



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

MER-hoofdrapport

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Project
Opdrachtgever

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

Titel
Organisatie
Werkpakket
Onderdeel
Soort
Discipline
Status
Voortgangpercentage
Projectnummer
Document Referentie

MER-hoofdrapport
RHW - Combi RHDHV & W+B
2.4 Hoofdrapport MER
GEN - General
RP - Report
MR - MER
A1 - Client accepted
100%
BI9148
BI9148-RHW-2.4-GEN-RP-MR-031743

Datum

7 februari 2025

Adres

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

INHOUDSOPGAVE

1	BESCHRIJVING VAN HET PROGRAMMA PAWOZ-EEMSHAVEN	7
1.1	Aanleiding voor het Programma	7
1.2	Doelstelling van het Programma	10
1.3	Plangebied	11
1.4	Wat er voorafging aan het Programma	11
1.5	Samenhang met andere projecten en programma's	12
1.6	Relatie Programma, MER en IEA	12
1.7	Leeswijzer MER-hoofdrapport PAWOZ	13
2	BESLUITEN, MER-PLICHT, WETTEN EN BELEID	15
2.1	Besluitvorming over PAWOZ	15
2.2	Mer-procedure bij de besluitvorming	16
2.3	De rol van het MER en de IEA bij het bepalen van de mogelijke routes	16
2.4	Wat er voorafging aan de publicatie van dit MER	18
2.4.1	Kennisgeving voornemen en voorstel voor participatie	19
2.4.2	Notitie Reikwijdte en Detailniveau	19
2.4.3	Notitie Routeontwikkeling	20
2.4.4	Opstellen en indienen MER en IEA en het Programma	20
2.5	Vervolgstappen in de procedure na publicatie van dit MER	21
2.6	Vervolgbesluiten	21
2.6.1	Projectbesluiten en vergunningen	21
2.6.2	Project-mer voor vervolgbesluiten	22
2.7	Beleid, wetten en regels	22
3	HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN	23
3.1	Huidige situatie op de Noordzee	23
3.2	Huidige situatie van het Waddengebied	24
3.3	Huidige situatie op land	25
3.4	Natuurbescherming	26
3.5	Autonome ontwikkelingen	27

4	VOORNEMEN	31
4.1	Elektrische verbindingen	32
4.1.1	Platforms op zee	33
4.1.2	Kabelsystemen op zee	33
4.1.3	Kabelsystemen op land	34
4.1.4	Transformatorstation of convertorstation	35
4.2	Waterstofverbindingen	35
4.2.1	Platforms op zee	36
4.2.2	Leidingen op zee	36
4.2.3	Leidingen op land	37
4.2.4	Aanlandingsstations en afsluiterlocaties	38
4.3	Tunnelsysteem tussen Ballonplaat en Eemshaven	38
4.3.1	Intredepunt Noordzee	38
4.3.2	Tunnelbuizen	39
4.3.3	Aanlandingspunt op land	39
5	ROUTES EN STATIONS	40
5.1	Uitgangspunten routeontwikkeling	40
5.2	Resultaat route-ontwikkelingsproces	41
5.3	Noordzee	43
5.3.1	(zoekgebieden) Platforms	43
5.3.2	Noordzeeroutes	43
5.4	Waddengebied	44
5.4.1	II: Oude Westereems route	46
5.4.2	V: Boschgat route	46
5.4.3	VII: Schiermonnikoog Wantij route	47
5.4.4	VIII: Ameland Wantij route	47
5.4.5	IX: Zoutkamperlaag route	47
5.4.6	X: Tunnel route	48
5.5	Vasteland	49
5.5.1	Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel	49
5.5.2	Overzichtskaart landroutes kabelsystemen en leidingen	50
5.5.3	Landroutes kabelsystemen	52
5.5.4	Zoekgebieden transformator- en converterstations	53
5.5.5	Landroutes waterstofleidingen	54
5.5.6	Aanlandingsstations en afsluiterlocaties	54
6	METHODIEK MILIEUEFFECTBEOORDELING	56
6.1	Van thema's naar beoordelingsaspecten en criteria	56
6.2	Beoordelingskader	57
6.2.1	Bodem en Water op zee	57
6.2.2	Bodem en Water op land	58
6.2.3	Natuur	58

6.2.4	Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie	60
6.2.5	Scheepvaart en Veiligheid	60
6.2.6	Gebruiksfuncties	61
6.2.7	Leefomgeving	62
6.3	Beoordelingsmethodiek	63
6.4	Bandbreedtemethode	63
6.5	Werelderfgoed beoordeling	64
6.6	Circulariteit	64
6.7	Klimaatadaptatie en Biodiversiteit	65
7	MILIEUEFFECTSHEETS ROUTES EN STATIONSLOCATIES	66
8	LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE	67
8.1	Leemten in kennis	67
8.2	Aanzet tot monitoring en evaluatie	69
9	BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VAN HET MILIEUONDERZOEK	71
9.1	Noordzeeroutes en (zoekgebieden) platforms	71
9.2	Waddenzeeroutes	72
9.3	Landroutes	77
9.4	Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel	78
9.5	Zoekgebieden transformator- en converterstations	79
9.6	Zoekgebieden waterstof aanlandingsstations	79
9.7	Cumulatie	80
9.8	Aandachtspunten voor vervolgbesluiten	81
10	AFKORTINGEN- EN BEGRIPPENLIJST	82
11	REFERENTIES	90
	Laatste pagina	90

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Wettelijk- en Beleidskader	9
II	Notitie Routeontwikkeling	782
III	Heritage Impact Assessment	153
IV	Circulariteit	45

BESCHRIJVING VAN HET PROGRAMMA PAWOZ-EEMSHAVEN

Dit is het milieueffectrapport (MER) van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven. Het is de bedoeling dat er nieuwe windparken op de Noordzee noordelijk van de Waddeneilanden komen. De energie van die toekomstige windparken moet in de buurt van de Eemshaven worden aangesloten op het energienet. In het MER zijn de milieueffecten onderzocht van meerdere routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en het vasteland naar de Eemshaven. Het MER zorgt ervoor dat de minister van Klimaat en Groene Groei de milieueffecten goed meeneemt in het besluit over het Programma.

1.1 Aanleiding voor het Programma

Ons klimaat verandert, voor velen is dit inmiddels herkenbaar. Klimaatverandering waarmee onze maatschappij te maken heeft is een proces dat niet nieuw, maar al decennialang bekend is. De gevolgen worden steeds duidelijker. Vanuit de Europese Unie en het Rijk zijn doelen gesteld. Deze zijn voor Nederland vastgelegd in het [Klimaatakkoord](#) van 28 juni 2019. Hierin staan tussentijdse doelen voor 2030 en het einddoel voor 2050. Het halen van deze doelen beperkt klimaatverandering en de (toekomstige) gevolgen daarvan. De uitstoot door de verbranding van fossiele brandstoffen is één van de veroorzakers van klimaatverandering. Daarom is het tussentijdse doel in het [Klimaatakkoord](#) om voor 2030 55 % minder CO₂-uitstoot te hebben, en om in 2050 klimaatneutraal te kunnen zijn. In plaats van fossiele brandstoffen moet de Nederlandse energie duurzaam worden opgewekt, met bijvoorbeeld windenergie en zonne-energie.

Verder is in het huidige [regeerprogramma](#) van 13 september 2024 benadrukt dat wij als Nederland minder afhankelijk willen worden van andere landen voor de levering van onze energie en (kritieke) grondstoffen. Wij willen de kansen van de klimaat- en energietransitie verzilveren. Om groen te groeien, onze welvaart te behouden en onze energieonafhankelijkheid te vergroten moet Nederland nú de juiste keuzes maken.

Ook heeft Nederland zich binnen internationale afspraken, zoals het Parijse Klimaatakkoord van 12 december 2015 en de eigen nationale Klimaatwet van 2 juli 2019, vastgelegd op het halen van doelen voor het verduurzamen van de eigen energievoorziening. Jaarlijks wordt het behalen van deze doelen gemonitord in de [Klimaatnota](#). De realisatie van wind op zee is essentieel om deze wettelijk gestelde doelen te behalen. Deze wettelijke gestelde doelen zijn vastgelegd in de Klimaatwet van 2 juli 2019.

De Nederlandse Noordzee is een goede plek om windenergie op te wekken. Dat komt omdat de zee niet erg diep is en de grondgesteldheid gunstig is, waardoor windturbines makkelijk zijn te plaatsen. Daarnaast waait het meestal hard op de Noordzee, waardoor er veel duurzame energie kan worden opgewekt. Ook zijn er industriële bedrijven langs de kust die duurzame energie nodig hebben. De bijdrage van het Programma is om het aansluiten van windenergiegebieden op zee mogelijk te maken en daarmee de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en van andere landen te verminderen.

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 route(s) 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 zijn te gebruiken en in welke volgorde, vindt plaats in het Programma Aansluiting Wind Op Zee – Eemshaven (hierna: PAWOZ).

Kabelsystemen en leidingen

Wanneer kabelsystemen worden bedoeld die geen elektriciteitskabels zijn, dan worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld telecom kabels). Als leidingen worden bedoeld die geen waterstofleidingen zijn, dan worden deze voluit geschreven (bijvoorbeeld: gasleidingen).

Om de windenergie naar de Eemshaven te brengen, moeten de kabelsystemen en leidingen door het Waddengebied. Het doorkruisen van het Waddengebied is één van de grootste uitdagingen van PAWOZ. De Waddenzee is namelijk een kwetsbaar en uniek gebied. Zo verandert de bodem van de Waddenzee voortdurend door het getij en de wind. Het heeft de status van UNESCO Werelderfgoed en Natura 2000-gebied. En daarvoor gelden speciale regels. Verder heeft de Waddenzee een belangrijke functie voor recreatie, visserij en de scheepvaart en er liggen andere kabels en leidingen.

Het is ingewikkeld om de kabelsystemen, leidingen of bijbehorende stations aan te leggen op de Noordzee, de Waddeneilanden en het vasteland. Dit komt door de bestaande waarden en gebruiksfuncties, zoals de landbouwgronden in Noord-Nederland.

In de Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030 ([VAWOZ 2030](#) (Witteveen+Bos, 2021)) kwam naar voren dat de Eemshaven de meest logische plek is om de kabelsystemen van windparken noordelijk van de Waddeneilanden aan te sluiten op land. In de Eemshaven is namelijk veel vraag naar windenergie. Ook is de Eemshaven via een energienetwerk goed verbonden met de rest van Nederland. Daardoor kan de energie die in de regio (tijdelijk) niet kan worden gebruikt verder Nederland in worden gebracht. In het tekstkader hieronder is dit verder uitgelegd. Met de locatie Eemshaven worden in PAWOZ de (nieuwe) hoogspanningsstations in en rondom de Eemshaven en het Waterstofnetwerk in Noord-Nederland bedoeld. De aansluiting ligt niet altijd precies in de Eemshaven zelf, maar wel in de buurt van de Eemshaven.

Waarom de Eemshaven?

Voorafgaand aan PAWOZ zijn meerdere onderzoeken gedaan naar mogelijke locaties voor de aanlanding van energie van windparken op de Noordzee boven de Waddeneilanden. Er is voor gekozen om de energie van de windparken TNW en DDW naar de omgeving van de Eemshaven te transporteren. Waarom deze keuze?

Eerder is er voor het windpark TNW [onderzoek](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019) gedaan naar een mogelijke aansluiting van kabelsystemen op drie locaties, namelijk richting Burgum, Eemshaven of Vierverlaten. Uit dat onderzoek blijkt dat er op de locaties Vierverlaten en Burgum geen grote vraag naar duurzame energie is (of gepland staat). Op beide locaties is de aansluitcapaciteit onvoldoende om de toekomstige windparken aan te kunnen sluiten en de energie over het landelijke netwerk verder te transporten. Ook moeten de routes altijd na het doorkruizen van het Waddengebied ook nog door andere waardevolle landschappen. Bij aansluiting op de Eemshaven moeten mogelijk ook waardevolle landschappen (waaronder grootschalige agrarische percelen) worden doorkruist, maar er is wel sprake van een grote vraag naar windenergie voor het verduurzamen van de aanwezige industrie. Daarom heeft de Eemshaven van deze drie locaties de voorkeur.

De locaties Den Helder en Emden (in Duitsland) zijn eveneens als [mogelijke locaties](#) (Royal HaskoningDHV, 2021) onderzocht. Dat onderzoek liet zien dat er in Den Helder niet op tijd een hoogspanningsnet met voldoende aansluit- en transportcapaciteit kan worden gerealiseerd. Deze locatie valt daarom af. Uitgangspunt van het Rijk is dat in Nederland opgewekte windenergie in Nederland moet worden gebruikt. Daarom valt de aanleg van grensoverschrijdende elektrische- en waterstofverbindingen af. Ook is er maar beperkte ruimte in Duitsland vanwege al bestaande kabels en leidingen van en naar Duitse windparken. Daarom valt ook Emden af als aansluitlocatie.

De regio Noord-Nederland heeft de [voorkeur](#) (Regio Noord-Nederland, 2020) voor een zo direct mogelijke aansluiting in de Eemshaven. Deze voorkeur is bevestigd in de [kamerbrief](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2021) over de verkenning aanlanding wind op zee 2030. De regio en de minister hebben de volgende redenen voor de voorkeur voor de Eemshaven:

- de vraag naar duurzame energie in de Eemshaven en omgeving is groot, waardoor vraag en aanbod naar energie op elkaar aansluiten. De aansluiting van windenergie op de Eemshaven biedt kansen voor de lokale industrie om (versneld) te verduurzamen. Daarmee wordt ook de CO₂-uitstoot van de industrie verminderd, wat één van de doelen uit het Klimaatakkoord is;
 - in de buurt van de Eemshaven is de provincie Groningen bezig met een open planproces om de Oostpolder te ontwikkelen. Binnen dit gebied van 600 hectare wordt onder andere gekeken of het mogelijk is ruimte te bieden aan nieuwe bedrijven die gericht zijn op energie, zoals waterstoffabrieken, batterijfabrieken en datacenters. Zulke bedrijven willen in de toekomst kunnen aansluiten op duurzame energie;
 - in de Eemshaven is, in tegenstelling tot andere locaties in Noord-Nederland, de energie-infrastructuur al grotendeels aanwezig om de windenergie waar nodig op het landelijke energienet naar de rest van Nederland te krijgen. Extra investeringen om deze infrastructuur te ontwikkelen zijn op deze locatie dus beperkt nodig;
 - het kabinet heeft in haar reactie op de [Parlementaire enquête aardgaswinning](#) (Tweede Kamer Der Staten-Generaal, 2023) in Groningen [aangekondigd](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023a) dat zij gehoor geeft aan de oproep van de Provincie Groningen om tenminste 33 % van de nog aan te leggen capaciteit voor windenergie op zee te willen laten aanlanden in de provincie Groningen. Voorwaarden hiervoor zijn een goede ruimtelijke inpassing en de uitkomsten van het lopende onderzoek naar aanlandingsmogelijkheden in de Eemshaven (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. 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 drie leidingen voor het transport van waterstof.

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 voor het windenergiegebied 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 voor het windenergiegebied 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. In het nog lopende onderzoek Hergebruik aardgasleidingen voor waterstoftransport (HGH2) wordt gekeken of het mogelijk is om daarvoor bestaande gasleidingen op zee te hergebruiken. In dit MER is onderzocht of het mogelijk is om een nieuwe leiding aan te leggen. Dit is voor het geval dat het met bestaande leidingen niet lukt. Er wordt gekeken of de resterende 200 MW met een elektrische verbinding kan worden gekoppeld aan DDW.

Als alternatief is onderzocht of TNW met twee wisselspanning (AC)-kabelsystemen (van elk 350 MW) kan worden aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. Dit alternatief kan worden gebruikt als het niet mogelijk blijkt om een bestaande leiding te hergebruiken of een nieuwe leiding aan te leggen of als blijkt dat het demonstratieproject om andere redenen niet door kan gaan.

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.

