor wordt gekruist ligt voor de COBRA-kabel ergens anders dan voor de NorNed-kabel. De kruising met de NorNed-kabel is nagenoeg haaks. De kruising met COBRA-kabel is niet haaks. Dit leidt tot parallellegging op een afstand van minder dan 200 m, deels in de corridor, over een afstand van circa 3.000 m.

Parallelligging met bestaande leidingen op minder dan 1000 m voor routes voor kabelsystemen

Tabel 6.14 toont de parallelligging van kabelsystemen langs bestaande leidingen in het Waddengebied. De tabel geeft per route de lengte van de route, het aantal secties met parallelligging op minder dan 1.000 meter ten opzichte van buisleidingen en de totale lengte van deze parallelligging, zowel in de centerline als in de corridor.

Tabel 6.13 Parallelligging routes voor kabelsystemen aan bestaande leidingen in het Waddengebied

Routes	Lengte route (afgerond op 1.000 m)	Secties met paralleloop < 1.000 m t.o.v. buisleidingen	Lengte parallelligging (meter) < 1.000 m t.o.v. buisleidingen	Secties met paralleloop < 1.000 m t.o.v. buisleidingen	Lengte parallelligging (meter) < 1.000 m t.o.v. buisleidingen
		centerline	centerline	corridor	corridor
II: Oude Westereems route A (kabelsystemen)	44.000	0	0	0	0
II: Oude Westereems route A1 (kabelsystemen)	50.000	0	0	0	0
V: Boschgat route A (kabelsystemen)	45.000	4	> 1.000 m	4	> 5.000 m
V: Boschgat route A1 (kabelsystemen)	41.000	4	> 1.000 m	4	> 5.000 m
V: Boschgat route A2 (kabelsystemen)	36.000	1	> 1.000 m	1	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij route A (kabelsystemen)	29.000	1	> 1.000 m	1	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij route A1 (kabelsystemen)	27.000	1	100 - 1.000 m	1	> 1.000 m
X: Tunnel route	26.000	0	0	0	0

De corridor van V: Boschgat route met varianten A en A1 ligt vanaf het vasteland van Groningen over een afstand van circa 2 km binnen 1000 m van de NGT-leiding. Om op deze route een AC-kabelsysteem te kunnen ontwikkelen, dient mogelijk aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654.

Parallelligging met bestaande AC-kabels (leidingen)

Tabel 6.14 toont de parallelle ligging van leidingen langs bestaande AC-kabels in het Waddengebied. De tabel specificeert voor verschillende routes de lengte van de route, het aantal secties met parallelle ligging korter dan 1.000 meter ten opzichte van AC-kabels en de totale lengte van deze parallelle ligging, zowel in de centerline als in de corridor.

Tabel 6.14 Parallelligging routes voor leidingen aan bestaande AC-kabels in het Waddengebied

Routes	Lengte route (afgerond op 1.000 m)	Aantal secties met paralleloop < 1.000 m t.o.v. AC-kabels	Lengte parallelligging (meter) < 1.000 m t.o.v. buisleidingen	Aantal secties met paralleloop < 1.000 m t.o.v. AC-kabels	Lengte parallelligging (meter) < 1.000 m t.o.v. buisleidingen
		centerline	centerline	corridor	corridor
II: Oude Westereems route (leidingen)	49.000	9	> 5.000 m	9	> 10.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	29.000	0	0	0	0
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	23.000	1	> 1.000 m	1	> 5.000 m
IX: Zoutkamperlaag route A1 (leidingen)	22.000	0	0	0	0
IX: Zoutkamperlaag route A2 (leidingen)	25.000	0	0	0	0
X: Tunnel route	26.000	0	0	0	0

II: Oude Westereems route (leidingen):

- de onderlinge afstand tussen de route/corridor en de zeekabel van windpark Gemini is op meerdere plekken minder dan 1.000 m over lange afstanden. Mogelijk is aanvullend onderzoek nodig naar EMC effecten in het kader van NEN 3654;
- de corridor ligt nagenoeg over de gehele lengte in het Waddengebied op een afstand van minder dan 500 m parallel aan de COBRA-kabel (tot de corridor de COBRA-kabel kruist). De onderlinge afstand van circa 100 tot 200 m over een afstand van circa 1.500 m ten zuidwesten van Borkum is een aandachtspunt, zeker als in het westelijke deel van de corridor een leiding wordt ontwikkeld. Ten noordwesten van Borkum ligt de corridor over een afstand van circa 10 km op een afstand van minder dan 500 m parallel aan de COBRA-kabel. Een nabijheidsovereenkomst tussen TenneT (de operator van de COBRA-kabel) en Gasunie (de operator van het toekomstige waterstofnetwerk op zee) lijkt nodig om in het westelijke deel van de corridor een leiding te ontwikkelen.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen):

- ten westen van de corridor liggen elektriciteitskabels van Liander (AC) die het vasteland van Friesland met Ameland verbinden. Bijna over de gehele lengte van de corridor tussen het vasteland en Ameland, liggen de buitenste lijnen van de corridor op minder dan 1000 m parallel aan deze kabels. Over een afstand van 3 km liggen de kabels in de corridor. Om in deze route een leiding te kunnen ontwikkelen, dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654;
- naast de elektriciteitskabels van Liander ligt een gasleiding van Gasunie (Gasleiding Holwerd - Ameland) op een afstand van minder dan 500 m van de corridor. Voor ontwikkelen van een leiding in het westelijke deel van de corridor lijkt mogelijk een nabijheidsovereenkomst benodigd.

Maximale configuratie

Voor alle routes geldt dat nabijheids- en kruisingsovereenkomsten gesloten moeten worden afgesloten om bestaande infrastructuur te kruisen/parallel te liggen aan bestaande infrastructuur. Het lijkt complex om de maximale configuratie te ontwikkelen (van 7 kabelsystemen en 3 leidingen) in de corridors van de II: Oude Westereems route vanwege de zeekabels van windpark Gemini die ten noordoosten van Schiermonnikoog in de corridor liggen. Aanvullend onderzoek in het kader van NEN 3654 is mogelijk nodig om leidingen in de corridor te ontwikkelen.

6.6.2 Hinder van scheepvaart voor aanleg

Voor de beoordeling van dit criterium is geen onderscheid gemaakt tussen de centerline en de gehele corridor van routes.

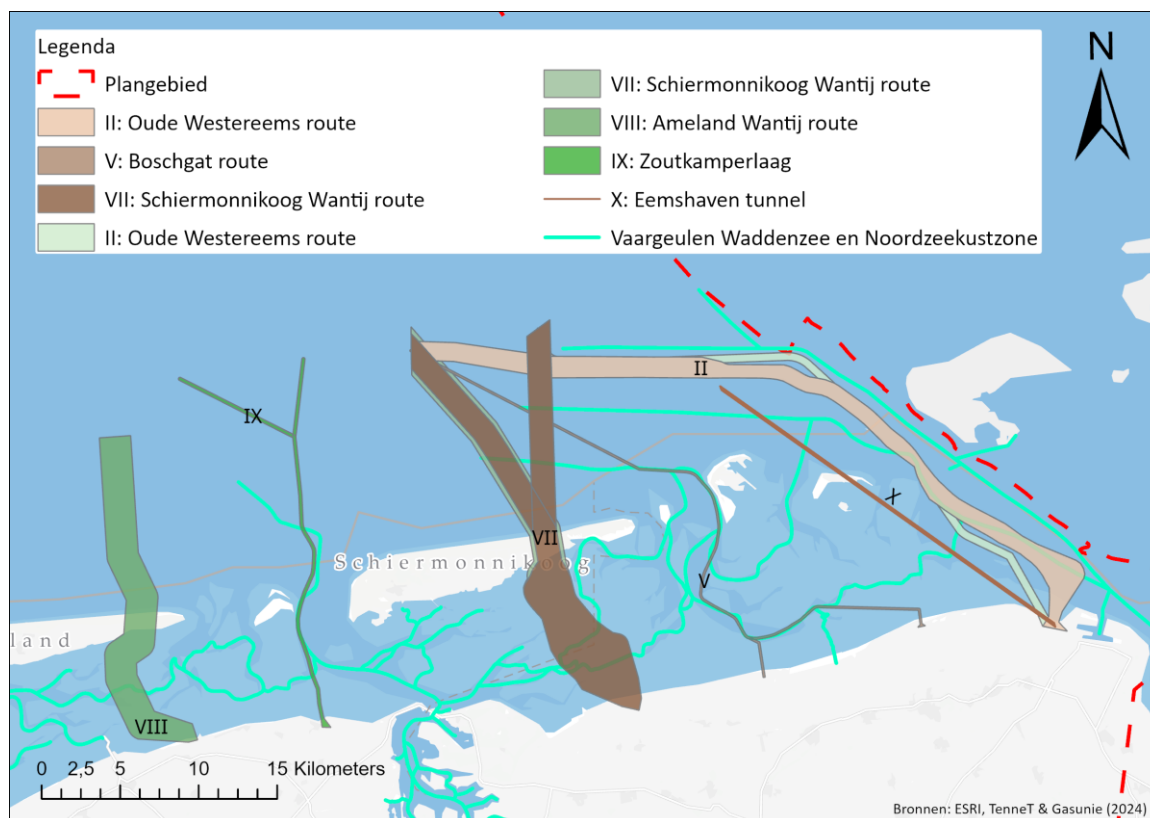
Corridor en centerline

In onderstaande tabel worden de interacties met vaarwegen beschreven van de routes in het Waddengebied. De onderstaande afbeelding toont de ligging van de routes in het Waddengebied ten opzichte van de vaargeulen.

Tabel 6.15 Hinder van scheepvaart voor aanleg in het Waddengebied

Route	Interactie met vaarweg
II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen)	circa 10 km in Eemshaven Doekegat deel van corridor in ankergebied deel van corridor in noodankergebied
II: Oude Westereems route (leidingen)	circa 5 km in Eemshaven Doekegat deel van corridor in noodankergebied
V: Boschgat route A, A1 en A2	circa 7 km in Zuid Oost Lauwers circa 4 km in Lauwers Noordzee circa 2 km in Boschgat
VII: Schiermonnikoog Wantij route A en A1 (kabelsystemen)	kruising met Lutjewad en Eilanderbalg op de Waddenzee en kruising met Lauwers op de Noordzee.
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	kruising met Lauwers op de Noordzee.
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	kruising met de Zuiderspruit
IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)	A1 - circa 18 km in de Zoutkamperlaag A2 - circa 6 km in de Zoutkamperlaag
X: Tunnel route	route en intredepunt kruisen geen vaarwegen. Wel geldt dat tijdens de realisatiefase transport met schepen vanuit de Eemshaven over de vaarroute zal plaatsvinden.

Afbeelding 6.6 Kruisingen van varianten in het Waddengebied met vaarwegen



De grootste hinder van scheepvaart voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen wordt verwacht langs de routes die in of dichtbij de betonde vaarwegen liggen waar beperkte mogelijkheden zijn voor uitwijken of het volgen van een alternatieve vaarweg. Dit geldt voor de V: Boschgat route en de IX: Zoutkamperlaag route, waar de route over relatief grote lengtes in betonde vaarwegen ligt (zie bovenstaande tabel en afbeelding). De vaargeulen op de V: Boschgat route en de IX: Zoutkamperlaag route worden enkel gebruikt voor niet-routegebonden verkeer.

De leidingvariant van de II: Oude Westereems route loopt dicht langs een betonde vaarweg (de Eemsgaol). De II: Oude Westereems routes A en A1 (kabelsystemen) lopen door Eemshaven Doekegat. Omdat Eemshaven Doekegat een druk bevaren vaarweg is, kan de aanleg van een kabelsysteem/leiding op deze routes hinder ondervinden door scheepvaart. Aangezien de leidingvariant van deze route op grotere afstand van de vaargeul ligt, wordt de aanleg van een leiding op deze route naar verwachting minder gehinderd door scheepvaart dan de routevariant voor kabelsystemen. Voor de routes over het wantij (VII: Schiermonnikoog Wantij route en VIII: Ameland Wantij route) geldt dat er enkele kleinere vaarwegen worden gekruist welke met name door pleziervaart worden gebruikt.

Voor aanleg van de X: Tunnel route zijn scheepvaartbewegingen van en naar het intredepunt Noordzee nodig voor de realisatie van de X: Tunnel route (via een aan te leggen vaarweg). Dit kan leiden tot verhoogde intensiteit van scheepvaart op de vaarwegen en daarmee drukte. Dit is een aandachtspunt bij de verdere uitwerking van deze route. De verwachting is dat deze verhoogde scheepvaartintensiteit van 6 schepen per dag geen problemen oplevert; daarom wordt geen hinder door scheepvaart verwacht. Het intredepunt Noordzee ligt buiten de vaarweg, er vinden dus geen werkzaamheden plaats in of nabij de Eemsgaol of andere vaarwegen.

Maximale configuratie

Het huidige uitgangspunt is dat er slechts één leiding of één kabelsysteem tegelijkertijd wordt aangelegd. Hieruit volgt dat er wat betreft het criterium hinder van scheepvaart voor aanleg geen aanvullende beoordeling is voor de maximale configuratie. Ook heeft dit criterium geen effect op het maximale aantal kabelsystemen/leidingen dat langs de routes ingepast kan worden.

6.6.3 Wrakken en obstakels

Corridor en centerline

In onderstaande tabel is het aantal neerstortlocaties van vliegtuigwrakken in het Waddengebied weergegeven. Binnen de corridors van de II: Oude Westereems route, de VII: Schiermonnikoog Wantij route en de IX: Zoutkamperlaag route zijn waarschijnlijke neerstortlocaties van vliegtuigwrakken geïdentificeerd door REASeuro. In Afbeelding 6.7 is te zien dat alle wrakken zich ten noorden van de Waddeneilanden bevinden. Dat is gunstig aangezien in dat gebied meer uitwijkmogelijkheden zijn dan in de Waddenzee. Wel is het mogelijk dat de wrakken vanaf de neerstortlocaties zijn afgedreven richting het Waddengebied. Daardoor kan niet worden uitgesloten dat deze wrakken zich in de vaargeulen in het Waddengebied bevinden.

Tabel 6.16 Aantal neerstortlocaties van vliegtuigwrakken in op de varianten in het Waddengebied

	II			V			VII			VIII	IX		
	A (K)	A1 (K)	(L)	A (K)	A1 (K)	A2 (K)	A (K)	A1 (K)	(L)	(L)	A (L)	A1 (L)	A2 (L)
Wrakken en obstakels (aantal)	1	2	0	0	0	0	3	5	3	0	0	0	1

II: Oude Westereems route

Aangenomen is dat in geen van de gevallen een corridor voor kabelsystemen over de volledige breedte wordt geblokkeerd, gezien de corridorbreedte van meer dan 1000 m ter hoogte van de neerstortlocaties. Daarmee is dit criterium niet onderscheidend voor deze route. Op de corridor van de variant voor leidingen bevinden zich geen neerstortlocaties.

VII: Schiermonnikoog Wantij route

Aangenomen is dat in geen van de gevallen de corridors van de varianten over de volledige breedte worden geblokkeerd, gezien de breedte van 1500-2000 m van de corridors. Uitwijken binnen de corridor is vanwege de centrale ligging van de neerstortlocaties mogelijk complexer voor variant A1 voor kabelsystemen, dan voor variant A voor kabelsystemen en de variant voor leidingen. Daarmee is dit criterium alleen onderscheidend voor variant A1.

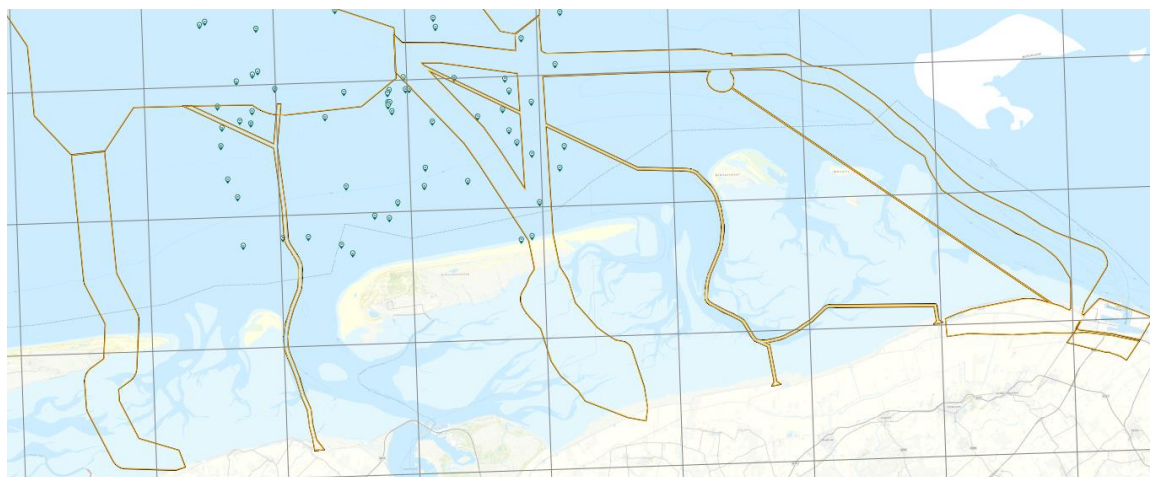
IX: Zoutkamperlaag route

Op de IX: Zoutkamperlaag route variant A2 bevindt zich één neerstortlocatie van een vliegtuigwrak op circa 4 km tot dat de route aansluit op de Noordzeeroute D. Het is onwaarschijnlijk dat het vliegtuigwrak de volledige breedte van de corridor blokkeert, aangezien de corridor 200 m breed is, terwijl het door REASeuro gerapporteerde vliegtuigwrak een spanwijdte heeft van 20 m. Naast de gerapporteerde neerstortlocatie binnen de corridor van variant A2, bevinden zich zeven neerstortlocaties binnen 2 km vanaf de corridors van variant A1 en A2. Het is mogelijk dat (een deel van) deze zeven vliegtuigwrakken zijn afgedreven richting de corridors van variant A1 en A2.

X: Tunnel route

Voor de X: Tunnel route geldt dat onder alle obstakels door wordt geboord. Enkel voor de toegangsgewel van het intredepunt zou op een vliegtuigwrak kunnen worden gestuit. Echter, de neerstortlocaties lijken ver van het intredepunt en de toegangsgewel af te liggen. Bodemonderzoek rondom de Ballonplaat zou dit kunnen bevestigen. Wrakken en obstakels vormen daarom geen uitdaging voor deze route.

Afbeelding 6.7 Overzicht van neerstortlocaties vliegtuigwrakken in het Waddengebied (REASeuro, 2024)



Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie van de Waddeneeroutes. Het uitgangspunt van TenneT is dat tussen kabelsystemen een afstand van 200 m wordt aangehouden, waar de vliegtuigwrakken slechts een breedte hebben van circa 20 m. Dit biedt voldoende ruimte om eventuele vliegtuigwrakken te ontwijken.

6.6.4 NGE en munitiestort

REASeuro heeft ten behoeve van het MER een Quickscan NGE uitgevoerd om de kans op NGE en munitiestort langs de routes in beeld te brengen.

Corridor en centerline

In de Quickscan is onderscheid gemaakt tussen de Waddenzee, de Waddeneilanden en het gebied ten noorden van de Waddeneilanden, waar de routes in het Waddengebied aansluiten op de Noordzeeroutes. Voor alle routes in het gebied ten noorden van de Waddeneilanden is de kans op voorkomen van NGE relatief groot. Deze kans is toegekend vanwege aanwijzingen van meerdere intensieve oorlogshandelingen, zoals mijnenvelden, aanvallen op schepen en vondsten van NGE. Voor de X: Tunnel route geldt dat de geboorde tunnel dusdanig diep onder bovengelegen grondlagen doorgaat dat niet-gesprongen explosieven geen probleem vormen voor de route. Enkel voor de toegangsgewel naar het intredepunt is er een risico, echter is het te baggeren oppervlakte verwaarloosbaar in vergelijking met de overige routes. Om de aanwezigheid van NGE en munitiestort nauwkeuriger te kunnen beoordelen, is diepgaander onderzoek nodig.

Maximale configuratie

Vanwege de mogelijke aanwezigheid van meerdere niet-gesprongen explosieven en munitie kan niet gegarandeerd worden dat de maximale configuratie mogelijk is langs alle routes, zonder dat hiervoor aanvullende werkzaamheden nodig zijn om eventuele niet-gesprongen explosieven te ruimen. Aanvullend onderzoek is nodig om hier een definitieve uitspraak over te kunnen doen.

6.7 Bodem

6.7.1 Bodemsamenstelling

Corridor en centerline

Voor bodemsamenstelling in het Waddengebied is gekeken naar de kans op klei (eerste alinea) en naar locaties met moeilijk erodeerbare lagen (tweede alinea). Het voorkomen van klei en met name het voorkomen van moeilijk erodeerbare lagen beïnvloedt de technische complexiteit van de aanleg van een route.

Waarschijnlijke lithoklasse

De kolom 'waarschijnlijke lithoklasse' geeft aan welke grondsoort waarschijnlijk dominant is voor de betreffende route. De gebruikte brondata uit het DINOlaket betreft berekende waarden en kent een bepaalde onzekerheid, vandaar dat wordt gesproken van een waarschijnlijke klasse. Om de mate van onzekerheid inzichtelijk te maken, is de kolom 'kans op klei' opgenomen. Deze kolom geeft de hoogst gevonden verwachtingswaarde voor klei op de betreffende route weer tot circa - 20 meter ten opzichte van NAP. In de toelichting is rekening gehouden met de diepte van het morfologisch ontwerpprofiel.

Tabel 6.17 Bodemsamenstelling van de routes in het Waddengebied

Route	Waarschijnlijke lithoklasse	Kans op klei	Toelichting
II: Oude Westereems route kabelsystemen	zand, klei	60 %	klei is gefragmenteerd, concentratie tussen 4-6 km onder grondoppervlak
II: Oude Westereems route leidingen	zand, klei, veen	60 %	klei is gefragmenteerd, concentratie tussen 2-6 km op -15 m t.o.v. NAP
V: Boschgat route A	zand, klei, veen	0 %	weinig tot geen klei
V: Boschgat route A2	zand, klei	40 %	aaneengesloten kleilagen 0-3 km onder grondoppervlak
VII: Schiermonnikoog Wantij route A	kleiig zand, klei	50 %	- kleiig zand 0-6 km op 0 tot -10 m t.o.v. NAP, - aaneengesloten kleilaag 6-8 km op -5 m t.o.v. NAP (onder het morfologische ontwerpprofiel en daarmee niet van invloed op complexiteit van de aanleg)
VII: Schiermonnikoog Wantij route A1	kleiig zand, klei	50 %	- kleiig zand 0-6 km op 0 tot -10 m t.o.v. NAP, - aaneengesloten kleilaag 6-8 km op -5 m t.o.v. NAP (onder het morfologische ontwerpprofiel en daarmee niet van invloed op complexiteit van de aanleg)
VIII: Ameland Wantij route	zand, kleiig zand, klei, veen	80 %	kleiig zand 0-4 km op 0 tot -10 m t.o.v. NAP, veen 0-5 km op -10 m t.o.v. NAP, gefragmenteerde klei vanaf 10 km op 0 tot -10 m t.o.v. NAP
IX: Zoutkamperlaag route A1	kleiig zand, klei	100 %	kleilaag onder grondoppervlak 0-500 m, kleilaag 0-2,5 km op -10 tot -20 m, gefragmenteerde klei vanaf -20 m t.o.v. NAP
IX: Zoutkamperlaag route A2	kleiig zand, klei	100 %	kleilaag onder grondoppervlak 0-500 m, kleilaag 0-2,5 km op -10 tot -20 m, gefragmenteerde klei vanaf -20 m t.o.v. NAP
X: Tunnel route	alle (intredepunt op Ballonplaat: zand)	intredepunt op Ballonplaat: 10%	Ontwerpuitsgangspunt is dat het alignment wordt afgestemd op bodemsamenstelling en het vergroten van de boorbaarheid (zie Bijlage II voor zijaanzicht). Het intredepunt bevindt zich op de Ballonplaat, hier is de kans op klei klein.

Uit bovenstaande tabel komt naar voren dat alle routes in het Waddengebied, op de V: Boschgat route na, waarschijnlijk lokaal kleilagen bevatten. Dit beïnvloedt de technische complexiteit van de aanleg van een leiding op deze routes. Voor de IX: Zoutkamperlaag route geldt dat zowel het uitvoeren van HDD-boringen als het uitvoeren van baggerwerkzaamheden complexer wordt door lokale kleilagen. Voor de VIII: Ameland Wantijdroute geldt dat het uitvoeren van HDD-boringen complexer wordt door lokale kleilagen. Beide routes zijn vanuit dit oogpunt technisch minder wenselijk. Daarnaast volgt uit de morfologische studie (zie bijlage Notitie Routeontwikkeling) dat zich langs de II: Oude Westereems route harde lagen bevinden, dit maakt het op de juiste diepte brengen van de kabelsystemen/leidingen langs deze route complex. De exacte omvang en locatie van de lagen is echter onzeker. Aanvullend (grond)onderzoek is nodig om de aanwezigheid van de moeilijk erodeerbare lagen en de maakbaarheid van kabelsystemen en leidingen langs II: Oude Westereems route beter in beeld te brengen.

Voor de X: Tunnel route geldt dat de tunnel grotendeels door (schoon) zand wordt geboord. Er worden om die reden op het overgrote deel van het boorproces weinig technische complicaties verwacht. Om meer inzicht te krijgen in de bodemsamenstelling zal grondonderzoek noodzakelijk zijn. Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat. Dit is een stabiele zandbank die geschikt wordt geacht voor de aanleg van het intredepunt. De Ballonplaat is zandig, met weinig tot geen klei en een laag slibgehalte.

Maximale configuratie

De aanwezigheid van moeilijk erodeerbare lagen heeft mogelijk invloed op de maximale configuratie voor leidingen op de II: Oude Westereems route.

6.8 Effectenbeoordeling

Centerline één kabelsysteem

Tabel 6.20 geeft een overzicht van de beoordelingen van de Waddenzeeroutes voor kabelsystemen wanneer er één kabelsysteem wordt aangelegd langs de centerline.

Tabel 6.18 Beoordeling Waddenzeeroutes met een enkel kabelsysteem langs de centerline

Aspect	II		V			VII		X
	A	A1	A	A1	A2	A	A1	
leveringszekerheid								
veiligheid								
technische complexiteit aanleg								
objecten, obstakels en hinder								
bodem								

Onderscheidende effecten

II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen):

- leveringszekerheid: de route ligt (A en A1) nabij de drukbevaren Eemsgeul en deels in een betonde vaarweg in een morfologisch dynamisch gebied, waardoor de kans op extern falen door mariene bedreigingen groter is en als technisch minder wenselijk wordt beoordeeld;
- technische complexiteit aanleg:
 - aanlegtechniek: Hier wordt op twee locaties bij KP 0,75 en bij KP 20,5 bestaande energie infrastructuur gekruist met een HDD-boring. Deze kruisingen zijn mogelijk complex vanwege de context waarin deze boringen worden uitgevoerd en de diepte die dient te worden aangehouden;

- morfologische dynamiek en begraafdiepte: deze route kent op punten een grote begraafdiepte. Dit maakt de aanlegwerkzaamheden complex. Daarnaast wordt een deel van de route aangelegd door een dynamisch banksysteem, waardoor de dekking op de kabelsysteem/leiding door de tijd flink kan variëren. Eventuele onderhouds-/herstelwerkzaamheden kunnen complex zijn doordat de dekking boven het kabelsysteem/de leiding sterk kan toenemen. Deze route is daarom vanuit dit criterium technisch minder wenselijk;
- baggerwerkzaamheden: vooral de westelijke zijlijn van de corridor kent een groot baggervolume. Het baggervolume van de centerline is significant kleiner. Wel geldt hier dat de bodemvariëteit mogelijk hoog is met lokaal moeilijk erodeerbare lagen. Dit maakt het uitvoeren van baggerwerkzaamheden op deze route complex. Op dit criterium is deze route daarom beoordeeld als minder wenselijk;
- objecten, obstakels en hinder:
 - het kabelsysteem wordt deels door een geankerd legschip aangelegd (beide varianten). De kans bestaat dat er gedeeltelijke stremming van de Eemsgeul optreedt en dat de aanleg wordt gehinderd door scheepvaart;
 - de centerline van de route (A en A1) kruist de zeekabels van windpark Gemini meerdere keren op korte afstand van elkaar. Inpassing van een kabelsysteem langs de centerline is vanwege deze kruisingen uitdagend;
 - direct achter de primaire waterkering kruist de route de COBRA- en NorNed-kabels met een HDD. De route kruist de COBRA- en NorNed-vervolgens verderop nogmaals. Respectievelijk ten noordoosten van Borkum en ten noordoosten van Schiermonnikoog;
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt;
- bodem: op basis de reeds uitgevoerde studies en een analyse van de bodemhoogte-veranderingen in het gebied, is geconcludeerd dat op deze route waarschijnlijk moeilijk erodeerbare lagen aanwezig zijn. Aanvullend (grond)onderzoek is nodig om de aanwezigheid van de moeilijk erodeerbare lagen en als gevolg daarvan de maakbaarheid van kabelsystemen op deze route beter in beeld te brengen. In deze fase van het Programma, wordt deze route op dit criterium beoordeeld als minder wenselijk.

V: Boschgat route A, A1, A2 (kabelsystemen):

- leveringszekerheid: langs de route varianten A en A1 zijn veel moffen nodig voor het deel van de route over de droogvallende wadplaten. Deze varianten hebben hierdoor een groter risico op intern falen. Voor variant A2 geldt dat de lengte van de route over droogvallende wadplaten zeer kort is, waardoor er slechts enkele moffen nodig zijn;
- veiligheid: vanwege de aanleg (en eventueel onderhoud) van een kabelsysteem op het wad langs route varianten A en A1, de bereikbaarheid en de duur van de uitvoering in deze context (en daarmee de kans dat een onveilige situatie optreedt), is deze route minder wenselijk voor het aspect veiligheid;
- technische complexiteit aanleg:
 - bereikbaarheid en voertuigmobilisatie: vanwege het kruisen van het wad langs varianten A en A1, wordt materieel en materiaal vanuit de betonde geul en vervolgens rijdend materieel over het wad aangeleverd;
 - morfologische dynamiek en begraafdiepte: het kabelsysteem wordt langs de route aangelegd in een morfologisch dynamische getijdegeul. Eventuele onderhouds-/herstelwerkzaamheden kunnen complex zijn omdat door morfologisch dynamiek de dekking boven het kabelsysteem sterk kan toenemen;
 - baggerwerkzaamheden: voor de aanleg van kabelsystemen worden grote baggervolumes verwacht langs de route. Daarnaast is dit gebied van nature dynamisch (dit vergroot de kans op hersedimentatie tijdens het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden, wat de complexiteit van het baggerwerk vergroot);
- objecten, obstakels en hinder:
 - hinder van scheepvaart voor aanleg: hinder van scheepvaart voor de aanleg van kabelsystemen wordt verwacht vanwege de ligging van deze route in een smalle betonde vaarweg met beperkte mogelijkheden voor uitwijken (variant A2 kent een kortere route door de betonde vaarweg);
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt.

VII: Schiermonnikoog Wantij route A, A1 (kabelsystemen)

- leveringszekerheid: langs de route varianten A en A1 zijn veel moffen nodig voor het deel van de route over de droogvallende wadplaten. Deze varianten hebben hierdoor een groter risico op intern falen;
- veiligheid: vanwege de aanleg (en eventueel onderhoud) van een kabelsysteem op het wad, de bereikbaarheid en de duur van de uitvoering in deze context (en daarmee de kans dat een onveilige situatie optreedt), is deze route minder wenselijk voor aspect veiligheid;
- objecten, obstakels en hinder:
 - wrakken en obstakels: langs de route zijn voor beide varianten (A en A1) neerstortlocaties van vliegtuigwrakken geïdentificeerd. Voor variant A1 bevinden enkele neerstortlocaties zich op de centerline;
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt.