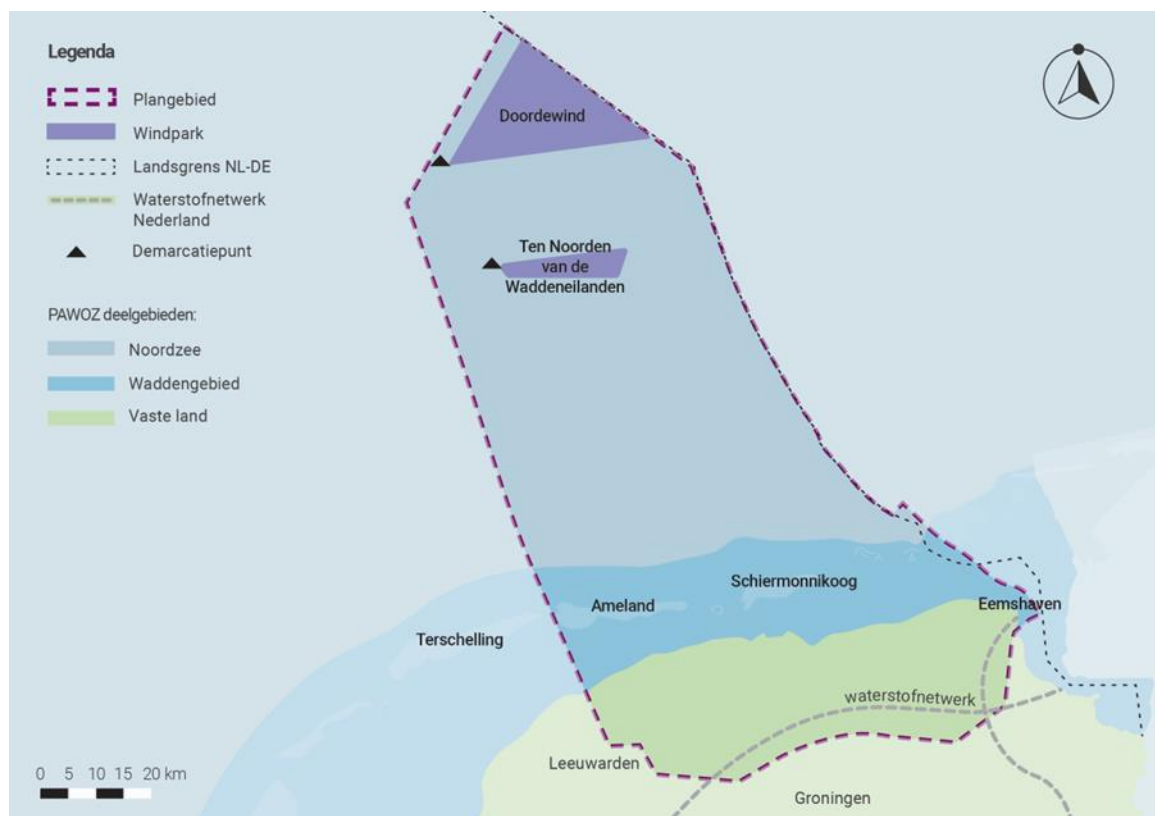
1.3 Plangebied

Afbeelding 1.1 geeft de routes aan en het gebied waarin de routes zijn onderzocht. Dit wordt het plangebied van PAWOZ genoemd. Het plangebied ligt tussen de geplande windparken TNW en DDW in het noorden, de stad Leeuwarden in het westen, de zuidkant van het Waterstofnetwerk Nederland in het zuiden en het Eems-Dollard Verdraggebied in het oosten. 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 Wat er voorafging aan het Programma

Het startpunt voor PAWOZ zijn de resultaten van drie onderzoeken die in de afgelopen jaren zijn gedaan naar de mogelijkheden om windenergie in Noord-Nederland aan land te brengen. Dit zijn:

- 'Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden' ([NOZ TNW](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019): de aansluiting van 700 MW (0,7 GW) met kabelsystemen;
- 'Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030' ([VAWOZ 2030](#) (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2019): de aansluiting van 4 GW met kabelsystemen;
- '[Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied](#) (Royal HaskoningDHV, 2021)': het doorkruisen van het Waddengebied met kabelsystemen en leidingen.

In deze onderzoeken zijn verschillende routes onderzocht om de windparken TNW en DDW met kabelsystemen aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Het Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied hield er ook rekening mee dat de windenergie op zee wordt omgezet in waterstof en de energie met leidingen aan land moet worden gebracht. De routes uit deze drie onderzoeken vormen de basis voor de routes die in het concept-NRD zijn opgenomen. Deze is ter inzage gelegd en daarna pas vastgesteld. PAWOZ onderzoekt de routes die op basis hiervan zijn ontwikkeld.

1.5 Samenhang met andere projecten en programma's

Er lopen ook allerlei andere projecten en programma's op de Noordzee, het Waddengebied, en het vasteland. Deze projecten en programma's kunnen invloed hebben op de onderzoeken en uitkomsten van PAWOZ. En andersom. Daarom is het belangrijk om de samenhang goed in beeld te hebben.

Een van die programma's is het [programma VAWOZ 2031-2040](#) (pVAWOZ (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024a). pVAWOZ is het vervolg van [VAWOZ 2030](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2023) en onderzoekt nieuwe aansluitpunten voor windparken op zee die in de periode tussen 2031 en 2040 kunnen worden aangelegd. pVAWOZ gaat over de vraag hoe en via welke route toekomstige windparken op zee kunnen worden aangesloten op land. In PAWOZ wordt de keuze gemaakt over de aansluiting van de windparken DDW en TNW in de buurt van de Eemshaven. PAWOZ legt dus mogelijk al beslag op een aantal routes. Eventuele routes die overblijven kunnen in pVAWOZ worden gebruikt voor de aansluiting van toekomstige windparken. Het besluit hierover gebeurt niet in PAWOZ, maar in pVAWOZ omdat daarin een afweging wordt gemaakt tussen verschillende routes en aanlandlocaties.

Andere projecten en programma's waarmee PAWOZ een relatie heeft:

- Verkenning Aanlanding Wind Op Zee (VAWOZ) 2030;
- Programma Energiehoofdstructuur (PEH);
- Programma Infrastructuur Duurzame Energie (PIDI) 2022;
- de Cluster Energiestrategie van Noord Nederland (CES);
- Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (II3050-2);
- Noordzeeakkoord (NZA) (2020);
- Windenergie Infrastructuurplan Noordzee (WIN);
- Integraal Beleidskader natuur Waddenzee (nog niet gepubliceerd);
- Nationaal Waterstof Programma (NWP);
- Hergebruik aardgasleidingen voor waterstoftransport (HGH2) (lopend onderzoek);
- het landelijke en provinciale Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie & Klimaat (MIEK en pMIEK);
- Regionale Energiestrategieën in de provincies Groningen en Friesland (RES).

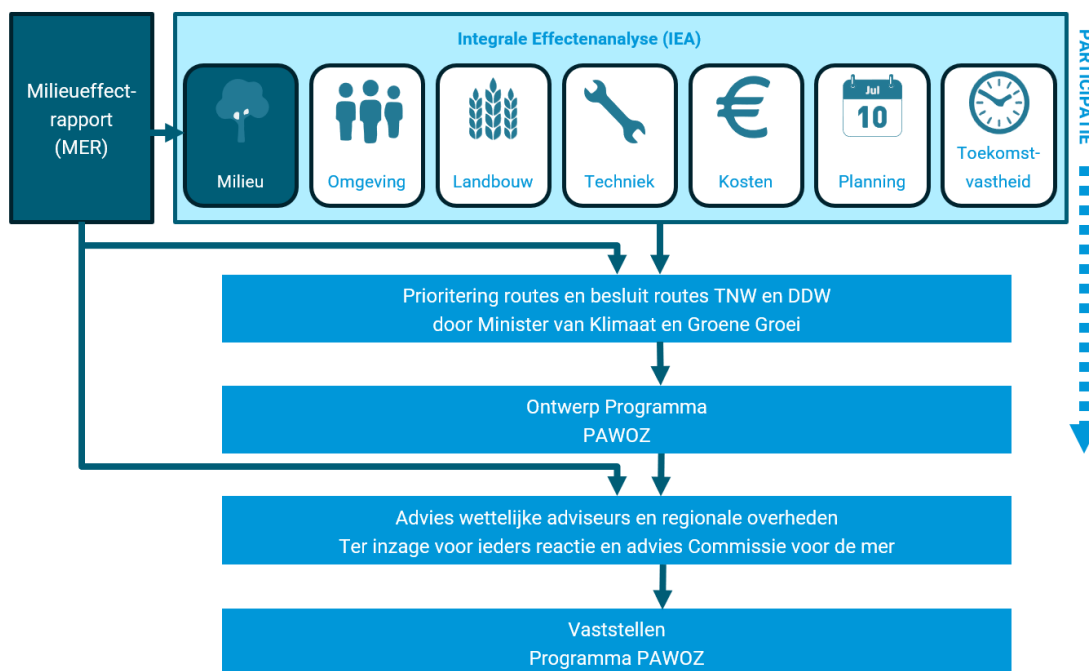
Deze projecten en hun samenhang met PAWOZ zijn verder beschreven in het IEA -deelrapport Toekomstvastheid.

1.6 Relatie Programma, MER en IEA

In het **Programma** voor PAWOZ wordt een besluit genomen over welke routes gebruikt kunnen worden voor de aansluiting van de windparken TNW en DDW. Het Programma zegt ook welke routes de voorkeur hebben om eerst gebruikt te worden voor de aansluiting van toekomstige windparken. En in het Programma worden voorwaarden meegegeven voor de ontwikkeling van de routes en stations. Zoals de aanlegtechniek en de maximale hoeveelheid kabelsystemen en leidingen die kunnen worden aangelegd op een route.

Als onderbouwing van het Programma zijn het voorliggend **Milieueffectrapport (MER)** en de **Integrale Effectenanalyse (IEA)** geschreven. Afbeelding 1.2 geeft de relatie tussen het Programma, het MER en de IEA weer.

Afbeelding 1.2 Relatie Programma, MER en IEA



In het MER en de IEA staan de resultaten van allerlei onderzoeken om de effecten van de kabelsystemen, leidingen en stations te beoordelen. Centraal daarbij staan vragen als:

- waar kunnen de kabelsystemen en leidingen nu en in de toekomst worden gelegd?
- zijn de routes technisch haalbaar?
- zijn de routes vergunbaar?
- is een tunnel als route haalbaar?
- wat zijn de gevolgen voor het milieu per route?
- welke effecten heeft het voor omgevingspartijen zoals de grondeigenaren, de landbouw en de bewoners?

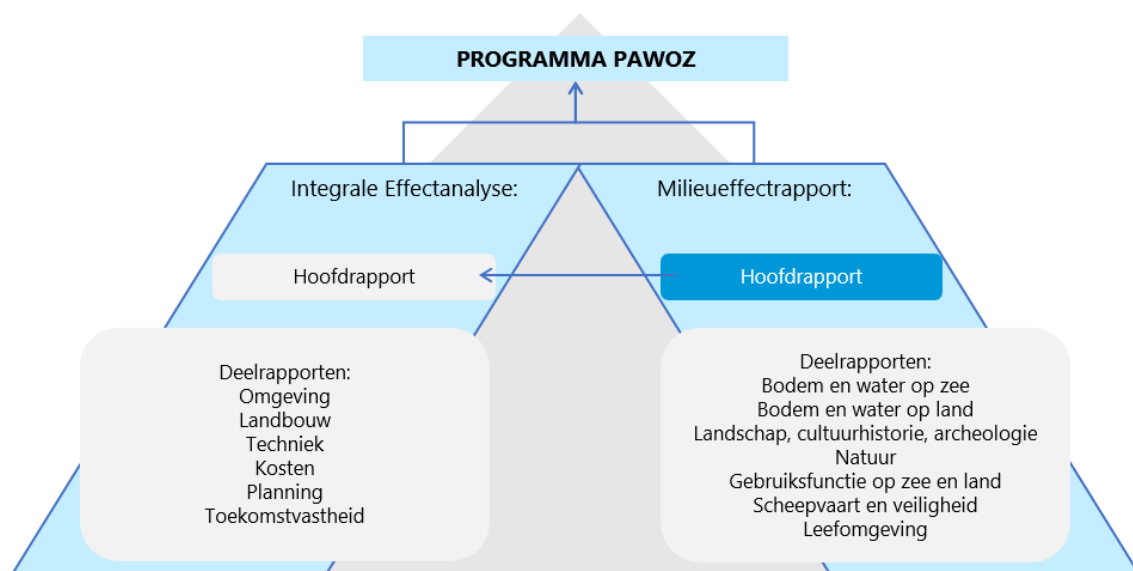
Voor een programma zoals PAWOZ is het verplicht om een MER op te stellen. De aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations kan namelijk gevolgen hebben voor het milieu. In voorliggend MER zijn de resultaten van het onderzoek naar de gevolgen voor het milieu beschreven.

De aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations kan ook gevolgen hebben voor de mensen die in het gebied wonen en de landbouw en visserijsector. Om die belangen ook goed mee te nemen in PAWOZ zijn de effecten op de omgeving in beeld gebracht in de IEA. In de IEA is ook gekeken naar de technieken die worden gebruikt, de effecten op landbouw, de kosten per route, de planning en de toekomstvastheid, dat wil zeggen hoeveel ruimte er nog is voor andere kabels en leidingen. Het thema Landbouw is opgenomen in de IEA als reactie op een zienswijze van LTO en om het belang van landbouw te benadrukken door het thema een herleidbare plek te geven binnen PAWOZ.

1.7 Leeswijzer MER-hoofdrapport PAWOZ

Het MER van PAWOZ bestaat uit een publiekssamenvatting, voorliggend hoofdrapport en zeven deelrapporten. In het hoofdrapport staan de hoofdlijnen over de milieueffecten voor de besluitvorming over het Programma. In de deelrapporten staan de effectbeschrijvingen en beoordelingen van alle thema's.

Afbeelding 1.3 Positie van dit hoofdrapport in de rapportagestructuur van de IEA en het MER



De eerste hoofdstukken van dit hoofdrapport geven het kader van het MER. Hoofdstuk 2 gaat in op de verplichting van PAWOZ, de benodigde besluiten, het bevoegd gezag en de beleid-, wet- en regelgeving. Hoofdstuk 3 bespreekt de huidige situatie en de toekomstige ontwikkelingen in het plangebied.

De volgende hoofdstukken leggen uit wat er eigenlijk gaat gebeuren. Hoofdstuk 4 beschrijft de onderdelen van het nieuwe elektriciteitsnet, waterstofnetwerk en het tunnelsysteem. In dit hoofdstuk staat ook een korte beschrijving van de aanlegwerkzaamheden. Hoofdstuk 5 beschrijft welke routes en stationslocaties er zijn onderzocht.

In Hoofdstuk 6 staat de aanpak van de uitgevoerde milieuonderzoeken. En in Hoofdstuk 7 staat het resultaat van de milieuonderzoeken voor de routes en stations op de Noordzee, de Waddenzee en het vasteland.

Hoofdstuk 8 legt uit welke aannames er zijn gedaan voor zaken waar we nu nog onvoldoende kennis over hebben. En wat de invloed van meer kennis kan zijn op de effectbeoordeling van dit MER. Dit hoofdstuk geeft ook een aanzet voor eventuele monitoring waarmee de werkelijk optredende gevolgen gemeten kunnen worden.

Ten slotte geeft Hoofdstuk 9 een samenvatting van de belangrijkste bevindingen van het MER en beschrijft het vervolgproces over de besluitvorming van PAWOZ.

PAWOZ gaat over een technische ontwikkeling en de effecten daarvan. Hoewel dit hoofdrapport voor een breed lezerspubliek is geschreven, zijn hier en daar toch technische termen gebruikt. Deze termen zijn in de tekst uitgelegd. Achter in het rapport staat een woordenlijst met een uitleg van de technische termen en afkortingen. Daarna is een bronnenlijst opgenomen.

In Bijlage I staan het algemene wettelijke en beleidskader. Bijlage II is de Notitie Routeontwikkeling. In Bijlage III staat de Heritage Impact Assessment. Bijlage IV is een notitie over de biodiversiteit en circulariteit van PAWOZ.

BESLUITEN, MER-PLICHT, WETTEN EN BELEID

De mogelijke routes door de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland en de stationslocaties worden vastgelegd in het Programma voor PAWOZ. De procedure voor de milieueffectrapportage wordt doorlopen voor de vaststelling van het Programma. Veel ruimte op zee en het vasteland is al in gebruik, of heeft een beschermde status zodat gebruik niet is toegestaan. Daarom staat de ruimtevraag centraal bij het bepalen van de mogelijke routes en stationslocaties. In dit hoofdstuk is uitgelegd wie er bevoegd gezag is voor het Programma. En hoe in de milieueffectrapportage-procedure onderzoek is gedaan naar de milieueffecten en de kansen en risico's per route met het oog op mitigerende maatregelen en compensatie.

2.1 Besluitvorming over PAWOZ

De naam Programma Aansluiting Wind op Zee – Eemshaven geeft aan dat het om een programma gaat. Een programma is een nieuw instrument onder de Omgevingswet. In dit geval legt het programma de ruimte vast, waarin het voornemen is gepland. Deze ruimte is een deel van de Noordzee, de Waddenzee en het vasteland in Noord-Nederland. Dit gebeurt op een hoog abstractieniveau. Dat betekent dat er alleen wordt vastgelegd wat er in een bepaalde ruimte gaat gebeuren. Na het Programma volgt een project-mer voor de vervolgbesluiten. Hierin wordt de precieze ruimte voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations vastgelegd.

PAWOZ is kaderstellend voor alle projecten waarbij kabelsystemen en/of leidingen vanaf windparken op zee naar de Eemshaven worden aangelegd. Dit betekent dat PAWOZ de ruimte en uitgangspunten voor deze projecten vaststelt. Dit gaat in elk geval om de geplande windparken TNW en DDW. In de toekomst kunnen er ook nog andere windgebieden op zee worden aangewezen, die worden aangesloten op de Eemshaven.

Wie neemt het besluit?

PAWOZ gaat over een groot plangebied met verschillende kenmerken en belangen. De keuzes gaan over het gebruik van de beschikbare ruimte en zijn van invloed op natuur, scheepvaart, landbouw, visserij, leefbaarheid en de economie in het gebied.

Over het Programma en de keuzes daarin wordt uiteindelijk een besluit genomen. De minister van Klimaat en Groene Groei stelt in overleg met het Bestuurlijk Overleg Waddengebied formeel het Programma vast. In het Bestuurlijk Overleg Waddengebied zitten verschillende nationale en regionale overheden en belangengroepen. Ze werken samen aan besluiten over regionale ontwikkelingen in het gebied.

2.2 Mer-procedure bij de besluitvorming

Wat er in PAWOZ wordt vastgelegd, kan effecten hebben op het milieu en de leefomgeving. Daarom is het voor PAWOZ verplicht om een milieu-effectrapportageprocedure (mer) te doorlopen en een milieueffectrapport (MER) te maken. Dat staat in de Omgevingswet. De mer-procedure bestaat uit een aantal wettelijke voorgeschreven stappen. Omdat het gaat om een programma, gaat het om een plan-MER. Dit plan-MER en de bijbehorende deelrapporten bevatten informatie op een detailniveau dat hoort bij het niveau van een programma. De resultaten van het MER worden meegenomen bij opstellen van het Programma. De minister van Klimaat en Groene Groei is initiatiefnemer en bevoegd gezag voor het Programma en deze mer-procedure.

Waarom een mer-plicht?

In de Omgevingswet staat wanneer het verplicht is om de mer-procedure te doorlopen en een MER te maken. Dat moet als een programma kaders stelt voor projecten die grote milieueffecten kunnen hebben. Of als er een Passende Beoordeling voor de gevolgen op Natura 2000-gebieden moet worden gemaakt.

PAWOZ is mer-plichtig om de volgende redenen:

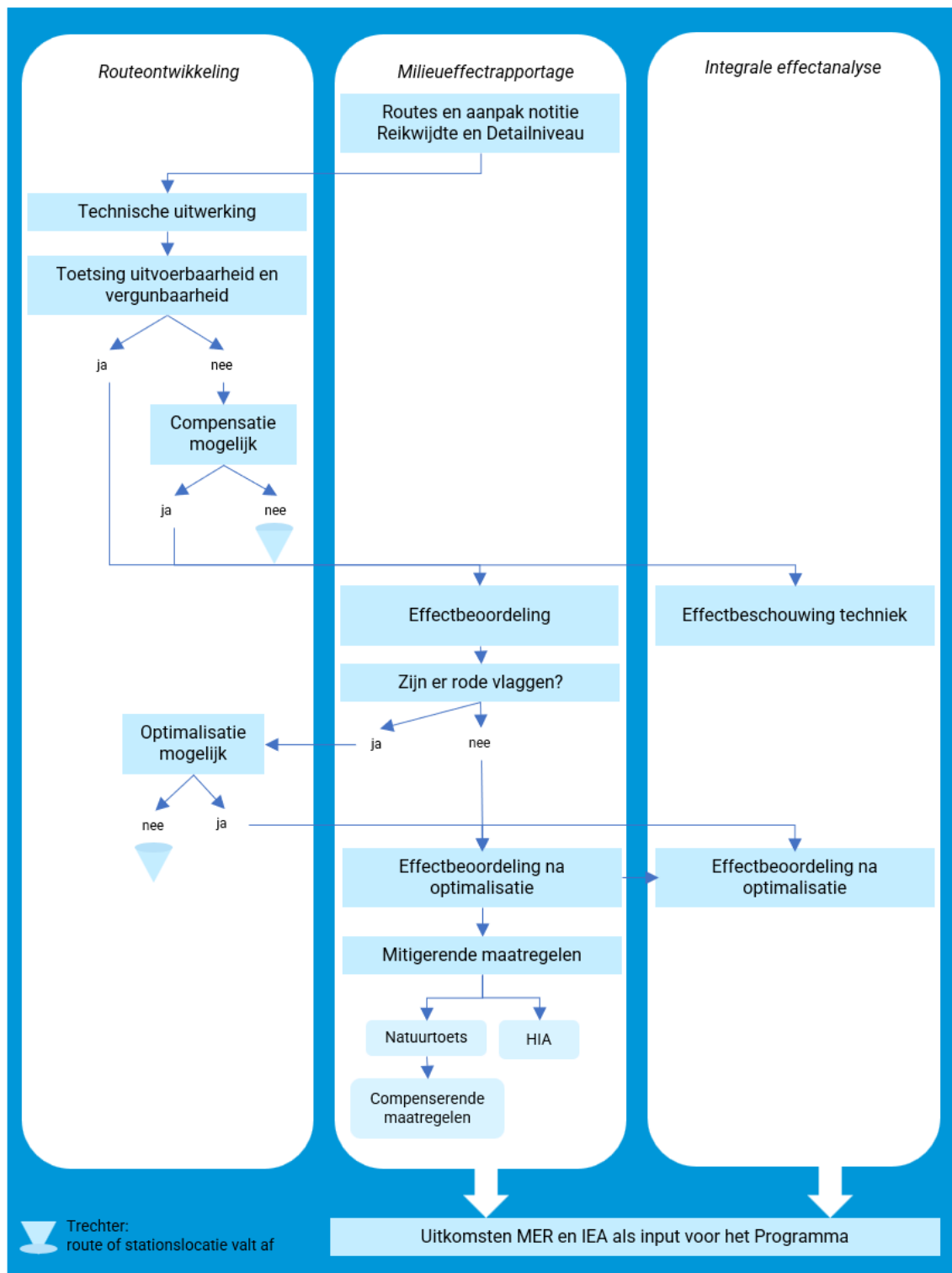
- PAWOZ is kaderstellend voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen. Deze vallen onder de categorie J8 en J9 uit bijlage V van het Omgevingsbesluit;
- de vervolgbesluiten van PAWOZ, zoals projectbesluiten en vergunningen, kunnen grote milieueffecten hebben (artikel 16.36 lid 1 van de Omgevingswet);
- voor PAWOZ moet een Passende Beoordeling worden gedaan, omdat er effecten kunnen optreden op Natura 2000 gebieden (artikel 16.36 lid 2 van de Omgevingswet).

Er zijn ook activiteiten binnen PAWOZ die een mer-beoordelingsplicht hebben. Dat geldt bijvoorbeeld voor de bemalingen en de landaanwinning voor het tunnelsysteem. Deze vallen onder categorie K1 en J13 uit bijlage V van het Omgevingsbesluit. Een mer-beoordeling betekent dat moet worden onderzocht of de effecten zo groot kunnen zijn dat er een mer-procedure moet worden doorlopen.

2.3 De rol van het MER en de IEA bij het bepalen van de mogelijke routes

In het processchema in Afbeelding 2.1 staan de stappen die zijn doorlopen in de mer-procedure, IEA en routeontwikkeling. In die stappen zijn de mogelijke routes en stationslocaties voor het Programma bepaald. Onderweg zijn verschillende routes en een stationslocatie afgevalen.

Afbeelding 2.1 Processchema van de doorlopen stappen in de routeontwikkeling, mer en IEA in de trechtering van routes voor het Programma



Bij het opstellen van een MER en het vaststellen van een programma moeten 'redelijke alternatieven' worden onderzocht. Wanneer een alternatief op voorhand niet haalbaar is (technisch niet uitvoerbaar en/of vergunbaar) hoeft deze niet te worden onderzocht. In het route-ontwikkelingsproces is voor elke route een 'robuust ontwerp' gemaakt. Een robuust ontwerp betekent dat het zowel technisch uitvoerbaar als vergunbaar lijkt op basis van de beschikbare informatie.

De routes zijn eerst technisch uitgewerkt in de Notitie Routeontwikkeling (NRO). Dat wil zeggen: welke aanlegtechniek wordt ingezet op welk deel van de route. Er worden alleen bewezen en beschikbare technieken gebruikt. Daardoor kan dat wat wordt ontworpen, later ook echt worden gemaakt.

Daarna is in de NRO onderzocht wat de effecten van de aanlegtechnieken op de zeebodem en de natuurwaarden in het Waddengebied zijn. Er is, op advies van de Commissie mer, eerst naar deze twee onderwerpen gekeken, omdat deze effecten doorslaggevend kunnen zijn voor de vergunbaarheid van de routes in het Waddengebied. Als blijkt dat een route onvergunbaar lijkt op basis van de beschikbare informatie, dan is die route afgefallen (getrechterd) voor verder onderzoek.

Waarom zijn de effecten op de zeebodem en natuurwaarden doorslaggevend?

Dat komt door de bijzondere natuurwaarden van de Waddenzee en de speciale regels die daarvoor gelden (UNESCO-werelderfgoed en Natura 2000-gebied). Om vast te stellen of er wel een vergunning kan worden verleend, is voor elke Waddenzeeroute gekeken of het mogelijk is om maatregelen te nemen waarmee effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied helemaal worden voorkomen. Als dat niet mogelijk is, dan is gekeken of er compensatie van de effecten mogelijk is op andere plekken. Dat heeft te maken met de Passende Beoordeling en de ADC-toets die in zo'n geval moeten worden gedaan (zie paragraaf 6.2.3).

De routes die overbleven, zijn in het MER verder onderzocht en beoordeeld op de overige natuureffecten, en op effecten op bodem, water, landschap, cultuurhistorie, archeologie, veiligheid, leefomgeving, scheepvaart en de overige gebruiksfuncties. De routes zijn in de Integrale Effectanalyse (IEA) ook onderzocht op techniek. Tijdens de eerste ronde effectbeoordeling was voor dit thema voldoende informatie bekend om dit mee te kunnen nemen. Als er in deze eerste ronde effectbeoordeling sterk negatieve effecten werden gevonden, de zogenaamde rode vlaggen, dan is gekeken of het mogelijk is om de route of de aanlegtechniek aan te passen. Zo zijn de routes geoptimaliseerd en is onderzocht of er zicht is op compensatie van het negatieve effect (zie paragraaf 6.2.3). Ook in deze stap zijn routes afgefallen (getrechterd) als er geen oplossingen konden worden gevonden voor de rode vlaggen.

De uiteindelijk overgebleven, geoptimaliseerde routes zijn in het MER en de IEA nog eens beoordeeld in een tweede ronde effectbeoordeling. De routes zijn in het MER op dezelfde effecten beoordeeld als in de eerste effectbeoordeling. De routes zijn in de IEA onderzocht op techniek, landbouw, kosten, planning, toekomstvastheid en omgeving. Als er negatieve effecten kunnen optreden, zijn er mitigerende maatregelen voorgesteld om die effecten te beperken. Ook in dit proces zijn routes en een stationslocatie afgefallen, omdat geen mitigerende maatregelen gebruikt kunnen worden om de negatieve effecten te beperken. De overgebleven routes en stations zijn ten slotte in een Natuurtoets (bestaande uit een Passende Beoordeling en soortentoets) beoordeeld op de effecten op Natura 2000 en beschermde soorten (zie paragraaf 6.2.3). In Hoofdstuk 18 Compensatie van deelrapport Natuur is gekeken naar de mogelijkheden voor compensatie van negatieve effecten op Natura 2000. In een werelderfgoed beoordeling (in het Engels: heritage impact assessment, HIA) zijn de effecten op de erfgoedwaarden van het UNESCO werelderfgoed beoordeeld. Zo zijn de resultaten van de mer-procedure en de IEA gebruikt voor het bepalen van de mogelijke routes die uiteindelijk in het Programma zijn opgenomen.

2.4 Wat er voorafging aan de publicatie van dit MER

In elke stap van de mer-procedure heeft overleg met de regionale belangenpartijen plaatsgevonden. De inbreng vanuit de omgeving is meegenomen bij het uitwerken en onderzoeken van routes in het MER en de IEA. Beschikbare informatie is zo veel als mogelijk vroegtijdig gecommuniceerd en online gepubliceerd op de [PAWOZ Website](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2024b)). In het IEA-deelrapport Omgeving zijn de vraagstukken, die zijn opgehaald in het participatieproces, beschreven.

2.4.1 Kennisgeving voornemen en voorstel voor participatie

Het bevoegd gezag heeft in een openbare kennisgeving bekend gemaakt dat voor PAWOZ de besluitvorming wordt gestart. Daarin staat wie welke mogelijkheid heeft om samen te werken aan de ontwikkeling van het Programma en de bijbehorende onderzoeken. Dat wordt participeren genoemd.

Van 15 april 2022 tot en met 27 mei 2022 hebben het Voornemen en het Voorstel voor participatie van PAWOZ ter inzage gelegen. In die periode was het mogelijk om een reactie te geven door een zogenaamde zienswijze in te dienen. Op 21 april 2022 was er een online informatiebijeenkomst.

Op het Voornemen en Voorstel voor participatie zijn 13 reacties binnengekomen. Deze reacties zijn gebundeld in een inspraakbundel. De antwoorden hierop staan in de Nota van Antwoord. De Nota van Antwoord, de inspraakbundel, het Voornemen en het Voorstel tot participatie zijn te vinden op de [website van Bureau Energieprojecten](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024b).

2.4.2 Notitie Reikwijdte en Detailniveau

Concept NRD

De eerste stap van de mer-procedure was het opstellen van de conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD). Dit is de onderzoeksagenda voor PAWOZ. Hierin staat welke routes worden onderzocht en welke onderzoeken worden gedaan in het MER en de IEA. Tijdens de NRD-fase zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor verschillende belanghebbenden.

Adviezen en zienswijzen

De minister heeft met deze notitie adviezen en zienswijzen ingewonnen van adviseurs, betrokken instanties, de Commissie mer, belanghebbende partijen en andere belanghebbenden. Een belanghebbende is iemand die bij dit Programma een bepaald belang heeft, bijvoorbeeld een overheid, (maatschappelijke) organisatie, grondeigenaar, agrariër of bewoner.

Van 30 september 2022 tot en met 10 november 2022 heeft de concept-NRD ter inzage gelegen. Iedereen kon in deze periode een reactie indienen op de concept-NRD. Er zijn in totaal 29 reacties binnengekomen.

Advies Commissie mer

Bevoegd gezag heeft de Commissie mer gevraagd een werkgroep te vormen voor PAWOZ en te adviseren over de concept-NRD. Op 28 november 2022 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de concept-NRD en de zienswijzen meegenomen in haar advies. Het advies is beschikbaar op de [website van de Commissie mer](#) (Commissie mer, 2022).

Commissie mer

De Commissie mer heeft de inhoud van de NRD, de NRO, het MER en de IEA beoordeeld. In de Commissie mer zitten onafhankelijke deskundigen uit het bedrijfsleven, de wetenschap en kennisinstellingen. Zij kijken of de noodzakelijke informatie voor de besluitvorming aanwezig is. Dat wil zeggen of alle belangen voldoende zijn meegenomen en of de onderzoeken goed zijn uitgevoerd en de juiste conclusies zijn getrokken.

Definitieve NRD

De minister heeft de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor PAWOZ vastgesteld op 30 januari 2023 (zie [officiële bekendmaking van de vaststelling](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2023b)). De definitieve NRD en de Nota van Antwoord zijn te vinden op de [website van Bureau Energieprojecten](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2024b).

2.4.3 Notitie Routeontwikkeling

Notitie Routeontwikkeling Deel 1 en Deel 2

In de Notitie Routeontwikkeling (NRO) is het proces van routeontwerp beschreven. Hierin zijn de routes uit de NRD verder uitgewerkt en is bepaald welke routes wel en niet technisch uitvoerbaar en vergunbaar zijn.

In de definitieve NRD zijn 4 routes in de Noordzee, en 8 routes voor kabelsystemen en 10 routes voor leidingen in het Waddengebied naar voren gekomen als mogelijke routes om te onderzoeken. In de NRO is gekeken naar de techniek en effecten van deze routes op de ecologie en morfologie in het Natura 2000-gebied Waddenzee.

Er is een eerste inschatting gemaakt of kabelsystemen en leidingen op de routes aangelegd kunnen worden en of ze vergunbaar lijken. Tijdens de NRO-fase zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor verschillende belanghebbenden.

Op basis van het onderzoek in de NRO zijn verschillende routes afgefallen omdat deze niet uitvoerbaar of vergunbaar lijken te zijn. Dit geldt voor de Meeuwenstaart-, Horsborngat- en Geul Rottums-routes. De Boschgat route valt af voor de waterstofleiding, maar de kabelsystemen worden hier nog wel onderzocht. De overgebleven routes zijn verder onderzocht in het MER en de IEA.

Review Waddenacademie en Commissie voor de milieueffectrapportage

De Notitie Routeontwikkeling Deel 1 en Notitie Routeontwikkeling Deel 2 zijn getoetst door de Waddenacademie en de Commissie mer. De adviezen van de Commissie mer zijn beschikbaar op de [website van de Commissie mer](#) (Commissie mer, 2022).

Op 3 augustus 2023 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de Notitie Routeontwikkeling Deel 1. De Commissie adviseert om voor de afgefallen routes beter te beargumenteren wat het effect is op de beschermde natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee, en of er mogelijkheden zijn voor compensatie.