X: Tunnel route

- veiligheid: de veiligheid tijdens de bouw- en gebruiksfase is momenteel als voldoende veilig bestempeld, mede door de toepassing van separate tunnelbuizen. Desondanks is vanwege de technische complexe aanlegwerkzaamheden, zoals werken op grote diepte en in afgesloten ruimten, deze route beoordeeld als minder wenselijk op het aspect veiligheid;
- technische complexiteit aanleg: de aanleg van het tunnelsysteem, het intredepunt op de Noordzee en het aanlandingspunt op land worden gezien als conventioneel, omdat er wereldwijd ervaring is met de ontwikkeling van soortgelijke systemen. Wel is de aanleg van deze civiele werken voor de X: Tunnel route complex en omvangrijk. Bovendien zijn er logistieke transporten noodzakelijk om het tunnelsysteem te realiseren en dient er richting het intredepunt een toegangsgeul te worden ontwikkeld en onderhouden. Vanaf zee (intredepunt) en/of vanaf land (aanlandingspunt) worden de kabelsystemen en/of leidingen in de tunnelbuizen geïnstalleerd. De gekozen aanlegtechnieken zijn wereldwijd succesvol vaker toegepast en/of gevalideerd door externe partijen. Echter, TenneT en Gasunie hebben geen ervaring met het inbrengen van respectievelijk kabelsystemen en een waterstofleiding in een tunnelconcept zoals binnen dit Programma ontwikkeld. Vanwege de complexe en omvangrijke aanlegoperatie, is deze route op dit criterium beoordeeld als minder wenselijk;
- objecten, obstakels en hinder: om aan te sluiten op de Noordzeeroutes wordt een stuk van de II: Oude Westereems route gebruikt. Dit deel van de route kruist de zeekabels van windpark Gemini meerdere keren op korte afstand van elkaar. Inpassing van een kabelsysteem langs de centerline is vanwege deze kruisingen beoordeeld als minder wenselijk.

Centerline één leiding

Tabel 6.19 Beoordeling Waddenzeeroutes met een enkele leiding langs de centerline

Aspect	II	VII	VIII	IX		X
				A1	A2	
leveringszekerheid						
veiligheid						
technische complexiteit						
objecten, obstakels en hinder						
bodem						

II: Oude Westereems route (leidingen)

- leveringszekerheid: de route ligt (A en A1) nabij de drukbevaren Eemsgeul en deels in een betonde vaarweg in een morfologisch dynamisch gebied, waardoor de kans op extern falen door mariene bedreigingen groter is en als technisch minder wenselijk wordt beoordeeld;
- objecten, obstakels en hinder:
 - het kabelsysteem wordt deel door een geankerd legschip aangelegd (beide varianten). De kans bestaat dat er gedeeltelijke stremming van de Eemsgeul optreedt en dat de aanleg wordt gehinderd door scheepvaart;
 - parallelligging bestaande infrastructuur:
 - mogelijk is aanvullend onderzoek nodig in het kader van NEN 3654 vanwege parallelligging met de zeekabel van windpark Gemini;
 - de route kent veel kruisingen met bestaande infrastructuur, namelijk vier kabels (2 kabels van Gemini, NorNed en COBRA) twee keer, direct achter de primaire Waterkering en ten noordoosten van Schiermonnikoog;
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt;
- technische complexiteit aanleg:
 - installatietechnieken: de haalbaarheid van een geboorde tunnel ten behoeve van de kruising van de primaire kering en bestaande infrastructuur is onzeker;
 - morfologische dynamiek en begraafdiepte: langs delen van de route is de begraafdiepte erg groot, dit maakt de aanlegwerkzaamheden complex. Daarnaast wordt een deel van de route aangelegd door een dynamisch bankensysteem, waardoor de dekking door de tijd flink kan variëren, waardoor onderhouds-/herstelwerkzaamheden kunnen complex zijn doordat de dekking boven het kabelsysteem/de leiding sterk kan toenemen. Deze route is daarom vanuit dit criterium technisch minder wenselijk;
 - baggerwerkzaamheden: De benodigde baggerwerkzaamheden zijn naar verwachting complex vanwege het grote baggervolume, het dynamische gebied (dit vergroot de kans op hersedimentatie tijdens het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden) en de variëteit van de bodemsamenstelling. Dit maakt deze route op dit criterium technische onwenselijk;
- bodem: op basis de reeds uitgevoerde studies en een analyse van bodemhoogte-veranderingen in het gebied, is geconcludeerd dat op deze route waarschijnlijk moeilijk erodeerbare lagen aanwezig zijn. Aanvullend (grond)onderzoek is nodig om de aanwezigheid van de moeilijk erodeerbare lagen en als gevolg daarvan de inpassing van leidingen op deze route beter in beeld te brengen. In deze fase van het Programma, wordt deze route op dit criterium beoordeeld als minder wenselijk.

VII: Schiermonnikoog Wantij route A (leidingen):

- veiligheid: vanwege de aanleg (en eventueel onderhoud) van een leiding op het wad, de bereikbaarheid en de duur van de uitvoering in deze context (en daarmee de kans dat een onveilige situatie optreedt), is deze route minder wenselijk voor aspect veiligheid;
- objecten, obstakels en hinder:
 - wrakken en obstakels: langs de route zijn neerstortlocaties van vliegtuigwrakken geïdentificeerd;
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt;
- technische complexiteit aanleg:
 - aanlegtechniek: de leiding wordt deels aangelegd door middel van een serie aan HDD-boringen. De ervaring van Gasunie met een serie HDD-boringen in nat gebied is beperkt, wat deze manier van aanleggen complex maakt;
 - bereikbaarheid en voertuigmobilisatie: vanwege het kruisen van het wantij, wordt materieel en materiaal vanuit de betonde geul en vervolgens rijdend materieel over het wad aangeleverd. Met een afstand van 2 km tussen de toevoergeul en de route is deze route, net als de VIII: Ameland Wantij route, lastiger te bereiken dan de andere routes in het Waddengebied.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen):

- veiligheid: vanwege de aanleg (en eventueel onderhoud) van een leiding op het wad, de bereikbaarheid en de duur van de uitvoering in deze context (en daarmee de kans dat een onveilige situatie optreedt), is deze route minder wenselijk voor aspect het veiligheid;
- objecten, obstakels en hinder:
 - parallelligging bestaande infrastructuur:
 - de route ligt parallel aan de kabels van Liander tussen de kust van Friesland en Ameland. Er is aanvullend nodig in het kader van de NEN 3654;
 - deze route kruist een NAM leiding een paar kilometer ten noorden van het Noordzeestrand van Ameland. Dit betreft een complexe kruising vanwege, onder andere, de beperkte waterdiepte;
 - vanwege deze complexe kruising en de parallelligging met de elektriciteitskabels tussen Ameland en Friesland is deze route technisch minder wenselijk;
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt;
- technische complexiteit aanleg:
 - aanlegtechniek: de leiding wordt deels aangelegd door middel van een serie aan HDD-boringen. De ervaring van Gasunie met een serie HDD-boringen in nat gebied is beperkt, wat deze manier van aanleggen complex maakt;
 - bereikbaarheid en voertuigmobilisatie: vanwege het kruisen van het wantij, wordt materieel en materiaal vanuit de betonde geul en vervolgens rijdend materieel over het wad aangeleverd. Met een afstand van 2 km tussen de toevoergeul en de route is deze route, net als de VII: Schiermonnikoog Wantij route, lastiger te bereiken dan de andere routes in het Waddengebied;
- bodem:
 - alle routes in het Waddengebied bevatten waarschijnlijk lokaal kleilagen. Langs deze route is die lokale kans op kleilagen relatief hoog (80 %). Aanwezigheid van klei hindert mogelijk de aanleg van een leiding langs deze route.

IX: Zoutkamperlaag route A1 en A2 (leidingen):

- objecten, obstakels en hinder:
 - hinder door scheepvaart: de grootste hinder van scheepvaart voor de aanleg van leidingen wordt verwacht langs de routes die in de betonde vaarwegen liggen waar beperkte mogelijkheden zijn voor uitwijken of het volgende van een alternatieve vaarweg. Dit geldt voor deze route, die over relatief grote lengtes in betonde vaarwegen ligt;
 - NGE en munitiestort: kans op NGE en munitiestort is relatief groot voor het deel van de route dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt;
- technische complexiteit aanleg:
 - morfologische dynamiek en begraafdiepte: de leiding wordt langs de route aangelegd in een morfologisch dynamische getijdegeul. Eventuele onderhouds-/herstelwerkzaamheden kunnen complex zijn omdat door morfologisch dynamiek de dekking boven de leiding sterk kan toenemen;
 - baggerwerkzaamheden: voor de aanleg van kabelsystemen worden grote baggervolumes verwacht langs de route. Daarnaast is dit gebied van nature dynamisch (dit vergroot de kans op hersedimentatie tijdens het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden, wat de complexiteit van het baggerwerk vergroot);
- bodem: alle routes in het Waddengebied bevatten waarschijnlijk lokaal kleilagen. Langs deze route is die lokale kans op kleilagen relatief groot (100%). Aanwezigheid van klei hindert mogelijk de aanleg van een leiding op deze route.

X: Tunnel route

Dezelfde beoordeling geldt hier als voor een elektrische verbinding via de X: Tunnel route, omschreven onder 'centerline één kabelsysteem'.

Gehele corridor

Tabel 6.20 Beoordeling gehele corridor van de Waddenzeeroutes met kabelsystemen en leidingen

Aspect	II			V			VII			VIII	IX		X
	A	A1	leiding	A	A1	A2	A	A1	leiding	leiding	A1	A2	
leveringszekerheid													
veiligheid													
technische complexiteit													
objecten, obstakels en hinder													
bodem													

Onderscheidende effecten

Hieronder volgt een toelichting op de beoordeling van de aspecten die afwijken van de beoordeling van de aanleg van één kabelsysteem of één leiding langs de centerline.

II: Oude Westereems route A, A1 (kabelsystemen) en leidingen

- leveringszekerheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem' en 'Centerline één leiding';
- objecten, obstakels en hinder:
 - parallelligging en kruisingen kabels en leidingen:
 - in het westelijke deel van de corridor voor leidingen is beperkt ruimte beschikbaar doordat ten zuidwesten van Borkum de COBRA- en de NorNed-kabels in de corridor liggen. Hierdoor wordt de beoordeling van de corridor voor leidingen onwenselijk;
- technische complexiteit aanleg:
 - baggerwerkzaamheden: voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen langs de westelijke zijlijn van de corridor worden grotere baggervolumes verwacht dan voor de centerlines van de corridors. De benodigde baggerwerkzaamheden zijn naar verwachting complex vanwege het grote baggervolume, het dynamische gebied (dit vergroot de kans op hersedimentatie tijdens het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden) en de variëteit van de bodemsamenstelling. Dit maakt deze route op dit criterium technisch onwenselijk.

V: Boschgat route A, A1, A2 (kabelsystemen)

- leveringszekerheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem';
- veiligheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem';
- technische complexiteit aanleg: zelfde beoordeling als één kabelsysteem langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem';
- objecten, obstakels en hinder: zelfde beoordeling als één kabelsysteem langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem'.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen)

- leveringszekerheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem' en 'Centerline één leiding';

- veiligheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem' en 'Centerline één leiding';
- objecten, obstakels en hinder: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem' en 'Centerline één leiding';
- technische complexiteit aanleg: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één kabelsysteem' en 'Centerline één leiding'.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)

- leveringszekerheid: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding';
- veiligheid: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding';
- objecten, obstakels en hinder: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding';
- technische complexiteit aanleg: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding';
- bodem: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding'.

IX: Zoutkamperlaag route A1 en A2 (leidingen)

- objecten, obstakels en hinder: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding';
- technische complexiteit aanleg: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. De complexiteit van de baggerwerkzaamheden is voor de westelijke en oostelijke zijlijn van de corridor groter vanwege de grotere baggervolumes;
- bodem: zelfde beoordeling als één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf 'Centerline één leiding'.

X: Tunnel route

Voor het tunnelsysteem geldt hier dezelfde beoordeling als voor een enkele elektrische verbinding via de X: Tunnel route, omschreven onder 'centerline één kabelsysteem'. Om aan te sluiten op de Noordzeeroutes wordt een stuk van de II: Oude Westereems route gebruikt. Er is voldoende ruimte in de corridor om te voorkomen dat de zeekabels van Gemini een groot aantal keer wordt gekruist.

Maximale configuratie

Op basis van de uitgevoerde analyses kan worden geconcludeerd dat alle routes en corridors belemmeringen en uitdagingen kennen. Hieronder is per corridor toegelicht of op basis van de uitgevoerde analyses de maximale configuratie technisch uitvoerbaar/maakbaar lijkt.

II: Oude Westereems route A, A1 (kabelsystemen) en leidingen

Het lijkt technisch uitvoerbaar/maakbaar om meerdere kabelsystemen en/of leidingen in de corridor in te passen. Echter, het lijkt complex om de maximale configuratie te ontwikkelen (van 7 kabelsystemen en 3 leidingen) vanwege:

- de zeekabels van windpark Gemini die ten noordoosten van Schiermonnikoog in de corridor liggen. Het is onzeker of voldoende ruimte in de corridor overblijft om de 7 kabelsystemen en 3 leidingen in te passen. Daarnaast is aanvullend onderzoek nodig in het kader van NEN 3654 om leidingen in de corridor te ontwikkelen;
- de omvang van de baggeropgave voor de aanleg van een leiding. Met name de baggeropgave rond de westelijke zijlijn voor leidingen is hoog (meer dan 15 miljoen m³). Daarnaast lijkt het gebruiken van de westelijke zijlijn van de corridor voor leidingen ten westen van Borkum niet mogelijk vanwege de ligging van de COBRA-kabel.

V: Boschgat route A, A1, A2 (kabelsysteem)

Een kabelsysteem ontwikkelen op deze route (maximale configuratie is 1 kabelsysteem) lijkt technisch mogelijk.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen)

Aanvullend onderzoek naar wrakken in de corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij route in de Noordzeekustzone is nodig om te bepalen of de maximale configuratie (7 kabelsystemen en 3 leidingen) technisch uitvoerbaar/maakbaar is.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)

De maximale configuratie van 3 leidingen lijkt technisch uitvoerbaar/maakbaar.

IX: Zoutkamperlaag route A en A1 (leidingen)

De maximale configuratie van 3 leidingen lijkt technisch uitvoerbaar/maakbaar.

X: Tunnel route (kabelsystemen en leidingen)

Het tunnelsysteem is ontworpen op de maximale configuratie van 2 leidingen en 5 kabelsystemen. Om aan te sluiten op de Noordzeeroutes wordt een stuk van de II: Oude Westereems route gebruikt. Op dit deel van de II: Oude Westereems route, geldt dat het inpassen van de maximale configuratie van de X: Tunnel route extra aandacht vraagt vanwege de zeekabels van windpark Gemini die ten noordoosten van Schiermonnikoog in de corridor liggen (zie beschouwing maximale configuratie II: Oude Westereems route A, A1 (kabelsystemen) en leidingen).

7

EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING LANDROUTES

7.1 Inleiding

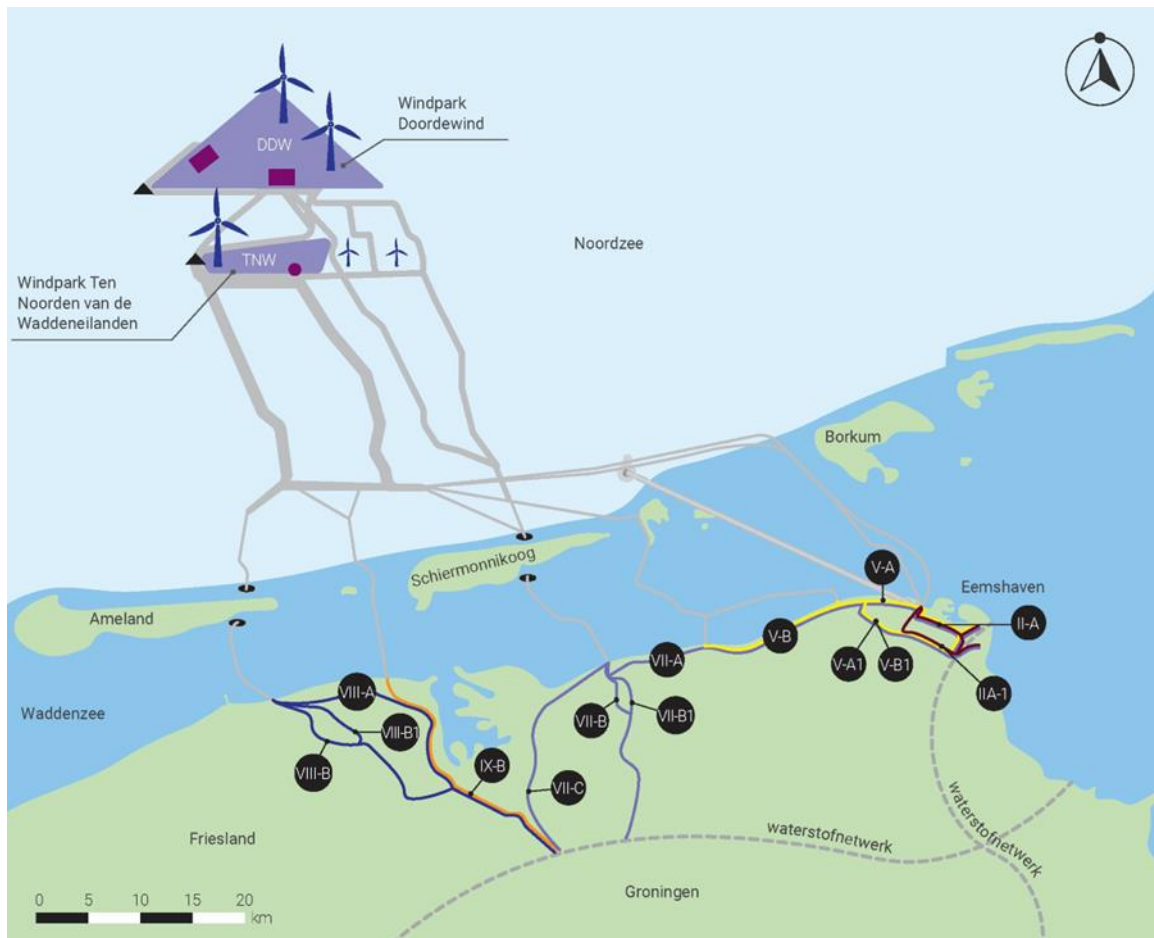
Dit hoofdstuk presenteert de maakbaarheid van één of meerdere kabelsystemen en/of waterstofleiding(en) op land. De landroutes die zijn onderzocht zijn geïntroduceerd in Hoofdstuk 2 en in meer detail toegelicht in de Notitie Routeontwikkeling. Dit hoofdstuk begint met algemene informatie per landroute. De resultaten van effectenanalyses van de landroutes zijn opgenomen in paragrafen 7.3 tot en met 7.7. Deze analyse op criteriumniveau ligt ten grondslag aan de beoordeling per aspect. Tenslotte geeft paragraaf 7.8 een overzicht van de beoordeling per landroute. De beoordeling is gepresenteerd in tabelvorm inclusief toelichting op onderscheidende effecten per aspect (die de maakbaarheid van een kabelsysteem en/of leiding beïnvloeden).

De X: Tunnel route wordt niet in dit hoofdstuk beoordeeld. Het intredepunt op zee en de tunnel zijn beoordeeld in Hoofdstuk 6. Het aanlandingspunt van de tunnel is beoordeeld in hoofdstuk 8

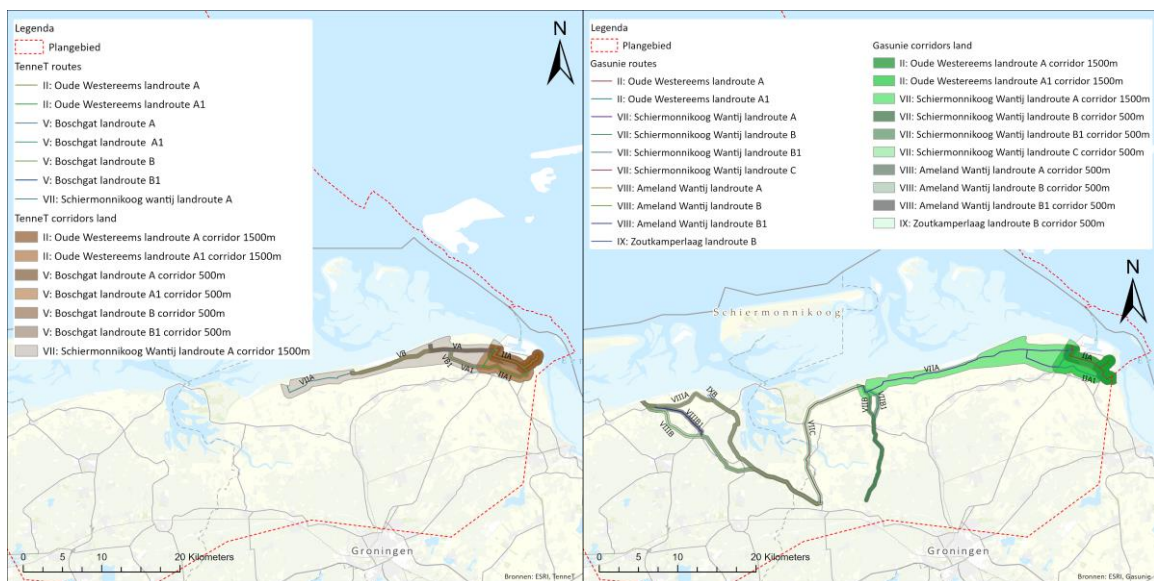
7.2 Algemene informatie per landroute

Afbeelding 7.1 toont de landroutes en Tabel 7.1 geeft de algemene informatie voor de routes weer.

Afbeelding 7.1 Overzichtsk kaart van de routes over land



Afbeelding 7.2 Overzichtskarten van de routes over land, inclusief corridors (links: routes en corridors voor kabelsystemen (TenneT), rechts: routes en corridors voor leidingen (Gasunie))



Tabel 7.1 Algemene informatie landroutes op land

Route	Lengte (km)	Breedte corridor (m)	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II: Oude Westereems landroute A en A1 (kabelsystemen)	A: 9 A1: 14	1.500	routes voor kabelsystemen en leidingen: 7kabelsystemen en 3 leidingen
II: Oude Westereems landroute A en A1 (leidingen)	A: 8 A1: 11		routes voor kabelsystemen: 7 kabelsystemen
V: Boschgat landroute A, A1, B en B1 (kabelsystemen)	A: 17 A1: 19 B: 27 B1: 29	500	routes voor waterstofleidingen: 3 leidingen
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	37	K+L: 1.000-1.500 (variant A) L: 500	
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, B, B1 en C (leidingen)	A: 37 B: 16 B1: 17 C: 20		
VIII: Ameland Wantij route A, B en B1 (leidingen)	A: 32 B: 29 B1: 29	500	
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	23	500	

7.3 Leveringszekerheid

7.3.1 Externe en/of interne kans op falen

Interne kans op falen

De kans op intern falen langs de routes op land is bepaald door de lengte van de routes, die zijn weergegeven in Tabel 7.1. Het verschil in lengte tussen de kortste en langste landroutes voor kabelsystemen bedraagt circa 28 km en voor leidingen circa 29 km. Op basis van enkel de lengte van deze landroutes, kent de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A voor zowel kabelsystemen als voor waterstofleidingen een grotere kans op intern falen.

Zoals is toegelicht in paragraaf 3.5.1 wordt de interne kans op falen van een elektrische verbinding voornamelijk veroorzaakt door inzet van moffen. Op land wordt elke kilometer een mof aangelegd. Hierdoor kennen de langere routes op land een hogere interne faalkans. Het gaat om V: Boschgat landroutes varianten A, A1, B en B1 en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A.

Externe kans op falen

Om de externe kans op falen voor landroutes op land te bepalen, is gekeken naar de aanwezigheid van windturbines en daarmee het risico op beschadiging van een kabelsysteem/waterstofleiding door het afbreken van een blad/gondel of mastbreuk. Daarnaast is gekeken naar parallelligging (op afstand van minder dan 50 m) of kruisingen met bestaande energie infrastructuur en daarmee het risico op onderlinge beïnvloeding in de gebruiksfase.

In paragraaf 7.4.1 is onder andere de aanwezigheid van windturbines nabij de landroutes en corridors op land toegelicht. Op basis van deze analyse kan worden geconcludeerd dat in en rondom de Eemshaven grootschalige windturbines (> 4 MW) aanwezig zijn in en nabij de corridors. De risicocontouren (PR 10-5) van deze turbines (250 meter) bestrijken delen van de corridors en in sommige gevallen de gehele corridor.

Zodoende geldt voor alle landroutes voor kabelsystemen en waterstofleidingen die in de Eemshaven worden aangesloten, een verhoogde kans op extern falen door aanwezigheid van windturbines. Het gaat om de II: Oude Westereems landroutes varianten A en A1 (kabelsystemen en leidingen), V: Boschgat landroutes varianten A, A1, B en B1 (kabelsystemen) en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen en leidingen).

Tot slot is in het kader van extern falen gekeken naar kans op onderlinge beïnvloeding in de gebruiksfase (inductieve, conductieve, mechanische en thermische invloed). In paragraaf 7.6.5 is in beeld gebracht of landroutes op een afstand kleiner dan 50 m liggen ten opzichte van bestaande hoogspanningskabels, -lijnen en buisleidingen met gevaarlijke inhoud. Op basis van deze analyse is geconcludeerd dat alle landroutes ten minste op één punt op minder dan 50 m van bestaande hoogspanningskabels, -lijnen en buisleidingen met gevaarlijke inhoud liggen.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie.

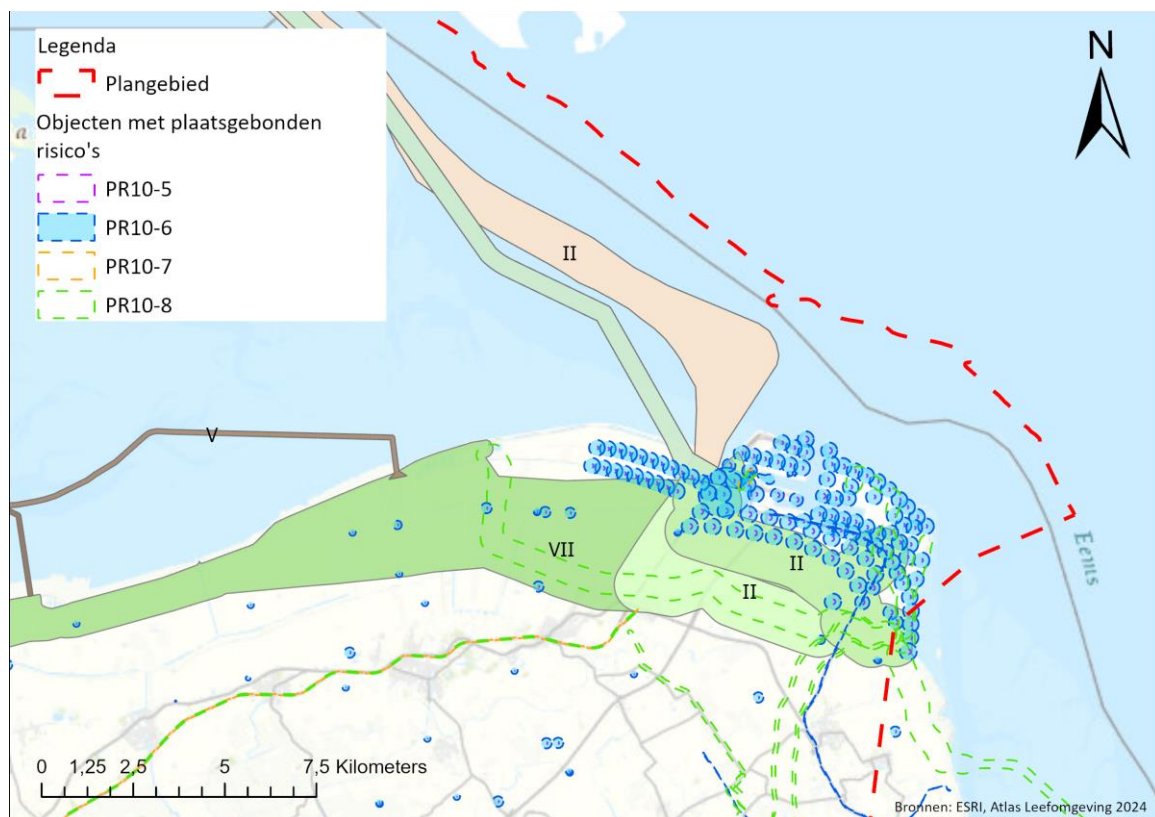
7.4 Veiligheid

7.4.1 Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)

Corridor en centerline

Voor dit criterium zijn plaatsgebonden risico's van objecten anders dan bestaande kabels en leidingen onderzocht (deze worden separaat beschouwd).

Afbeelding 7.3 Objecten met plaatsgebonden risico's inclusief risicocontour



In elke corridor zijn objecten met plaatsgebonden risico's aanwezig. Langs de westelijke landroutes betreft het enkel kleinschalige windturbines met een zeer kleine risico contour. In en rondom de Eemshaven zijn grootschalige windturbines (> 4 MW) aanwezig. De risicocontouren (PR 10-5) van deze turbines van 250 meter bestrijken delen van de corridors en in sommige gevallen bijna de gehele corridor (zie toelichting hieronder). Daarnaast ligt de Vopak Terminal Eemshaven nabij het aanlandingspunt van II: Oude Westereems route. De risicocontour van de Vopak Terminal (PR 10-6) bestrijkt een groot deel van de corridor vanaf dit aanlandingspunt.

Grootschalige Windturbines (> 4 MW), PR 10-5

Routes voor kabelsystemen

Alle landroutes voor kabelsystemen sluiten aan op stationslocaties in de Eemshaven. Deze stationslocaties zijn omringd door grootschalige windturbines. Hierdoor liggen alle corridors binnen de risicocontouren van deze turbines. Daarom gelden voor alle landroutes veiligheidsrisico's.

Aanvullend geldt:

- II: Oude Westereems landroute A en V: Boschgat landroute A en B: nabij de aanlandlocaties ligt een groot deel van corridor binnen de risicocontour van windturbines, over een lange afstand ligt circa 50 % van de corridor binnen de risicocontour van windturbines;
- II: Oude Westereems landroute A1, V: Boschgat route A1 en B1, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A: nabij aanlandlocatie ligt de gehele corridor binnen risicocontour van windturbines.

Routes voor waterstofleidingen

Sommige landroutes voor waterstofleidingen sluiten in het westen van het plangebied aan op het Waterstofnetwerk Nederland. Andere landroutes sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland in de Eemshaven. De landroutes naar de Eemshaven (II: Oude Westereems landroute varianten A en A1 en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute variant A) volgen dezelfde routes als de landroutes voor kabelsystemen. Voor deze centerlines en corridors geldt dezelfde beschouwing als hierboven. Aanvullend geldt voor de corridor van de II: Oude Westereems landroute varianten A en A1 voor leidingen:

- de corridor voor leidingen kent een aftakking in de Eemshaven (richting het oosten) die niet is ontwikkeld voor dezelfde corridor voor kabelsystemen. Deze aftakking is ingetekend om aan te sluiten op een stationslocatie in het zuidoosten van de Eemshaven. Deze stationslocatie is niet omringd door windturbines waardoor hier lokaal bezien vanuit dit criterium geen veiligheidsrisico's zijn.