Naar aanleiding van het advies is de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 aangevuld met de redenen waarom de afgefallen routes negatieve effecten hebben op de beschermde natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee. Ook is beschreven waarom er geen mogelijkheden zijn voor compensatie van deze effecten. Op 23 november 2023 heeft de Commissie mer advies uitgebracht over de Notitie Routeontwikkeling Deel 2. De Commissie mer gaf aan dat de Notitie Routeontwikkeling Deel 2 de essentiële milieu-informatie om een besluit te kunnen nemen over welke routes in het MER onderzocht kunnen worden.

2.4.4 Opstellen en indienen MER en IEA en het Programma

Eerste ronde effectbeoordeling MER en IEA

In het MER en de IEA zijn de milieueffecten en de overige effecten van de aanleg, het gebruik en het onderhoud van kabelsystemen, leidingen en stations op de overgebleven routes uit de NRO onderzocht. De effecten zijn beoordeeld in een eerste ronde effectbeoordeling.

Notitie Routeontwikkeling Deel 3

In de NRO Deel 3 zijn optimalisaties gezocht voor de routes waar in de eerste ronde effectbeoordeling sterk negatieve effecten (rode vlaggen) zijn gevonden. Naar aanleiding van deze onderzoeken zijn opnieuw routes afgefallen en gewijzigd om de effecten van de aanleg van kabelsystemen of leidingen te beperken.

Milieueffectrapport en Integrale Effectanalyse

De effecten van de geoptimaliseerde routes en stations zijn opnieuw beoordeeld in het MER en de IEA. Hieruit blijkt waar en op welke thema's er negatieve effecten ontstaan en welke kansen en risico's er gelden als er kabelsystemen, leidingen of stations op de routes worden aangelegd. Tijdens deze fase zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd voor verschillende belanghebbenden. Het MER en de IEA zijn door het bevoegd gezag gebruikt ter ondersteuning van de besluitvorming in het Programma.

Programma

De minister van Klimaat en Groene Groei stelt het Programma vast. Daarin staat welke routes en stationslocaties gebruikt gaan worden voor de aansluiting van de windparken TNW en DDW. In het Programma staat ook de prioritering van de routes en stationslocaties die voor de aansluiting van toekomstige windparken kunnen worden gebruikt.

2.5 Vervolgstappen in de procedure na publicatie van dit MER

Ter inzage van het ontwerpprogramma en toetsing van het MER en de IEA

De minister van Klimaat en Groene Groei legt het ontwerpprogramma ter inzage, met het MER en de IEA. Ze raadpleegt de wettelijke adviseurs en betrokken instanties over de inhoud van het MER, de IEA en het te nemen ontwerpbesluit. Iedereen kan een zienswijze indienen gedurende een periode van 6 weken. De Commissie mer toetst of het MER en de IEA alle relevante informatie bevat voor de besluitvorming en neemt ook de zienswijzen mee in haar advies.

Besluitvorming

Vervolgens stelt de minister van Klimaat en Groene Groei het Programma definitief vast. Bij het definitief vaststellen staat in een Nota van Antwoord hoe de adviezen en zienswijzen zijn gebruikt. Vervolgens wordt het vaststellingsbesluit bekend gemaakt. In het Programma worden de verschillende stappen van de projectprocedure om tot een projectbesluit te komen verder toegelicht.

Geen mogelijkheid tot beroep

Het Programma is zelfbindend. Dit betekent dat het Programma alleen geldt voor het bestuur dat het heeft vastgesteld. Hierdoor kan niet in beroep worden gegaan tegen het vaststellen van het Programma.

2.6 Vervolgbesluiten

2.6.1 Projectbesluiten en vergunningen

PAWOZ onderzoekt op welke routes er voldoende ruimte is voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations. En met welke voorwaarden er kabelsystemen, leidingen en stations kunnen worden aangelegd.

De minister van Klimaat en Groene Groei maakt vervolgens de afweging voor het daadwerkelijk gebruiken van routes en stationslocaties voor windparken TNW en DDW en welke routes er nog meer mogelijk zijn. Zodra is besloten welke route(s) worden gebruikt voor TNW, DDW en toekomstige windparken, kan een projectprocedure starten voor de aanleg van kabelsystemen of leidingen tussen toekomstige windparken en de Eemshaven. Dit is de procedure om te komen tot een projectbesluit. In het Programma worden de verschillende stappen van de projectprocedure om tot een projectbesluit te komen verder toegelicht.

Een projectbesluit is een verdere uitwerking van wat er in de vastgestelde ruimte van het Programma precies gaat gebeuren. In een projectbesluit wordt een concrete route van een windpark naar de Eemshaven vastgelegd en in meer detail uitgewerkt. Het projectbesluit legt daarmee de basis voor bijvoorbeeld vergunningen die nodig zijn voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations.

PAWOZ is kaderstellend voor alle projecten waarbij kabelsystemen of leidingen vanaf windparken op zee naar de Eemshaven worden aangelegd. Dat betekent dat het projectbesluit moet voldoen aan dat wat is afgesproken in het Programma.

2.6.2 Project-mer voor vervolgbesluiten

Voor een projectbesluit en de vergunningen die nodig zijn voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations geldt ook een mer-plicht. Er moet opnieuw een mer-procedure worden doorlopen, in dit geval een zogenaamde project-mer. In een project-mer worden de milieueffecten in meer detail onderzocht.

Anders dan bij het Programma, is de initiatiefnemer voor het projectbesluit en het project-mer de partij die de kabelsystemen of leidingen aanlegt. Voor de aanleg van kabelsystemen is wettelijk vastgelegd dat dit TenneT is, als beheerder van het landelijke hoogspanningsnet. Op 2 december 2022 heeft de minister aan de Tweede Kamer laten weten dat hij Gasunie wil aanwijzen om het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen ([kamerbrief 2 december 2022](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2022)). Dat heeft de minister in 2024 bevestigd ([kamerbrief 6 juni 2024](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024a)). Het gaat hier om leidingen. De definitieve aanwijzing van Gasunie kan plaatsvinden na de wijziging van de Gasrichtlijn in de Energiewet.

De minister van Klimaat en Groene Groei en de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties zijn het bevoegd gezag voor het projectbesluit en het project-mer. Zij stellen het projectbesluit vast.

2.7 Beleid, wetten en regels

PAWOZ draagt bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO₂-uitstoot en de energietransitie van Nederland. Daarmee past PAWOZ binnen de geldende beleidskaders en Europese en Nederlandse wetgeving voor klimaatdoelstellingen en CO₂-reductie. De Omgevingswet vormt het belangrijkste kader voor de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de aanleg, het gebruik en het onderhoud van kabelsystemen, leidingen en stations. Maar ook andere (inter)nationale afspraken, wetten en regels over ruimtelijke ordening, milieu, natuur, veiligheid, archeologie en cultuurhistorie zijn van toepassing. Het is belangrijk dat PAWOZ en het MER voldoen aan de randvoorwaarden uit deze wet- en regelgeving en beleidsdocumenten. In Bijlage I zijn de belangrijkste wetten en beleidsdocumenten die gelden voor PAWOZ genoemd. In de verschillende deelrapporten staat het thematische beleid en de wetten en regels waaraan de effecten zijn beoordeeld.

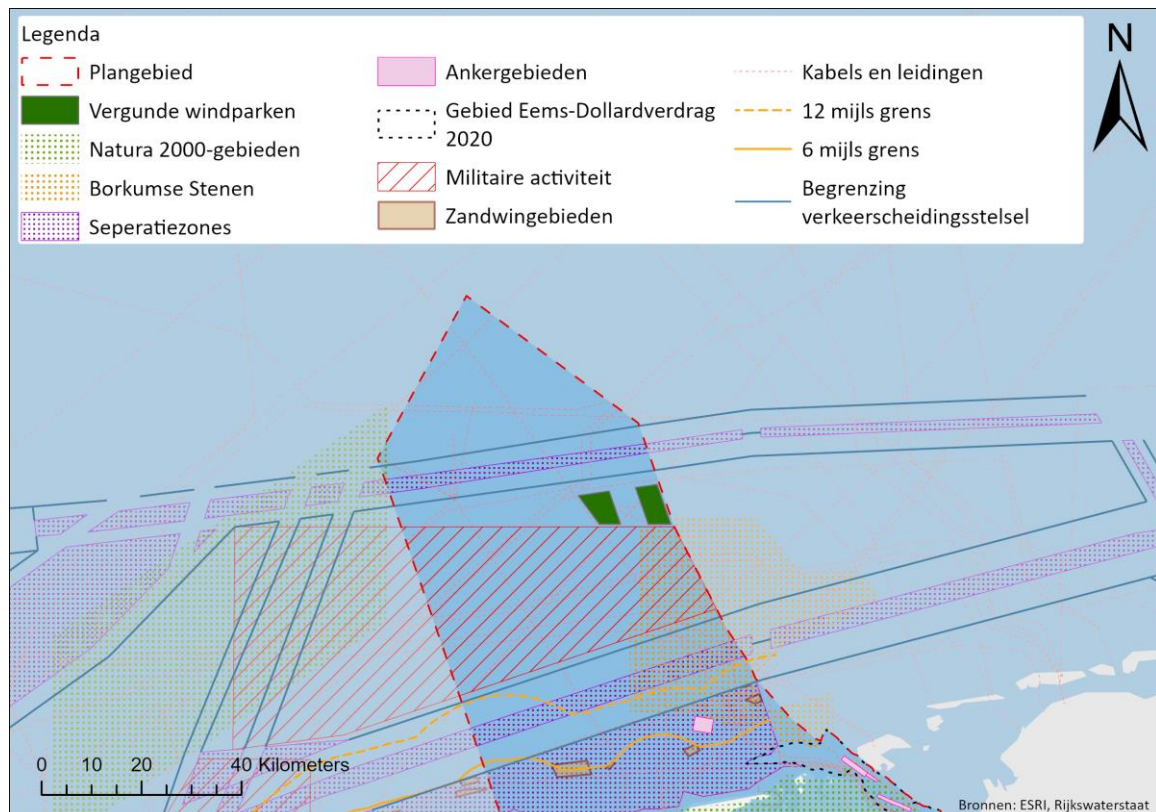
HUDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELINGEN

In een MER worden de effecten bepaald ten opzichte van een situatie in de toekomst, waarbij de het voornemen niet doorgaat. Dit is de situatie waarbij er geen kabelsystemen, leidingen en stations worden aangelegd om windparken op de Noordzee aan te sluiten op de Eemshaven. Dat wordt de referentiesituatie genoemd. De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie (hoe is het nu?) en alle ontwikkelingen waarvan al zeker is dat ze gaan plaatsvinden (wat gebeurt er in de toekomst?), de zogenoemde autonome ontwikkelingen. In dit MER is daarbij gekeken naar het zichtjaar 2040. In dit hoofdstuk staan de hoofdlijnen van de huidige situatie en autonome ontwikkelingen van PAWOZ. In de deelrapporten van het MER is per thema de bijbehorende huidige situatie en autonome ontwikkeling beschreven.

3.1 Huidige situatie op de Noordzee

In Afbeelding 3.1 staan de belangrijke waarden en functies op de Noordzee in het plangebied van PAWOZ.

Afbeelding 3.1 Huidige situatie op de Noordzee



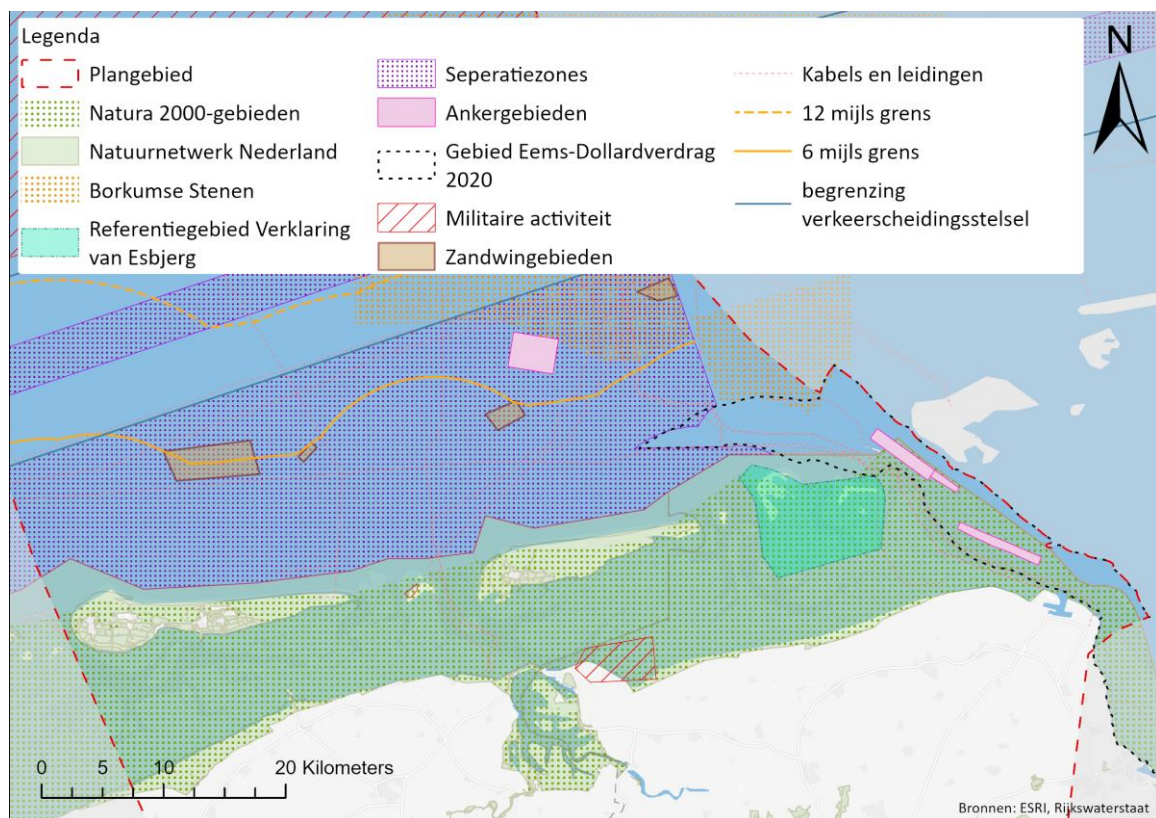
Het gedeelte van de Noordzee dat in het plangebied valt, wordt voor verschillende doeleinden gebruikt. Zo is er een militair oefengebied waar vliegtuigen en schepen schietoefeningen uitvoeren. Door het plangebied lopen twee belangrijke scheepvaartroutes en het gebied wordt gebruikt voor de visserij en de pleziervaart. Er liggen verschillende kabels en leidingen onder en over de zeebodem. Ook liggen er scheepswrakken en andere archeologische waarden verspreid op en in de zeebodem.

Ten westen, net buiten het plangebied, ligt het Natura 2000-gebied Friese Front. Dit is een beschermd natuurgebied met een hoge biodiversiteit en bodemleven door de overgang van ondiepe naar diepere wateren. Het gebied 'Borkumse Stenen' ligt in het oosten van het plangebied. De zeebodem in dit gebied ligt vol met restanten van vroegere gletsjers, zoals grind en grote stenen. Hierdoor is het een broedplaats voor bijzondere dieren. Daardoor heeft het een hoge biodiversiteit.

3.2 Huidige situatie van het Waddengebied

Dit MER gebruikt voor het Waddengebied de definitie uit de [Agenda voor het Waddengebied 2050](#) (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020). Dat betekent dat het Waddengebied bestaat uit het Natura 2000-gebied de Waddenzee (inclusief de Eems-Dollard), de Waddeneilanden, het Natura 2000-gebied de Noordzeekustzone grenzend aan de Waddeneilanden, en de kust van de provincies Noord-Holland, Fryslân en Groningen. Belangrijke waarden en functies van in het Waddengebied zijn weergegeven in Afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2 Huidige situatie in het Waddengebied



[Het Nederlandse Waddengebied](#) (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022) is in 2009 aangewezen als Natura 2000-gebied, waarmee het beschermd is onder de Omgevingswet. De Waddenzee is één van de laatst overgebleven, grootschalige, bij eb droogvallende, ecosystemen waar natuurlijke processen blijven werken. In en rondom de Waddenzee liggen meerdere diepe en ondiepe getij geulen.

De Waddenzee en de kustzone zijn relatief ondiep en hebben een vlakke kust. Er komen veel verschillende dieren en plantensoorten voor. Vanwege de unieke geologische en ecologische waarden is het Waddengebied in 2009 ook aangewezen als UNESCO werelderfgoed en is de [Outstanding Universal Value](#) (Wadden Sea World Heritage, n.d.) erkend.

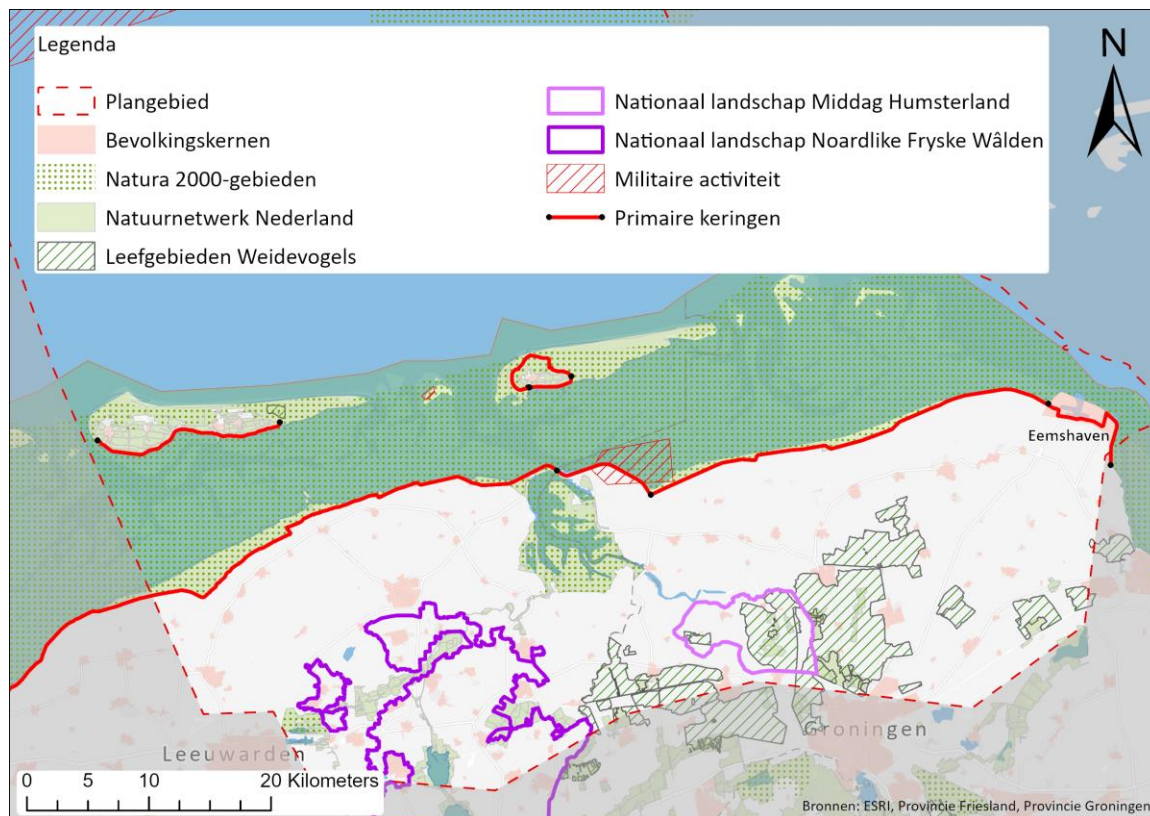
In het plangebied liggen verschillende vaargeulen die onder andere door de veerdiensten naar de Waddeneilanden (Ameland en Schiermonnikoog) worden gebruikt. Deze vaargeulen worden op diepte gehouden door baggervaartuigen. De Waddenzee wordt gebruikt door de beroepsvisserij en de pleziervaart. Er zijn wadlooproutes. Een deel van het militaire oefengebied Marnewaard ligt in het plangebied. Ook liggen er kabels op de zeebodem voor de energievoorziening, datakabels en water- en gasleidingen naar de Waddeneilanden.

Een onderdeel van het Waddengebied is de Eemsmonding. Dit is het gebied waar de rivier de Eems de Waddenzee en Noordzee instroomt. Hier liggen vaargeulen voor scheepvaart van bijvoorbeeld Emden of Delfzijl richting zee. Dit scheepsverkeer vaart met name via de Westereems. De grens van Nederland en Duitsland loopt door de Eemsmonding. Over hoe deze precies loopt verschillen Nederland en Duitsland al heel lang van mening. Om te zorgen voor een gemeenschappelijk beleid in dit gebied is er een verdrag opgesteld dat door beide landen is ondertekend. Hierin zijn tussen Nederland en Duitsland afspraken gemaakt over het gemeenschappelijk beheer en gebruik van het gebied. In dit verdrag staat dat Duitsland het bevoegd gezag is over scheepvaartveiligheid. De aanleg van kabelsystemen en leidingen heeft mogelijk effect op de scheepvaart. Daarom moet er een uitvoeringsvergunning Strom- und Schifffahrtpolizeiliche Genehmigung worden aangevraagd bij de Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS).

3.3 Huidige situatie op land

Het plangebied valt in het noordelijke deel van de provincies Fryslân en Groningen, met daarin de gemeenten Noardeast-Fryslân, Het Hogeland en de Eemsdelta. Woonkernen, zoals Dokkum, Pieterburen, Usquert, Uithuizen en Uithuizermeeden, liggen in het agrarisch gebied. De hoogwaardige landbouwgronden worden vooral gebruikt voor het telen van poot aardappelen. Verder landinwaarts liggen de gemeenten Westerkwartier, Dantumadiel en Tytsjerksteradiel. Afbeelding 3.3 geeft de belangrijke gebruiksfuncties en waarden op land weer.

Afbeelding 3.3 Huidige situatie op land



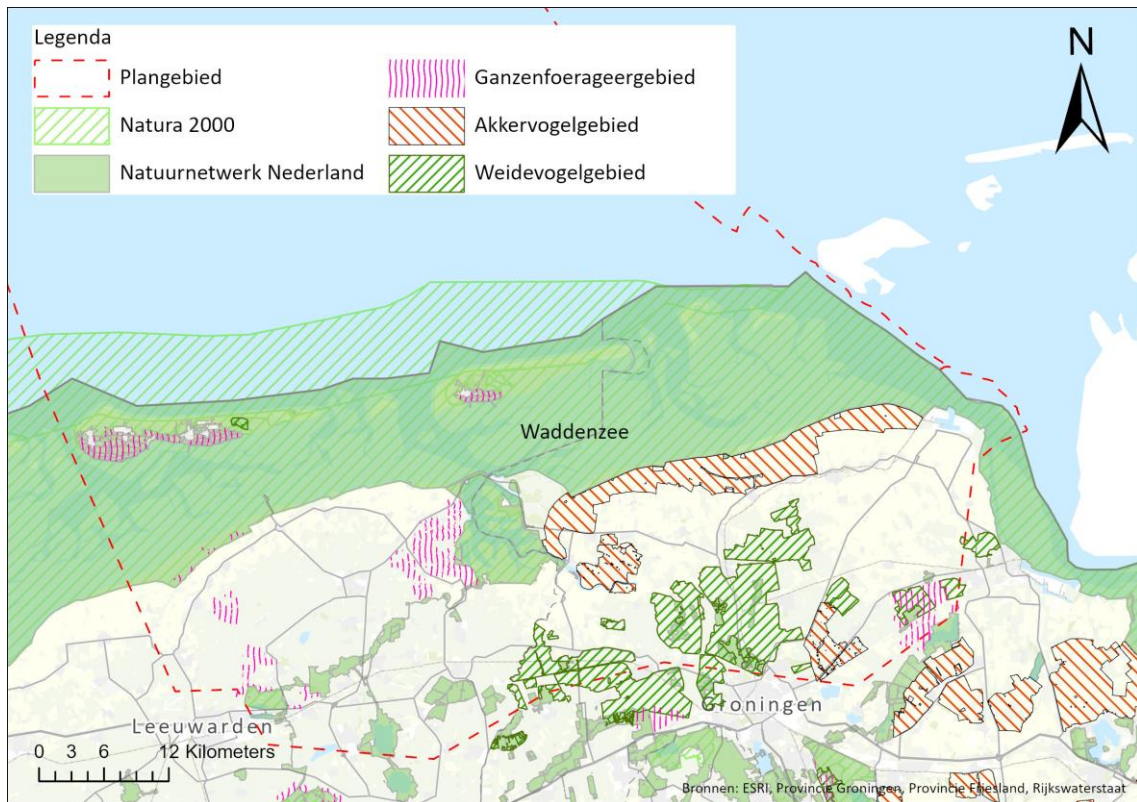
De Eemshaven is een belangrijke werklocatie in Noord-Groningen met veel bedrijvigheid. In de Eemshaven liggen bijvoorbeeld veerterminals, elektriciteitscentrales en datacentra. Zie voor een uitgebreide toelichting het tekstkader in paragraaf 1.2.

Het plangebied staat bekend om zijn natuur en cultuurhistorische landschap. Het Natura 2000-gebied Lauwersmeer ligt in het plangebied. Ook liggen er verschillende weidevogelgebieden en akkervogelgebieden waarvoor provinciale beschermingsregels gelden. In het plangebied ligt het Nationaal Landschap Middag-Humsterland. Dit Groningse landschap staat bekend om de archeologische waarden die er te vinden zijn, zoals een historisch sloten-, wegen en dijkenpatroon en oude zeedijken. Ook het Nationaal Landschap Noardlike Fryske Wâlden valt deels in het plangebied. In dit Friese coulisselandschap worden kleine weiden van elkaar gescheiden door houtwallen en heggen.

3.4 Natuurbescherming

In de vorige paragrafen zijn de natuurgebieden in het plangebied al genoemd en op de kaarten van de deelgebieden aangegeven. Omdat de natuurbescherming zo belangrijk is voor de effectbeoordeling van de routes en stations staan in Afbeelding 3.4 de Natura 2000-gebieden, gebieden van het natuurnetwerk Nederland (NNN), ganzenfoerageergebieden, akkervogelgebieden en weidevogelgebieden waar in het MER naar is gekeken.

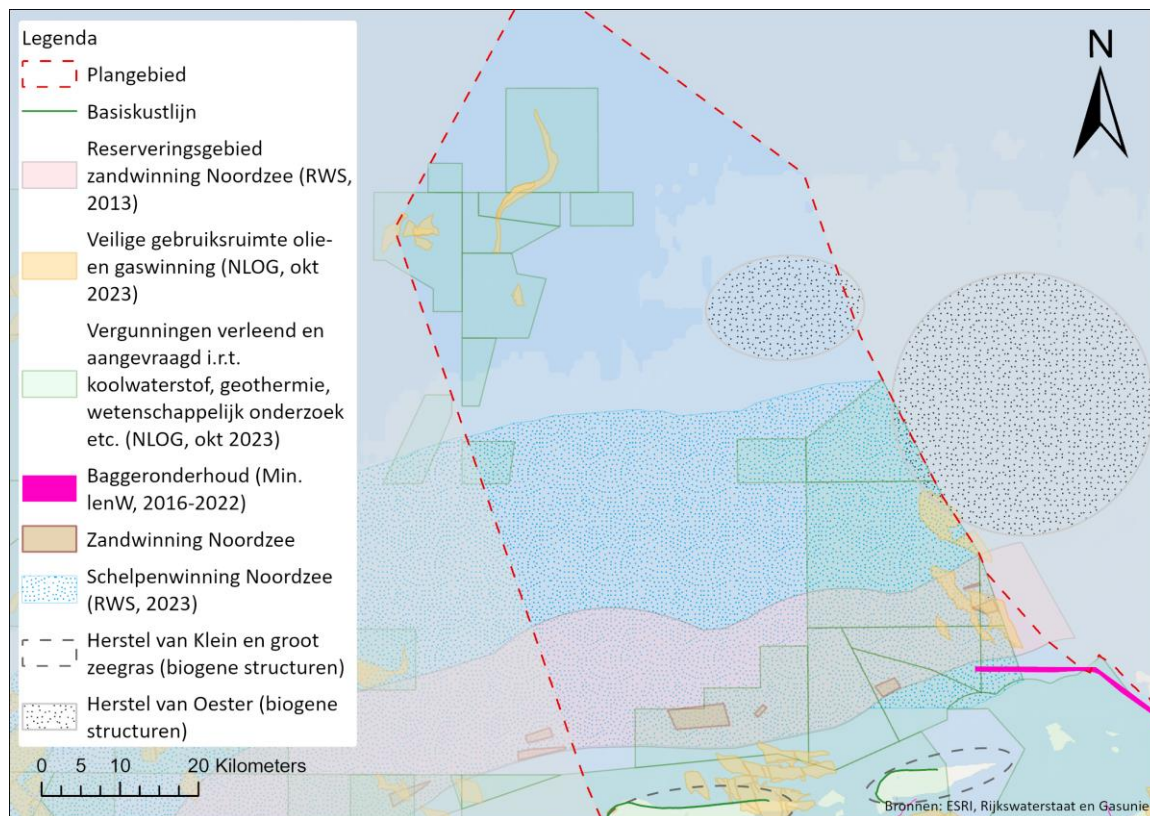
Afbeelding 3.4 Beschermde natuurgebieden in het plangebied



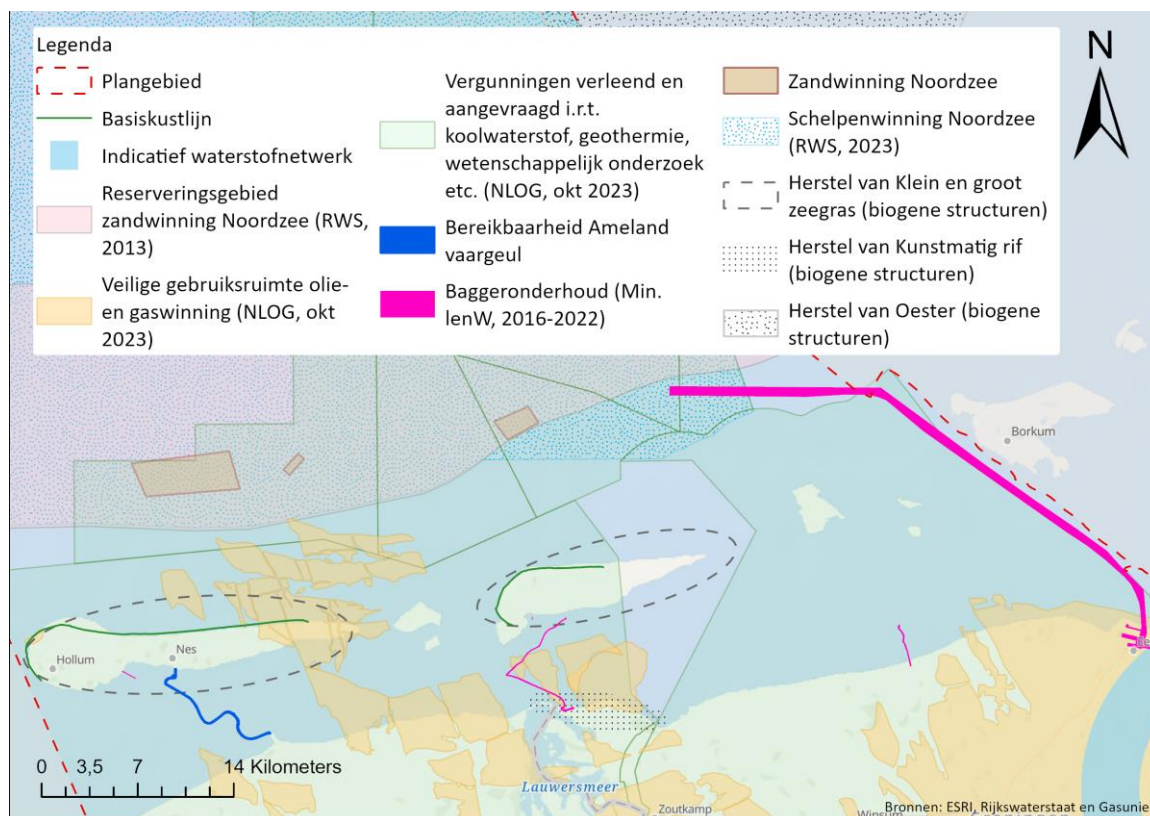
3.5 Autonome ontwikkelingen

Autonome ontwikkelingen zijn plannen en projecten waarover al een besluit is genomen, maar die nog niet zijn gerealiseerd. Deze gaan dus in de toekomst plaatsvinden. In de onderstaande kaarten en tabellen zijn de relevante autonome ontwikkelingen op de Noordzee, het Waddengebied en het vasteland beschreven. Relevante autonome ontwikkelingen hebben effecten op hetzelfde gebied of op dezelfde functies en beoordelingsaspecten als PAWOZ. In de deelrapporten is aangegeven hoe deze ontwikkelingen zijn meegenomen in de milieustudies. In PAWOZ zijn autonome ontwikkelingen meegenomen die bekend waren op de peildatum 2 februari 2024.