Vopak Terminal Eemshaven, PR 10-6

- nabij aanlandlocatie van de II: Oude Westereems landroute ligt de Vopak Terminal met een risico contour van PR 10-6. Deze risicocontour beslaat het oostelijke deel de corridor van de II: Oude Westereems landroute varianten A en A1 (geldt zowel voor kabelsystemen als voor leidingen).

Maximale configuratie

Veiligheidsrisico's beïnvloeden niet de maximale configuratie.

7.4.2 Bouwen/werken: onder hoogspanning; boven ondergrondse kabels en leidingen; nabij infrastructuur. Incl. aansluiten op bestaande infrastructuur

In de onderstaande tabellen is per landroute het aantal kruisingen met energie infrastructuur opgenomen. Hierbij wordt eerst gekeken naar de bovengrondse hoogspanningslijnen, daarna de ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud en hoogspanningskabels en ten slotte het toekomstige Waterstofnetwerk Nederland.

Corridor en centerline

Hoogspanningslijnen

In onderstaande tabel worden de kruisingen en parallelliggingen met de hoogspanningslijnen (bovengronds) beoordeeld. Hierbij wordt specifiek gelet op veiligheid, en niet de kabels en leidingen als obstakels. Over de lengte moet een veiligheidszone voor de aanleg worden aangehouden.

Tabel 7.2 Kruisingen met en parallelligging aan bovengrondse hoogspanningslijnen

Route	Kruisingen	Parallelligging
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	9x centerline 16x corridor	De landroute ligt over een afstand van circa 0,5 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV.
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	21x centerline 1x bijna-kruising centerline op <24 63x corridor	De landroute ligt over een afstand van circa 1 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Viervelaten – Robbenplaat, 220 kV; - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV.
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen, leidingen)	Kabelsysteem 33x centerline 58x corridor Leiding 33x centerline 63x corridor	De landroute voor kabelsystemen ligt over een afstand van circa 1,2 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV; - Viervelaten – Robbenplaat, 220 kV; - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV. De landroute voor leidingen ligt over een afstand van circa 1,7 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV; - Viervelaten – Robbenplaat, 220 kV; - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV.
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	9x centerline 18x corridor	De landroute ligt over een afstand van circa 0,5 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV.
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	33x centerline 66x corridor	De landroute ligt over een afstand van circa 1,7 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV - Viervelaten – Robbenplaat, 220 kV - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV.
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	9x centerline 18x corridor	De landroute ligt over een afstand van circa 0,5 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV.
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	33x centerline 66x corridor	De landroute ligt over een afstand van circa 1,7 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV; - Viervelaten – Robbenplaat, 220 kV; - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen, leidingen)	Kabelsysteem 33x centerline 58x corridor Leiding 33x centerline	De landroute voor kabelsystemen ligt over een afstand van circa 1,7 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV; - Viervelaten – Robbenplaat, 220 kV; - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV.

Route	Kruisingen	Parallelligging
	1x bijna-kruising centerline op <24 63x corridor	De landroute voor leidingen ligt over een afstand van circa 1,7 kilometer op een afstand van minder dan 25 meter parallel aan de hoogspanningslijn. Bij: - Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV; - Vierverlaten – Robbenplaat, 220 kV; - Robbenplaat - knooppunt Schildmeer, 380 kV.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	n.v.t.	n.v.t.

Kruisingen en parallelliggingen met hoogspanningslijnen komen alleen voor op routes nabij/in de Eemshaven. Bezien vanuit het aantal kruisingen met en parallelligging aan hoogspanningslijnen, hebben landroutes naar de Eemshaven een ander risicoprofiel dan landroutes in het westen van het plangebied.

Bouwen/werken boven ondergrondse kabels en leidingen

Veiligheidsrisico's kunnen optreden bij lekkage van gasvormige stoffen wat kan leiden tot explosies wanneer er in de buurt wordt gewerkt. Bij werkzaamheden in de buurt van hoogspanningskabels, bestaat het risico op aanraakspanning op metaalhoudende constructies en leidingen. Kruisingen met en parallelligging aan bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud en kabels zijn in beeld gebracht, deze zijn opgenomen in onderstaande tabellen.

Tabel 7.3 Aantal kruisingen hoogspanningskabels (ondergronds) en buisleidingen gevaarlijke inhoud

Routes	Aantal kruisingen hoogspanningskabels (ondergronds)		Aantal kruisingen buisleidingen gevaarlijke inhoud	
	Centerline	Corridor	Centerline	Corridor
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	28	55	1	9
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen)	16	55	16	13
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	40	80	3	6
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	16	40	18	10
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	40	80	3	6
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	16	40	18	10

Routes	Aantal kruisingen hoogspanningskabels (ondergronds)		Aantal kruisingen buisleidingen gevaarlijke inhoud	
	Centerline	Corridor	Centerline	Corridor
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	40	55	18	19
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	12	55	20	11
II: Oude Westereems landroute A1 (leidingen)	0	55	31	9
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (leidingen)	24	55	35	15
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	0	12	85	16
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	0	12	85	16
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	0	0	12	17
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	0	0	114	14
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	0	0	63	15
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	0	0	63	15
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	0	0	104	15

Tabel 7.4 Parallelligging bestaande leidingen gevaarlijke inhoud en kabels (ondergronds)

Routes	Totaal lengte parallelligging (meter) < 50 m t.o.v. hoogspanningskabels	Lengte parallelligging (meter) < 50 m t.o.v. buisleidingen
	centerline	centerline
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	0 tot 100 m
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	> 1.000 m
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	100 tot 1.000 m
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	> 1.000 m
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	100 tot 1.000 m
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	100 tot 1.000 m	> 1.000 m
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	0 tot 100 m	100 tot 1.000 m
II: Oude Westereems landroute A1 (leidingen)	0 m	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (leidingen)	0 tot 100 m	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	0 tot 100 m	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	0 tot 100 m	> 1.000 m
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	0 m	> 1.000 m
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	0 m	> 1.000 m

Routes	Totaal lengte parallelligging (meter) < 50 m t.o.v. hoogspanningskabels	Lengte parallelligging (meter) < 50 m t.o.v. buisleidingen
	centerline	centerline
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	0 m	> 1.000 m
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	0 m	> 1.000 m
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	0 m	> 1.000 m

Alle routes kennen lokaal veiligheidsrisico's vanwege kruisingen met of ligging nabij leidingen met gevaarlijke inhoud of hoogspanningskabels (ondergronds). Routes en corridors voor kabelsystemen en leidingen richting de Eemshaven kennen een groot aantal kruisingen met ondergrondse elektrische infrastructuur. Waterstoflandroutes die aansluiten op het Waterstofnetwerk Nederland in het westen van het plangebied kruisen geen elektrische infrastructuur. Bezien vanuit het aantal kruisingen met hoogspanningskabels, hebben landroutes naar de Eemshaven een ander risicoprofiel dan landroutes in het westen van het plangebied.

Alle landroutes kruisen buisleidingen met gevaarlijke inhoud. Opvallend is dat de centerline van veel landroutes een hoger aantal kruisingen kent dan bijbehorende corridors. Dit geldt met name voor landroutes die parallel aan bestaande buisleidingen zijn ingetekend maar waarbij bij nader inzien bestaande buisleidingen onbedoeld worden gekruist. Het inpassen van waterstofleidingen op de volgende routes vraagt vanuit veiligheidsrisico's extra aandacht: VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1, (leidingen) VIII: Ameland Wantij landroute A, B en B1 (leidingen) en IX: Zoutkamperlaag route B (leidingen).

Waterstofnetwerk

Een deel van het Waterstofnetwerk Nederland wordt binnen het plangebied ontwikkeld. Net als voor bestaande buisleidingen met gevaarlijke inhoud, geldt er voor waterstofleidingen explosiegevaar bij lekkage als gevolg van een beschadiging aan een leiding. In onderstaande tabel wordt weergegeven of centerlines/corridors het Waterstofnetwerk Nederland of regionale aftakkingen (nieuwe waterstofleiding) kruisen.

Tabel 7.5 Kruisingen landroutes met Waterstofnetwerk Nederland

Route	Aantal kruisingen
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	Corridor 1x
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	Corridor 1x Centerline 1x
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen, leidingen)	<u>Kabelsystemen</u> Corridor 1x <u>Leidingen</u> Corridor 1x Centerline 1x
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	Corridor 1x
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	Corridor 3x
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	Corridor 1x
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	Corridor 3x

Route	Aantal kruisingen
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen, leidingen)	<u>Kabelsystemen</u> Corridor 1x <u>Leidingen</u> Corridor 1x Centerline 1x
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	n.v.t.
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	n.v.t.

Drie landroutes (zowel centerline als corridor) kruisen het Waterstofnetwerk Nederland, bij II: Oude Westereems landroute A (leidingen), II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen, leidingen) en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen, leidingen). De V: Boschgat landroute en II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen) kruisen het Waterstofnetwerk Nederland alleen met de corridor. De overige landroutes voor leidingen worden verbonden met het Waterstofnetwerk Nederland. Bezien vanuit het aantal kruisingen met waterstofinfrastructuur hebben de landroutes naar de Eemshaven een ander risico profiel dan landroutes in het westen van het plangebied.

Maximale configuratie

Alle landroutes kruisen en liggen parallel aan hoogspanningskabels of leidingen met gevaarlijke inhoud. Kruisingen en parallelliggingen met hoogspanningslijnen komen alleen voor op routes nabij/in de Eemshaven. Door inzet van het juiste materieel kunnen de risico's van werken onder hoogspanning volledig weggenomen worden. Deze aspecten, inclusief ligging ten opzichte van de WNN, hebben daarom geen invloed op de maximale configuratie.

7.5 Technische Complexiteit aanleg en onderhoud

7.5.1 Ruimte voor uitvoering: werkterrein en ruimte voor uitleg kabel/leiding

Corridor en centerline

Deze beschouwing is uitgevoerd op basis van de door TenneT en Gasunie aangeleverde informatie. Zoals eerder vermeld worden kabels en leidingen op land aangelegd door middel van een open ontgraving. Op bepaalde locaties zullen gedeelten van de landroute worden aangelegd met behulp van een HDD-boring in plaats van een open ontgraving. Voor HDD-boringen is een werkterrein van circa 2500 m² benodigd bij het intredepunt, bij het uitredepunt is deze wat kleiner. Hierbij moet men denken aan de opstelling van materieel zoals een boormachine, boorstangen, een bentoniet scheidingsunit, een mobiele kraan, generatoren en units voor personeel. Ook voor het uitlegterrein voor gelaste mantelbuizen is ruimte nodig, dit is 1500x15 meter voor landroutes.

HDD-boringen worden alleen toegepast als aanleg door middel van een open sleuf geen optie is (bijvoorbeeld bij het kruisen van obstakels (zoals kabels/leidingen, spoorwegen, bruggen, snelwegen), om rode vlaggen te mitigeren et cetera). Aanleg van kabels/leidingen met een open ontgraving vormt altijd de voorkeursmethode voor uitvoering. Voor een open ontgraving van kabels is een totale werkruimte van ongeveer 50 meter nodig, voor leidingen 41 meter, verdeeld over de aanlegstrook (10-15 meter), transport (10-15 meter) en grondopslag (20-25 meter).

In alle gevallen zijn de corridors ruimer dan de vereiste breedte voor de open ontgraving en HDD-boring. Wel geldt dat lokaal objecten aanwezig zijn in de corridors wat het inrichten van werkterreinen en het uitvoeren van de werkzaamheden uitdagend maakt. Deze impact is beoordeeld onder het aspect objecten, obstakels en hinder.

Maximale configuratie

In alle gevallen zijn de corridors minimaal 500 meter breed, wat ruimer is dan de vereiste breedte voor de open ontgraving en HDD-boring. Hierdoor is er voldoende ruimte beschikbaar voor de uitvoering van de landroutes en is dit criterium niet onderscheidend voor de technische uitvoerbaarheid/maakbaarheid van de landroutes.

7.5.2 Installatietechnieken

Corridor en centerline

TenneT en Gasunie hebben onderbouwd welke installatietechnieken per onderdeel en per zoekgebied worden ingezet. Kabelsystemen en leidingen op land worden aangelegd middels een open ontgraving. Op sommige plekken zullen routedelen worden aangelegd met HDD-boringen in plaats van met een open ontgraving. Denk aan het kruisen van objecten en obstakels of voor het mitigeren van rode vlaggen op andere thema's dan techniek. In de Notitie Routeontwikkeling is opgenomen op welke landroutes HDD-boringen worden ingezet om rode vlaggen te mitigeren. Mocht er geen ruimte zijn voor een HDD-boring, dan wordt er een Gesloten Front Techniek (GFT) toegepast. Deze aanlegtechnieken; open ontgraving, HDD-boringen en GFT zijn conventionele aanlegtechnieken. Daarom is dit criterium niet onderscheidend voor de technische uitvoerbaarheid/maakbaarheid van de landroutes. Wel geldt dat objecten en obstakels op of nabij de routes de inzet van een open ontgraving of een HDD-boring uitdagend maken. De invloed van objecten en obstakels op de maakbaarheid van routes is beoordeeld onder het aspect objecten, obstakels en hinder.

7.5.3 HDD-boringen (op basis van optimalisaties)

Corridor en centerline

Onder dit criterium is gekeken naar het aantal HDD-boringen dat wordt overwogen om rode vlaggen op thema's uit het MER te mitigeren. In deze fase is enkel gekeken naar de verwachte lengte van de HDD-boringen. In een vervolgfase dient diepgaander onderzoek te worden uitgevoerd om te beoordelen of de HDD-boringen uit onderstaande tabel uitvoerbaar zijn. Uit de analyse blijkt dat de meeste voorgestelde HDD-boringen niet langer zijn dan 1.000 m. Voor de VII: Schiermonnikoog Wantij landroutes varianten B en B1 zijn HDD-boringen over een lange afstand nodig om rode vlaggen op deze routes te mitigeren. Nader onderzoek is nodig om te bepalen of deze boringen technisch haalbaar zijn en of de rode vlaggen op deze routes daarmee worden gemitigeerd.

Tabel 7.6 HDD-boringen op land ter mitigatie van rode vlaggen in het MER die mogelijk technisch uitdagend zijn op basis van de te overbruggen afstand

Route	Mitigerende acties n.a.v. rode vlaggen	Toelichting
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	<u>UP.VII-B.2:</u> > Paleolithicum - Vroege Bronstijd: geen hoge archeologische verwachtingswaarden. > Late Bronstijd - Nieuwe tijd: hoge beschermde archeologische verwachtingswaarde (terp/wierde) ten zuiden van Oldehove kunnen worden vermeden binnen de corridor. <u>UP.VII-B.3:</u> hoge archeologische verwachtingswaarden (terp/wierde) ten noorden van Wehe-den Hoorn kunnen worden vermeden binnen corridor. Hoge archeologische verwachtingswaarde tussen Wehe-den Hoorn en het Reitdiep over 3,9 km. Hoge archeologische verwachtingswaarde (terp/wierde) bij Saaksum kan worden vermeden binnen de corridor. Hoge archeologische verwachtingswaarde (terp/wierde) ten zuiden van Oldehove kan worden vermeden binnen de corridor. Hoge archeologische verwachtingswaarde (terp/wierde) tussen Niehove en Den Ham kan worden vermeden binnen de corridor. <u>UP.VII-B.6:</u> HDD-boring om oude dijken te kruisen.	HDD worden ingezet als mitigerende maatregel over een lengte van 1,7 tot 3,9 km tussen het dorp Wehe Den Hoorn en het Reitdiep.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	<u>UP.VII-B1.2:</u> idem variant B. <u>UP.VII-B1.3:</u> idem variant B, toevoeging: hoge archeologische verwachtingswaarden (terp/wierde) ten westen van Broek kunnen worden vermeden binnen de corridor. <u>UP.VII-B1.6:</u> HDD-boring om oude dijken te kruisen.	Idem variant B.

Maximale configuratie

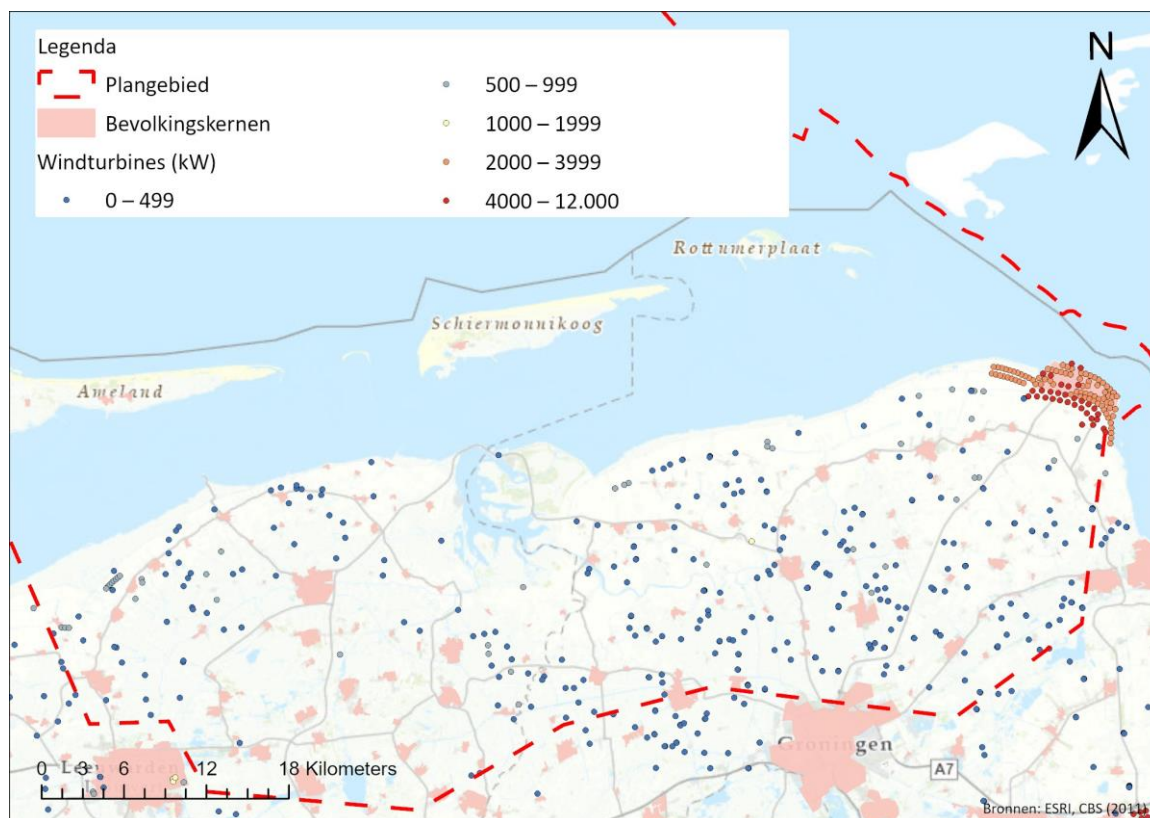
Aanvullend onderzoek is nodig om te beoordelen of de maximale configuratie technisch uitvoerbaar is op landroutes VII: Schiermonnikoog Wantij landroutes varianten B en B1.

7.6 Objecten, obstakels en hinder

7.6.1 Invloed van derden

Onder dit criterium is gekeken naar objecten van stakeholders zoals woningen, duurzame energieopwekking en industriële activiteiten die de inpassing van (werkterreinen voor) kabelsystemen en leidingen kunnen hinderen. Voor dit criterium is onder andere gebruik gemaakt van het deelrapport Gebruiksfuncties (zee en land) van PAWOZ (2024). Een deel van deze objecten is opgenomen in onderstaande afbeelding. Kruisingen en parallelligging met bestaande kabels en leidingen zijn in een apart criterium beschouwd.

Afbeelding 7.4 Panden en duurzame energie opwek (windturbines) binnen het plangebied van PAWOZ



II: Oude Westereems landroute

Tabel 7.7 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Variant A overlapt het dorp (Oudeschip), het dorp Nooitgedacht ten oosten en loopt langs een weg met enkele woningen. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Centerline kruist geen woningen. Variant A1 overlapt ten zuidwesten van de corridor een dorp (Roodeschool) en overlapt enkele losse woningen. Er is voldoende ruimte om uit te wijken, behalve bij de Polderdwarsweg waar woningen een groot deel van de breedte van de corridor bezetten. Hiervoor is onderzoek nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte is. Centerline kruist geen woningen.
Duurzame energie opwek	Variant A: Veel windturbines van >4 MW in corridor en ten noorden, oosten en westen van de corridor. Geclusterd in noordoosten en in lijn in het noordelijke deel van de landroute boven de centerline. Overlappen groot deel van de corridor. Variant A1: veel windturbines van >4 MW in corridor en ten noorden van de corridor. Geclusterd in noordoosten en noordwesten. Overlappen groot deel van het noordelijke deel van de corridor. Het is noodzakelijk om nader onderzoek te verrichten naar de mogelijkheid om windturbines ondergronds te kruisen en naar het effect van een boring in de nabijheid van een windturbine. Zonnepark van VOPAK ligt in het noordwesten van corridor.
Industrie	De centerline kruist een industrieel pand in de Eemshaven, er liggen meerdere industriële locaties in de corridor.

V: Boschgat landroute A

Tabel 7.8 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Variant A overlapt ten zuiden van de corridor een dorp (Oudeschip) en loopt langs een weg met enkele woningen. In het westen van de corridor ligt lintbebouwing. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Variant A1 overlapt ten zuidoosten van de corridor een dorp (Nooitgedacht), overlapt enkele woningen en een deel van lintbebouwing ten westen van de corridor. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Centerline kruist geen woningen.
Duurzame energie opwek	Variant A: Enkele >4 MW windturbines in corridor. Enkele geclusterde 2-4 MW windturbines in noordwesten corridor vlak langs centerline bij de Eemshaven. Ten westen van de corridor enkele EAZ windmolens, niet onderscheidend. Variant A1: Enkele >4 MW windturbines in corridor. Enkele geclusterde 2-4 MW windturbines in noordwesten corridor vlak langs centerline bij de Eemshaven. Ten westen van de corridor een enkele EAZ windmolen, niet onderscheidend. Het is noodzakelijk om nader onderzoek te verrichten naar de mogelijkheid om windturbines ondergronds te kruisen en naar het effect van een boring in de nabijheid van een windturbine.
Industrie	Het noorden van de corridor overlapt enkele industriële locaties in de Eemshaven.

V: Boschgat landroute B

Tabel 7.9 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Variant B overlapt ten zuiden van de corridor een dorp (Oudeschip) en loopt langs een weg met enkele woningen. Ten westen bevat de corridor een deel van lintbebouwing. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Centerline kruist geen woningen. Variant B1 overlapt ten zuidoosten van de corridor een dorp (Nooitgedacht), overlapt enkele woningen en een deel van lintbebouwing ten westen van de corridor. Voldoende ruimte om te ontwijken. Centerline kruist geen woningen. Centrum corridor kruist een paardenbak.
Duurzame energie opwek	Variant B: Enkele >4 MW windturbines in corridor. Enkele geclusterde 2-4 MW windturbines in noordwesten corridor vlak langs centerline bij de Eemshaven. Ten westen van de corridor enkele EAZ windmolens, niet onderscheidend. Variant B1: Enkele >4 MW windturbines in corridor. Enkele geclusterde 2-4 MW windturbines in noordwesten corridor vlak langs centerline bij de Eemshaven. Ten westen van de corridor een enkele EAZ windmolen. Het is noodzakelijk om nader onderzoek te verrichten naar de mogelijkheid om windturbines ondergronds te kruisen en naar het effect van een boring in de nabijheid van een windturbine.
Industrie	Noorden van corridor overlapt enkele industriële locaties in de Eemshaven.

VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A

Tabel 7.10 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Het zuidoosten van de corridor overlapt twee dorpen (Oudeschip en Roodeschool) en loopt langs een weg met lintbebouwing ten westen. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. De centerline kruist geen woningen, wel een paardenbak.
Duurzame energie opwek	Veel >4 MW en 2-4 MW windturbines in corridor ten noordoosten. Geclusterd in noordoosten en in lijn in het noordelijke deel van de landroute boven de centerline bij de Eemshaven, enkele vlak langs centerline. De rest van de corridor bevat enkele EAZ windmolens. Het is noodzakelijk om nader onderzoek te verrichten naar de mogelijkheid om windturbines ondergronds te kruisen en naar het effect van een boring in de nabijheid van een windturbine.
Industrie en gaswinning	Er ligt één actieve productielocatie, Uithuizen, in de corridor. Het noordoosten van de corridor overlapt een groot deel van de Eemshaven met industriële locaties.

VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B

Tabel 7.11 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Variant B: corridor overlapt veel woningen, loopt dicht tussen twee dorpen door (Kloosterburen en Molenrij) en overlapt het dorp Roodehaan en Saaksum. Verder zijn er enkele woningen verspreid over de corridor. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Variant B1: grotendeels gelijk aan die van variant B, met uitzondering dat deze niet door het dorp Kloosterburen en Molenrij loopt maar ten oosten ontwijkt. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Centerline kruist een kavel met agrarische functie.
Recreatie en toerisme	Camping in de corridor
Duurzame energie opwek	Enkele EAZ windturbines in corridor, dit beïnvloedt niet de maakbaarheid van de route
Industrie en gaswinning	Doorkruist twee gasvelden en productielocatie Leens ligt in de corridor

VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C

Tabel 7.12 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Corridor overlapt enkele verspreide woningen. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. De Centerline zelf kruist geen bebouwing.
Industrie en gaswinning	Drie actieve productielocaties bevinden zich langs de landroute, maar niet op de centerline. In het westen van de corridor ligt een enkele industriële locatie.

VIII: Ameland Wantij landroute A

Tabel 7.13 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	De corridor overlapt enkele verspreide woningen en overlapt twee dorpen, Dykshoarne en Pieterzijl. Er is genoeg ruimte om uit te wijken, behalve in het zuidelijke deel langs de Gruytsweg, waar de bebouwing langs de weg de breedte van de corridor inneemt. Hiervoor is onderzoek nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte is. De centerline zelf kruist één woning.
Recreatie en toerisme	Corridor en centerline gaan over een jachthaven bij de kruising van het Dokkumerdiep.
Duurzame energie opwek	Enkele EAZ windturbines in corridor, dit beïnvloedt niet de maakbaarheid van de route.
Industrie en gaswinning	Doorkruist acht gasvelden, waarbij de corridor vaak de volledige breedte van de gasvelden overlapt, waardoor er geen alternatieve landroutes mogelijk zijn. De centerline doorkruist bijna alle gasvelden. Langs de landroute zijn drie actieve productielocaties, maar niet op de centerline.

VIII: Ameland Wantij landroute B

Tabel 7.14 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	De corridor overlapt enkele verspreide woningen en overlapt deels het dorp Pieterzijl. Er is genoeg ruimte om uit te wijken, behalve in het zuidelijke deel langs de Gruytsweg, waar de bebouwing langs de weg de breedte van de corridor inneemt. Hiervoor is onderzoek nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte is. De centerline zelf kruist één woning.
Duurzame energie opwek	Enkele EAZ windturbines in corridor, dit beïnvloedt niet de maakbaarheid van de route
Industrie en gaswinning	Er liggen vier actieve productielocaties in de corridor.

IX: Zoutkamperlaag landroute B

Tabel 7.15 Invloed van derden

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	De corridor overlapt veel verspreide woningen en overlapt de dorpen Bollingawier, Oosternijkerk, Metslawier en Pieterzijl. Over het algemeen is er voldoende ruimte om uit te wijken, behalve in het noordelijke deel langs de Wierumerwei, in het midden van de landroute bij de Dodingawei en ten zuiden bij de Gruytsweg waar de bebouwing langs de weg de breedte van de corridor inneemt. Hiervoor is onderzoek nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte is. De centerline zelf kruist één woning.
Recreatie en toerisme	De centerline kruist een jachthaven bij de kruising van het Dokkumerdiep.
Duurzame energie opwek	Enkele EAZ windturbines in corridor, dit beïnvloedt niet de maakbaarheid van de route.
Industrie en gaswinning	In de corridor liggen twee actieve productielocaties.

Binnen elke corridor bevinden zich objecten zoals woningen, industriële panden, zon-PV parken en windturbines. Aanwezigheid van deze objecten beïnvloedt de maakbaarheid van landroutes. De aanwezigheid van obstakels van derden varieert per corridor. Bij landroutes die beginnen in de Eemshaven, zoals voornamelijk de II: Oude Westereems landroute A, valt op dat er veel windturbines en industriële activiteit aanwezig zijn (zie ook beoordeling van subthema veiligheid). Op of nabij de westelijke landroutes liggen beduidend minder windmolens en industrie:

- in alle corridors bevinden zich woningen, in verschillende hoeveelheden en opstellingen. In sommige gevallen, zoals bij de IX: Zoutkamperlaag landroute B, VIII: Ameland Wantij landroute A en II: Oude Westereems landroute, nemen woningen de volledige breedte van de corridor in beslag. Aanvullend onderzoek is nodig om de maakbaarheid van deze routes te bepalen. In de andere gevallen is het mogelijk om uit te wijken door de breedte die de corridor biedt;
- wat betreft duurzame energieopwekking zijn vooral de windturbines bij de Eemshaven een aandachtspunt. De corridors van de II: Oude Westereems landroute A en A1, V: Boschgat landroute en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A bevatten grote windturbines en windparken. Hier is verder onderzoek nodig om te bepalen of de aanleg van kabels en leidingen nabij grootschalige windturbines technisch uitvoerbaar en aanvaardbaar is;
- langs sommige landroutes liggen actieve productielocaties (aardgas). In de meeste gevallen is er genoeg ruimte om uit te wijken in de corridor. De centerline van VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C, VIII: Ameland Wantij landroute A, VIII: Ameland Wantij landroute B en IX: Zoutkamperlaag landroute B kruisen of bevinden zich dicht bij een actieve productielocatie. Deze landroutes zijn daarom technisch onwenselijk;
- voor recreatie is het grootste obstakel een jachthaven die door de VIII: Ameland Wantij landroute A en de IX: Zoutkamperlaag landroute B wordt gekruist. Het is nodig om nader onderzoek te verrichten naar de mogelijkheid om deze jachthaven te kruisen.

De verschillende obstakels van een derde partij kunnen onderscheidend zijn wanneer ze over of langs de centerline lopen of als ze zich in de corridor bevinden.

Maximale configuratie

Op de meeste routes lijkt voldoende ruimte beschikbaar binnen de corridor voor de aanleg van de maximale configuratie. Dit geldt niet voor alle routes:

II: Oude Westereems landroutes A en A1, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A,

Nader onderzoek is nodig om te bepalen of de maximale configuratie op deze routes kan worden ingepast vanwege aanwezigheid van windturbines in de corridors.

II: Oude Westereems landroutes, IX: Zoutkamperlaag landroute B, VIII: Ameland Wantij landroute A en B
Nader onderzoek is nodig om te bepalen of de maximale configuratie op deze routes kan worden ingepast in verband met de aanwezigheid van bebouwing op deze routes.

7.6.2 Aantal kruisingen met keringen en watergangen

Dit criterium is voor zowel kabels als voor leidingen beoordeeld. Er is gekeken naar het aantal kruisingen met de centerline en met de buitenste lijnen van de corridor. Alle watergangen in het plangebied zijn gecategoriseerd in watergangen van 6 tot 12 meter, 12 tot 50 meter, 50 tot 125 meter en groter dan 125 meter.

Kruisingen met watergangen

Corridor en centerline

In onderstaande tabel zijn voor alle landroutes de kruisingen met watergangen per categorie opgenomen.

Tabel 7.16 Kruisingen met watergangen

Routes	Aantal kruisingen met wateren (totaal)		Aantal kruisingen met wateren 6 tot 12 m breed		Aantal kruisingen met wateren 12 tot 50 m breed		Aantal kruisingen met wateren 50 tot 125 m	
	center-line	corridor	center-line	corridor	center-line	corridor	center-line	corridor
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	4	8	0	3	4	5	0	0
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen)	5	11	1	5	4	6	0	0
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	5	18	1	11	4	7	0	0
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	6	20	3	11	3	9	0	0
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	6	19	1	11	5	8	0	0
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	7	20	3	10	4	10	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	10	16	4	11	6	5	0	0
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	4	11	0	5	4	6	0	0
II: Oude Westereems	5	13	1	6	4	7	0	0

Routes	Aantal kruisingen met wateren (totaal)		Aantal kruisingen met wateren 6 tot 12 m breed		Aantal kruisingen met wateren 12 tot 50 m breed		Aantal kruisingen met wateren 50 tot 125 m	
	center-line	corridor	center-line	corridor	center-line	corridor	center-line	corridor
landroute A1 (leidingen)								
VII: Schiermonnikoo g Wantij landroute A (leidingen)	10	18	4	12	6	6	0	0
VII: Schiermonnikoo g Wantij landroute B (leidingen)	6	19	4	15	1	2	1	2
VII: Schiermonnikoo g Wantij landroute B1 (leidingen)	5	13	3	9	1	2	1	2
VII: Schiermonnikoo g Wantij landroute C (leidingen)	5	9	3	5	1	2	1	2
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	12	34	5	23	4	8	1	2
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	16	40	9	23	6	15	1	2
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	14	38	7	21	6	15	1	2
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	9	25	2	14	4	8	1	2

De westelijke waterstoflandroutes kruisen een groter aantal watergangen dan de landroutes richting de Eemshaven. Dit geldt zowel voor de centerlines als voor de corridors. De centerlines en corridors met het grootste aantal kruisingen met watergangen zijn de VIII: Ameland Wantij landroutes varianten A, B en B1 (alle drie voor leidingen). Opvallend is dat voor deze drie varianten, het aantal kruisingen voor de corridor significant hoger is dan het aantal kruisingen van de landroute (centerline) zelf. Voor deze vergelijking dient het aantal kruisingen van de corridor te worden gehalveerd. Het resultaat kan worden vergeleken met het aantal kruisingen van de centerline. Dit betekent dat voor deze varianten, een waterstofleiding langs de centerline minder watergangen kruist dan een waterstofleiding langs de randen van de corridor. Ook voor de meeste andere landroutes geldt dat op de randen van de corridor meer watergangen worden gekruist dan in de centerline (maar dan is het verschil tussen de centerline en randen van de corridor minder groot dan bij bovengenoemde varianten). Hieronder is per categorie een korte beschouwing op het aantal kruisingen opgenomen. Er zijn geen kruisingen met watergangen breder dan 125 meter.

Aantal kruisingen met wateren 50 tot 125 m breed

De centerlines en corridors richting de Eemshaven doorkruisen geen wateren met een breedte van 50 tot 125 meter. Alle westelijke waterstoflandroutes kruisen ten minste één watergang met een breedte van 50 tot 125 meter.

Aantal kruisingen met wateren 12 tot 50 m breed

Varianten VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, B1 en C (leidingen) hebben een laag aantal kruisingen met watergangen van 12 tot 50 meter ten opzichte van alle andere landroutes. Voor de meeste landroutes richting de Eemshaven geldt dat de centerline van een landroute veel watergangen kruist ten opzichte van de bijbehorende corridor. Met andere woorden, een kabelsysteem of leiding in de randen van de corridor kruist minder watergangen dan de centerline van een landroute.

Het gaat om landroutes:

- II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen);
- II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen);
- V: Boschgat landroute A (kabelsystemen);
- V: Boschgat landroute B (kabelsystemen);
- VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen);
- II: Oude Westereems landroute A (leidingen);
- II: Oude Westereems landroute A1 (leidingen);
- VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (leidingen).

Voor de andere landroutes geldt dit onderscheid tussen de centerline en randen van de corridor minder/niet.

Aantal kruisingen met wateren 6 tot 12 m breed

Het grootste aantal kruisingen met watergangen betreft watergangen met een breedte van 6 tot 12 meter (kleinste categorie). In deze categorie kruisen de meeste corridors juist een opvallend groot aantal watergangen ten opzichte van de bijbehorende landroutes (centerline). Dit betekent dat een kabelsysteem of leiding in de randen van de corridor tot meer kruisingen leidt dan een kabelsysteem of leiding langs de centerline.

Kruisingen met waterkeringen

Elke route op land sluit aan op een route uit het Waddengebied. Bij de overgang van landroute naar Waddenroute wordt een primaire kering gekruist. Zodoende kruist elke landroute één primaire kering op land. Dit is anders voor kruisingen met secundaire keringen.

Corridor en centerline

In onderstaande tabel zijn voor alle landroutes op land de kruisingen met secundaire waterkeringen opgenomen. Er zijn geen kruisingen met secundaire waterkeringen voor de landroutes voor kabelsystemen. De landroutes voor leidingen kruisen een aantal keer secundaire keringen, zowel met de centerline als met de corridor. Deze kruisingen komen voor ten westen van het Lauwersmeer en ten noorden bij het dorp Ternaard. Ook zijn er enkele kruisingen met de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C boven Grijskerk, waar de secundaire kering ongeveer 2,2 kilometer parallel loopt aan de centerline, maar deze niet kruist. Waterkeringen kunnen worden gekruist met een HDD en hebben zodoende beperkt invloed op de maakbaarheid van de routes.

Tabel 7.17 Kruisingen met secundaire waterkeringen

Routes	aantal kruisingen met secundaire keringen	
	centerline	corridor
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	0	0
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen)	0	0
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	0	0
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	0	0
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	0	0
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	0	0
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	0	0
II: Oude Westereems landroute A1 (leidingen)	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (leidingen)	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	0	0
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	1	2
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	3	6
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	4	7
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	4	7
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	3	6

Maximale configuratie

Zoals uit de tabellen blijkt, varieert het aantal kruisingen met watergangen en waterkeringen per landroute. De meeste landroutes kruisen meer watergangen in de randen van de corridors dan in de centerline, ditzelfde geldt voor de primaire watergangen. Verder geldt dat met een HDD onder watergangen en waterkeringen kan worden doorgeboord. Daarom beïnvloedt dit criterium de maximale configuratie niet.

7.6.3 Kruising of parallellegging van spoorwegen en autowegen

In onderstaande tabel is per landroute het aantal kruisingen met autowegen en met spoorwegen opgenomen voor de centerline en corridor. Daarnaast is opgenomen wanneer er sprake is van parallellegging met spoorwegen langs de centerline. Voor de analyse gericht op parallellegging zijn afstanden aangehouden zoals toegelicht in paragraaf 3.5.4.

Tabel 7.18 Kruisingen met wegen en kruisingen en parallelligging aan spoorwegen

Route	Wegen gemeente	Wegen provinciaal	Wegen rijk	Aantal kruisingen spoorwegen	Parallelligging aan spoorwegen
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	7	1	1	1x centerline 2x corridor	430 meter
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	10	1	1	1x centerline 2x corridor	430 meter
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen, leidingen)	13	1	1	<u>Kabelsysteem</u> 1x centerline 3x corridor <u>Leiding</u> 1x centerline 3x corridor	3,2 kilometer
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	10	1	1	1x centerline 2x corridor	n.v.t.
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	16	1	1	1x centerline 2x corridor	n.v.t.
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	16	1	1	1x centerline 2x corridor	n.v.t.
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	22	1	1	1x centerline 2x corridor	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen, leidingen)	31	2	1	<u>Kabelsysteem</u> 2x centerline 4x corridor <u>Leiding</u> 2x centerline 4x corridor	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	10	3	0	n.v.t.	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	12	3	0	n.v.t.	n.v.t.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	11	4	0	n.v.t.	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	33	3	0	n.v.t.	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	19	9	0	n.v.t.	n.v.t.
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	20	11	0	n.v.t.	n.v.t.
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	25	3	0	n.v.t.	n.v.t.

Alle routes kruisen wegen. Het kruisen van een spoorweg is door het toepassen van een technische maatregel (zoals een boring) in de basis altijd uitvoerbaar. Opvallend is dat de westelijke routes bedoeld voor waterstofleidingen relatief meer provinciale wegen kruisen dan de andere routes.

Routes naar de Eemshaven lopen parallel aan of kruisen spoorwegen in het westelijk gebied bij de Eemshaven. Het nabijgelegen spoortraject is Groningen - Eemshaven, waar ten noorden van Roodeschool de landroutes het spoor kruisen. Dit traject wordt meerdere malen gekruist en in één geval loopt een landroute er langs.

Deze parallelligging komt alleen voor bij de II: Oude Westereems landroute A1, waar deze over circa 3 kilometer op minder dan 200 meter afstand van het spoor loopt. Landroutes in het westelijk deel van het plangebied kruisen geen spoorwegen.

Het kruisen van een spoorweg is door het toepassen van een technische maatregel (zoals een boring) in de basis altijd uitvoerbaar. Wel heeft het de voorkeur om een haakse kruising in plaats van een schuine kruising met het spoor te maken. Er dient dus rekening te worden gehouden met een horizontaal gestuurde boring (HDD) die haaks op het spoor plaatsvindt. Er moet rekening gehouden worden dat er diep onder het spoor geboord moet worden. Hierdoor liggen de in- en uitredepunten relatief ver van het spoor af. Indien de benodigde ruimte niet beschikbaar is, kan overwogen worden om een Gesloten Front Boring uit te voeren.

Maximale configuratie

Dit criterium beïnvloedt de maximale configuratie niet.

7.6.4 NGE en munitiestort

Op het land liggen niet-gesprongen (NGE) explosieven die zijn achtergebleven na de oorlogshandelingen van beide wereldoorlogen en militaire activiteiten. Deze NGE kunnen een gevaar vormen voor mensen die betrokken zijn bij de installatie van kabelsystemen en leidingen. Indien een volledig Historisch Vooronderzoek - NGE uitwijst dat explosieven zich in de bodem bevinden, zullen deze geruimd moeten worden. Een dergelijke saneringsoperatie heeft een negatieve invloed op de maakbaarheid van landroutes vanwege de tijd en kosten die daaraan verbonden zijn. De toegepaste beoordelingsschaal is toegelicht in paragraaf 3.5.4.

REASeuro heeft in de Quickscan NGE het volgende beoordelingskader gehanteerd om de kans op NGE en munitiestort aan te geven. Dit beoordelingskader wordt uitgebreider toegelicht in paragraaf 3.5.:

- onwaarschijnlijk: geen sprake van een NGE-Verwachtingsgebied in recent onderzoek;
- neutraal: geen aanwijzingen dat zich oorlogshandelingen hebben voorgedaan;
- negatief: aanwijzingen dat zich één of enkele oorlogshandelingen hebben voorgedaan;
- sterk negatief: meerdere meldingen dat zich oorlogshandelingen hebben voorgedaan.

Gehele corridor

In onderstaande tabel en onderstaande afbeelding wordt per landroute de door REASeuro uitgevoerde beoordeling voor het criterium 'NGE en munitiestort' beschreven. De kolom 'beoordeling' toont de beoordeling die van toepassing is op het grootste gedeelte van de corridor.

Tabel 7.19 NGE en munitiestort op de routes op land

Route	Beoordeling	Toelichting
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen, leidingen)	Onwaarschijnlijk	De landroute is eerder onderzocht en beoordeeld als 'onwaarschijnlijk'. Binnen de corridor zijn drie onverklaarbare verstoringen gevonden op luchtfoto's, die het gevolg kunnen zijn van detonatie van oorlogsmiddelen. Deze verstoringen zijn beoordeeld als 'negatief'.
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen, leidingen)	Neutraal	Het deel van deze landroute dat overlapt met variant A is eerder onderzocht en grotendeels beoordeeld als 'onwaarschijnlijk'. Het overige deel van de landroute is eerder beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn drie onverklaarbare verstoringen gevonden op luchtfoto's, die het gevolg kunnen zijn van detonatie van oorlogsmiddelen. Deze verstoringen zijn beoordeeld als 'negatief'.
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	Onwaarschijnlijk	De landroute is eerder onderzocht en grotendeels beoordeeld als 'onwaarschijnlijk'. Binnen de corridor zijn twee 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.

Route	Beoordeling	Toelichting
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn twee 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	Onwaarschijnlijk	De landroute is eerder onderzocht en grotendeels beoordeeld als 'onwaarschijnlijk'. Binnen de corridor zijn vier 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	Neutraal	Het deel van deze landroute dat overlapt met variant B is eerder onderzocht en grotendeels beoordeeld als 'onwaarschijnlijk'. Het overige deel van de landroute is beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn vier 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen, leidingen)	Neutraal	De landroute is eerder onderzocht en deels beoordeeld als 'onwaarschijnlijk' met ook meerdere 'negatieve' gebieden. Het overige gedeelte van de landroute is als 'neutraal' beoordeeld.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn vijf 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn vier 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn drie 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn vier 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek. Daarnaast loopt aan het begin van de landroute een 'onwaarschijnlijke' strook van circa 6 km lang en ca. 100 m breed, op basis van eerder onderzoek, evenals twee 'onwaarschijnlijke' markeringen op het zuidelijke deel van de landroute.
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn twee 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek. Daarnaast bevinden zich twee 'onwaarschijnlijke' markeringen op het zuidelijke deel van de landroute, op basis van eerder onderzoek.
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	Neutraal	De landroute is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn twee 'negatieve' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek. Daarnaast bevinden zich twee 'onwaarschijnlijke' markeringen op het zuidelijke deel van de landroute, op basis van eerder onderzoek.
IX: Zoutkamperlaag landroute A (leidingen)		Route vervalt
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	Neutraal	De route is grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn twee 'negatieve' markeringen en twee 'onwaarschijnlijke' markeringen gevonden, op basis van eerder onderzoek.

Afbeelding 7.5 NGE en munitiestort op de routes op land (REASeuro, 2024)



Uit bovenstaande tabel blijkt dat alle landroutes 'negatief' beoordeelde gebieden bevatten. De landroutes onderscheiden zich onderling voornamelijk doordat ze wel of niet deels eerder onderzocht zijn en het 'onwaarschijnlijk' is geacht dat op delen van de landroute NGE en munitiestort aanwezig zijn.

De II: Oude Westereems landroute variant A1 en de VIII: Ameland wantij landroute zijn ook grotendeels niet eerder onderzocht en beoordeeld als 'neutraal', met enkele kleine 'onwaarschijnlijke' markeringen. Alle landroutes bevatten echter negatieve markeringen, daarmee kan op geen enkele landroute worden uitgesloten dat zich NGE en munitiestort in de bodem bevindt.

Maximale configuratie

De als 'negatief' beoordeelde gebieden beslaan in de meeste gevallen de volledige breedte van de corridor en hebben daarmee geen invloed op de maximale configuratie. Uitzonderingen hierop zijn onderstaande als 'negatief' beoordeelde gebieden binnen, niet de volledige breedte van, de corridors:

- II: Oude Westereems landroute A, A1: 3 negatieve, zeer lokale gebieden:
 - dit heeft geen invloed op de maximale configuratie, de breedte van de spots is verwaarloosbaar;
- V: Boschgat landroute A, B: 5 negatieve, zeer lokale gebieden:
 - Dit heeft geen invloed op de maximale configuratie, de breedte van de spots is verwaarloosbaar;
- V: Boschgat landroute A, A1, B, B1: negatief gebied van 200 m breed over een lengte van 350 m:
 - dit heeft geen invloed op de maximale configuratie, de resterende corridorbreedte van 300 m biedt voldoende ruimte voor 7 kabelsystemen. Hierbij zijn de in hoofdstuk 2 genoemde afstandsnormen vanuit TenneT in acht genomen;
- V: Boschgat landroute B, B1: negatief gebied van 200 m breed over een lengte van 2 km:
 - dit heeft geen invloed op de maximale configuratie, de resterende corridorbreedte van 300 m biedt voldoende ruimte voor 7 kabelsystemen. Hierbij zijn de in hoofdstuk 2 genoemde afstandsnormen vanuit TenneT in acht genomen;
- VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A: negatief gebied van 300 m breed over een lengte van 6,5 km:
 - dit heeft geen invloed op de maximale configuratie, de resterende, minimale corridorbreedte van 700 m biedt voldoende ruimte voor 7 kabelsystemen en 3 leidingen. Hierbij zijn de in hoofdstuk 2 genoemde afstandsnormen vanuit TenneT en Gasunie in acht genomen;
- VIII: Ameland Wantij landroute A: negatieve gebieden van 200 m breed, 300 m lang en 250m breed, 600 m lang:
 - dit heeft geen invloed op de maximale configuratie, de resterende, minimale corridorbreedte van 750 m biedt voldoende ruimte voor 7 kabelsystemen en 3 leidingen. Hierbij zijn de in hoofdstuk 2 genoemde afstandsnormen vanuit TenneT en Gasunie in acht genomen;

7.6.5 Lengte parallelligging en kruising hoogspanning

In het kader van onderlinge beïnvloeding tussen bestaande en nog te ontwikkelen kabelsystemen en leidingen, is onderzocht of routes bestaande kabels en leidingen kruisen en of er sprake is van parallelligging aan bestaande kabels en leidingen. Informatie over het aantal kruisingen en de lengte waarover de routes parallel liggen aan bestaande energie infrastructuur is reeds opgenomen in paragraaf 7.4.2. Zodoende zijn de conclusies in deze paragraaf gebaseerd op de tabellen uit paragraaf 7.4.2.

Corridor en centerline

Kruisingen met bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud, hoogspanningslijnen en -kabels op land

De centerlines en corridors van de landroutes voor kabelsystemen en leidingen richting de Eemshaven kennen een groot aantal kruisingen met boven- en ondergrondse elektrische infrastructuur.

Waterstoflandroutes die aansluiten op het Waterstofnetwerk in het westen van het plangebied kruisen geen elektrische infrastructuur. Een kruising kan in principe in open ontgraving worden uitgevoerd, mits het juiste materieel wordt ingezet (met een eventuele beperking van de hoogte).

Alle landroutes kruisen buisleidingen met gevaarlijke inhoud. Opvallend is dat de centerline van veel landroutes een hoger aantal kruisingen kent dan bijbehorende corridors. Dit geldt met name voor landroutes die parallel aan bestaande buisleidingen zijn ingetekend. Het gaat om de volgende landroutes: VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1, (leidingen) VIII: Ameland Wantij landroute A, B en B1 (leidingen) en IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen). Inpassen van waterstofleidingen op deze routes vraagt extra aandacht.

Parallelligging met bestaande leidingen met gevaarlijke inhoud, hoogspanningslijnen en -kabels op land

Alle landroutes liggen ten minste op een enkel punt op een afstand van minder dan 50 m parallel aan bestaande buisleidingen. Daarom dient voor alle landroutes aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654. Verschillende landroutes liggen op een afstand van 50 m parallel ten opzichte van buisleidingen over een afstand van meer dan 1.000 m. Met name de routes voor kabelsystemen (indien de routes worden gebruikt voor de ontwikkelingen van een 700 MW AC kabelsysteem) die over een afstand van meer dan 1.000 m parallel aan bestaande buisleidingen liggen behoeven aandacht in het kader van EMC. Het gaat om de routes: II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen), V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen), V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen) en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen).

De landroutes naar de Eemshaven, de II: Oude Westereems landroutes A en A1 (kabelsystemen en leidingen), de V: Boschgat landroutes A, A1, B en B1 (kabelsystemen) en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen en leidingen), liggen op een aantal secties op een afstand minder dan 50 m van hoogspanningskabels en -lijnen. Voor deze landroutes dient mogelijk aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654. Dit geldt zeker voor routes waar waterstofleidingen worden ontwikkeld in verband met het risico op elektromagnetische beïnvloeding. Landroutes in het westen van het plangebied liggen niet nabij bestaande hoogspanningsinfrastructuur van TenneT.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op de maximale configuratie.

7.7 Bodem

7.7.1 Bodemsamenstelling

In Tabel 7.20 wordt de technische beoordeling voor het criterium 'bodemsamenstelling' getoond. Deze beoordeling is gebaseerd op de centerline.

De kolom 'waarschijnlijke lithoklasse' geeft aan welke grondsoort waarschijnlijk dominant is voor de betreffende landroute. De gebruikte brondata uit het DINOloket betreft berekende waarden en kent een bepaalde onzekerheid, vandaar dat wordt gesproken van een waarschijnlijke klasse. Om de mate van onzekerheid inzichtelijk te maken, is de kolom 'kans op klei' opgenomen. Deze kolom geeft de hoogst gevonden verwachtingswaarde voor klei op de betreffende landroute weer, binnen de gestelde maximale begraafdiepte van 2,5 m.

Tabel 7.20 Bodemsamenstelling van de routes op land

Route	Lithoklasse	Kans op klei	Toelichting
II: Oude Westereems landroute A (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	0 %	zeer waarschijnlijk geen klei op begraafdiepte
II: Oude Westereems landroute A (leidingen)	kleiig zand, klei	0 %	zeer waarschijnlijk geen klei op begraafdiepte
II: Oude Westereems landroute A1 (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	60 %	klei op begraafdiepte over 3 km
II: Oude Westereems landroute A1 (leidingen)	kleiig zand, klei	60 %	klei op begraafdiepte over 3 km
V: Boschgat landroute A (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	0 %	zeer waarschijnlijk geen klei op begraafdiepte
V: Boschgat landroute A1 (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	80 %	klei op begraafdiepte over 4 km
V: Boschgat landroute B (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	80 %	klei op begraafdiepte over 2 km
V: Boschgat landroute B1 (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	80 %	klei op begraafdiepte over 4 km
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	kleiig zand, klei	60 %	klei op begraafdiepte over 3 km
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (leidingen)	kleiig zand, klei	80 %	klei op begraafdiepte over 4 km
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B (leidingen)	kleiig zand, klei	100 %	klei op begraafdiepte over 8 km
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B1 (leidingen)	kleiig zand, klei	100 %	klei op begraafdiepte over 8 km
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute C (leidingen)	kleiig zand, klei	60 %	klei op begraafdiepte over 2 km
VIII: Ameland Wantij landroute A (leidingen)	kleiig zand, klei, veen	80 %	klei op begraafdiepte over 5 km, veen op begraafdiepte over 5 km
VIII: Ameland Wantij landroute B (leidingen)	kleiig zand, klei, veen	60 %	klei op begraafdiepte over 1 km, veen op begraafdiepte over volledige lengte
VIII: Ameland Wantij landroute B1 (leidingen)	kleiig zand, klei, veen	60 %	klei op begraafdiepte over 8 km, veen op begraafdiepte over 15 km
IX: Zoutkamperlaag landroute A (leidingen)			route vervalt
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	kleiig zand, klei, veen	100 %	klei op begraafdiepte over nagenoeg volledige lengte

Landroutes (kabelsystemen)

De meeste landroutes voor kabelsystemen bevatten waarschijnlijk lokaal kleilagen. Op de V: Boschgat landroute varianten A1, B en B1 is de grootste kans op klei met 80 %. De lengtes van de kleilagen zijn echter significant kleiner dan op de landroutes voor leidingen. De V: Boschgat landroute varianten A1 en B1 lijken het minst gunstig qua bodemstelling, vanwege de afstand waarop kleilagen voorkomen (4 km) i.c.m. een hoge kans op klei. De II: Oude Westereems landroute variant A en de V: Boschgat landroute variant A lijken het meest gunstig, daar worden geen kleilagen verwacht.

Landroutes (leidingen)

Het blijkt dat nagenoeg alle landroutes voor leidingen waarschijnlijk lokaal kleilagen bevatten. Op de IX: Zoutkamperlaag landroute en op de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute varianten B en B1 is de grootste kans op klei met 100 %. De IX: Zoutkamperlaag landroute is het minst gunstig qua bodemstelling, vanwege de relatief grote hoeveelheid aan kleilagen (gehele landroute à 20 km) i.c.m. een hoge kans op klei. De VII: Schiermonnikoog landroute varianten B en B1 zijn eveneens relatief ongunstig vanwege de hoeveelheid aan kleilagen (8 km) i.c.m. een hoge kans op klei. De II: Oude Westereems landroute variant A1 lijkt het meest gunstig, daar worden geen kleilagen verwacht. De VII: Ameland Wantij landroute variant B lijkt eveneens gunstig, daar wordt in zeer beperkte mate klei verwacht.

Maximale configuratie

Dit criterium heeft geen invloed op maximale configuratie.

7.8 Effectenbeoordeling

Centerline één kabelsysteem

Tabel 7.21 Beoordeling landroutes met een enkele kabelsysteem langs de centerline

Aspect	II		V				VII
	A	A1	A	A1	B	B1	A
Leveringszekerheid							
Veiligheid							
Technische complexiteit							
Objecten, obstakels en hinder							
Bodem							

Onderscheidende effecten

II: Oude Westereems landroute A en A1

- veiligheid:
 - plaatsgebonden risico's windturbines: nabij de aanlandlocatie van de II: Oude Westereems landroute varianten A en A1 ligt het grootste deel van de corridor binnen de risicocontour van windturbines. Voor variant A geldt dat over een grote afstand tussen de aanlandlocatie en de aansluiting op het hoogspanningsnet de corridor ten noorden van de centerline overlapt met de risico contour van de windturbines. Naarmate de corridor de stationslocaties nadert ligt de corridor geheel binnen de risicocontour van windturbines. Variant A1 loopt voornamelijk ten zuiden van de windturbines;
 - plaatsgebonden risico Industrie - Vopak Terminal Eemshaven: naast de aanlandlocatie van de II: Oude Westereems landroute ligt de Vopak Terminal met een risico contour van PR 10-6. Deze risicocontour beslaat het oostelijke deel van de II: Oude Westereems landroute (geldt zowel voor kabelsystemen als voor leidingen);
 - werken nabij hoogspanningslijnen (bovengronds): beide landroutes kruisen hoogspanningslijnen:

- Variant A kruist Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380kV. Deze lijnen worden in het noorden gekruist;
- Variant A1 kruist Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380kV, Vierverlaten – Robbenplaat en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer. Deze landroute kent een grote afstand (2,5 km) waarop de landroute onder hoogspanningslijnen loopt;
- werken nabij buisleidingen met gevaarlijke inhoud en nabij hoogspanningslijnen: de centerline van beide varianten kruist ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud. Daarnaast kruist de centerline van beide varianten bovengrondse hoogspanningslijnen. Mogelijk dienen aanvullende veiligheidsmaatregelen te worden getroffen tijdens de aanlegfase om veiligheid te borgen;
- objecten, obstakels en hinder:
 - invloed derden: er staan zowel windturbines als woningen nabij de varianten. De landroutes kruisen geen woningen of windturbines (de corridor wel);
 - Variant A kruist een groot aantal ondergrondse kabels;
 - Variant A1 kruist een groot aantal buisleidingen met gevaarlijke inhoud;
 - aanvullend onderzoek in het kader van NEN3654 is nodig in verband met paralleligging ten opzichte van buisleidingen;
- bodem: voor variant A1 geldt dat over een afstand van circa drie kilometer, de kans op klei in de ondiepe ondergrond circa 60 % bedraagt. Klei kan de aanleg van een kabelsysteem bemoeilijken.

V: Boschgat landroute A, A1, B, B1

- leveringszekerheid: de route kent een lange afstand over land wat leidt tot de inzet van een relatief groot aantal moffen. Dit vergroot het risico op intern falen. Daarnaast ligt de route nabij de Eemshaven binnen de risicocontour van grootschalige windturbines. Dit vergroot het risico op beschadiging door falen van deze windturbines;
- veiligheid:
 - plaatsgebonden risico's windturbines: alle landroutes voor kabelsystemen sluiten aan op stations in de Eemshaven. Deze stations zijn omringd door windturbines. Als gevolg liggen de landroutes richting deze stations in de risicozone van meerdere windturbines (PR 10-6);
 - werken nabij hoogspanningslijnen (bovengronds): de centerline van alle varianten van de V: Boschgat landroute kruist bovengrondse hoogspanningslijnen. Hier zijn aanvullende veiligheidseisen van toepassing:
 - Varianten A en B kruisen Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV;
 - Variant A1 en B1 kruisen Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip, 380 kV, Vierverlaten – Robbenplaat en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer;
 - Varianten A1 en B1 kruisen een groter aantal hoogspanningslijnen dan varianten A en B, met beperkte rerouting kan dit eventueel worden voorkomen;
 - werken nabij buisleidingen gevaarlijke inhoud: de centerline van alle varianten kruist ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud. Het aantal kruisingen van varianten A1 en B1 is hoog en significant hoger dan het aantal kruisingen van varianten A en B;
- objecten, obstakels en hinder:
 - invloed derden: de centerline van varianten B en B1 kruist een paardenbak. Er is onderzoek nodig of hier onderdoor geboord mag worden. Vlak langs de centerline van alle varianten staan geclusterde 2-4 MW windturbines. Uitwijken in de corridor richting het noorden is een uitdaging. Nader onderzoek naar deze mogelijkheid is nodig;
 - Varianten A1 en B1 kruisen een groot aantal hoogspanningslijnen (bovengronds) en buisleidingen met gevaarlijke inhoud (zie hierboven onder veiligheid). Varianten A1 en B1 liggen daarnaast over lange afstanden op minder dan 50 m parallel aan buisleidingen. Mogelijk is aanvullend onderzoek nodig in het kader van NEN 3654;
 - Varianten A en B kruisen een groot aantal hoogspanningskabels (ondergronds).

VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A

- leveringszekerheid: de route kent een lange afstand over land wat leidt tot de inzet van een relatief groot aantal moffen. Dit vergroot het risico op intern falen. Daarnaast ligt de route nabij de Eemshaven binnen de risicocontour van grootschalige windturbines. Dit vergroot het risico op beschadiging door falen van deze windturbines;

- veiligheid:
 - plaatsgebonden risico's windturbines: vanaf het aanlandingspunt tot de Eemshaven enkel kleinschalige windturbines, risico contouren liggen buiten de landroute. Alle landroutes voor kabelsystemen sluiten aan op stations in de Eemshaven. Deze stations zijn omringd door windturbines. Als gevolg liggen de landroutes richting deze stations in de risicozone van meerdere windturbines (PR 10-6);
 - werken nabij hoogspanningslijnen (bovengronds): de centerline kruist bovengrondse hoogspanningslijnen nabij de aansluiting op stationslocaties in de Eemshaven. Hier zijn aanvullende veiligheidseisen van toepassing. Deze variant kruist DKG - Eemshaven Oude Schip, Vierverlaten – Robbenplaat en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer;
 - werken nabij buisleidingen gevaarlijke inhoud: de centerline van deze landroute kruist ondergrondse buisleidingen met gevaarlijke inhoud;
- objecten, obstakels en hinder:
 - de centerline van de landroute kruist geen woningen, wel een paardenbak. Ontwijken van deze paardenbak binnen de corridor is goed mogelijk;
 - vlak langs de centerline staan geclusterde 2-4 MW windturbines. Uitwijken in de corridor is ten noorden van de centerline een uitdaging, nader onderzoek is nodig;
 - de centerline kruist een actieve productielocatie voor gaswinning. Voor het kruisen van landgebonden platforms zijn aanvankelijk geen beperkingen. Er is voldoende ruimte om uit te wijken;
 - de landroute kruist een groot aantal bestaande kabels en leidingen. Daarnaast ligt de landroute over lange afstanden op minder dan 50 m parallel aan buisleidingen. Mogelijk is aanvullend onderzoek nodig in het kader van NEN 3654.