Afbeelding 3.5 Autonome ontwikkelingen op de Noordzee



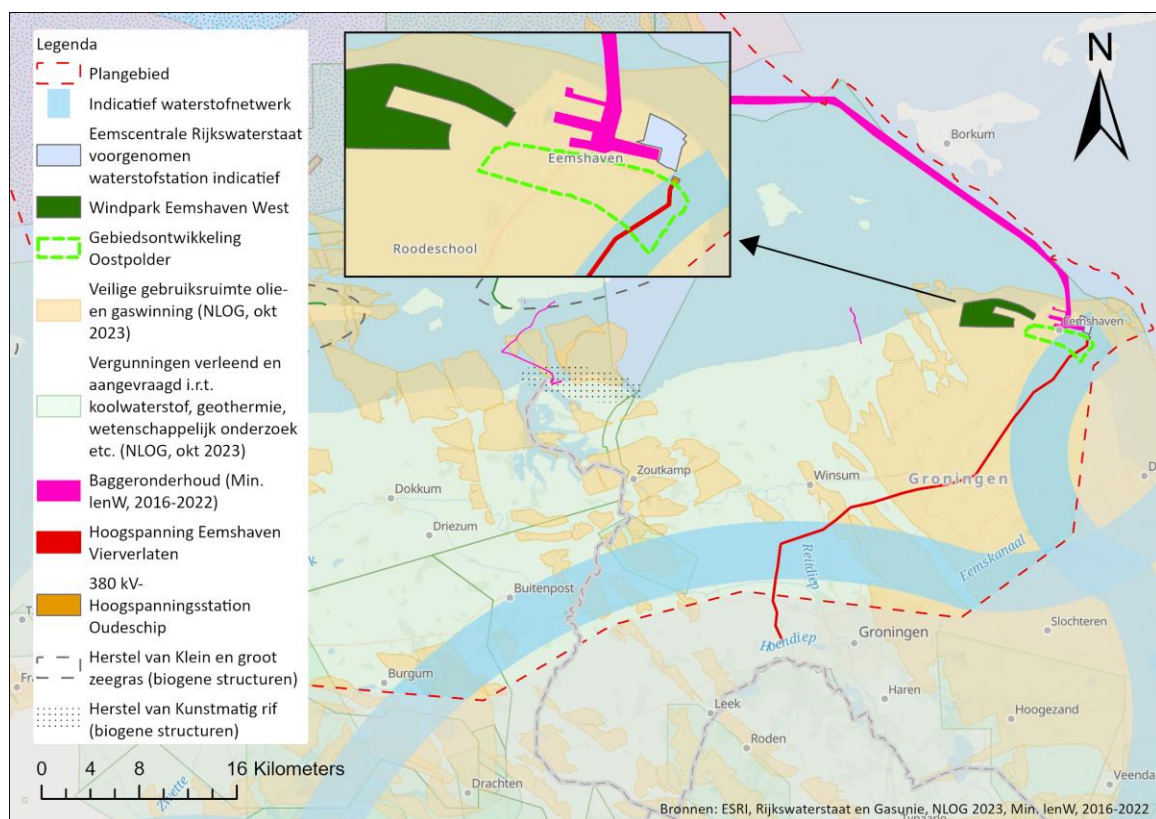
Afbeelding 3.6 Autonome ontwikkelingen in het Waddengebied



Tabel 3.1 Overzicht van de autonome ontwikkelingen op de Noordzee en in het Waddengebied

Ontwikkeling	Beschrijving
Wind op Zee	In 2018 was het doel om tot en met 2030 windenergiegebieden in gebruik te nemen voor een capaciteit van ongeveer 10,7 GW. In 2020 is de CO ₂ -reductiedoelstelling voor 2030 aangescherpt. Hierdoor heeft het kabinet begin 2022 aangegeven rond 2030 een capaciteit van ongeveer 21 GW te willen realiseren (bron). Het Kabinet Schoof heeft als ambitie opgenomen dat er in 2050 50 GW gerealiseerd moet zijn (bron).
Vervolgonderzoek bereikbaarheid Ameland 2030	Tijdens dit onderzoek is er onderzocht hoe Ameland na 2030 bereikbaar blijft. De focus van dat onderzoek lag op de veerverbinding en de aansluitende infrastructuur op het eiland en aan het vasteland. Het advies luidt om een verkenning te starten binnen het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT).
Zandwinning Noordzee	Het gebied zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m lijn en landwaarts van de 12-nautische mijlgrens is aangewezen als reserveringsgebied voor zandwinning. Binnen dit reserveringsgebied zijn nieuwe zoekgebieden voor zandwinning aangewezen.
Schelpenwinning Noordzee	Gespecialiseerde bedrijven winnen op de Noordzee schelpen uit sedimentlagen die voornamelijk bestaan uit de resten van afgestorven schelpdieren. Ze worden voor uiteenlopende doelen gebruikt, bijvoorbeeld in drainagesystemen en voor verharding van paden.
Veilige gebruiksruimte gas- en zoutwinning onder de Waddenzee	Onder de Waddenzee wordt gas en zout gewonnen. Binnen het plangebied vindt gaswinning plaats, onder andere door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM). De overheid stelt per locatie waar gas- of zoutwinning plaatsvindt een veilige gebruiksruimte vast waarbinnen de bodemdalingssnelheid als gevolg van de winning moet blijven. De gebruiksruimtes worden tenminste 5-jaarlijks bijgewerkt.
Basiskustlijn	Nederland heeft van nature een eroderende kust; er verdwijnt meer zand dan dat er wordt aangevoerd. Hierom is de basiskustlijn vastgesteld. Wanneer de kust op een locatie structureel achter de basiskustlijn ligt wordt de kust lokaal aangevuld met zand. Daarnaast wordt zand toegevoegd om het kustfundament mee te laten stijgen met de stijgende zeespiegel.
Baggeronderhoud	In de Waddenzee worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd om de geulen en havens op voldoende diepte voor de scheepvaart te houden. Sinds 2022 wordt er geen zand meer gewonnen in de Waddenzee.
Uitvoering van de 2 ^e tranche Programma Eems-Dollard 2050	Dit omvat verschillende projecten in de 2 ^e tranche van Programma Eems-Dollard 2050 die uitgevoerd worden vanaf 2021 zoals: de MIRTverkenning Eemshaven, de aanleg van de Brede Groene Dijk en de inrichting van de Kleine en Grote Polder.
Maatregelen verlagen troebelheid Eems-Dollard	De slibconcentratie in de Eems-Dollard is onnatuurlijk hoog. Lokaal kan het doorzicht sterk afnemen door deze extreem troebele condities. In het Programma Eems-Dollard 2050 (ED2050) en het Supplement Natura 2000-beheerplan wordt onderzocht en worden experimenten uitgevoerd om de troebelheid te verminderen.
Herstel van biogene structuren	De kwaliteit van de droogvallende platen en de voedselbeschikbaarheid voor vogels is afgenomen door mechanische schelpdiervisserij in het verleden. Daarnaast is het areaal zeegrasvelden in de Nederlandse Waddenzee sterk afgenomen. Hierdoor is het totaal aan biogene structuren op de droogvallende platen lager dan gewenst. In de komende jaren worden experimenten in de Waddenzee uitgevoerd die gericht zijn op het herstel van mosselbanken en zeegras.

Afbeelding 3.7 Autonome ontwikkelingen op land



Tabel 3.2 Overzicht van de autonome ontwikkelingen op land

Autonome ontwikkeling	Beschrijving
Windpark Eemshaven West	De ontwikkeling van een windpark ten westen van de Eemshaven. Gedeputeerde Staten hebben de ontwerpbesluiten in december 2023 vastgesteld.
Gebiedsontwikkeling Oostpolder	De provincie Groningen is van plan een gebied van 600 hectare bruto ten zuiden van de Eemshaven te ontwikkelen als het duurzame stopcontact van Nederland met een duurzaam, groen en innovatief bedrijventerrein. De definitieve beslissing over de gebiedsontwikkeling Oostpolder vindt naar verwachting plaats in de zomer van 2025.
380/110kV- hoogspanningstation Oostpolder door TenneT	In het meest oostelijke deel van de Oostpolder, grenzend aan de N33 en de Oude Tjariet, komt een 380/110kV hoogspanningsstation. TenneT gaat hier energie afkomstig van windmolens op zee omzetten voor verspreiding op het stroomnet. Naar verwachting wordt dit station in 2032-2034 gerealiseerd.
380 kV- hoogspanningsstation Oudeschip	Momenteel loopt er een onderzoek naar de uitbreiding van het hoogspanningsstation Oudeschip. De plannen zijn om 2,7 GW extra vermogen voor de aansluiting van PAWOZ en een extra klantaansluiting toe te voegen. De uitbreiding is naar verwachting medio 2026 gereed.
Elektrolyser Eemshaven (Eemshydrogen)	RWE wilt een elektrolyser voor de productie van groene stroom realiseren in de Eemshaven. De omgevingsvergunning is op 5 juli 2022 door de provincie Groningen afgegeven. De productie van waterstof zou naar verwachting kunnen beginnen in 2025.
Ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland door de Gasunie	Gasunie-dochter HyNetwork Services (HNS) ontwikkelt het nationale waterstofnetwerk. Vanaf 2025 worden gefaseerd de vijf grote industriële clusters met elkaar, de waterstofopslag en het buitenland verbonden. Ongeveer 80 % van het waterstofnetwerk wordt ontwikkeld door hergebruik van bestaande aardgasleidingen; de overige 20 % wordt nieuw aangelegd. Aan de oostkant van het plangebied (Oostpolder richting Veendam en zuidelijker) wordt het Waterstofnetwerk Noord Nederland ontwikkeld. Het gaat om de aanleg van een waterstofleiding waar de oostelijk gelegen waterstofroutes van PAWOZ op aansluiten. De westelijke PAWOZ-waterstofroutes sluiten aan op het voorziene Wieringermeer-Groningen tracé van het Waterstofnetwerk Nederland (bron: https://www.hynetwork.nl/kennisbank/artikel/uitrolplan).

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. Dit hoofdstuk beschrijft de hoofdlijnen van het elektriciteitsnet, het waterstofnetwerk, en het tunnelsysteem. Een uitgebreidere toelichting van het voornemen en de aanlegtechnieken staat in de Notitie Routeontwikkeling in Bijlage II.

Kabelsystemen en leidingen, wat is het verschil?

Windparken op zee genereren veel energie. Die energie moet naar land worden gebracht. Dit kan met kabelsystemen, of, als de stroom op zee wordt omgezet naar waterstof, via leidingen. Naast het verschil in de vorm van energie die kabelsystemen en leidingen transporteren, zijn er ook fysieke verschillen.

Kabelsystemen: De energie wordt getransporteerd in de vorm van elektriciteit. Er zijn twee soorten kabelsystemen die grote hoeveelheden elektriciteit kunnen transporteren: 700 MW wisselstroom (AC) en 2 GW gelijkstroom (DC).

- een AC-kabelsysteem op zee bestaat uit twee wisselstroom 220 kV kabelcircuits met een diameter van elk circa 30 cm. Ieder AC-kabelsysteem op zee bevat drie aders (fasen) per kabelcircuit en een glasvezelverbinding;
- een DC-kabelsysteem op zee bestaat uit één kabelcircuit (bundel) met vier kabels: drie aparte aders met een diameter van elk circa 20 cm: een pluspool-kabel (+525 kV), een minpool-kabel (-525 kV), een metallic return en een glasvezelverbinding;
- een AC- of DC-kabelsysteem op land bestaat uit dezelfde onderdelen als het AC- of DC-kabelsysteem op zee. Een DC-kabelsysteem wordt op land niet gebundeld aangelegd;
- AC-kabelsystemen tussen een transformator-/converterstations en hoogspanningsstations worden niet gebundeld aangelegd.



AC-kabelsysteem op zee



DC-kabelsysteem op zee

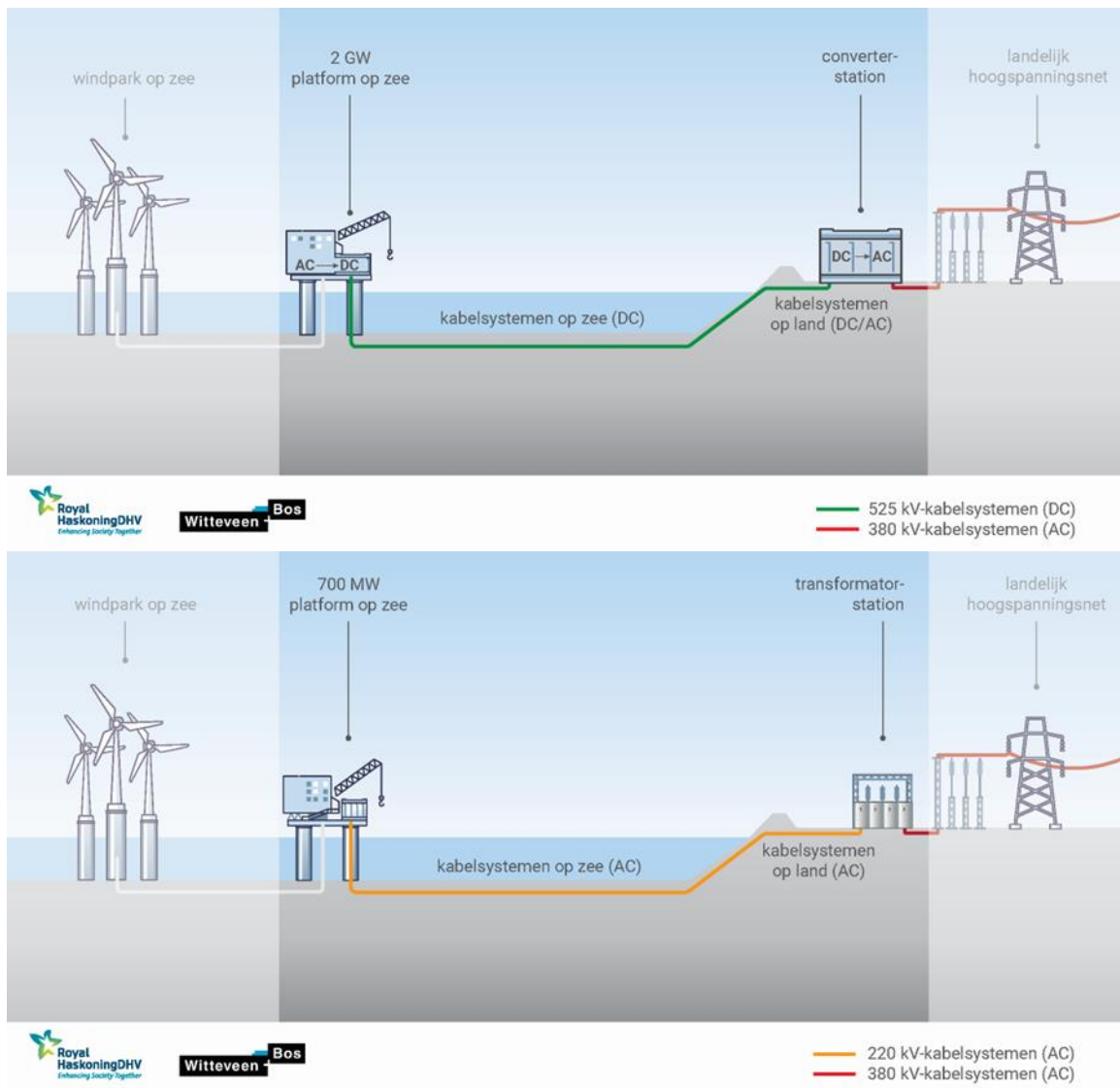
Leidingen: De energie wordt getransporteerd in de vorm van waterstofgas onder hoge druk. PAWOZ gaat uit van leidingen met een diameter van 48 inch. Om de druk aan te kunnen, worden stalen leidingen gebruikt. Deze leidingen zijn beperkt buigbaar. Hierdoor is meer ruimte nodig om een bocht te kunnen maken dan bij kabelsystemen.

4.1 Elektrische verbindingen

De elektrische verbinding voor PAWOZ bestaat uit kabelsystemen en de bijbehorende stations. Dat zijn de platforms op zee bij TNW en DDW en de transformator- of converterstations op land. De onderzoekopgave voor PAWOZ bestaat uit twee wisselstroom (AC)-verbindingen van 220 kV (350 MW) en vijf gelijkstroom (DC)-verbindingen van 525 kV (2 GW). Beide soorten verbindingen staan in Afbeelding 4.1.

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



Tabel 4.1 Verschil tussen AC- en DC-verbindingen

Onderdelen elektrische verbinding	AC-verbinding	DC-verbinding
Platform op zee	Platform met transformator	Platform met converter
Kabelsystemen op zee	2 kabelsystemen van 350 MW	1 kabelsysteem van 2 GW
Kabelsystemen op land	2 kabelsystemen van 350 MW	1 kabelsysteem van 2 GW
Station op land	Transformatorstation	Converterstation

4.1.1 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

Een platform wordt aangelegd met schepen. Eerst worden stenen op de zeebodem aangebracht ('scour protection'). Dan wordt de onderconstructie ('jacket') geplaatst en met verankeringspalen geïnstalleerd op de bodem. Daarop wordt de transformator of converter ('topside') neergezet.

4.1.2 Kabelsystemen op zee

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 blootspoelen. Voor kabelsystemen op de Noordzee is het uitgangspunt dat ten alle tijde minimaal 1 meter gronddekking (zeebodem) op de kabelsystemen aanwezig is. Voor het Waddengebied zijn de benodigde begraafdieptes berekend in een begraafdieptestudie. Deze studie is een bijlage bij de Notitie Routeontwikkeling (Bijlage II). Het principe 'bury and would like to forget' leidt voor de routes in het Waddengebied tot een grote begraafdiepte.