Centerline één waterstofleiding

Tabel 7.22 Beoordeling landroutes met een enkele leiding langs de centerline

Aspect	II		VII				VIII			IX
	A	A1	A	B	B1	C	A	B	B1	B
Leveringszekerheid										
Veiligheid										
Technische complexiteit										
Objecten, obstakels en hinder										
Bodem										

Onderscheidende effecten

II: Oude Westereems landroute A en A1

Voor deze landroute gelden dezelfde onderscheidende effecten als voor het aanleggen van één kabelsysteem in de centerline. Aanvullend geldt voor de landroute voor leidingen (die beperkt afwijkt van de II: Oude Westereems landroute voor kabelsystemen):

- veiligheid: de centerline van beide varianten kruisen in het oosten van de Eemshaven het Waterstofnetwerk Nederland en de verbinding Vierverlaten – Robbenplaat en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer. Deze kruisingen brengen aanvullende veiligheidsrisico's met zich mee;
- objecten, obstakels en hinder: de landroute ligt op een aantal secties op een afstand minder dan 50 m van hoogspanningskabels en -lijnen. Voor deze landroute dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654.

VII Schiermonnikoog Wantij landroute A, B, B1 en C

Voor variant A gelden dezelfde onderscheidende effecten als voor het aanleggen van één kabelsysteem in de centerline.

- veiligheid:
 - de centerline van variant A wordt gekruist door bovengrondse hoogspanningslijnen. Daarnaast wordt de centerline van alle varianten gekruist door ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud. Het verplaatsen van de buizen met gevaarlijke inhoud is niet gewenst vanwege veiligheidsrisico's. Mogelijk dienen aanvullende veiligheidsmaatregelen te worden getroffen tijdens de aanlegfase om veiligheid te borgen;
 - plaatsgebonden risico windturbines: vanaf het aanlandingspunt tot de Eemshaven liggen kleinschalige windturbines nabij de landroute, risico contouren liggen buiten de landroute. Variant A sluit aan op stations in de Eemshaven. Deze stations zijn omringd door windturbines. Als gevolg ligt deze variant in de risicozone van meerdere windturbines (PR 10-6);
 - werken nabij hoogspanningslijnen (bovengronds): de centerline kruist bovengrondse hoogspanningslijnen nabij de aansluiting op stationslocaties in de Eemshaven. Hier zijn aanvullende veiligheidseisen van toepassing. Deze variant kruist Nuon DKG - Eemshaven Oude Schip 380kV, Vierverlaten – Robbenplaat 380kV en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer 380kV;
- werken nabij buisleidingen gevaarlijke inhoud: de centerline van deze landroutes kruisen ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud. Het aantal kruisingen van varianten A, B en B1 liggen hoger dan nodig is: de landroutes kruisen dezelfde leiding meermaals in plaats van dat deze landroutes naast de bestaande buisleiding liggen;
- technische complexiteit: mogelijk is een HDD-boring nodig voor leidingen in de corridor van varianten B en B1 van circa 3,9 km om een gebied met een hoge archeologische verwachtingswaarden uit de Late Bronstijd - Nieuwe Tijd te doorkruisen (zie het MER). De hoge archeologische verwachtingswaarde bevindt zich op de volledige breedte van de corridor over een lengte van 3,9 km. Deze afstand kan niet worden overbrugd met een enkele boring. Deze mitigerende maatregel dient in een vervolgfase verder te worden bestudeerd en uitgewerkt;
- objecten, obstakels en hinder:
 - invloed van derden: vlak langs centerline variant A staan enkele 2-4 MW windturbines. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of dit de maakbaarheid van een leiding in de centerline van variant A (naar de Eemshaven) beïnvloedt;
 - NGE en munitiestort: Variant A: Een negatief gebied van 300 m breed over een lengte van 6,5 km heeft geen invloed op de maximale configuratie; de overgebleven minimale corridorbreedte van 700 m biedt voldoende ruimte voor 7 kabelsystemen en 3 leidingen;
 - kruising met spoorwegen: De centerline kruist 2x en de corridor 4x met spoorwegen;
 - parallelligging hoogspanning: De landroute van variant A ligt op een aantal secties op een afstand minder dan 50 m van hoogspanningskabels en -lijnen. Voor deze landroute moet mogelijk aanvullend onderzoek worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654;
- bodem: met name voor variant B en B1 is de kans op klei hoog (100 %). Voor varianten A en C geldt een waarschijnlijkheid van respectievelijk 80 % en 60 %.

VIII Ameland Wantij landroute A, B en B1

- veiligheid: de centerline van alle varianten wordt gekruist door ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud. Mogelijk dienen aanvullende veiligheidsmaatregelen te worden getroffen tijdens de aanlegfase om veiligheid te borgen;
- objecten, obstakels en hinder:
 - invloed van derden: de centerline van variant A kruist een woning. De centerline van variant B loopt vlak langs een woning. De centerline van variant A kruist een watergang inclusief jachthaven. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of hier onderdoor kan worden geboord of kan worden uitgeweken naar een andere locatie om het water te kruisen. Tot slot wordt een actieve gasproductielocatie gekruist. Nauwkeurige afstemming met relevante belanghebbenden is nodig. Wel lijkt binnen de corridor uitwijken in alle gevallen mogelijk. Deze landroutes zijn vanwege het kruisen van deze objecten technisch onwenselijk;
 - NGE en munitiestort: Variant A: Negatieve gebieden van 200 m breed en 300 m lang, en 250 m breed en 600 m lang, hebben geen invloed op de maximale configuratie; de resterende minimale corridorbreedte van 750 m biedt ruimte voor 7 kabelsystemen en 3 leidingen;
 - waterkeringen en -gangen: Deze landroutes kruisen veel watergangen, waarbij de corridors significant meer kruisingen hebben dan de centerlines, vooral aan de randen van de corridor;
- bodem: de kans op klei voor varianten A, B en B1 is respectievelijk 80 %, 60 % en 60 %.

IX Zoutkamperlaag landroute B

- veiligheid: de centerline van de variant kruist ondergrondse leidingen met gevaarlijke inhoud. Mogelijk dienen aanvullende veiligheidsmaatregelen te worden getroffen tijdens de aanlegfase om veiligheid te borgen;
- objecten, obstakels en hinder:
 - invloed van derden: De centerline kruist een gebouw en een jachthaven. Daarnaast kruist de centerline een actieve gasproductielocatie. Nauwkeurige afstemming met relevante belanghebbenden is nodig. Wel lijkt binnen de corridor uitwijken in alle gevallen mogelijk. Deze landroute is vanwege het kruisen van deze objecten technisch onwenselijk;
 - NGE en munitiestort: grotendeels beoordeeld als 'neutraal'. Binnen de corridor zijn twee 'negatieve' markeringen en twee 'onwaarschijnlijke' markeringen gevonden;
 - waterkeringen en -gangen: kruist een groot aantal watergangen, waarbij de randen van de corridor meer kruisingen hebben dan in de centerline.
 - kruising hoogspanning: Op één na grootste aantal kruisingen met buisleidingen gevaarlijke inhoud. De landroute ligt niet over een lange afstand parallel aan bestaande hoogspanningsinfrastructuur van TenneT;
- bodem: de kans op klei op deze landroute is groot (100 %).

Gehele corridor

Tabel 7.23 Beoordeling gehele corridor van landroutes met kabelsystemen en leidingen

Aspect	II		V				VII				VIII			IX
	A	A1	A	A1	B	B1	A	B	B1	C	A	B	B1	B
leveringszekerheid														
veiligheid														
technische complexiteit														
objecten, obstakels en hinder														
bodem														

Onderscheidende effecten

II: Oude Westereems landroute A en A1 (kabelsystemen en leidingen)

- veiligheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Aanvullend geldt:
 - plaatsgebonden risico's windturbines: nabij aanlandlocatie II: Oude Westereems landroute van varianten A en A1 ligt het grootste deel van de corridor binnen de risicocontour van windturbines. Voor variant A geldt dat over een grote afstand tussen de aanlandlocatie en de aansluiting op het hoogspanningsnet de corridor ten noorden van de centerline overlapt met de risico contour van de windturbines. Naarmate de corridor de stationslocaties nadert ligt de corridor geheel binnen de risicocontour van windturbines. Variant A1 loopt voornamelijk ten zuiden van de windturbines;
 - plaatsgebonden risico industrie - Vopak Terminal Eemshaven: naast de aanlandlocatie van de II: Oude Westereems landroute ligt de Vopak Terminal met een risico contour van PR 10-6. Deze risicocontour beslaat het oostelijke deel van de corridors (geldt zowel voor kabelsystemen als voor leidingen);
 - werken nabij hoogspanningslijnen (bovengronds): beide corridors kruisen hoogspanningslijnen:
 - zowel de centerline als de corridor van variant A kruist DKG - Eemshaven Oude Schip. Een kruising kan dus niet binnen de corridor worden voorkomen;
 - de corridor van variant A1 (kabelsystemen) kruist DKG - Eemshaven Oude Schip, Viervelaten – Robbenplaat en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer. Deze corridor kent een grote afstand waarop de landroute onder hoogspanningslijnen loopt. De hoogspanningslijnen liggen in het

- oostelijke deel van de corridor. Het is mogelijk om binnen de corridor afstand te houden tot de hoogspanningslijnen door kabelsystemen/leidingen in het westelijke deel van de corridor aan te leggen;
- zowel de centerline als de corridor van variant A1 (leidingen) kruist Vierterlaten – Robbenplaat en Robbenplaat - knooppunt Schildmeer. Een kruising kan dus niet binnen de corridor worden voorkomen;
- objecten, obstakels en hinder:
 - invloed van derden:
 - Variant A overlapt het dorp Oudeschip. Er is voldoende ruimte in de corridor om uit te wijken;
 - Variant A1 overlapt ten zuidwesten van de corridor het dorp Roodeschool en enkele woningen. Voldoende ruimte om uit te wijken, behalve bij de Polderdwarsweg, hier is mogelijk beperkte ruimte vanwege de bebouwing. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of hier voldoende ruimte is. Dit maakt deze landroute technisch minder wenselijk.
 - er liggen zowel windturbines als woningen in de corridors. Wel is het mogelijk om binnen de corridor deze te ontwijken;
- bodem: zelfde beoordeling als één kabelsysteem of één leiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één kabelsysteem" en "Centerline één leiding".

V: Boschgat landroute A, A1, B, B1 (kabelsystemen)

- leveringszekerheid: zelfde onderscheidende effecten als één kabelsysteem langs de centerline;
 - veiligheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één kabelsysteem" en "Centerline één leiding".
- Aanvullend geldt:
- plaatsgebonden risico's windturbines: alle landroutes voor kabelsystemen sluiten aan op stations in de Eemshaven. Deze stations zijn omringd door windturbines. Als gevolg liggen de landroutes richting deze stations in de risicozone van meerdere windturbines (PR 10-6). De corridors van deze varianten tussen het aanlandingspunt en de stations in de Eemshaven liggen niet binnen de risicocontour van de windturbines;
 - objecten, obstakels en hinder: zelfde beoordeling als één kabelsysteem langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één kabelsysteem" en "Centerline één leiding". Aanvullend geldt:
 - de corridor van variant B kruist het beoogde tracé voor het Waterstofnetwerk Nederland op drie plekken;
 - invloed van derden: Langs de westkant van de corridor van alle varianten bevindt zich lintbebouwing. Er is binnen de corridors voldoende ruimte om uit te wijken.

VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen en leidingen) en varianten B, B1 en C (leidingen)

- leveringszekerheid: zelfde onderscheidende effecten als één kabelsysteem of een waterstofleiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één kabelsysteem" en "Centerline één leiding";
- veiligheid: zelfde beoordeling als één kabelsysteem (variant A) of waterstofleiding (varianten B, B1 en C) langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één kabelsysteem" en "Centerline één leiding";
- technische complexiteit;
- objecten, obstakels en hinder:
 - vlak langs de centerline van variant A staan geclusterde 2-4 MW windturbines. Uitwijken in de corridor is ten noorden een uitdaging, nader onderzoek is nodig. Dit maakt deze corridor minder wenselijk;
 - een enkele actieve productielocatie voor gaswinning ligt in de corridors van varianten A, B en B1. Drie actieve productielocaties liggen in de corridor van variant C. Binnen de corridor lijkt voldoende ruimte beschikbaar om uit te wijken;
 - de landroute kruist een groot aantal bestaande kabels en leidingen. Daarnaast liggen de varianten A, B en B1 over lange afstanden op minder dan 50 m parallel aan buisleidingen. Mogelijk is aanvullend onderzoek nodig in het kader van NEN 3654;

- bodem: zelfde onderscheidende effecten als één kabelsysteem (variant A) of waterstofleiding (varianten B, B1 en C) langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één kabelsysteem" en "Centerline één leiding".

VIII: Ameland Wantij landroute A, B en B1 (leidingen)

- veiligheid: zelfde onderscheidende effecten als voor één waterstofleiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één leiding";
- objecten, obstakels en hinder:
 - de corridor van variant A overlapt enkele verspreide woningen en deels de dorpen Dykshoarne en Pieterzijl. De corridors van varianten B en B1 kruisen eveneens Pieterzijl. Voor alle corridors geldt dat aanvullend onderzoek nodig is langs de Gruytsweg ten zuiden van het Lauwersmeer vanwege bebouwing over de breedte van de corridor. Dit maakt deze corridors in deze fase technisch onwenselijk;
 - drie actieve productielocaties liggen in de corridor van variant A en vier in de corridor van variant B. Binnen de corridor lijkt voldoende ruimte beschikbaar om uit te wijken;
- bodem: zelfde onderscheidende effecten als voor één waterstofleiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één leiding".

IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)

- veiligheid: zelfde onderscheidende effecten als voor één waterstofleiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één leiding";
- objecten, obstakels en hinder:
 - er ligt een jachthaven in de corridor. Nader onderzoek is nodig of deze met een HDD kan worden gekruist;
 - de corridor loopt deels door vier dorpen en overlapt veel verspreide woningen. Er is meestal voldoende ruimte om uit te wijken, maar langs de Wierumerwei, de Dodingawei en de Gruytsweg is er mogelijk beperkte ruimte vanwege bebouwing. Dit maakt deze corridor in deze fase technisch onwenselijk;
 - er liggen twee productielocaties in de corridor. Uitwijken binnen de corridor lijkt mogelijk;
- bodem: zelfde onderscheidende effecten als voor één waterstofleiding langs de centerline. Zie toelichting op onderscheidende effecten in paragraaf "Centerline één leiding".

Maximale configuratie

Op basis van de uitgevoerde analyses kan worden geconcludeerd dat alle centerlines en corridors belemmeringen en uitdagingen kennen. Hieronder is voor een aantal aspecten toegelicht of op basis van de uitgevoerde analyses de maximale configuratie technisch uitvoerbaar/maakbaar lijkt.

Objecten, obstakels en hinder

In verschillende corridors liggen objecten. In de meeste corridors is voldoende ruimte aanwezig om binnen de corridor uit te wijken. Echter, in de corridors van de VIII: Ameland Wantij landroutes en IX: Zoutkamperlaag landroute is vanwege bebouwing mogelijk onvoldoende ruimte om de maximale configuratie te ontwikkelen. Voor de routes naar de Eemshaven geldt dat het ruimtelijk inpassen van de kabelsystemen en leidingen extra aandacht vraagt vanwege de grootschalige windturbines in en rondom de Eemshaven.

EFFECTENBESCHRIJVING EN BEOORDELING ZOEKGEBIEDEN AANLANDINGSPUNT X: TUNNEL ROUTE EN STATIONS OP LAND

8.1 Inleiding

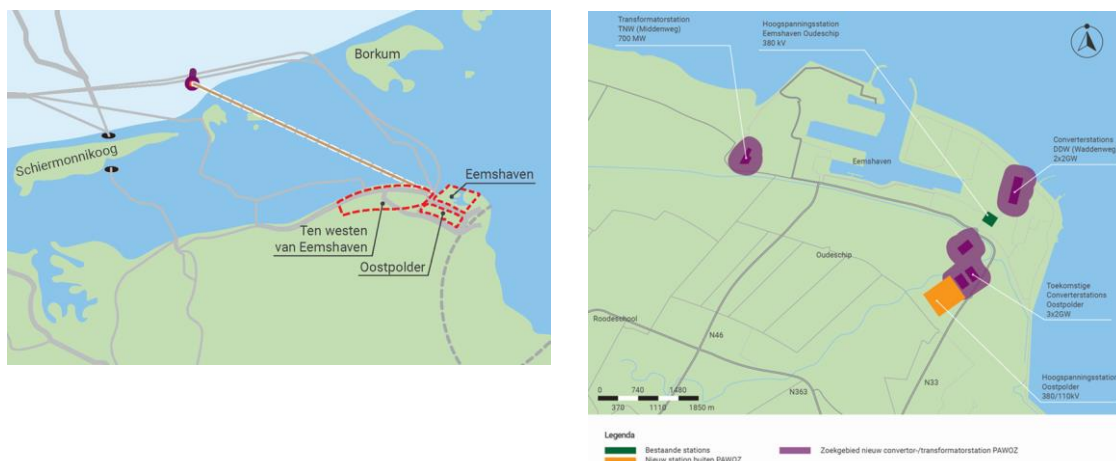
Dit hoofdstuk presenteert de maakbaarheid van een station in de daarvoor onderzochte zoekgebieden (in het geval van TenneT een transformator- of converterstation en in het geval van Gasunie een waterstof aanlandingsstation). Ook is de maakbaarheid van het aanlandingspunt van de X: Tunnel route in de daarvoor ontwikkelde zoekgebieden in dit hoofdstuk beoordeeld.

De zoekgebieden die zijn onderzocht zijn geïntroduceerd in Hoofdstuk 2 en in meer detail toegelicht in de Notitie Routeontwikkeling. Dit hoofdstuk begint met algemene informatie per zoekgebied (lengte, breedte en te onderzoeken maximale configuratie). De resultaten van effectenanalyses van de zoekgebieden zijn opgenomen in paragrafen 8.3 tot en met 8.7. Deze analyse op criteriumniveau ligt ten grondslag aan de beoordeling per aspect. Tot slot geeft paragraaf 8.8 een overzicht van de beoordeling per zoekgebied. De beoordeling is gepresenteerd in tabelvorm inclusief toelichting op onderscheidende effecten per aspect (die de maakbaarheid van een station binnen een zoekgebied beïnvloeden).

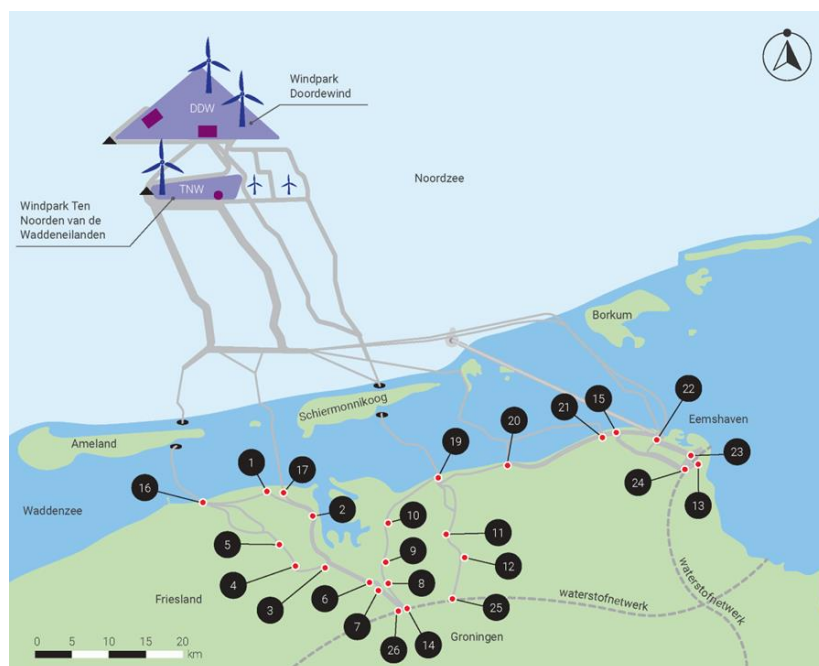
8.2 Algemene informatie per installatie

Tabel 8.1 geeft de algemene informatie voor de zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de X: Tunnel route en voor stations op land weer (zoekgebied wordt gebruikt voor stations voor kabelsystemen of voor stations voor waterstofleidingen). In afbeelding 8.1 zijn zowel de zoekgebieden voor het intredepunt van de X: Tunnel route (links) als de zoekgebieden voor de stations op land voor TenneT opgenomen (rechts). In afbeelding 8.1 en 8.2 zijn de zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties van Gasunie opgenomen.

Afbeelding 8.1 Zoekgebieden aanlandingspunt X: Tunnel route (links) en zoekgebieden transformator-/converterstations (rechts)



Afbeelding 8.2 Zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstations.



Tabel 8.1 Algemene informatie zoekgebieden installaties op land

Zoekgebied	Kabelsystemen en/of leidingen	Buffer om station
Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	Kabelsystemen	200 m
Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	Kabelsystemen	200 m
Zoekgebied toekomstige onverterstations Oostpolder	Kabelsystemen	200 m
Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 1-17 en 19-26	Leidingen	200 m
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Kabelsystemen + leidingen	n.v.t.
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Kabelsystemen + leidingen	n.v.t.
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	Kabelsystemen + leidingen	n.v.t.

8.3 Leveringszekerheid

8.3.1 Externe en/of interne kans op falen

Zoekgebieden stationslocaties

De interne faalkans van een station geeft aan hoe groot de kans is dat een component in het station door eigen defecten zal falen, zoals fouten in productieprocessen. In deze projectfase zijn er nog geen ontwerpkeuzes gemaakt voor de specifieke inrichting van stations, dus kan er nog weinig gezegd worden over verschillen tussen interne faalkansen op verschillende locaties. De interne faalkans van een station is niet onderscheidend bij het selecteren van een locatie, aangezien er nog geen specifieke ontwerpkeuzes zijn gemaakt. De externe faalkans van een station wordt beïnvloed door nabijheid van risicovolle objecten en andere objecten van derden. De invloed van dergelijke objecten op de technische maakbaarheid van stationslocaties worden beoordeeld in paragrafen 8.4 en 8.6.

Zoekgebieden aanlandingspunt X: Tunnel route

De faalkans van een elektrische verbinding/waterstofverbinding via de X: Tunnel route is onderzocht in Hoofdstuk 6. Verder geldt dat een elektrische- of waterstofverbinding via de X: Tunnel route wordt aangesloten op de zoekgebieden voor stationslocaties, die ook voor de andere routes gelden. Zodoende is er niet gekeken naar de faalkans van systemen binnen het aanlandingspunt.

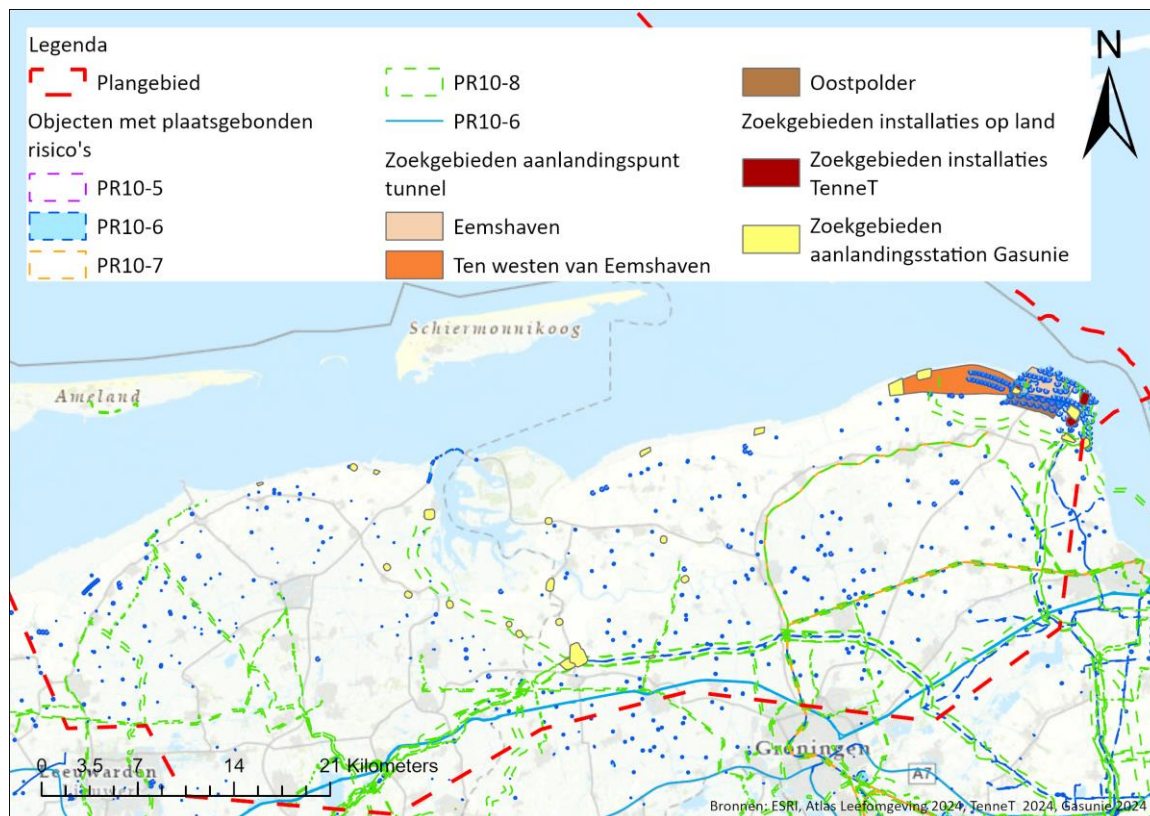
8.4 Veiligheid

8.4.1 Veiligheid (onder andere door risicovolle (aanleg)operatie of gebruiksomstandigheden)

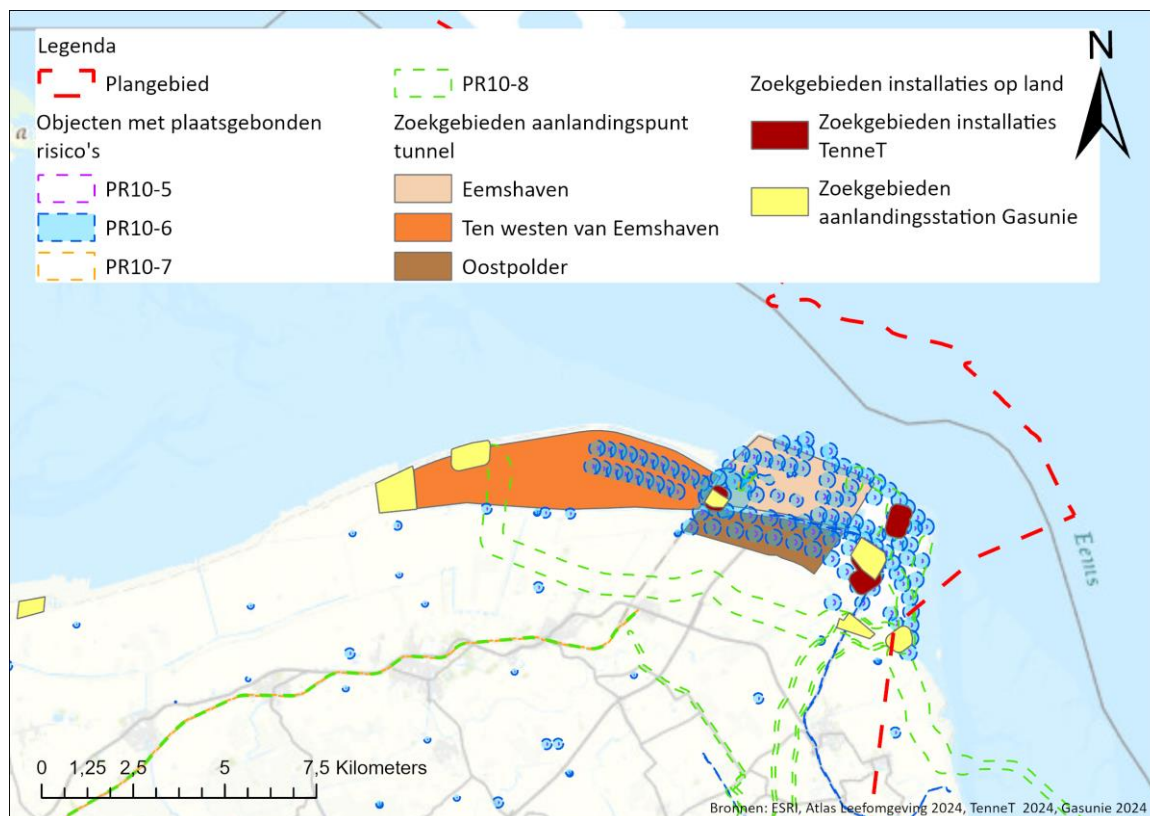
Sommige functies kennen een plaatsgebonden risico. Functies met plaatsgebonden risico's kunnen mogelijk leiden tot risicovolle aanlegoperaties en gebruiksomstandigheden. Aan de hand van AtlasLeefomgeving, ontwikkeld door het RIVM, is onderzocht of zoekgebieden in of nabij functies/contouren met een plaatsgebonden risico van PR10-6 of PR10-5 liggen.

De PR wordt gedefinieerd als "de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt, overlijdt als direct gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen bij een risicovolle activiteit", voor de PR 10-6 betekent dit dat de kans op overlijden één op een miljoen per jaar is. In Nederland heeft de overheid vastgesteld dat niemand in het land een plaatsgebonden risico mag lopen dat hoger is dan 1 op 1 miljoen per jaar (10-6/jaar). Voor bestaande situaties is er een tijdelijke norm vastgesteld van 1 op 100.000 per jaar (10-5/jaar). Grootschalige windturbines of terminals kennen onder andere dergelijke plaatsgebonden risico's. De onderstaande kaart toont de risicocontouren binnen het plangebied en specifiek in en rondom de Eemshaven.

Afbeelding 8.3 Functies in het plangebied met plaatsgebonden risico's



Afbeelding 8.4 Functies in/nabij Eemshaven met plaatsgebonden risico's



Tabel 8.2 Plaatsgebonden risico's zoekgebieden stationslocaties

Station	Grootschalige Windturbines (> 4 MW), PR 10-5	Vopak Terminal Eemshaven, PR 10-6
Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	n.v.t.	In risicocontour van PR 10-6 Vopak Terminal
Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	n.v.t.	n.v.t.
Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder	4 turbines verspreid in gehele zoekgebied	n.v.t.
Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 1-17 en 19-26	13: vlak bij risicozone turbine 23: 3 windturbines in zoekgebied	22: In risicocontour van PR 10-6 Vopak Terminal 1-21 en 23-26: n.v.t.
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Windturbines verspreid in midden en zuiden zoekgebied	In risicocontour van PR 10-6 Vopak Terminal ten noordwesten
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Windturbines in het oosten van het zoekgebied	In risicocontour van PR 10-6 Vopak Terminal ten zuidwesten
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	Windturbines verspreid over het gehele zoekgebied	In risicocontour van PR 10-6 Vopak Terminal ten oosten

In en rondom de Eemshaven zijn veel grootschalige windturbines aanwezig. De risicocontouren (PR 10-5) bestrijken delen van enkele zoekgebieden (zie hierboven). Het ontwikkelen van een station of aanlandingspunt (in het geval van de X: Tunnel route) is in de zoekgebieden die overlappen met de risicocontouren in het kader van veiligheid minder wenselijk.

Zoekgebieden stationslocaties

Het Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder en zoekgebied 23 voor een waterstof aanlandingsstation liggen in de risicocontour van grootschalige windturbines. Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) ligt geheel in de risicocontour van de Vopak Terminal. Vanuit dit criterium bezien is deze locatie minder wenselijk.

Zoekgebieden aanlandingspunt X: Tunnel route

Alle zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de X: Tunnel route overlappen met risicocontouren van grootschalige windturbines. Voor het zoekgebied Aanlandingspunt tunnel ten westen van de Eemshaven geldt dat de windturbines vooral in het oosten van het zoekgebied liggen en dat er binnen het zoekgebied voldoende ruimte is om uit te wijken. Dit geldt niet voor de andere zoekgebieden: hier liggen de windturbines meer verspreid in het zoekgebied. Daarnaast ligt de Vopak Terminal Eemshaven (PR 10-6) nabij de zoekgebieden voor aanlandingspunt van de X: Tunnel route. Deze risicocontour ligt aan de rand van de zoekgebieden en overlapt dus niet het gehele zoekgebied.