Een alternatief op 'bury and would like to forget' is 'bury and maintain'. TenneT heeft voor de COBRA-kabel en Borssele-kabels onderzocht hoe vaak kabelsystemen moeten worden herbegraven bij het principe 'bury and maintain'. Uit die onderzoeken blijkt, dat de maatschappelijke levenscycluskosten (geld, milieu, overlast) groter zijn bij 'bury and maintain' dan 'bury and would like to forget'. Dit bleek zelfs nog voordat het grotere risico op schade aan de kabelsystemen bij ondiep begraven was meegenomen in deze kosten. Het herbegraven van kabelsystemen is niet eenvoudig. Ook kunnen kabelsystemen minder diep worden herbegraven dan wanneer de kabelsystemen meteen zo diep als nodig worden begraven. Daarom zullen de kabelsystemen bij een 'bury and maintain' beleid vaak moeten worden herbegraven. Dit leidt volgens TenneT tot hogere maatschappelijke levenscycluskosten. Ook is voor TenneT de bedrijfszekerheid van het net op zee, en daarmee het vermijden van kosten bij het niet in bedrijf zijn van een verbinding, een belangrijk argument om het principe 'bury and would like to forget' toe te passen.

Er zijn verschillende kabelinstallatietechnieken voor op zee, de ondiepere geulen en de droogvallende wadplaten. Deze zijn in het kader toegelicht. Foto's van alle aanlegtechnieken zijn te vinden in de Notitie Routeontwikkeling. 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.

Kabelinstallatietechnieken op zee

Diepwater-trencher

Bij voldoende waterdiepte wordt een kabelinstallatieschip gebruikt. Het schip kan met ankers of door dynamische positionering op zijn plaats worden gehouden. Er zijn meerdere apparaten waarmee kabels in de zeebodem kunnen worden begraven. Ploegen en jetters worden achter een schip of ponton aan over de bodem gesleept. Een onderwater-trencher is een onderwaterrobot die wordt bestuurd vanaf een schip. De trencher beweegt zich over de neergelegde kabel en graaft deze in, of de kabel wordt vanaf een ponton of kabellegschip direct in de trencher geleid. Om de kabel de grond in te krijgen, kan de zeebodem met waterjets (stralen) worden gefluïdiseerd (verweekt) of mechanisch open worden gefreesd.

Installatie in diepere geulen met de Vertical Injector

Een Vertical Injector is een kabelbegrafaapparaat waarmee kabels tot relatief grote diepte in het zeebed kunnen worden begraven. De Vertical Injector staat op een ponton of een vaartuig. Een Vertical Injector bestaat uit een relatief lang metalen 'zwaard' dat door de grond wordt getrokken terwijl het de kabel met zich mee de grond in trekt. Die zwaarden kunnen de zeebodem verweken met behulp van waterjets, trillingen of mechanisch ontgraven. Een ploeg heeft een kleiner zwaard dan een Vertical Injector, waarbij dat zwaard op een soort slede is gemonteerd. Door de ploeg door de grond te trekken wordt de kabel begraven. Ploegen kunnen waterjets hebben of mechanische ontgraving. Bij installatie met een ploeg kan de kabel vooraf op de zeebodem worden gelegd of tegelijkertijd worden aangevoerd vanaf een ponton of vaartuig.

Baggeren

Er zijn delen van de routes waar onvoldoende waterdiepte is voor een kabelinstallatievaartuig. In dat geval kan eerst gebaggerd worden om een geul voor het installatievaartuig te maken. Er zijn ook delen van de routes waar de vereiste ingraafdiepte van de kabel te groot is voor specifiek kabel-ingraafmaterieel. In dat geval wordt eerst een geul gebaggerd tot een diepte waarna de kabel-ingraafmachine de kabel tot op de juiste diepte kan ingraven.

Installatie op het Wad

Op het ondiepe Wad en bij niet al te diepe geulen kan de kabel worden begraven met een speciale wad-ingraafmachine, een 'wadtrencher'. Dit is een machine die op rupsbanden over het wad voortbeweegt. De machine brengt de vooraf gelegde kabel op diepte met een 'zwaard'. Het ingraven kan met waterjets, trillingen of mechanisch ontgraven. Eerst wordt het kabelsysteem op het Wad gelegd met behulp van een droogvallend ondiep stekend ponton of met een voertuig op rupsbanden.

Kruisingen met bestaande kabels en leidingen

Er zijn verschillende technieken om bestaande kabels en leidingen te kruisen. Welke techniek uiteindelijk wordt toegepast, is afhankelijk van de lokale situatie en van afspraken tussen TenneT en de eigenaar van de te kruisen kabel of leiding.

Kabelmoffen

Kabelsystemen kunnen doorgaans met een lengte van 40 km worden getransporteerd. Om langere afstand te overbruggen, worden zogenaamde moffen gebruikt om twee kabeldelen met elkaar te verbinden. Op de zeebodem wordt een mofput gebaggerd, waar de mof in wordt geplaatst.

4.1.3 Kabelsystemen op land

Waar de kabelsystemen van zee 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 horizontaal gestuurde boring (hierna: HDD-boring). Deze zijn in het kader toegelicht.

Kabelinstallatietechnieken op land

Open ontgraving

Uitgangspunt is dat de kabelsystemen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Dit is de aanlegtechniek waarbij een sleuf wordt gegraven, waar de kabelsystemen in worden gelegd. Hierbij kan bemaling worden toegepast om de sleuf droog te houden.

HDD-boring

Waar onvoldoende ruimte is of grote schade wordt verwacht, worden de kabelsystemen met een HDD-boring aangelegd. Primaire keringen worden gekruist met een HDD-boring. Bij een HDD-boring vinden werkzaamheden plaats ter hoogte van het in- en uittredepunt. De installatie bestaat uit drie stappen: 1) bij het intredepunt wordt de booropstelling neergezet. 2) de boring wordt uitgevoerd en de mantelbuizen worden erin getrokken. De mantelbuizen moeten vooraf als één gehele streng aan de uittredezijde zijn uitgelegd. 3) De kabels worden door de mantelbuizen getrokken.

4.1.4 Transformatorstation of convertorstation

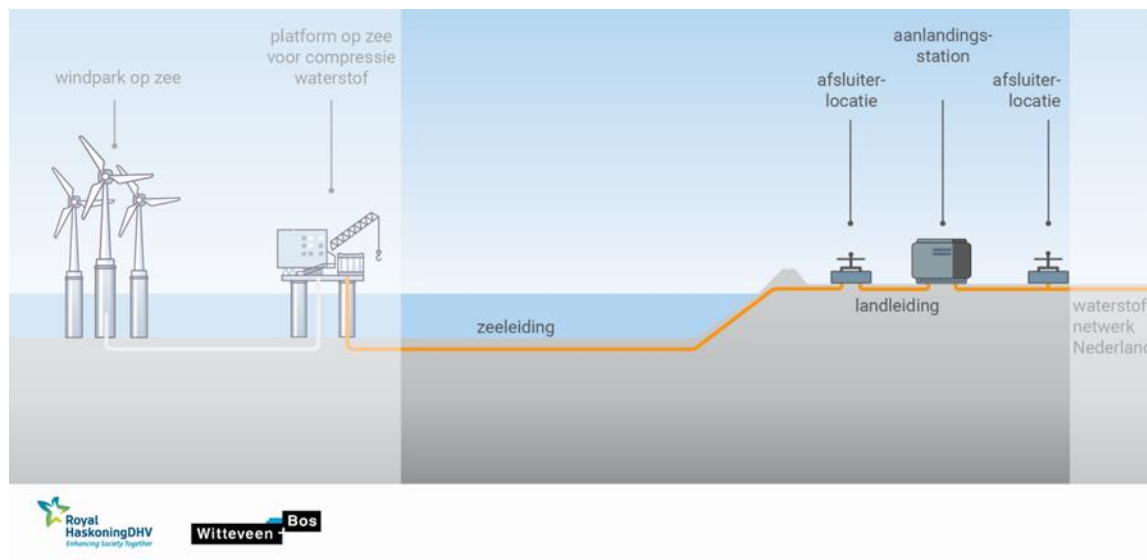
Voordat de kabelsystemen op land kunnen worden aangesloten op het landelijke hoogspanningsnet moet de spanning worden getransformeerd naar 380 kV wisselspanning. Dat gebeurt in een transformatorstation. In het geval van een DC-verbinding betekent dit dat deze eerst nog moet worden geconverteerd (van DC naar AC). Dit gebeurt in een converterstation. In PAWOZ zijn 3 locaties voor transformator- of converterstations onderzocht: zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg), zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg) en zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder.

4.2 Waterstofverbindingen

De waterstofverbinding voor PAWOZ op zee en land bestaat uit leidingen en de bijbehorende stations, zoals weergegeven in Afbeelding 4.2. 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 4.2 Schematische weergave van een waterstofverbinding



4.2.1 Platforms 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.

Uitgangspunt is dat de benodigde infrastructuur op zee voor het ontsluiten van TNW, uiterlijk in 2033 gereed is ([Kamerbrief "Update aanvullende routekaart wind op zee"](#) (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2024b)). Het platform op zee voor een waterstofverbinding vanuit TNW is geen onderdeel van PAWOZ. Dit platform wordt onderzocht in het kavelbesluit van TNW.

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

4.2.2 Leidingen op zee

Uitgangspunt voor PAWOZ zijn nieuwe leidingen met een diameter van 48 inch. Voor de aanleg van leidingen op de Noordzee en het Waddengebied is het uitgangspunt om de leidingen in één keer voldoende diep te begraven, zodat ze niet blootspoelen. 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.

Leidinginstallatietechnieken op zee

Diepwater en diepere geulen

Bij voldoende waterdiepte (minimaal 7 meter) wordt een pijpenlegschip en begraafmaterieel gebruikt. Het schip kan met ankers of door dynamische positionering op zijn plaats worden gehouden. De leiding wordt eerst op de zeebodem neergelegd en dan begraven. Voor het in de zeebodem begraven van de leiding kunnen ploegen of wegsputten van de onderliggende grond of mechanische graafarmen worden gebruikt. De ploegen en jetters worden achter een schip of ponton aan over de bodem gesleept.

Baggeren

Er zijn delen van de routes waar onvoldoende diepgang is voor een pijpenlegschip. In dat geval moet eerst gebaggerd worden om een geul voor het installatievaartuig te maken. Er zijn ook delen van de routes waar de vereiste ingraafdiepte van de leiding te groot is voor het ingraafmaterieel. In dat geval wordt eerst een geul gebaggerd tot op de juiste diepte voor het ingraven van de leiding.

Installatie op het Wad

Op het ondiepe Wad en bij niet al te diepe geulen kan geen pijpenlegschip worden gebruikt. Daar wordt open ontgraving toegepast. De open ontgraving is de meest toegepaste methode voor de aanleg van leidingen op land. In ondiep water en wadplaten moet een constructie zoals trenchboxen of graafschotten worden gebruikt, om de sleufwanden te stabiliseren. Ook wordt de inzet van meerdere HDD's van een natte omgeving naar een natte omgeving onderzocht. Deze toepassing van HDD's is minder gebruikelijk en daarmee innovatief te noemen.

Kustkruisingen

Voor de kruising van de kust wordt een horizontaal gestuurde boring (HDD) toegepast van droog naar nat. Er is veel ervaring met HDD's van land naar land (leidingen voor het kruisen van (water)wegen bijvoorbeeld) of van land naar zee voor het kruisen van zeeweringen. Indien het kruisen met een HDD niet mogelijk is wordt naar de toepassing van segmenttunnels gekeken. Daarvoor is een groot werkterrein nodig. De aanleg van een segmenttunnel is complex en wordt alleen gebruikt als er geen alternatieve aanlegmethodes mogelijk zijn.

Kruisingen met bestaande kabels en leidingen

Er zijn verschillende technieken om bestaande kabels en leidingen te kruisen. Welke techniek uiteindelijk wordt toegepast, is afhankelijk van de lokale situatie en van afspraken tussen Gasunie en de eigenaar van het kabelsysteem of leiding.

4.2.3 Leidingen 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).

Leidinginstallatietechniek op land

Open ontgraving

Uitgangspunt is dat de leidingen op land worden aangelegd met een open ontgraving. Dit is de aanlegtechniek waarbij een sleuf wordt gegraven, waar de leidingen in worden gelegd. Hierbij kan bemaling worden toegepast om de sleuf droog te houden.

HDD-boring

Waar onvoldoende ruimte is of aanzienlijke effecten worden verwacht door open ontgraving, wordt een perstechniek of HDD-boring gebruikt. Het gaat dan om de kruising met primaire keringen, watergangen, bossen, spoor, snelwegen en provinciale wegen, overige waterstaatswerken, natuurgebieden, buisleidingen, hoogspanning, kabels en leidingen en archeologisch waardevolle gebieden.

4.2.4 Aanlandingsstations en afsluiterlocaties

In PAWOZ zijn 26 locaties voor waterstof aanlandingsstations met een oppervlakte van 2 ha onderzocht. 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.

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.

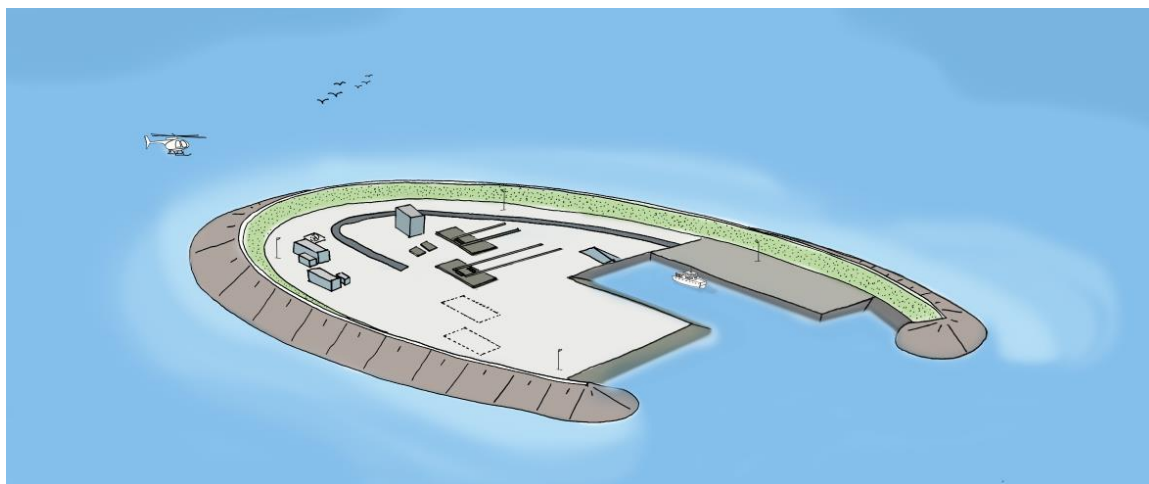
4.3.1 Intredepunt Noordzee

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. De kabelsystemen en leidingen van verschillende windparken worden met conventionele technieken aangelegd en komen samen bij het intredepunt op de Noordzee. Vanaf het intredepunt gaan ze via tunnelbuizen naar het vasteland. Afbeelding 4.3 geeft een impressie van het intredepunt op de Noordzee weer.

Aanleg intredepunt

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

Afbeelding 4.3 Artistieke impressie intredepunt van het tunnelsysteem (geen ontwerp)



4.3.2 Tunnelbuizen

Het tunnelsysteem heeft een lengte van ongeveer 26 km en ligt vanaf het intredepunt op de Ballonplaat in een rechte lijn naar 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. Uit de NRO blijkt dat het combineren van kabelsystemen en leidingen in één tunnelbuis te grote risico's met zich meebrengt. Daarom is gekozen voor een tunnelsysteem met meerdere tunnelbuizen (multi-tube) waarbij één energiedrager per tunnelbuis loopt. De aanlegwerkzaamheden zijn in het kader toegelicht.

In eerste instantie wordt ervan uitgegaan dat er drie tunnelbuizen worden gemaakt, voor de ontsluiting van de windparken DDW en TNW met twee 2 GW DC-kabelsystemen en één leiding. Deze drie tunnelbuizen worden geboord vanuit twee schachten. Later kunnen nog meer schachten en tunnelbuizen worden geboord voor toekomstige kabelsystemen en leidingen. Uitgangspunt is dat er maximaal vier extra tunnelbuizen worden gebouwd voor nog eens drie kabelsystemen en één leiding. Hierdoor komt het totaal op maximaal zeven tunnelbuizen.

Aanleg tunnel

Nadat het intredepunt is gerealiseerd worden zowel bij het intredepunt als bij het aanlandingspunt twee schachten met combiwanden gebouwd voor de eerste drie tunnelbuizen. Vanuit deze schachten kunnen tunnelbuizen op diepte worden geboord. De tunnelbuizen worden vanaf twee zijden geboord: vanaf het intredepunt en het aanlandingspunt. De bouw van de schacht en het boren van de eerste tunnelbuizen bij het aanlandingspunt Eemshaven, vindt op vergelijkbare wijze plaats als op het intredepunt. Voor de aansluiting van toekomstige windparken kunnen de volgende twee schachten en vier tunnelbuizen worden gemaakt.