Overige functies en objecten met plaatsgebonden risico's in het plangebied zijn vanuit het oogpunt van veilige aanleg en onderhoudswerkzaamheden minder relevant omdat ze zeer lokaal in enkele zoekgebieden liggen. Veiligheidsrisico's in relatie tot ondergrondse energie infrastructuur zijn opgenomen onder paragraaf 8.4.2.

8.4.2 Bouwen/werken: onder hoogspanning; boven ondergrondse kabels en leidingen; nabij infrastructuur. Inclusief aansluiten op bestaande infrastructuur

In de onderstaande tabellen is per zoekgebied het aantal kruisingen met energie infrastructuur opgenomen. Hierbij wordt eerst gekeken naar de bovengrondse hoogspanningslijnen, daarna de ondergrondse gevaarlijke leidingen en ten slotte het waterstofnetwerk. Voor de aanleg van waterstof aanlandingsstations is een ruimte van 2 hectare nodig. Transformatorstations vereisen 3,5 hectare. Converterstations hebben een ruimtebeslag van 5,5 hectare, exclusief een extra 2 hectare voor het tijdelijke werkterrein. Het aanlandingspunt voor de X: Tunnel route heeft een ruimtebeslag van 2 hectare, met daarnaast een tijdelijk werkterrein van 12 hectare.

Bouwen onder hoogspanning

In onderstaande tabel worden eventuele kruisingen met de hoogspanningslijnen (bovengronds) beoordeeld voor de zoekgebieden. Werkzaamheden onder deze lijnen dienen vermeden te worden.

Tabel 8.3 Bouwen/uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden nabij hoogspanningslijnen

Zoekgebied	Kruisen hoogspanningslijnen	Toelichting
Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	Geen kruisingen met hoogspanningslijnen	n.v.t.
Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	Hoogspanningslijnen van verbinding 380 kV Oudeschip - Doekegat kruisen zoekgebied	Kruising door zoekgebied, van noord naar zuid langs westelijke rand van het zoekgebied. Ontwikkelen van converterstation in westelijke deel vraagt extra veiligheidsvoorschriften, mogelijk zijn er beperkingen voor hoogte van materieel. In het oostelijke deel van zoekgebied is voldoende ruimte om op afstand van de hoogspanningslijnen een converter te ontwikkelen.
Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder	Hoogspanningslijnen van verbinding 380 kV Eemshaven - Vierverlaten kruisen zoekgebied	Hoogspanningsverbinding kruist middenas van het zoekgebied. Aan weerskanten van de hoogspanningsverbinding is voldoende ruimte beschikbaar om op afstand van de hoogspanningslijnen een converter te ontwikkelen.

Zoekgebied	Kruisen hoogspanningslijnen	Toelichting
		Ontwikkelen van converterstation in centrum van het zoekgebied vraagt extra veiligheidsvoorschriften en er dient mogelijk rekening te worden gehouden met hoogte van materieel.
Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 1-17 en 19-26	Hoogspanningslijnen van verbinding 380 kV Eemshaven - Vierverlaten kruisen zoekgebied 23 Hoogspanningslijnen van verbinding 380 kV Eemshaven - Meeden kruisen zoekgebied 24	Hoogspanningsverbinding kruist middenas van zoekgebied 23. Ten westen van de verbinding is voldoende ruimte beschikbaar om op afstand van de hoogspanningslijnen een station te ontwikkelen. Ontwikkelen van een station in centrum van zoekgebied 23 vraagt extra veiligheidsvoorschriften en er dient rekening te worden gehouden met hoogte van materieel. Hoogspanningsverbinding kruist westelijke deel van zoekgebied 24. Ten oosten van de verbinding is voldoende ruimte beschikbaar om op afstand van de hoogspanningslijnen een station te ontwikkelen. Ontwikkelen van een station in het westen van zoekgebied 24 vraagt extra veiligheidsvoorschriften en er dient rekening te worden gehouden met hoogte van materieel.
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Geen kruisingen met hoogspanningslijnen	n.v.t.
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Geen kruisingen met hoogspanningslijnen	n.v.t.
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	Geen kruisingen met hoogspanningslijnen	n.v.t.

Zoekgebieden stationslocaties

Er zijn enkele zoekgebieden voor stationslocaties waar hoogspanningslijnen over het zoekgebied lopen/kruisen. Dit komt voor bij de waterstof aanlandingsstations 23 en 24, en het zoekgebied voor Converterstations DDW (Waddenweg). Zoals is opgenomen in Hoofdstuk 3, is het niet wenselijk om stations onder of nabij (op minder dan 25 m van de hoogspanningslijn) te plaatsen. In alle zoekgebieden die door hoogspanningslijnen worden gekruist, is er binnen het zoekgebied voldoende ruimte om op afstand van de hoogspanningslijnen een station te ontwikkelen.

Zoekgebieden aanlandingspunt X: Tunnel route

De zoekgebieden worden niet gekruist door hoogspanningslijnen.

Bouwen boven ondergrondse kabels en leidingen

In onderstaand overzicht zijn eventuele kruisingen met ondergrondse leidingen en kabels beoordeeld voor de zoekgebieden voor installaties en aanlandingspunt tunnel op land. Hoewel werkterreinen boven kabels en leidingen kunnen worden geplaatst, is het onwenselijk als kabels van derden zich onder het terrein van Gasunie of TenneT bevinden vanwege veiligheidsrisico's.

Tabel 8.4 Bouwen/uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden boven ondergrondse kabels en leidingen

Zoekgebied	Aanwezige kabels/leidingen/stations	Uitwijken mogelijk binnen zoekgebied
Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	Enkele hoogspanningskabels	Ja, er is voldoende ruimte om afstand te houden van de aanwezige hoogspanningskabels
Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	Enkele hoogspanningskabels en enkele leidingen	Ja, er is voldoende ruimte om afstand te houden van de aanwezige hoogspanningskabels en leidingen
Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder	Tracé van het beoogde Waterstofnetwerk Nederland	Ja, er is voldoende ruimte om afstand te houden van het beoogde Waterstofnetwerk Nederland
Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 1-17 en 19-26	Zoekgebieden 1 t/m 12, 15, 22 en 23: bevat bestaande kabels en/of leidingen Zoekgebieden 13, 14, 24, 25 en 26: bevat zeer veel leidingen Zoekgebieden 16 t/m 21: geen kabels en/of leidingen	Zoekgebieden 2, 4, 6, 8, 9, 22 en 23 bevat weinig, maar net voldoende ruimte om afstand te houden tot de aanwezige kabels/leidingen Zoekgebieden 13, 14, 24, 25 en 26 bevat geen ruimte om afstand te houden tot de aanwezige leidingen
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Veel energie infrastructuur (elektriciteitskabels (LS, MS en HS) en leidingen gevaarlijke inhoud) aanwezig in het zoekgebied	Ja, er is ruimte om afstand te houden tot aanwezige energie infrastructuur (voor de 2 ha). Werkterrein van 12 ha inrichten binnen zoekgebied leidt tot veel kruisingen met energie infrastructuur
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Enkele leidingen van Noordgastransport B.V. en Gasunie	Ja, er is voldoende ruimte om afstand te houden tot de aanwezige leidingen
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	n.v.t.	n.v.t.

Zoals hierboven is opgenomen, liggen in veel van de zoekgebieden voor het aanlandingspunt en voor de stationslocaties bestaande kabels en/of buisleidingen met gevaarlijke inhoud.

Zoekgebieden stationslocaties

In de zoekgebieden voor transformator- en converterstations is er voldoende ruimte om op voldoende afstand van de kabels en leidingen een station te ontwikkelen. Binnen de zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstations 13, 14, 25 en 26 is er te weinig ruimte om op afstand van de aanwezige leidingen een station van 2 hectare te ontwikkelen. Het is onwenselijk om in deze zoekgebieden een waterstof aanlandingsstation te ontwikkelen

Zoekgebieden aanlandingspunt X: Tunnel route

Voor het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven is er genoeg ruimte om het aanlandingspunt te ontwikkelen. Echter, een werkterrein in dit zoekgebied zal overlappen met bestaande energie infrastructuur. In de zoekgebieden Ten Westen van Eemshaven en Oostpolder is er ook voldoende ruimte om binnen het zoekgebied op afstand van eventuele energie infrastructuur het aanlandingspunt en het werkterrein in te richten. Het ontwikkelen van het aanlandingspunt voor de X: Tunnel route in zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven is vanuit dit aspect onwenselijk.

Waterstofnetwerk Nederland

De beoogde route van het Waterstofnetwerk Nederland ligt in het plangebied. Omdat waterstof explosief is, dient in het kader van veiligheid bij aanleg- en onderhoudswerkzaamheden, hier rekening mee gehouden te worden. Hiermee wordt op dezelfde manier rekening gehouden als bij buisleidingen met gevaarlijke inhoud. In onderstaande tabel wordt weergegeven of het waterstofnetwerk de stationslocaties/zoekgebieden kruist.

Tabel 8.5 Bouwen nabij Waterstofnetwerk Nederland (WNN)

Station	Kruising met waterstofnetwerk (WNN)	Toelichting
Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	Nee	n.v.t.
Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	Nee	n.v.t.
Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder	Ja	Waterstofleiding loopt in het noordoosten door het zoekgebied
Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 1-17 en 19-26	Zoekgebied 14: 2x (dwars door zoekgebied) Zoekgebied 23: 1x (leiding eindigt in zoekgebied) Zoekgebied 24: 2x (dwars door zoekgebied) Zoekgebied 25: 2x (dwars door zoekgebied) Zoekgebied 26: 2x (dwars door zoekgebied)	Deze zoekgebieden betreffen zoekgebieden voor een waterstof aanlandingsstation. De kruising met de WNN is intentioneel. Binnen de zoekgebieden kan voldoende afstand worden bewaard ten opzichte van het waterstofnetwerk
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Nee	n.v.t.
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van de Eemshaven	Nee	n.v.t.
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	Nee	n.v.t.

Zoekgebieden stationslocaties

Het WNN kruist enkele zoekgebieden. Het gaat met name om zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstations en het zoekgebied voor toekomstige converterstations Oostpolder. Voor alle zoekgebieden, behalve waterstof aanlandingsstation 25, geldt dat afstand kan worden bewaard ten opzichte van de WNN. Waterstof aanlandingsstation 25 ligt bovenop de beoogde locatie van het WNN. Daarom is waterstof aanlandingsstation 25 beoordeeld als technisch onwenselijk.

Zoekgebieden aanlandingspunt X: Tunnel route

De WNN overlapt niet met de zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de X: Tunnel route.

8.5 Technische Complexiteit aanleg

8.5.1 Installatietechnieken

Zoekgebieden stationslocaties

TenneT en Gasunie hebben onderbouwd en gedocumenteerd welke installatietechnieken per onderdeel en per zoekgebied worden ingezet (zie bijlages van Notitie Routeontwikkeling). De constructie van de stations bestaat uit twee onderdelen: het civiele deel en het elektrische deel/deel gericht op ontwikkelen van het waterstof aanlandingsstation. Het civiele gedeelte omvat alle grondwerkzaamheden voor de stations van Gasunie en TenneT, zoals het verhogen van het maaiveld indien nodig, het egaliseren van het terrein en de voorbereiding van de locatie. De bouw van alle gebouwen valt ook onder het civiele gedeelte. Het elektrische deel (TenneT)/technische installaties voor het aanlandingsstation (Gasunie) omvat de installatie en aansluiting van alle apparatuur, hulpsystemen, secundaire systemen en veiligheidssystemen.

In deze fase wordt er vanuit gegaan dat conventionele installatietechnieken worden toegepast. Aangezien Gasunie nog niet eerder een waterstof aanlandingsstation heeft ontwikkeld, is in de volgende fase aanvullend onderzoek nodig naar de toe te passen installatietechnieken.

Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Voor de X: Tunnel route geldt dat er een aanlandingspunt moet komen op het vasteland, waar de tunnelbuizen uitkomen en de kabelsystemen en waterstofleiding bovengronds komen. De benodigde civiele constructies (zoals de schachten) worden met relatief eenvoudige constructiemethoden gerealiseerd. Er geldt dat enkel conventionele technieken nodig zijn om het aanlandingspunt te maken. Daarnaast is het werkterrein momenteel zo ingericht dat bouwstromen parallel kunnen worden uitgevoerd. De logistieke uitdagingen, complexiteit en risico's worden op die manier verlaagd.

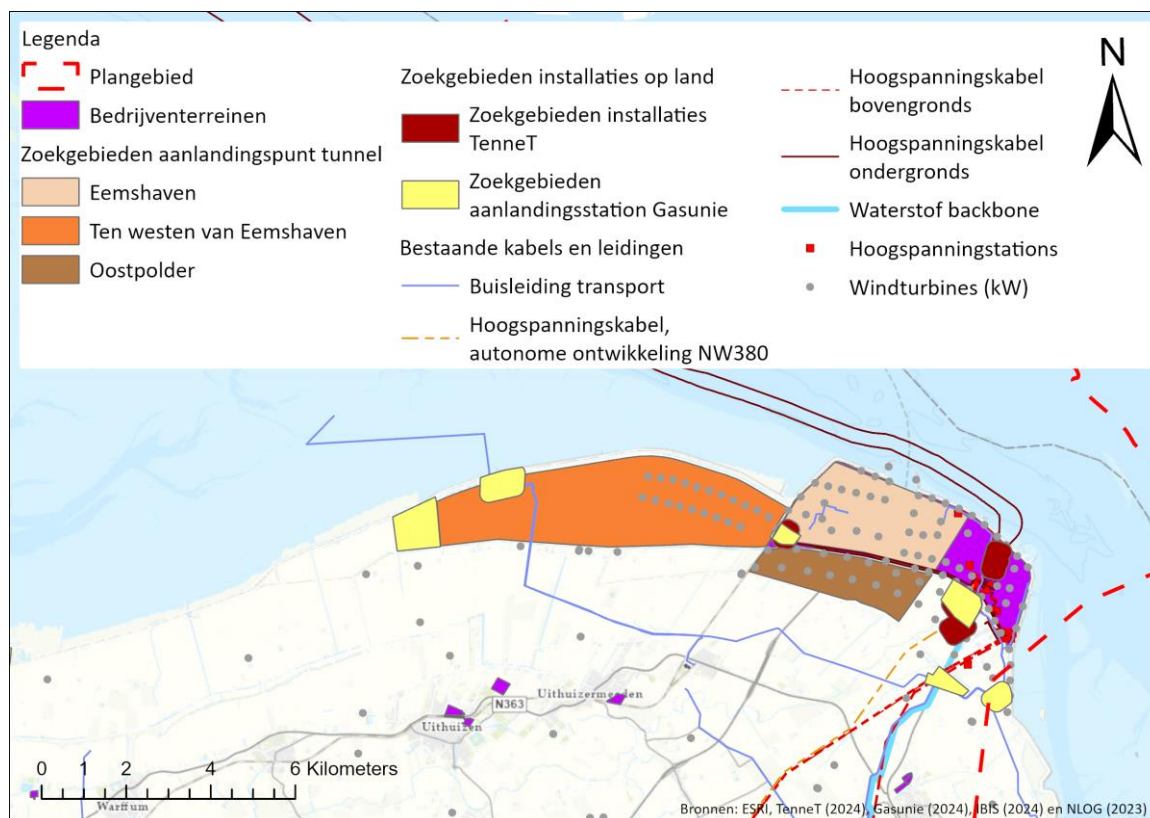
8.6 Objecten, obstakels en hinder

8.6.1 Invloed van derden

Het plangebied omvat gebieden met verschillende objecten van stakeholders, gerelateerd aan gebruiksfuncties zoals wonen, werken, duurzame energieopwekking en industriële activiteiten, wat de inpassing van het aanlandingspunt voor de X: Tunnel route en van de stationslocaties complex maakt. De haalbaarheid wordt beïnvloed door beperkte ruimte voor werkterreinen en de aanwezigheid van obstakels zoals gebouwen. In deze beoordeling wordt gekeken welke gebruiksfuncties per zoekgebied relevant zijn en wordt een beschouwing gegeven over de maakbaarheid van stations en het aanlandingspunt. Hierbij is gebruik gemaakt van het deelrapport Gebruiksfuncties (zee en land) (2023).

Voor de aanleg van waterstof aanlandingsstations is een ruimte van 2 hectare nodig. Transformatorstations vereisen meer ruimte: 3,5 hectare. Converterstations hebben oppervlakte van 5,5 hectare, exclusief een extra 2 hectare voor het tijdelijke werkterrein. Voor de aanleg van het tunnelsysteem is 2 hectare ruimte nodig, met daarnaast een werkterrein van 12 hectare die gebruikt wordt tijdens de aanlegfase.

Afbeelding 8.5 Bedrijventerreinen, grootschalige windturbines en energie infrastructuur in en rondom de Eemshaven



Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Tabel 8.6 Invloed van derden op aanlandingspunt tunnel

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Duurzame energie opwek	Zoekgebied Eemshaven: vijf >4 MW turbines en 18 2-4 MW verspreide turbines over het gehele zoekgebied. Er is weinig tot geen ruimte om hiervoor uit te wijken. Zoekgebieden Ten Westen van Eemshaven: twintig 2-4 MW windturbines in twee rijen ten oosten. Er is voldoende ruimte om uit te wijken in het westelijke deel van het zoekgebied Zoekgebieden Oostpolder: 14 windturbines (>4 MW) zijn verspreid over het zoekgebied. Er is weinig tot geen ruimte om uit te wijken.
Industrie	Zoekgebied Ten westen van Eemshaven: Beslaat de meeste oppervlakte en omvat een installatie die in gebruik is. Er zijn weinig tot geen industriële panden aanwezig in het zoekgebied. Zoekgebied Eemshaven: Veel industrie aanwezig zoals het hoogspanningsstation Eemshaven Midden 110 in het zuiden van het zoekgebied en verschillende bedrijfspanden bij de haven over het hele zoekgebied. Dit zoekgebied bevat de meeste panden en de minste ruimte voor uitwijken. Zoekgebied Oostpolder: Geen industriële panden aanwezig in het zoekgebied.
Energie infrastructuur	Zie paragraaf 8.4.1. (in zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven is er onvoldoende ruimte beschikbaar om afstand te houden tot bestaande kabels en leidingen voor de ontwikkeling van het tijdelijke werkterrein).

In het zoekgebied Eemshaven is er beperkte ruimte beschikbaar voor het aanlandingspunt en het werkterrein vanwege de aanwezigheid van vijf >4 MW turbines en 18 kleinere verspreide turbines, evenals diverse industriële faciliteiten en energie infrastructuur inclusief het hoogspanningsstation Eemshaven Midden 110. Dit zoekgebied is daarom technisch onwenselijk.

Het zoekgebied Ten Westen van Eemshaven biedt meer ruimte. Hoewel er twintig 2-4 MW windturbines in twee rijen aanwezig zijn, is er ruimte om uit te wijken in het westen van het zoekgebied. Dit, samen met het feit dat er weinig industriële panden zijn, maakt dit zoekgebied meer geschikt voor de ontwikkeling van het aanlandingspunt.

In het zoekgebied Oostpolder staan 14 >4 MW windturbines. De beschikbare ruimte voor het tijdelijk werkterrein is zeer beperkt. Dit zoekgebied is daarom beoordeeld als technisch minder wenselijk.

Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation

Tabel 8.7 Invloed van derden op zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstations

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Wonen	Zoekgebieden 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 14: gelegen rondom enkele woningen/bedrijven in de buurt. Dit is een licht onderscheidende factor omdat er in alle gevallen genoeg ruimte is om uit te wijken. Zoekgebieden 21, 25, 26: op agrarisch terrein met nabijgelegen woningen. Zoekgebied 24: op terrein bestemd voor agrarische activiteiten en wonen. In alle gevallen is er voldoende ruimte om uit te wijken.
Recreatie en toerisme	Zoekgebied 2 ligt (deels) over een Pitch & Putt terrein en in de nabijheid van een vakantiepark. Zoekgebied 3 ligt op ongeveer 250 meter afstand van een jachthaven. Zoekgebied 7 ligt over een voetbalvereniging en velden. Zoekgebied 12 ligt tegenover een camping. Zoekgebied 24 bevindt zich tegenover een zorgboerderij. In alle gevallen is er voldoende ruimte om uit te wijken.

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Duurzame energie opwek	Zoekgebieden 13 (1 windturbine in zoekgebied), 23 (4 windturbines in zoekgebied). In beide gevallen is er voldoende ruimte om uit te wijken.
Industrie	Zoekgebieden 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 14: gelegen rondom industrie. Zoekgebied 22: hoogspanningsstation Eemshaven Midden 110. Zoekgebied 23: hoogspanningsmasten van TenneT. In alle gevallen is er voldoende ruimte om uit te wijken.
Energie infrastructuur	Zie paragraaf 8.4.1. (in Zoekgebieden 13, 14, 24, 25 en 26 is onvoldoende ruimte om afstand te houden tot de aanwezige leidingen).

De maakbaarheid van waterstof aanlandingsstations, die 2 hectare ruimte vereisen, wordt weinig beïnvloed door invloeden van derden. In de meeste gevallen waar objecten in het zoekgebied liggen, is er voldoende ruimte binnen het zoekgebied om uit te wijken. Dit geldt niet voor zoekgebieden 13, 14, 24, 25 en 26, waar een station bovenop bestaande of geplande energie infrastructuur wordt geplaatst. Dit is technisch minder wenselijk.

Gebieden rondom woningen en bedrijven (zoals zoekgebieden 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 14) en agrarische terreinen met nabijgelegen woningen (zoekgebieden 21, 25, 26, 24) bieden allemaal voldoende ruimte binnen het zoekgebied. Er zijn ook voldoende uitwijkmogelijkheden binnen de zoekgebieden om recreatieve locaties te vermijden (zoals zoekgebieden 2, 3, 7, 12, 24). Zoekgebieden met windturbines (zoekgebieden 13, 23) bieden ook voldoende ruimte om de turbines te ontwijken, wel gelden hier veiligheidsrisico's gedurende de aanleg en onderhoudswerkzaamheden. Tot slot hebben zoekgebieden in de buurt van industriële activiteiten voldoende ruimte om uit te wijken.

Zoekgebieden transformator- en converterstations

Tabel 8.8 Invloed van derden op zoekgebieden voor transformator- en converterstations

Gebruiksfunctie	Beschouwing
Duurzame energie opwek	Transformatorstation TNW (Middenweg): 1 windturbine (2-4 MW) ten noordoosten en een zonnepark ten noorden. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Converterstations DDW (Waddenweg): 4 windturbines (2-4 MW) verspreid over het zoekgebied. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Toekomstige converterstations Oostpolder: 4 windturbines (>4 MW) verspreid over het zoekgebied. Er is voldoende ruimte om uit te wijken.
Industrie	Transformatorstation TNW (Middenweg): het hoogspanningsstation Eemshaven Midden 110 bevindt zich ten westen van het zoekgebied. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Ook ligt het zoekgebied op het niet-producerende gasveld Groningen. Converterstations DDW (Waddenweg): het hoogspanningsstation Compensatie- en Filterstation Eemshaven 380 kV bevindt zich ten noorden en zuiden van het zoekgebied. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Ook ligt het op het niet-producerende gasveld Groningen. Toekomstige converterstations Oostpolder: Bevindt zich op het niet-producerende gasveld Groningen. Er zijn geen industriële installaties (op enkele hoogspanningsmasten na).
Energie infrastructuur	Zie paragraaf 8.4.1. (In alle zoekgebieden is er voldoende ruimte om afstand te houden van eventueel aanwezige hoogspanningskabels en leidingen).

Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) heeft één windturbine (2-4 MW) in het noordoosten, een zonnepark in het noorden van het zoekgebied en een hoogspanningsstation in het westen van het zoekgebied. Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg) heeft vier verspreide windturbines (2-4 MW) en twee stations ten noorden en zuiden van het zoekgebied. Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder heeft vier verspreide windturbines (>4 MW) en enkele hoogspanningsmasten van de hoogspanningsverbinding die het zoekgebied doorkruist (zie paragraaf 8.4.1).

In alle gevallen is er binnen het zoekgebied voldoende ruimte om de transformator- en converterstations te plaatsen zonder grote obstakels.

8.6.2 Aantal kruisingen met keringen en watergangen

Voor de verschillende stationslocaties is aan de hand van een GIS-analyse onderzocht welke watergangen en waterkeringen binnen deze gebieden liggen en hoeveel daarvan mogelijk gedempt moeten worden. De onderstaande tabellen tonen de diverse waterkeringen en watergangen en geven aan of deze binnen een zoekgebied vallen.

Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Tabel 8.9 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Kruising	Beschouwing
Primaire waterkering	Zoekgebied Eemshaven: doorkruist primaire waterkering Ommelanderzeedijk. Zoekgebieden Ten Westen van Eemshaven: n.v.t. Zoekgebieden Oostpolder: n.v.t.
Regionale waterkering	n.v.t.
Primaire watergangen	In alle zoekgebieden voor het aanlandingsstation voor de tunnel liggen primaire watergangen. Er is ruimte om uit te wijken.

Zoekgebied aanlandingspunt Eemshaven wordt doorkruist door een primaire waterkering en enkele primaire watergangen. Kruisen van een primaire waterkering is niet wenselijk. Binnen het plangebied is beperkt ruimte om uit te wijken, onder andere vanwege aanwezige energie infrastructuur en andere objecten. Daarom is dit zoekgebied technisch minder wenselijk gezien vanuit dit criterium. In alle zoekgebieden voor het aanlandingspunt, is voldoende ruimte om uit te wijken voor watergangen.

Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation

Tabel 8.10 Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation

Kruising	Beschouwing
Primaire waterkering	In zoekgebieden 13, 15 en 21 ligt een primaire waterkering. Deze ligt aan de rand en uitwijken is mogelijk.
Regionale waterkering	In zoekgebieden 2 en 9 ligt een regionale waterkering. Er is voldoende ruimte om uit te wijken bij zoekgebied 2, bij zoekgebied 9 iets minder.
Primaire watergangen	In zoekgebieden 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 24, 25 en 26 ligt een enkele primaire watergang. Bij deze stations is voldoende ruimte om uit te wijken. In zoekgebieden 2, 3, 4, 10, 20, 21 en 23 liggen meerdere primaire watergangen. Bij deze stations is voldoende ruimte om uit te wijken.

Zoekgebieden 13 en 15 liggen op een primaire waterkering. In zoekgebieden 2 en 9 ligt een regionale waterkering. In alle gevallen is er binnen het zoekgebied voldoende ruimte om een station te ontwikkelen op afstand van de kering.

In zoekgebieden 1, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 24, 25 en 26 ligt een enkele primaire watergang en in zoekgebieden 2, 3, 4, 10, 20, 21, en 23 liggen meerdere primaire watergangen. Het dempen/verleggen van een primaire watergang is niet wenselijk. Echter is er in alle gevallen voldoende ruimte om uit te wijken.

Zoekgebieden transformator- en converterstations

Tabel 8.11 Zoekgebieden transformator- en converterstations

Kruising	Beschouwing
Primaire waterkering	Transformatorstation TNW (Middenweg): n.v.t. Converterstations DDW (Waddenweg): een enkele primaire waterkering ten westen langs de rand van het zoekgebied, dit is de primaire waterkering Ommelanderzeedijk. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Toekomstige converterstations Oostpolder: n.v.t.
Regionale waterkering	n.v.t.
Primaire watergangen	Transformatorstation TNW (Middenweg): twee primaire watergangen aan de zuidelijke rand. Er is voldoende ruimte om uit te wijken. Converterstations DDW (Waddenweg): n.v.t. Toekomstige converterstations Oostpolder: een enkele primaire watergang door het midden. Er is voldoende ruimte om uit te wijken.

In het zoekgebied voor Converterstations DDW (Waddenweg) ligt een primaire waterkering aan de westelijke rand. In het zoekgebied TNW (Middenweg) liggen twee primaire watergangen. In het zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder ligt één primaire watergang, deze doorkruist het zoekgebied. In alle gevallen is er voldoende ruimte om op afstand van de watergangen een station te ontwikkelen.

8.6.3 NGE en munitiestort

REASeuro heeft in de Quicksan NGE het volgende beoordelingskader gehanteerd om de kans op NGE en munitiestort aan te geven. Dit beoordelingskader wordt uitgebreider toegelicht in paragraaf 3.5.

- onwaarschijnlijk: geen sprake van een NGE-Verwachtingsgebied in recent onderzoek;
- neutraal: geen aanwijzingen dat zich oorlogshandelingen hebben voorgedaan;
- negatief: aanwijzingen dat zich één of enkele oorlogshandelingen hebben voorgedaan;
- sterk negatief: meerdere meldingen dat zich oorlogshandelingen hebben voorgedaan.

In Tabel 8.12 wordt per zoekgebied op land de door REASeuro uitgevoerde beoordeling voor het criterium 'NGE en munitiestort' beschreven. De kolom 'beoordeling' toont de beoordeling die van toepassing is op het grootste gedeelte van het zoekgebied. REASeuro heeft de zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations en transformator- en converterstations opgedeeld in zes groepen. De drie zoekgebieden voor transformator- en converterstations bevinden zich in groep 1, voor de zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations is in onderstaande tabel aangegeven welke zoekgebieden tot welke groep behoren. Waar de zoekgebieden voor stationslocaties overlappen met de corridors van de landroutes, heeft REASeuro de beoordeling van de landroute overgenomen. Zoekgebieden die niet overlappen met een corridor van een landroute zijn nader onderzocht door REASeuro, en beoordeeld als 'neutraal' indien geen aanvullende informatie is gevonden over de mogelijke aanwezigheid van NGE in of nabij de stationslocaties. Onderstaande afbeeldingen geven de door REASeuro uitgevoerde beoordeling per stationsgroep weer. De zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de X: Tunnel route zijn niet onderzocht. Dit is een leemte in kennis.

Tabel 8.12 NGE en munitiestort op de zoekgebieden voor installaties op land

Stationsgroep	Zoekgebieden	Beoordeling
Groep 1	Waterstof aanlandingsstations 13, 22, 23, 24 Alle transformator- en converterstations	<u>Neutraal/onwaarschijnlijk, twee negatieve markeringen:</u> Transformatorstation TNW (Middenweg) Waterstof aanlandingsstation 22 <u>Neutraal:</u> Converterstations DDW (Waddenweg) Toekomstige converterstations Oostpolder Waterstof aanlandingsstation 13, 23 en 24
Groep 2	Waterstof aanlandingsstations 15, 19, 20, 21	<u>Neutraal:</u> Waterstof aanlandingsstation 15, 21 <u>Onwaarschijnlijk:</u> Waterstof aanlandingsstation 19, 20
Groep 3	Waterstof aanlandingsstations 11, 12, 25	<u>Neutraal:</u> Waterstof aanlandingsstation 11, 12, 25
Groep 4	Waterstof aanlandingsstations 8, 9, 10, 14, 26	<u>Neutraal:</u> Waterstof aanlandingsstation 8, 9, 10, 14, 26
Groep 5	Waterstof aanlandingsstations 3, 4, 5, 6, 7	<u>Negatief:</u> Waterstof aanlandingsstation 3 <u>Onwaarschijnlijk:</u> Waterstof aanlandingsstation 7 <u>Neutraal:</u> Waterstof aanlandingsstation 4, 5, 6
Groep 6	Waterstof aanlandingsstations 1, 2, 16, 17	<u>Neutraal:</u> Waterstof aanlandingsstation 1, 2, 16, 17
-	Aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Niet onderzocht
-	Aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Niet onderzocht
-	Aanlandingspunt tunnel Oostpolder	Niet onderzocht

Zoekgebieden transformator- en converterstations

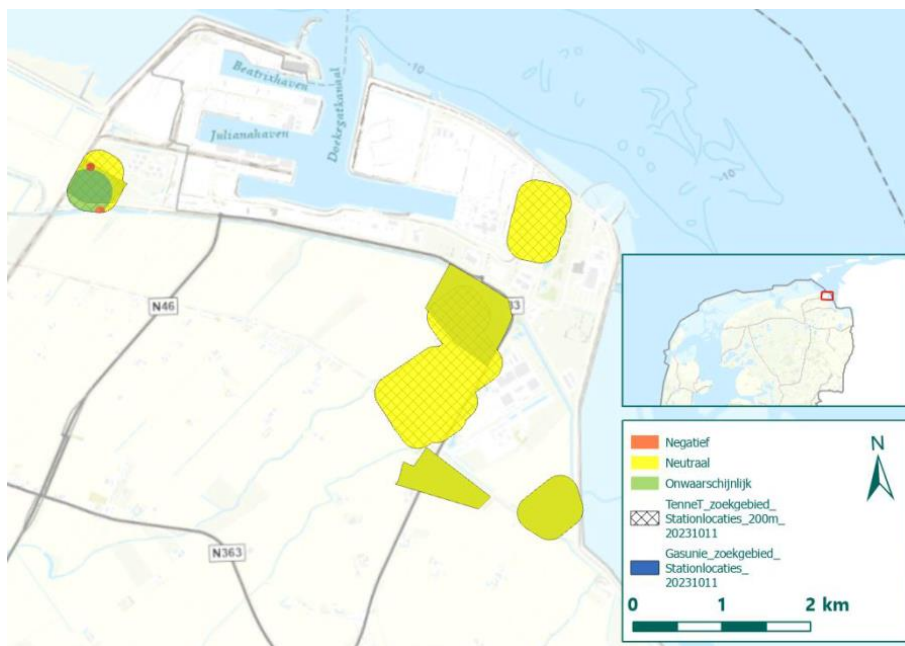
Het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) onderscheidt zich van de andere twee zoekgebieden voor transformator- en converterstations, die volledig als 'neutraal' beoordeeld zijn. In de helft van het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) is het 'onwaarschijnlijk' dat NGE en munitiestort wordt aangetroffen. Daarnaast zijn twee 'negatieve' markeringen in het zoekgebied geplaatst, de rest van het zoekgebied is 'neutraal'. Dit maakt het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) technisch minder wenselijk.

Zoekgebieden waterstof aanlandingsstations

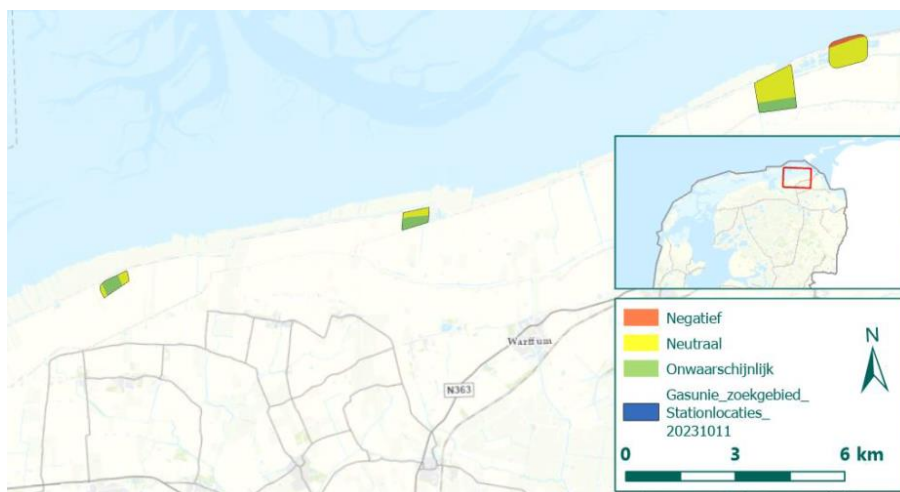
Voor zoekgebied waterstof aanlandingsstation 22 geldt hetzelfde als voor zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg). Zoekgebied waterstof aanlandingsstation 3 onderscheidt zich door als enige zoekgebied overwegend als 'negatief' beoordeeld te zijn. Beide zoekgebieden zijn beoordeeld als technisch minder wenselijk.

Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 7, 19 en 20 onderscheiden zich op positieve wijze door overwegend als 'onwaarschijnlijk' beoordeeld te zijn.

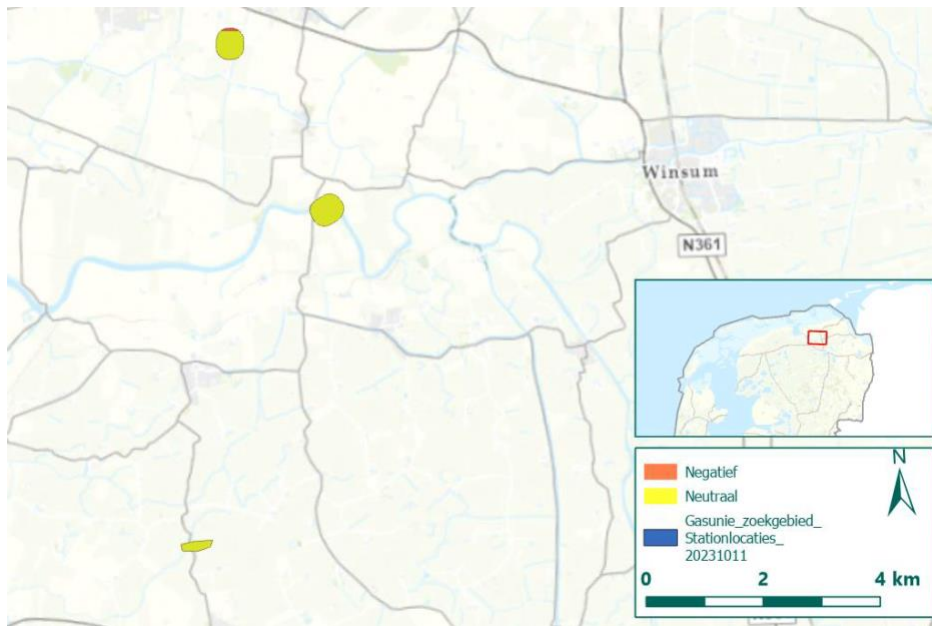
Afbeelding 8.6 NGE en munitiestort stationsgroep 1 (REASeuro, 2024)



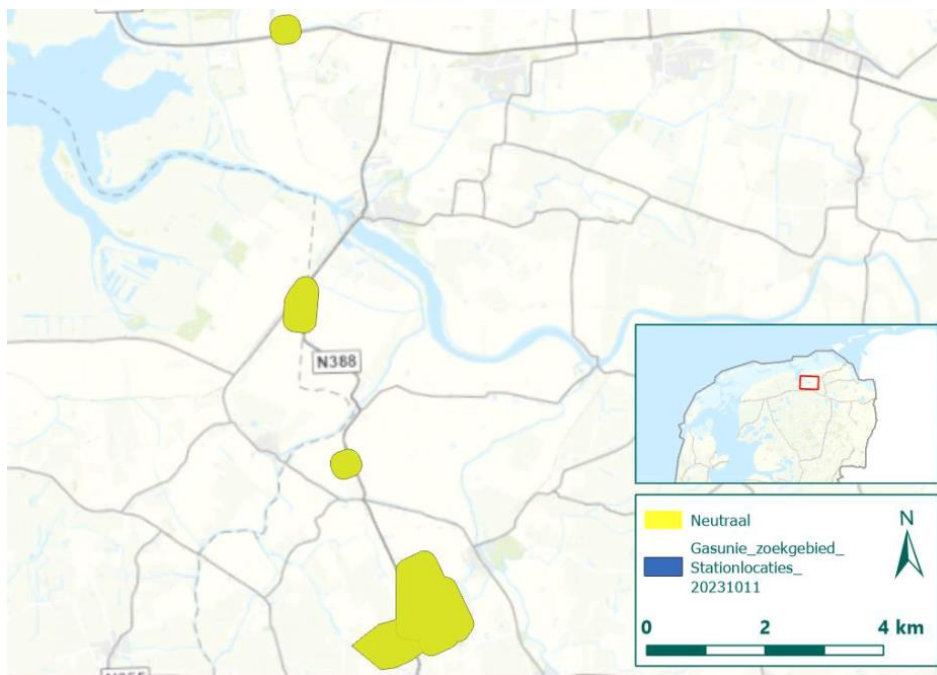
Afbeelding 8.7 NGE en munitiestort stationsgroep 2 (REASeuro, 2024)



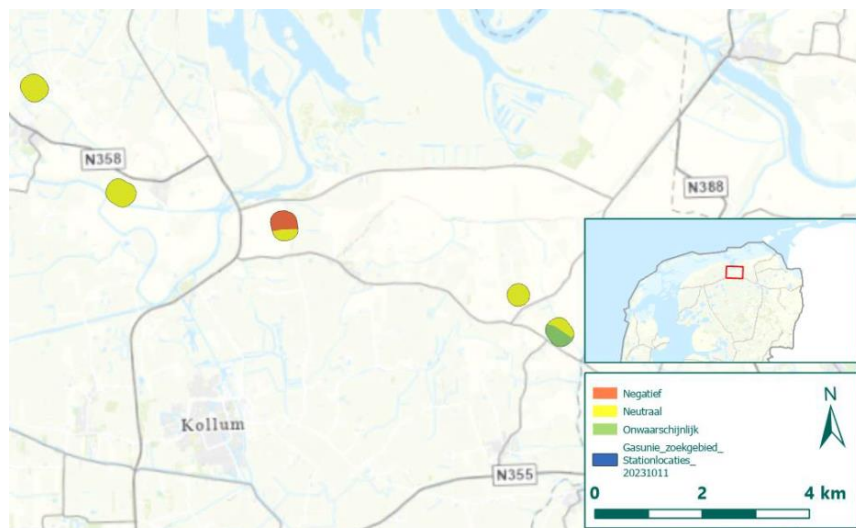
Afbeelding 8.8 NGE en munitiestort stationsgroep 3 (REASeuro, 2024)



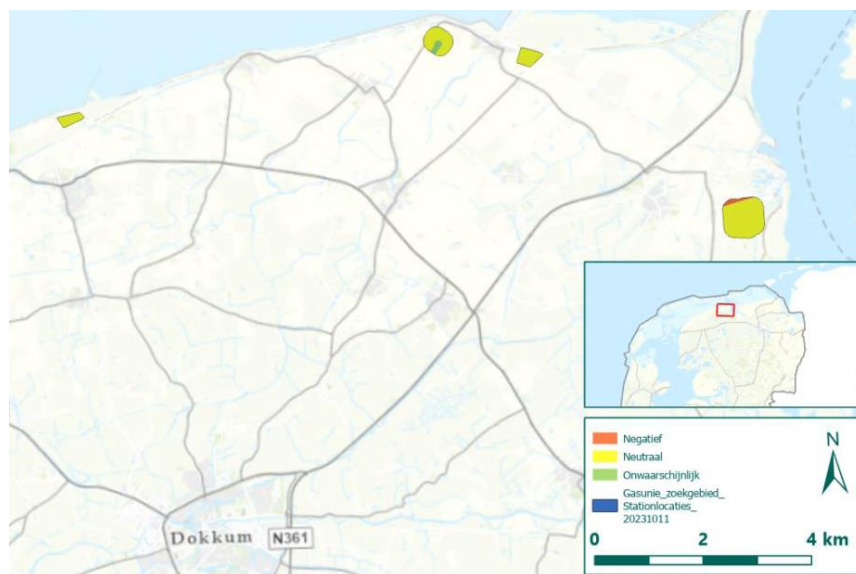
Afbeelding 8.9 NGE en munitiestort stationsgroep 4 (REASeuro, 2024)



Afbeelding 8.10 NGE en munitiestort stationsgroep 5 (REASeuro, 2024)



Afbeelding 8.11 NGE en munitiestort stationsgroep 6 (REASeuro, 2024)



8.7 Bodem

8.7.1 Bodemsamenstelling

In onderstaande Tabel 8.13 is de technische beoordeling voor het criterium 'bodemsamenstelling' getoond. De kolom 'lithoklasse' geeft aan welke grondsoort waarschijnlijk dominant is voor het betreffende zoekgebied. De gebruikte brondata uit het DINOloket betreft berekende waarden en kent een bepaalde onzekerheid, vandaar dat wordt gesproken van een waarschijnlijke klasse. Om de mate van onzekerheid inzichtelijk te maken, is de kolom 'kans op klei' opgenomen. Deze kolom geeft de hoogst gevonden verwachtingswaarde voor klei op de betreffende stationslocatie weer.

Tabel 8.13 Bodemsamenstelling van de zoekgebieden voor installaties op land

Zoekgebied stationslocatie	Lithoklasse	Kans op klei
Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	kleiig zand, klei	60 %
Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	kleiig zand, klei	60 %
Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder	kleiig zand, klei	60 %
Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	kleiig zand, klei	60 %
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	kleiig zand, klei	60 %
Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	kleiig zand, klei	60 %
Zoekgebieden waterstof aanlandingsstation:	-	-
1	kleiig zand, klei, veen	80 %
2	kleiig zand, klei, veen	80 %
3	kleiig zand, klei, veen	60 %
4	kleiig zand, klei, veen	60 %
5	kleiig zand, klei, veen	60 %
6	kleiig zand, klei, veen	80 %
7	kleiig zand, klei, veen	80 %
8	kleiig zand, klei	60 %
9	kleiig zand, klei	60 %
10	kleiig zand, klei	60 %
11	kleiig zand, klei	100 %
12	kleiig zand, klei	100 %
13	kleiig zand, klei	0 %
14	kleiig zand, klei	60 %
15	kleiig zand, klei	80 %
16	kleiig zand, klei, veen	80 %
17	kleiig zand, klei, veen	80 %
19	kleiig zand, klei	80 %
20	kleiig zand, klei	80 %
21	kleiig zand, klei	80 %
22	kleiig zand, klei	0 %
23	kleiig zand, klei	0 %
24	kleiig zand, klei	0 %
25	kleiig zand, klei	100 %
26	kleiig zand, klei, veen	80 %

Alle zoekgebieden (Transformatorstation TNW (Middenweg), Converterstations DDW (Waddenweg), toekomstige Converterstations Oostpolder, aanlandingspunten tunnel Eemshaven, Ten Westen van Eemshaven, en Oostpolder) hebben een lithoklasse van kleiig zand en klei. De kans op klei is in alle gevallen 60 %.

De zoekgebieden voor waterstof aanlandingsstations variëren in kans op de aanwezigheid van klei en veen. Zoekgebieden 1, 2, 6, 7, 16, 17, en 26 hebben 80 % kans op zowel klei als veen. Zoekgebieden 3, 4, en 5 hebben 60 % kans op klei. Zoekgebieden 8, 9, 10, en 14 hebben 60 % kans op klei. Zoekgebieden 11, 12, en 25 hebben 100 % kans op klei. Zoekgebieden 13, 22, 23 en 24 hebben 0 % kans op klei. Zoekgebieden 15, 19, 20, en 21 hebben 80 % kans op klei. Bouwen op zand is in veel gevallen minder complex dan bouwen op klei en veen. Echter, de maakbaarheid van een station wordt beperkt/niet beïnvloed door het type ondergrond.

8.8 Effectenbeoordeling

Beoordeling zoekgebieden stations op land

Tabel 8.14 Beoordeling zoekgebieden transformator- en converterstations op land

Aspect	Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder
leveringszekerheid			
veiligheid			
technische complexiteit			
objecten, obstakels en hinder			
bodem			

Onderscheidende effecten

Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)

- veiligheid: er bevinden zich enkele hoogspanningskabels en het hoogspanningsstation Eemshaven Midden 110 ligt in het zoekgebied. Daarnaast liggen de Vopak Terminal (risico contour PR10-6) en twee windturbines (risico contour PR10-5) direct naast het zoekgebied. Omdat het zoekgebied binnen de risicocontour van de terminal en de windturbines ligt, is dit zoekgebied op dit aspect minder wenselijk;
- objecten, obstakels en hinder: in het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) liggen twee locaties met een 'negatieve' beoordeling op het voorkomen van NGE. Dit maakt dit zoekgebied technisch minder wenselijk.

Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)

Veiligheid: er is voldoende ruimte binnen het zoekgebied om op een veilige afstand van de hoogspanningslijnen van verbinding 380 kV Oudeschip - Doekegat (westen van zoekgebied) en buisleidingen gevaarlijke inhoud (oosten van zoekgebied) een converterstation te ontwikkelen. Echter, omdat het zoekgebied binnen de risicocontour van windturbines ligt, is dit zoekgebied op dit aspect minder wenselijk.

Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder

Veiligheid: binnen het zoekgebied is er voldoende ruimte om op afstand van de hoogspanningslijnen van verbinding 380 kV Eemshaven - Viervleraten en het WNN converterstations te ontwikkelen. De risico contour van de windturbines overlapt het gehele zoekgebied. Daarom is dit zoekgebied vanuit dit aspect minder wenselijk.

Beoordeling zoekgebieden waterstof aanlandingsstations

Onderstaande tabel toont de beoordeling van elk waterstof aanlandingsstation op de aspecten veiligheid en objecten, obstakels en hinder, en beschrijft de onderscheidende effecten. De aspecten leveringszekerheid, technische complexiteit (aanleg en onderhoud) en bodem zijn niet onderscheidend.

Tabel 8.15 Beoordeling effecten waterstof aanlandingsstations

Station nr.	Veiligheid	Objecten, obstakels en hinder
1	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
2	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - beperkt uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - ligt daarnaast (deels) over een Pitch & Putt terrein en in de nabijheid van een vakantiepark; - gelegen rondom industrie; - NGE: Negatief; - regionale waterkering in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
3	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- ligt op ongeveer 250 meter afstand van een jachthaven; - NGE: Negatief; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
4	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - beperkt uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
5	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
6	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - beperkt uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal.
7	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - ligt over een voetbalvereniging en -velden; - gelegen rondom industrie; - NGE: Onwaarschijnlijk; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
8	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - beperkt uitwijkruimte.	- NGE: Neutraal.
9	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - beperkt uitwijkruimte.	- NGE: Neutraal; - regionale waterkering in zoekgebied; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.

Station nr.	Veiligheid	Objecten, obstakels en hinder
10	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
11	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- NGE: Neutraal, deels negatief; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
12	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
13	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - grootschalige windturbine aanwezig; - geen uitwijkruimte.	- 1 windturbine in zoekgebied; - NGE: Neutraal; - primaire waterkering in zoekgebied; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
14	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - geen uitwijkruimte.	- gelegen rondom enkele woningen/bedrijven; - gelegen rondom industrie; - NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
15	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - voldoende uitwijkruimte.	- NGE: Neutraal, deels negatief; - primaire waterkering in zoekgebied; - enkele primaire watergang in zoekgebied;
16	geen risicofactoren op basis van analyse	- NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
17	geen risicofactoren op basis van analyse	- NGE: Neutraal.
19	geen risicofactoren op basis van analyse	- NGE: Onwaarschijnlijk.
20	geen risicofactoren op basis van analyse	- NGE: Onwaarschijnlijk; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
21	geen risicofactoren op basis van analyse	- op agrarisch terrein met nabijgelegen woningen; - NGE: Neutraal; - primaire waterkering in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
22	- bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - aanwezig hoogspanningsstation; - in risicocontour Vopak; - beperkt uitwijkruimte.	- NGE: Neutraal/onwaarschijnlijk, twee negatieve markeringen; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
23	- veel bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - kruising hoogspanningslijnen; - hoogspanningsmasten; - grootschalige windturbines in zoekgebied; - beperkt uitwijkruimte.	- 4 windturbines in zoekgebied; - NGE: Neutraal; - meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
24	- veel bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - kruising hoogspanningslijnen; - geen uitwijkruimte.	- op terrein bestemd voor agrarisch en woonbestemming; - NGE: Neutraal;

Station nr.	Veiligheid	Objecten, obstakels en hinder
		- meerdere primaire watergangen in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
25	- veel bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - geen uitwijkruimte.	- op agrarisch terrein met nabijgelegen woningen; - NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.
26	- veel bestaande kabels en/of leidingen in zoekgebied; - geen uitwijkruimte.	- op agrarisch terrein met nabijgelegen woningen; - NGE: Neutraal; - enkele primaire watergang in zoekgebied. Voldoende ruimte in zoekgebied om uit te wijken.

Beoordeling zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Tabel 8.16 Beoordeling zoekgebieden aanlandingspunt tunnel voor de X: Tunnel route

Aspect	Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder
leveringszekerheid			
technische complexiteit aanleg			
veiligheid			
objecten, obstakels en hinder			
bodem			

Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven

- veiligheid: voor het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven is er genoeg ruimte om het aanlandingspunt te ontwikkelen. Echter, een werkterrein in dit zoekgebied zal overlappen met bestaande energie infrastructuur. Daarnaast staan er veel windturbines in het zoekgebied. Het ontwikkelen van het aanlandingspunt voor de X: Tunnel route in Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven is vanuit dit aspect onwenselijk;
- objecten, obstakels en hinder: In het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven is er beperkte ruimte beschikbaar voor het aanlandingspunt en het werkterrein vanwege de aanwezigheid van vijf >4 MW turbines en 18 kleinere verspreide turbines, evenals diverse industriële faciliteiten en energie infrastructuur inclusief het hoogspanningsstation Eemshaven Midden 110. Daarnaast ligt een zeedijk in het zoekgebied. Dit zoekgebied is daarom beoordeeld als technisch onwenselijk.

Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Ten Westen van de Eemshaven

Veiligheid en objecten, obstakels en hinder: in het westen van het zoekgebied staan in twee lijnen 20 geclusterde windturbines (2-4 MW). Bij het beoordelen van dit zoekgebied, is als uitgangspunt gehanteerd dat in het westen van het zoekgebied voldoende ruimte beschikbaar is om het aanlandingspunt inclusief werkterrein te ontwikkelen.

Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder

- veiligheid: Zoekgebied overlapt 14 verspreide (>4 MW) windturbines en ligt deels in de risicocontour van de Vopak Terminal. Daarom is op het aspect veiligheid dit zoekgebied minder wenselijk;
- objecten, obstakels en hinder: In het zoekgebied Oostpolder staan 14 >4 MW windturbines. De beschikbare ruimte voor het tijdelijk werkterrein is zeer beperkt. Dit zoekgebied is daarom beoordeeld als technisch minder wenselijk.

Er is geen onderzoek uitgevoerd naar NGE binnen de zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de X: Tunnel route. Dit is een leemte in kennis.

9

CONCLUSIE

9.1 Inleiding

Het Rijk onderzoekt in het kader van PAWOZ, samen met de omgeving, welke routes en bijbehorende stations gebruikt kunnen worden om de windenergie (van in ieder geval windparken TNW en DDW) naar de Eemshaven te brengen en welke routes de voorkeur hebben om eerst gebruikt te worden. Het doel van het deelrapport Techniek is om beslisinformatie in beeld te brengen over de technische uitvoerbaarheid van de routes op basis van de specifieke aanlegmethode en locatie. Tabel 9.1 geeft een overzicht van de beoordeelde aspecten.

Tabel 9.1 Overzicht beoordeelde aspecten

Aspecten	Korte beschrijving
leveringszekerheid	faalkans leidend tot niet kunnen transporteren energie
veiligheid	veiligheid tijdens aanleg en bij eventueel onderhoud
technische complexiteit aanleg en onderhoud	uitdagingen bij aanleg en onderhoud
objecten, obstakels en hinder	fysieke objecten, obstakels en hinder bij aanleg en onderhoud van een kabelsysteem/waterstofleiding
bodem	bodemtype waarin kabelsysteem en/of leiding geïnstalleerd wordt en daarmee samenhangend complexiteit van de aanleg

Per aspect zijn een aantal criteria individueel in kaart gebracht voor zowel de platforms op zee, de Noordzeeroutes, de Waddenzeeroutes, de landroutes en de stationslocaties op land. Niet of deels voldoen aan technische uitgangspunten beïnvloedt de technische maakbaarheid van een route/stationslocatie. Dit maakt een route of stationslocatie technisch minder of niet wenselijk. Op basis hiervan worden de verschillende aspecten beoordeeld (zie Tabel 9.2 voor de beoordelingsschaal).

Tabel 9.2 Beoordelingsschaal deelrapport Techniek

Score	Wanneer toegekend
	route is op dit aspect niet uitvoerbaar
	route is op dit aspect technisch onwenselijk
	route is op dit aspect minder wenselijk
	route voldoet op dit aspect aan technische uitgangspunten

Elke route (op de Noordzee, in het Waddengebied en op land) heeft een corridor en een centerline. De breedte van de corridor verschilt per route (de corridorbreedte is onderbouwd in de Notitie Routeontwikkeling). De corridorbreedte samen met uitgangspunten over onderlinge afstanden tussen kabelsystemen en leidingen bepaalt hoeveel kabelsystemen en/of waterstofleidingen per route worden onderzocht (hierna: maximale configuratie). Voor elke route wordt zowel de centerline als de buitenste lijnen van de corridor onderzocht en beoordeeld op basis van de beoordelingsschaal uit Tabel 9.2. De analyse en beoordeling beantwoorden de vragen:

- is een kabelsysteem/waterstofleiding in de centerline maakbaar op basis van technische uitgangspunten?
- is een kabelsysteem/waterstofleiding op de buitenste lijnen van de corridor maakbaar op basis van technische uitgangspunten?

Op basis van de beoordeling van de corridor (centerline en buitenste lijnen) is per route beoordeeld of de maximale configuratie maakbaar is.

9.2 Conclusies stationslocaties op zee

Voor de routes voor kabelsystemen zijn twee zoekgebieden voor DDW-1 en DDW-2 en de reeds aangewezen locatie voor het platform van TNW beoordeeld op basis van de aspecten 'technische complexiteit van de aanleg' en 'objecten, obstakels en hinder'. Tabel 9.3 geeft algemene informatie over de platforms weer. Tabel 9.4 geeft de beoordeling van de verschillende platforms weer.

Tabel 9.3 Algemene informatie zoekgebieden platformen Noordzee

Platform	Kabelsystemen en/of leidingen
zoekgebied DDW-1	kabelsystemen
zoekgebied DDW-2	kabelsystemen
platform TNW 1	kabelsystemen

Tabel 9.4 Beoordeling platformen op zee

	Technische complexiteit aanleg	Objecten, obstakels en hinder
zoekgebied DDW-1		
zoekgebied DDW-2		
platform TNW 1		

Er zijn meerdere aanwijzingen gevonden van verschillende intense oorlogshandelingen op de Noordzee. Gezien de onnauwkeurigheid van oorlogshandelingen op zee en verplaatsing van NGE op de zeebodem kan niet worden uitgesloten dat binnen alle zoekgebieden voor platforms in het Noordzeegebied NGE zijn achtergebleven. Omdat mogelijk NGE voorkomen in de zoekgebieden, zijn de zoekgebieden voor platforms in deze fase beoordeeld als technisch minder wenselijk. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of binnen de zoekgebieden NGE aanwezig zijn zodat deze kunnen worden verwijderd.

9.3 Conclusies Noordzeeroutes

De verschillende routes in de Noordzee voor kabelsystemen en leidingen zijn beoordeeld op technische maakbaarheid. Tabel 9.5 geeft een overzicht van de algemene informatie per beoordeelde Noordzeeroute.

Tabel 9.5 Algemene informatie Noordzeeroutes

Noordzeeroute	Totale lengte (km)	Breedte corridor (m)	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
A - kabelsystemen naar TNW en DDW	68 (TNW), 94 (DDW)	3.000, 980 op het smalste punt	7 kabelsystemen
B - kabelsystemen naar TNW en DDW	61 (TNW), 91 (DDW)	3.000	7 kabelsystemen
C - kabelsystemen naar DDW	112	6.000	7 kabelsystemen
C - leidingen en kabelsystemen naar TNW	56 - 61 (afhankelijk van de route in het Waddengebied, zie Bijlage I)	6.000	3 leidingen
D - kabelsystemen naar DDW	125	6.000	7 kabelsystemen
D (leidingen en kabelsystemen naar TNW)	65 - 80 (afhankelijk van de route in het Waddengebied, zie Bijlage I)	6.000	3 leidingen

Tabel 9.6 geeft de beoordeling van de Noordzeeroutes voor kabelsystemen en leidingen weer. De beoordeling van een kabelsysteem/leiding in de centerline is nagenoeg hetzelfde als de beoordeling van een kabelsysteem/leiding op de buitenste lijnen van de corridor. Hieronder is per aspect de beoordeling beknopt toegelicht. Waar de beoordeling voor de corridor afwijkt van de beoordeling van de centerline is dit ook toegelicht.

Tabel 9.6 Beoordeling Noordzeeroutes: kabelsysteem of leiding in de centerline van de route

	Leveringszekerheid	Veiligheid	Technische complexiteit aanleg	Objecten, obstakels en hinder	Bodem
A: Parallel aan Gemini kabels (kabelsystemen naar DDW)					
B: Parallel aan verlaten telecomkabel (kabelsystemen naar DDW)					
C: Direct naar TNW (kabelsystemen naar DDW)					
C: Direct naar TNW (kabelsystemen en leidingen naar TNW)					
D: Parallel aan bestaande gasleiding (kabelsystemen naar DDW)					
D: Parallel aan bestaande gasleiding (kabelsystemen en leidingen naar TNW)					

Centerline

Op basis van de lengte van de Noordzeeroutes (en daarmee samenhangend het aantal moffen voor een elektrische verbinding), de morfologische dynamiek van het gebied waar de routes liggen en de ligging van de Noordzeeroutes ten opzichte van vaarwegen en (nood)ankergebieden, is beoordeeld dat het onderwerp leveringszekerheid niet onderscheidend is voor routes op de Noordzee.

Kabelsystemen en leidingen veilig kunnen aanleggen en onderhouden wordt met name beïnvloed door weersomstandigheden en het materieel dat wordt ingezet. Omdat als uitgangspunt wordt gehanteerd dat er zeewaardig materieel wordt ingezet, is de verwachting dat de veiligheidsrisico's voor alle Noordzeeroutes beperkt zijn. Ook de technische complexiteit van de aanleg wordt als niet significant beoordeeld, omdat kabelsystemen en leidingen met conventioneel materieel worden aangelegd. Bovendien is de morfologische dynamiek van het Noordzeedeel van het plangebied beperkt, waardoor de kabelsystemen en leidingen op een beperkte diepte begraven worden.

Alle Noordzeeroutes zijn als minder wenselijk beoordeeld op het aspect objecten, obstakels en hinder. Deze beoordeling is toegekend vanwege aanwijzingen van meerdere intensieve oorlogshandelingen, zoals mijnenvelden, aanvallen op schepen en vondsten van NGE op of in de buurt van deze Noordzeeroutes. Voor Noordzeeroutes C en D specifiek geldt ook dat er meerdere neerstortlocaties op de centerline te vinden zijn. Diepgaander onderzoek is nodig om te bepalen of er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn (ten opzichte van NGE en neerstortlocaties) om meerdere kabelsystemen en waterstofleidingen in de corridors aan te leggen. Dit geldt specifiek voor Noordzeeroutes C en D naar DDW. De westelijke zijlijnen kruisen een aantal actieve en niet actieve olie- en gasleidingen ten noordwesten van TNW. Aanvullend onderzoek is nodig om te bepalen of met voldoende afstand tot deze leidingen en het platform, de maximale configuratie in deze corridors kan worden ontwikkeld.

Voor het criterium bodemsamenstelling is beoordeeld dat in het gebied waar Noordzeeroutes A, B en C liggen, harde structuren kunnen voorkomen die mogelijk geclassificeerd kunnen worden als riffen. Uitgangspunt (op basis van het MER) is dat eventuele riffen in het gebied ontweken kunnen worden bij de aanleg van de kabelsystemen en leidingen binnen de beschikbare corridor. Daarmee veroorzaken eventuele riffen geen hinder voor aanleg van kabelsystemen/leidingen.

Corridor

De beoordeling van de corridor is grotendeels gelijk aan de beoordeling van een enkel(e) kabelsysteem of leiding. Enkel op het gebied van het aspect objecten, obstakels en hinder zijn extra onderscheidende effecten te vinden voor corridors voor elektrische verbindingen naar DDW (Noordzeeroutes C en D). De westelijke zijlijn van de corridor van Noordzeeroutes C en D naar DDW kruist een aantal actieve en niet actieve olie- en gasleidingen ten noordwesten van windpark TNW. Een deel van deze leidingen is aangesloten op het platform G17d-AP, die eveneens in de corridor ligt. Vanwege de ligging van deze leidingen en het platform in het westelijke deel van de corridor (ten noordwesten van windpark TNW), is het inpassen van kabelsystemen in het westelijke deel van de corridor naar windpark DDW technisch onwenselijk (oranje). Daarnaast geldt dat voor een kabelsysteem in het oosten van de corridor van Noordzeeroute A of een kabelsysteem of leiding in het westen van de corridor van Noordzeeroute D een nabijheidsovereenkomst nodig is (respectievelijk met eigenaar van de zeekabels van windpark Gemini en de NGT-leiding).

Maximale configuratie

Het is voor alle vier de corridors van de Noordzeeroutes niet met zekerheid te zeggen dat de maximale configuratie maakbaar is. Voor alle corridors geldt dat neerstortlocaties van vliegtuigwrakken zich concentreren bij de aansluiting op de corridors van de Waddenzeeroutes. Omdat de huidige locatie van deze vliegtuigwrakken niet bekend is, kan niet geconcludeerd worden of deze wel of geen belemmering vormen. Voor alle corridors geldt eveneens dat zich mogelijk meerdere niet-gesprongen explosieven en stukken munitie op de corridor bevinden. Tot slot is aanvullend bodemonderzoek nodig om te bepalen of riffen voorkomen op de routes en of deze bij het inpassen van de maximale configuratie kunnen worden vermeden.

9.4 Conclusies Waddenzeeroutes

De verschillende routes in de Waddenzee voor kabelsystemen en leidingen zijn beoordeeld op technische maakbaarheid. Tabel 9.7 geeft een overzicht van de algemene informatie per beoordeelde Waddenzeeroute.

Tabel 9.7 Algemene informatie routes Waddengebied (K: kabelsystemen, L: leidingen).

Route	Lengte (km)	Breedte corridor (m)	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II: Oude Westereems route A en A1 (kabelsystemen)	A: 50 A1: 44	K+L: 700 K: 700 L: 500	K+L: 1 kabelsysteem en 3 leidingen, of 2 kabelsystemen en 1 leiding K: 7 kabelsystemen L: 3 leidingen
II: Oude Westereems route (leidingen)	49		
V: Boschgat route A, A1 en A2 (kabelsystemen)	A: 45 A1: 41 A2: 36	130	1 kabelsysteem
VII: Schiermonnikoog Wantij route A en A1 (kabelsystemen)	A: 29 A1: 27	K+L: 1.500 K: 1.500 L: 2.000	K+L: 7 kabelsystemen en 3 leidingen K: 7 kabelsystemen L: 3 leidingen
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	29		
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	23	2.000	3 leidingen
IX: Zoutkamperlaag route A1 en A2 (leidingen)	A1: 22 A2: 25	200	3 leidingen
X: Tunnel route (kabelsystemen en leidingen)	26	160 (ondergronds)	5 (DC) kabelsystemen en 2 leidingen

Tabel 9.8 toont de beoordeling van de verschillende Waddenzeeroutes voor kabelsystemen en leidingen. De beoordeling van een kabelsysteem/leiding langs de centerline is nagenoeg hetzelfde als de beoordeling van een kabelsysteem/leiding op de buitenste lijnen van de corridor. Hieronder is per aspect de beoordeling beknopt toegelicht. Waar de beoordeling voor de corridor afwijkt van de beoordeling van de centerline is dit ook toegelicht.

Tabel 9.8 Beoordeling Waddenzeeroutes centerline

	Leveringszekerheid	Veiligheid	Technische complexiteit aanleg	Objecten, obstakels en hinder	Bodem
II: Oude Westereems A en A1 (kabelsystemen)					
II: Oude Westereems route (leidingen)					
V: Boschgat route A, A1, A2 (kabelsystemen)	A	A		A	
	A1	A1		A1	
	A2	A2		A2	
VII: Schiermonnikoog Wantij route A, A1 (kabelsystemen)					
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)					

	Leveringszekerheid	Veiligheid	Technische complexiteit aanleg	Objecten, obstakels en hinder	Bodem
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)					
IX: Zoutkamperlaag route A1, A2 (leidingen)					
X: Tunnel route (kabelsystemen en leidingen)					

Centerline

Leveringszekerheid

Voor het onderwerp leveringszekerheid, zijn een aantal routes beoordeeld als minder wenselijk. De II: Oude Westereems route (zowel voor kabelsystemen als voor leidingen) riskeert vanwege de ligging ten opzichte van de druk bevaren vaarweg Eemshaven Doekegat in combinatie met de morfologische dynamiek in het gebied het risico op beschadiging door een zinkend schip of een (nood)anker. Ook varianten A en A1 van de V: Boschgat route (kabelsystemen) en de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor kabelsystemen worden als minder wenselijk beoordeeld op dit aspect vanwege het grote aantal verbindingsmoffen dat op deze routes wordt ingezet. Hierdoor neemt de kans op falen toe.

Veiligheid

Vanuit het aspect veiligheid bezien (zowel tijdens aanleg als tijdens eventuele onderhoudswerkzaamheden), zijn varianten A en A1 van de V: Boschgat route (kabelsystemen), de VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen) en de VIII: Ameland Wantij route (leidingen) als minder wenselijk beoordeeld. Dit vanwege de fysieke omstandigheden waarin de aanleg of eventueel onderhoud wordt uitgevoerd (op het wad), de bereikbaarheid van deze routes (bij calamiteiten) en de duur van de uitvoering in deze context (en daarmee de kans dat een onveilige situatie optreedt). Ook de X: Tunnel route is beoordeeld als minder wenselijk op het aspect veiligheid vanwege de technisch complexe aanlegwerkzaamheden, zoals werken op grote diepte en in afgesloten ruimten.

Technische complexiteit

De aanleg van kabelsystemen en leidingen in de Waddenzee wordt om uiteenlopende redenen als technisch complex beoordeeld, enkel de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor kabelsystemen uitgezonderd. Wel gelden per route andere uitdagingen. Voorbeelden van dergelijke uitdagingen zijn de benodigde baggerwerkzaamheden op sommige routes (hersedimentatie, bodemsamenstelling, volume en variëteit van de ondergrond maken een baggerwerk complex), de beoogde begraafdiepte (complex in de aanlegfase) en morfologische dynamiek wat kan leiden tot een grote dekking op de kabelsystemen/ leidingen (wat eventuele onderhoudswerkzaamheden complex maakt), de aanlegtechniek (bijvoorbeeld een serie aan HDD boringen op het wad) en de bereikbaarheid van routes. Met name vanwege de complexiteit van baggerwerkzaamheden op de II: Oude Westereems route voor leidingen en de IX: Zoutkamperlaag route, zijn deze routes als onwenselijk beoordeeld op het aspect technische complexiteit aanleg. De aanleg van de civiele werken voor de X: Tunnel route zijn complex en TenneT en Gasunie hebben geen ervaring met het inbrengen van respectievelijk kabelsystemen en een waterstofleiding in een tunnelconcept zoals binnen dit Programma ontwikkeld. Daarom is deze route op dit criterium beoordeeld als minder wenselijk.

Objecten, obstakels en hinder

Vanuit het aspect objecten, obstakels en hinder wordt de II: Oude Westereems route voor kabelsystemen als technisch onwenselijk beschouwd. De centerline van de route voor kabelsystemen kruist de zeekabels van windpark Gemini meerdere keren op korte afstand van elkaar, wat deze route op dit aspect onwenselijk maakt. Deze beoordeling geldt alleen voor de centerline van deze route en niet voor de corridor.

Aanvullend geldt voor deze route en voor alle andere routes behalve voor de V: Boschgat route variant A2, dat objecten (zoals NGE, wrakken en neerstortlocaties, bestaande infrastructuur) en obstakels (druk bevaren vaarwegen) de aanleg van een kabelsysteem of leiding kunnen hinderen. Daarom zijn alle routes behalve de II: Oude Westereems route voor kabelsystemen en de V: Boschgat route variant A2 vanuit dit aspect beoordeeld als minder wenselijk.

Bodem

De II: Oude Westereems route (kabelsystemen en leidingen), de VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen) en de IX: Zoutkamperlaag route (leidingen) zijn vanuit het perspectief van het aspect bodem beoordeeld als minder wenselijk. Deze routes zijn op dit aspect als technisch minder wenselijk beoordeeld omdat deze routes moeilijk erodeerbare lagen of kleilagen bevatten wat de aanleg complex maakt.

Corridor

De beoordeling van de gehele corridor is grotendeels gelijk aan de beoordeling van de centerline voor de beoordeelde routes. In afwijking van de beoordeling van de centerline, is voor het aspect objecten, obstakels en hinder de westelijke zijlijn van de II: Oude Westereems route voor leidingen als technisch onwenselijk beschouwd (centerline van deze route is als minder wenselijk beoordeeld). Dit vanwege de COBRA- en de NorNed-kabels die ten zuidwesten van Borkum in de corridor liggen. In afwijking van de beoordeling van de centerline, is voor het aspect objecten, obstakels en hinder de corridor van de II: Oude Westereems route voor kabelsystemen juist als technisch minder wenselijk beoordeeld (centerline van deze route is als onwenselijk beoordeeld). Dit omdat een aantal kruisingen met de zeekabels van windpark Gemini kunnen worden voorkomen door in de randen van de corridor kabelsystemen te ontwikkelen.

Maximale configuratie

Uit de analyses voor de centerline en de corridor kan worden geconcludeerd dat alle routes belemmeringen en uitdagingen kennen voor de inpassing van de maximale configuratie:

- II: Oude Westereems route (kabelsystemen en leidingen): op basis van de analyses in dit deelrapport, is geconcludeerd dat het complex is om de maximale configuratie in deze corridor te ontwikkelen. De zeekabels van windpark Gemini liggen ten noordoosten van Schiermonnikoog in het midden van de corridor waardoor minder ruimte binnen de corridor overblijft. Voor het inpassen van één of meerdere leidingen in deze corridor is aanvullend onderzoek nodig in het kader van NEN 3654 vanwege de positie ten opzichte van de zeekabels van windpark Gemini. Daarnaast is de baggeropgave op deze corridor voor leidingen erg complex. Tot slot kan de westelijke zijlijn van de corridor voor leidingen ten westen van Borkum niet worden gebruikt vanwege de ligging van de COBRA-kabel;
- V: Boschgat route (kabelsystemen): Een kabelsysteem ontwikkelen op deze route (maximale configuratie is 1 kabelsysteem) lijkt technisch mogelijk. Wel gelden verschillende technische aandachtspunten;
- VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen): Aanvullend onderzoek naar wrakken in de corridor in de Noordzeekustzone is nodig om te bepalen of de maximale configuratie (7 kabelsystemen en 3 leidingen) technisch uitvoerbaar is. Verder gelden verschillende technische aandachtspunten/ belemmeringen voor de kabelsystemen/leidingen in deze corridor;
- VIII: Ameland Wantij route en IX: Zoutkamperlaag route (leidingen): De maximale configuratie van 3 leidingen lijkt technisch uitvoerbaar. Wel gelden verschillende technische aandachtspunten voor de aanleg van leidingen in deze corridors;
- X: Tunnel route: De maximale configuratie van 5 kabelsystemen en 3 leidingen lijkt technisch uitvoerbaar. Wel gelden verschillende technische en veiligheidsaandachtspunten voor de aanleg van de X: Tunnel route.

9.5 Conclusies landroutes

De verschillende routes op land voor kabelsystemen en leidingen zijn beoordeeld op technische maakbaarheid. Tabel 9.9 geeft een overzicht van de algemene informatie per beoordeelde landroute.

Tabel 9.9 Algemene informatie routes op land

Route	Lengte (km)	Breedte corridor (m)	Te onderzoeken maximale technisch maakbare configuratie (aantal)
II: Oude Westereems landroute A en A1 (kabelsystemen)	A: 9 A1: 14	1.500	K+L: 7 kabelsystemen en 3 leidingen K: 7 kabelsystemen L: 3 leidingen
II: Oude Westereems landroute A en A1 (leidingen)	A: 8 A1: 11		
V: Boschgat landroute A, A1, B en B1 (kabelsystemen)	A: 17 A1: 19 B: 27 B1: 29	500	
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)	37	K+L: 1.000-1.500 (variant A) L: 500	
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, B, B1 en C (leidingen)	A: 37 B: 16 B1: 17 C: 20		
VIII: Ameland Wantij landroute A, B en B1 (leidingen)	A: 32 B: 29 B1: 29	500	
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)	23	500	

Tabel 9.10 toont de beoordeling van de verschillende landroutes voor kabelsystemen en leidingen.

Tabel 9.10 Beoordeling landroutes centerline

	Leverings-zekerheid				Veiligheid	Technische complexiteit aanleg				Objecten, obstakels en hinder	Bodem			
II: Oude Westereems landroute A, A1 (kabelsystemen)											A	A1		
II: Oude Westereems landroute A, A1 (leidingen)											A	A1		
V: Boschgat landroute A, A1, B, B1 (kabelsystemen)											A	A1	B	B1
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen)														
VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, B, B1, C (leidingen)	A	B	B1	C		A	B	B1	C					

	Leverings- zekerheid	Veiligheid	Technische complexiteit aanleg	Objecten, obstakels en hinder	Bodem
VIII: Ameland Wantij landroute A, B, B1 (leidingen)					
IX: Zoutkamperlaag landroute B (leidingen)					

Centerline

Voor het aspect leveringszekerheid is per route gekeken naar de interne en externe faalkans voor kabelsystemen en/of leidingen. Het detailniveau van de huidige studie laat het niet toe om per landroute en per onderdeel de specifieke interne en externe faalkans te berekenen. De interne kans op falen van een kabelsysteem of leiding op land is in deze fase beoordeeld op basis van de lengte (en voor kabelsystemen daarmee samenhangend het aantal verbindingsmoffen). Voor de langere landroutes bedoeld voor kabelsystemen, V: Boschgat landroute A, A1, B, B1 en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A, wordt een groot aantal moffen toegepast wat de interne faalkans negatief beïnvloed. Om de externe kans op falen voor landroutes op land te bepalen, is gekeken naar de aanwezigheid van windturbines en daarmee het risico op beschadiging van een kabelsysteem/waterstofleiding en is gekeken naar parallelligging (op afstand van minder dan 50 m) of kruisingen met bestaande energie infrastructuur en daarmee het risico op onderlinge beïnvloeding in de gebruiksfase. Op basis van deze analyse blijkt dat alle routes een verhoogd risico op extern falen hebben door parallelligging met bestaande energie infrastructuur. Voor sommige routes dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd in het kader van NEN 3654. Verder hebben alle routes naar de Eemshaven een verhoogd risico van extern falen vanwege aanwezigheid van grootschalige windturbines nabij de routes. Op basis van de analyse van de interne en externe faalkans zijn routes V: Boschgat landroute A, A1, B, B1 (kabelsystemen) en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (kabelsystemen en leidingen) beoordeeld als minder wenselijk op het aspect leveringszekerheid.

Alle landroutes kennen specifieke veiligheidsrisico's. Voor de landroutes die in het westen van het plangebied liggen, betreft het vooral veiligheidsrisico's door kruisingen met en parallelligging aan buisleidingen met gevaarlijke inhoud. Voor landroutes in en rondom de Eemshaven betreft dit veiligheidsrisico's door werken nabij grootschalige windturbines en nabij hoogspanningslijnen.

Wat betreft het aspect technische complexiteit wordt er overwegend gewerkt met conventionele aanlegtechnieken. Op varianten B en B1 van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute voor leidingen wordt mogelijk over een lange afstand één of meerdere HDD-boringen ingezet als mitigerende maatregel op een negatieve beoordeling op deze route in het MER. De haalbaarheid van boring vraagt extra aandacht in een vervolgfase.

Voor het aspect objecten, obstakels en hinder zijn twee van de westelijke waterstoflandroutes, de VIII: Ameland Wantij landroute en de IX: Zoutkamperlaag landroute, als technisch onwenselijk beoordeeld. De centerline van deze landroutes kruisen verspreide woningen en (delen van) dorpen. Verder geldt dat elke landroute bestaande hoogspanningskabels en/of leidingen met gevaarlijke inhoud kruisen wat de aanleg complexer maakt. Voor sommige routes dient aanvullend onderzoek in het kader van NEN 3654 te worden uitgevoerd.

Tot slot, veel landroutes zijn op het aspect bodem als minder wenselijk beoordeeld. Dit komt voort uit de hoge kans op aanwezigheid van klei. Het aanleggen van een kabelsysteem/leiding in kleiige ondergrond is complexer dan de aanleg van een kabelsysteem/leiding in een zandige bodem.

Corridor en maximale configuratie

Voor de gehele corridor veranderen de meeste beoordelingen beperkt. Ten opzichte van bovenstaande beoordelingen (en Tabel 9.10) zijn de belangrijkste aandachtspunten voor de corridors (in aanvulling op de beoordeling van de centerline) op het aspect objecten, obstakels en hinder:

- in en rondom veel van de corridors richting de Eemshaven staan grootschalige windturbines. Deze turbines kunnen een obstakel vormen bij het inpassen van (meerdere) kabelsystemen en/of leidingen in de corridors. Daarnaast kennen deze turbines veiligheidsrisico's;
- voor de corridor van de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute variant A geldt dat aanvullend onderzoek nodig is om te bepalen of (meerdere) kabelsystemen en/of leidingen (veilig) kunnen worden aangelegd in het noorden van de corridor;
- in de corridors van de VIII: Ameland Wantij landroutes en de IX: Zoutkamperlaag landroute is vanwege bebouwing mogelijk onvoldoende ruimte om de maximale configuratie te ontwikkelen. Deze corridors zijn daarom beoordeeld als onwenselijk.

9.6 Conclusies stations op land

De verschillende zoekgebieden voor installaties op land zijn beoordeeld op technische maakbaarheid. Tabel 9.11 geeft een overzicht van de algemene informatie per zoekgebied voor de stations op land.

Tabel 9.11 Algemene informatie stations op land

Zoekgebied	Kabelsystemen en/of leidingen	Buffer om station
zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	kabelsystemen	200 m
zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	kabelsystemen	200 m
zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder	kabelsystemen	200 m
zoekgebieden waterstof aanlandingsstation 1-17 en 19-26	leidingen	200 m
zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	kabelsystemen + leidingen	n.v.t.
zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	kabelsystemen + leidingen	n.v.t.
zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder	kabelsystemen + leidingen	n.v.t.

Tabel 9.12 toont de beoordeling van de zoekgebieden voor transformator- en converterstations op land. Tabel 9.13 toont de beoordeling van de zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de tunnel. Een beoordeling van zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations is te vinden in Tabel 8.15 van Hoofdstuk 8. Die tabel bevat al een samenvatting van de onderscheidende effecten per criterium en is zodoende niet opnieuw opgenomen in dit hoofdstuk.

Tabel 9.12 Beoordeling zoekgebieden transformator- en converterstations op land

Aspect	Zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg)	Zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg)	Zoekgebied toekomstige Converterstations Oostpolder
leveringszekerheid			
veiligheid			
technische complexiteit			
objecten, obstakels en hinder			
bodem			

In deze projectfase zijn er nog geen ontwerpkeuzes gemaakt voor de specifieke inrichting van stations, dus kan er nog weinig gezegd worden over verschillen tussen interne faalkans op verschillende locaties. De externe faalkans van een station wordt beïnvloed door nabijheid van risicovolle objecten en andere objecten van derden. De invloed van dergelijke objecten op de technische maakbaarheid van stationslocaties is beoordeeld onder het aspect objecten, obstakels en hinder.

Vanuit veiligheidsoogpunt, zijn alle zoekgebieden voor de transformator- en converterstations als minder wenselijk beoordeeld. Dit komt doordat hoogspanningslijnen en buisleidingen met gevaarlijke inhoud de zoekgebieden kruisen. Daarnaast ligt zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) binnen de risico contour van de Vopak Terminal (opslag van gevaarlijke stoffen). Zoekgebieden Converterstations DDW (Waddenweg) en toekomstige converterstations Oostpolder liggen in de risico contour van grootschalige windturbines. Hier gelden veiligheidsrisico's.

In het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) liggen twee locaties met een 'negatieve' beoordeling op het voorkomen van NGE. Dit maakt dit zoekgebied technisch minder wenselijk op het aspect objecten, obstakels en hinder. Tot slot is beoordeeld dat het aspect bodemsamenstelling niet onderscheidend is voor de maakbaarheid van stations in de zoekgebieden.

Tabel 9.13 Beoordeling zoekgebieden aanlandingspunt tunnel voor de X: tunnel route

Aspect	Zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven	Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Ten Westen van Eemshaven	Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel Oostpolder
leveringszekerheid			
technische complexiteit aanleg			
veiligheid			
objecten, obstakels en hinder			
bodem			

Op het aspect veiligheid is het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven beoordeeld als onwenselijk. Het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder is op dit aspect als minder wenselijk beoordeeld. Voor beide zoekgebieden geldt dat een werkterrein binnen het zoekgebied in de risico contour van grootschalige windturbines zal worden ingericht.

Aanvullend geldt voor het zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven dat het werkterrein zal overlappen met buisleidingen met gevaarlijke inhoud en hoogspanningsinfrastructuur.

Aanvullend geldt dat in beide zoekgebieden geen (zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven) en beperkt (zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder) ruimte is om een werkterrein op afstand van de windturbines in de richtten. Daarom zijn deze zoekgebieden op aspect objecten, obstakels en hinder beoordeeld als onwenselijk (zoekgebied aanlandingspunt tunnel Eemshaven) en minder wenselijk (zoekgebied aanlandingspunt tunnel Oostpolder).

9.7 Leemtes in kennis

PAWOZ bevindt zich nog in een vroeg stadium van de projectcyclus. In volgende fases zal de voorkeursroute nader worden uitgewerkt en zal de aanlegtechniek op een hoger detailniveau worden uitgewerkt en beschouwd. Om meer inzicht te krijgen in de technische maakbaarheid van de routes, wordt aangeraden tenminste de volgende onderzoeken in de volgende fase uit te voeren:

- om de aanwezigheid van wrakken, NGE en munitiestort te bepalen is aanvullend onderzoek nodig. Op basis van het uit te voeren onderzoek kan met meer zekerheid worden vastgesteld of de objecten kunnen worden vermeden en of de maximale configuratie in te passen is in de corridor;
- aanvullend onderzoek naar de aanwezigheid van moeilijk erodeerbare lagen op de bodem (Waddenzee) en het voorkomen van riffen (op de Noordzee) is benodigd om de maakbaarheid van kabelsystemen en leidingen beter in beeld te brengen. Specifiek in het geval van riffen op de Noordzee, dient te worden onderzocht of binnen de corridors voldoende ruimte aanwezig is om riffen te vermijden bij het inpassen van de maximale configuratie;
- grootschalige windturbines staan in of nabij corridors van landroutes die aansluiten op stationslocaties in de Eemshaven. Gedetailleerder onderzoek is nodig om te bepalen of meerdere kabelsystemen en leidingen in deze corridors kunnen worden ingepast en of extra maatregelen moeten worden getroffen;
- sommige routes en corridors op de Noordzee, in het Waddengebied en op het vasteland lopen parallel met bestaande energie infrastructuur. Hier kan onderlinge beïnvloeding optreden bij het ontwikkelen van een leiding (parallel aan bestaande AC-hoogspanningsinfrastructuur) of een 700 MW AC-verbinding (parallel aan stalen leidingen). Voor deze routes is aanvullend onderzoek nodig. Gasunie zal voor veel routes op land 'detailberekeningen' moeten uitvoeren vanwege parallelloop met bestaande hoogspanningsinfrastructuur (zie 'Kruisingen en parallelligging infra derden op land' in 3.5.4).

AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST

Tabel 10.1 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 vooralsnog 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

Term	Toelichting
	geluidsmetingen in woningen kan worden getoetst. NSG is de Nederlandse Stichting Geluidshinder.
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 gebruikssectoren 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 10.2 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
Cierner	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	Schetsonwerp
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

Bijlage(n)

BIJLAGE: LENGTE ROUTES

Tabel I.1 Overzicht route-combinaties

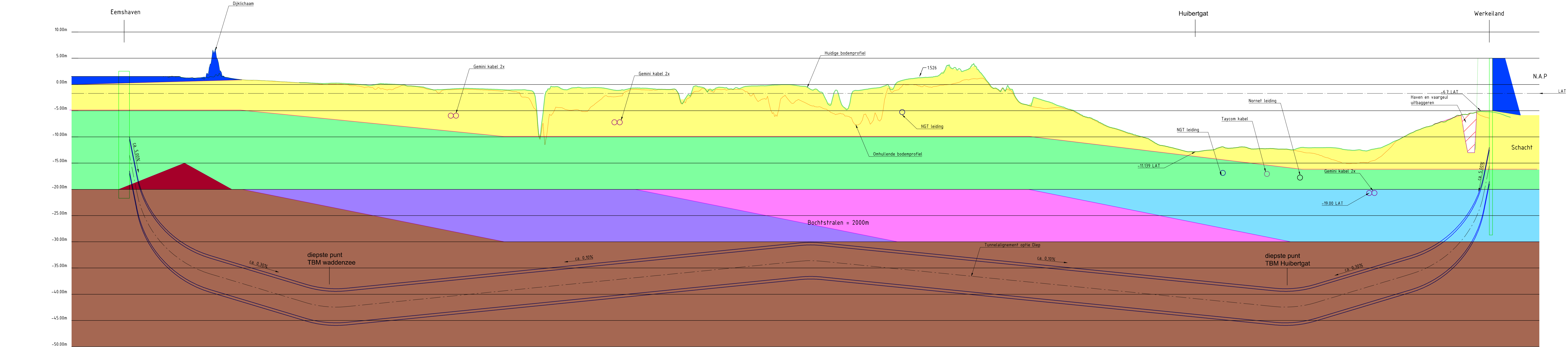
Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Totale lengte (km)</i>
Kabelsystemen (TenneT)						
Naar windpark Doordewind (DDW)						
A	94	II A1	44	II A	9	146
				II A1	14	151
		V A1	41	V A	17	152
				V A1	19	154
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	158
				VII A Roodeschool	39	160
B	91	II A1	44	II A	9	144
				II A1	14	148
		V A1	41	V A	17	150
				V A1	19	151
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	156
				VII A Roodeschool	39	157
C	112	II A	50	II A	9	170
				II A1	14	175
		V A	45	V A	17	174
				V A1	19	176
		V A2	36	V B	27	175
				V B1	29	176
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	178
				VII A Roodeschool	39	179
D	125	II A	50	II A	9	183
				II A1	14	188
		V A	45	V A	17	187
				V A1	19	189
		V A2	36	V B	27	188
				V B1	29	189

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Totale lengte (km)</i>
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	191
				VII A Roodeschool	39	192
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	121
				II A1	14	126
		V A1	41	V A	17	127
				V A1	19	129
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	133
				VII A Roodeschool	39	135
B	61	II A1	44	II A	9	114
				II A1	14	119
		V A1	41	V A	17	120
				V A1	19	122
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	126
				VII A Roodeschool	39	128
C	61	II A	50	II A	9	119
				II A1	14	124
		V A	45	V A	17	123
				V A1	19	125
		V A2	36	V B	27	124
				V B1	29	125
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	39	129
D	80	II A	50	II A	9	138
				II A1	14	143
		V A	45	V A	17	142
				V A1	19	144
		V A2	36	V B	27	143
				V B1	29	144
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	146
				VII A Roodeschool	39	147
Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)						
C	61	II	49	II A	8	118
				II A1	11	121
	61	VII	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	37	127
				VII B	16	106
				VII B1	17	107

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Totale lengte (km)</i>
				VII C	20	110
	56	IX A1	22	IX B	23	101
D	79	II	49	II A	8	135
				II A1	11	139
	79	VII	29	VII A Oostpolder	37	144
				VII A Roodeschool	37	145
				VII B	16	124
				VII B1	17	125
				VII C	20	128
	65	VIII	23	VIII A	32	121
				VIII B	29	117
				VIII B1	29	117
	73	IX A1	22	IX B	23	118
	67	IX A2	25	IX B	23	115



BIJLAGE: OVERZICHTSTEKENING TUNNELSYSTEEM VAN X: TUNNEL ROUTE



ALM - Tunnel var. SO 1
Lengteprofiel as ALM - Tunnel var. SO
Metrering -1000.000 tot 27000.000
Verticale verschaling 1:100.000

Metrering	-1000.000	-700.000	-500.000	-300.000	-100.000	0.000	100.000	200.000	300.000	400.000	500.000	600.000	700.000	800.000	900.000	1000.000	1100.000	1200.000	1300.000	1400.000	1500.000	1600.000	1700.000	1800.000	1900.000	2000.000	2100.000	2200.000	2300.000	2400.000	2500.000	2600.000	2700.000
Omhuilende bodemprofiel	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
Bestaande hoogte	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44

Legenda

- Prefab beton
- Groutlichaam aan buitenzijde
- Zand, schoon, los pakt
- Zand, sterk siltig, klei
- Klei, zwak zandig, slap
- Veen
- Zand, schoon, matig gepakt
- Keileem
- Potklei
- Zand, schoon, vast pakt

OPMERKINGEN

- Maten in millimeters (mm), tenzij anders vermeld;
- Hoogtematen in meters (m) ten opzichte van N.A.P., tenzij anders vermeld;
- Verschil N.A.P. ten opzichte van LAT bedraagt -1,7m (-1,7m NAP = +0m LAT)
- Coördinaten in meters (m) in het RD-stelsel (Netherlands-RD, oblique stereographic projection) en in UTM-31N weergegeven.
- Ligging leidingen enkel in X en Y positie bekend.
- Diepte ligging (Z-waarde) is niet bekend en uitgezet o.b.v. omhullende bodemprofiel -5m.
- Voor de laatste geplaatste leiding Buitengat/Zeeënergie leiding is -19 LAT aangehouden, zoals mondeling besproken is in overleg met Tennet 21-11-2022

BIJBEHORENDE TEKENINGEN

Tekeningnummer	Omschrijving
141392-00-1001	Overzichtstekening 3+ tunnels
141392-00-1010	Werkeiland, schacht op zee - Bouwfase
141392-00-1011	Werkeiland, schacht op zee - Operationele fase
141392-00-1020	Eemshaven, schacht aan land - Bouwfase
141392-00-1021	Eemshaven, schacht aan land - Installatiefase
141392-00-1022	Eemshaven, schacht aan land - Operationele fase



Wijz.	Getekend	Datum	Omschrijving
A			
B			
C			

DOCUMENT IN BEWERKING

Oprachtgever
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Project
Energietransitietunnel PAWOZ
Voorontwerp
Onderdeel
Overzichtstekening 3+ tunnelbuizen
Langsdoornede

Status	Document in bewerking	Getekend	W. Lubberman
Datum		Gecontroleerd	R. Jelles
Formaat	Schaal	Goedgekeurd	J. de Leeuw
A2-1470 zie tek.		Projectcode	141392
		Tekeningnummer	00-1002
		Bladnummer	1/1

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Leeuwenbrug 8 | Postbus 233 | 7400 AE Deventer | +31 (0)570 69 79 11 | www.witteveenbos.com | KvK 38020751