4.3.3 Aanlandingspunt op land

In of nabij de Eemshaven komt het tunnelsysteem weer bovengronds. Voor het aanlandingspunt zijn drie zoekgebieden onderzocht: Eemshaven, Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven. In het onderzoek is uitgegaan van een tijdelijk werkterrein van ongeveer 300 x 400 m, maar dit moet later nog verder uitgewerkt worden. In de Eemshaven worden de kabelsystemen aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet. De leidingen worden in of in de buurt van de Eemshaven aangesloten op het Waterstofnetwerk Nederland.

ROUTES EN STATIONS

In de NRD zijn de routes voor kabelsystemen en leidingen vastgesteld die in PAWOZ zijn onderzocht. Om de onderzoeken naar de effecten goed uit te kunnen voeren, is begonnen met het uitwerken van deze NRD-routes in de Notitie Routeontwikkeling. Dit is gedaan in een multidisciplinair projectteam. In dit team zaten experts van TenneT en Gasunie en ecologen, morfologen, mer-specialisten, juridische adviseurs en technische specialisten van de adviesbureaus. In het route-ontwikkelingsproces heeft dit multidisciplinaire projectteam voor elke route een 'robuust ontwerp' gemaakt.

In het route-ontwikkelingsproces zijn een aantal routes afgefallen (getrechterd), omdat is vastgesteld dat deze routes niet-uitvoerbaar of niet-vergunbaar zijn. Andere routes zijn geoptimaliseerd. De doorlopen stappen van het route-ontwikkelingsproces, de trechtering en de optimalisaties zijn beschreven in Hoofdstuk 2, paragraaf 2.3.

In de volgende paragraaf zijn eerst de belangrijkste uitgangspunten voor de routes opgesomd. Daarna is het resultaat van het route-ontwikkelingsproces gegeven. In de daarop volgende paragrafen zijn de routes en stations beschreven die in het MER zijn getoetst. De afgefallen routes zijn in dit hoofdrapport van het MER niet uitgewerkt. De Notitie Routeontwikkeling (Bijlage II) beschrijft de afgefallen routes wel.

5.1 Uitgangspunten routeontwikkeling

Het ministerie van Klimaat en Groene Groei, TenneT en Gasunie hebben uitgangspunten geformuleerd voor het bepalen van de routes met een robuust ontwerp. De belangrijkste uitgangspunten zijn hieronder opgesomd. Overige technische uitgangspunten staan in de Notitie Routeontwikkeling (Bijlage II).

- de routes die in PAWOZ zijn onderzocht zijn grotendeels overgenomen uit drie voorstudies en de daarop binnengekomen reacties. Dit zijn de studies: 'Net op Zee Ten Noorden van de Waddeneilanden' ([NOZ TNW](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)), 'Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030' ([VAWOZ 2030](#) (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023)) en '[Onderzoek Innovatie Doorkruising Waddengebied](#)' (Royal HaskoningDHV, 2021);
- voor de kabelsystemen en leidingen is op de Noordzee 1 meter dekking aanwezig. Voor het Waddengebied zijn de benodigde begraafdieptes berekend in begraafdieptestudies. Deze studies zijn bijlages bij de Notitie Routeontwikkeling;
- er wordt maximaal één kabelsysteem en één leiding per jaar aangelegd;
- de maximale configuratie is het aantal kabelsystemen en leidingen dat technisch in de corridor zou moeten passen. Dit is gebaseerd op de onderlinge afstanden tussen kabelsystemen en leidingen zoals die door TenneT en Gasunie zijn bepaald. Dit is vastgelegd in bijlagen van de NRO;
- primaire waterkeringen en de Waddeneilanden worden ondergronds gepasseerd met HDD-boringen;
- de maximale onderzoekopgave is zeven kabelsystemen voor 10,7 GW en drie leidingen voor 36-42 GW;
- de Waddenzeeroutes voor kabelsystemen sluiten aan op een route over het vasteland richting een aansluitpunt op het landelijke hoogspanningsnet in de Eemshaven;
- de routes voor leidingen sluiten aan op het Waterstofnetwerk Nederland en op het Waterstofnetwerk Groningen. Aansluitpunten liggen in de Eemshaven en tussen Grijpskerk en Tjuchem.

Waarom zeven kabelsystemen en drie leidingen?

De onderzoeksopgave van zeven kabelsystemen is als volgt bepaald:

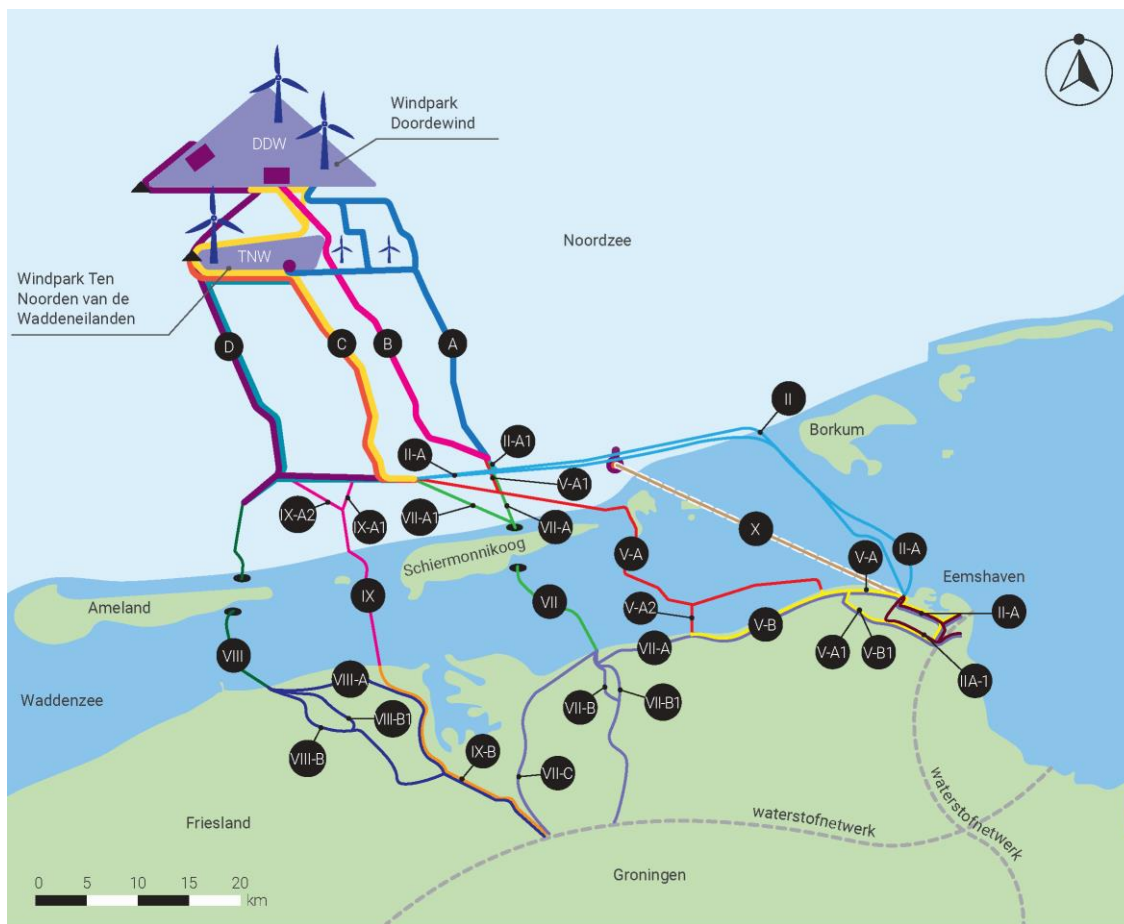
- het kunnen aansluiten van DDW met 2 kabelsystemen van 2 GW (DC);
- het indien nodig aansluiten van TNW met 2 kabelsystemen van 350 MW (AC);
- inschatting door TenneT van de maximale toekomstige extra vraag en beschikbare transportcapaciteit op land in de omgeving van de Eemshaven van nog eens 6 GW (3 x 2 GW DC-kabelsystemen). Dat kan onder de voorwaarde dat er voldoende lokale/regionale vraag is naar elektriciteit en onder voorwaarde van de realisatie van het 380 kV hoogspanningsstation Eemshaven Oostpolderweg met bijbehorende infrastructuur. Dit zijn dus in totaal zeven kabelsystemen, waarvan vijf 2 GW gelijkstroom (DC)-verbindingen en twee 350 MW wisselstroom (AC)-verbindingen.

De onderzoeksopgave voor drie leidingen komt voort uit een inschatting van Gasunie over de maximale aanlanding van 36 - 42 GW waterstof en een verwacht transportvermogen van 12 tot 14 GW per leiding.

5.2 Resultaat route-ontwikkelingsproces

Afbeelding 5.1 geeft de routes weer die in het MER zijn onderzocht. Dit is het resultaat van het route-ontwikkelingsproces. Op de kaart staan de routenummers (zoals A, II, et cetera) 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 5.1 is ook van toepassing de andere afbeeldingen in dit hoofdstuk.

Afbeelding 5.1 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde 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

5.3 Noordzee

Er zijn drie platformlocaties en vier verschillende routes op de Noordzee onderzocht.

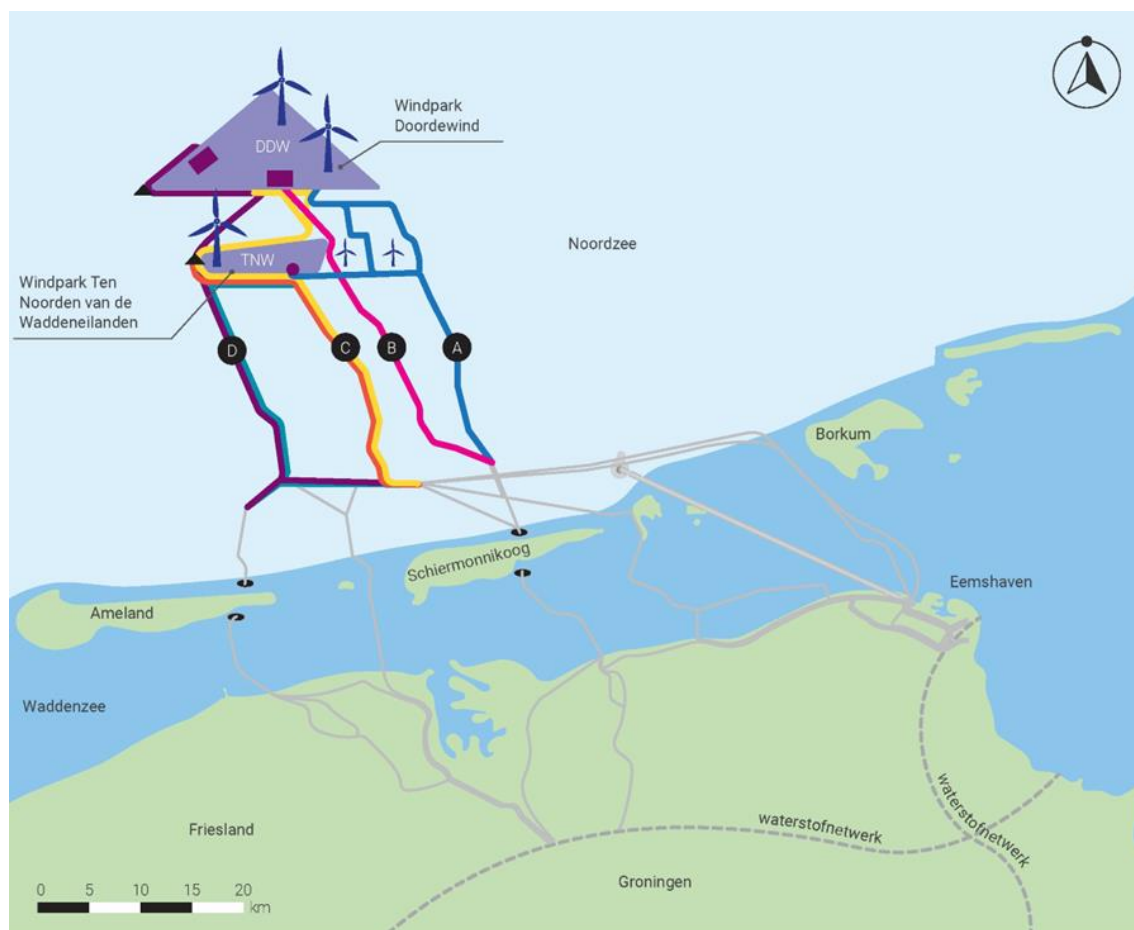
5.3.1 (zoekgebieden) Platforms

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 5.2 als twee paarse blokken en één paarse stip.

5.3.2 Noordzeeroutes

Er zijn vier routes op de Noordzee onderzocht. De routes staan in Afbeelding 5.2. 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 5.2 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes op de Noordzee



In Tabel 5.1 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 de windpark DDW. De twee meest westelijke Noordzeeroutes C en D zijn ook onderzocht voor waterstofverbindingen met het startpunt in windpark TNW.

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.

Voor waterstofverbindingen starten de routes ten westen van windgebied TNW of vanaf het demarcatiepunt PAWOZ en pVAWOZ. Hierom is een waterstofverbinding langs Noordzeeroutes A of B, de meest oostelijke routes, geografisch gezien niet logisch.

Tabel 5.1 Overzicht van de onderzochte routes door de Noordzee na optimalisatie

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

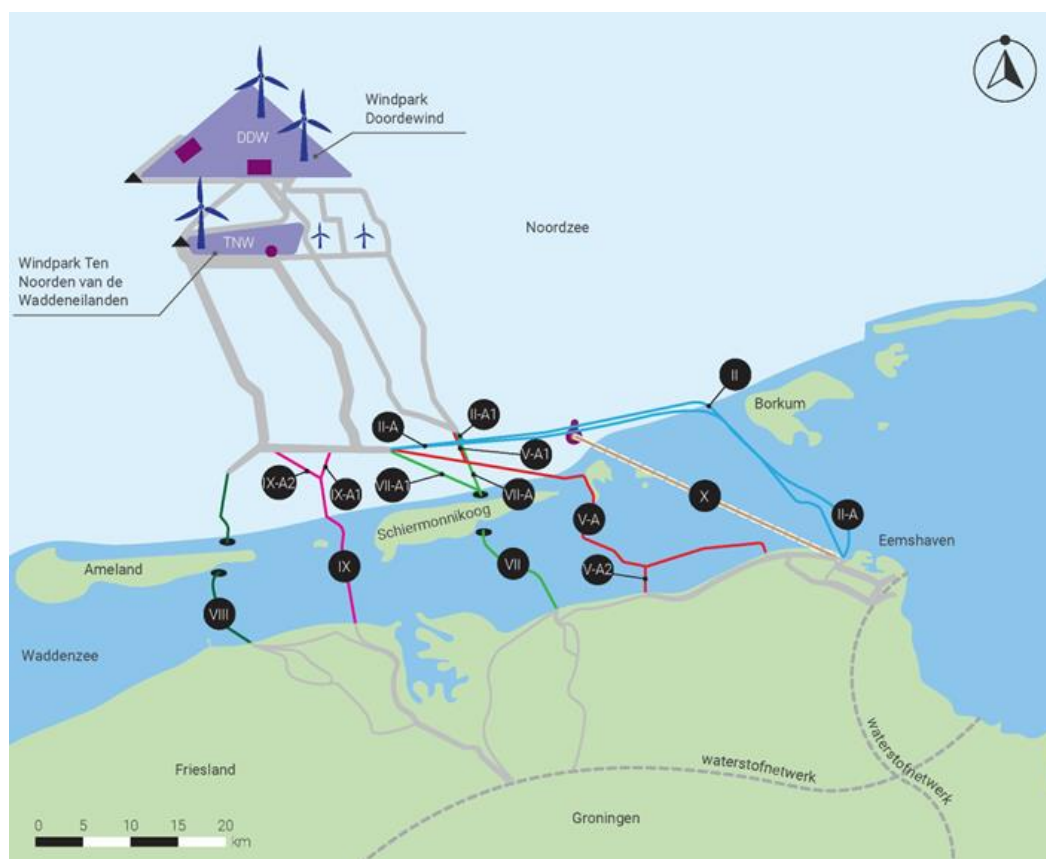
Optimalisaties

- 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 Waddenzeeroutes lokaal gewijzigd, om de aansluiting op de Waddenzeeroutes te verbeteren. Dit zijn zeer kleine lokale wijzigingen.

5.4 Waddengebied

Er zijn zes routes door het Waddengebied onderzocht, waarvan enkele routes varianten hebben. De routes zijn weergegeven in Afbeelding 5.3. De routes lopen vanaf het land naar de aansluiting op de Noordzeeroutes bij de 6-mijlsgrens van de kust. De eerste ronde effectbeoordeling heeft geleid tot optimalisaties van de routes in het Waddengebied. Deze zijn in de NRO verkend en uitgewerkt. In Tabel 5.2 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per route door het Waddengebied na optimalisatie.

Afbeelding 5.3 Overzichtskaat van de geoptimaliseerde routes door het Waddengebied



Tabel 5.2 Overzicht van de onderzochte routes door het Waddengebied na optimalisatie

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.

5.4.1 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.

5.4.2 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.

5.4.3 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.

5.4.4 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.

5.4.5 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.

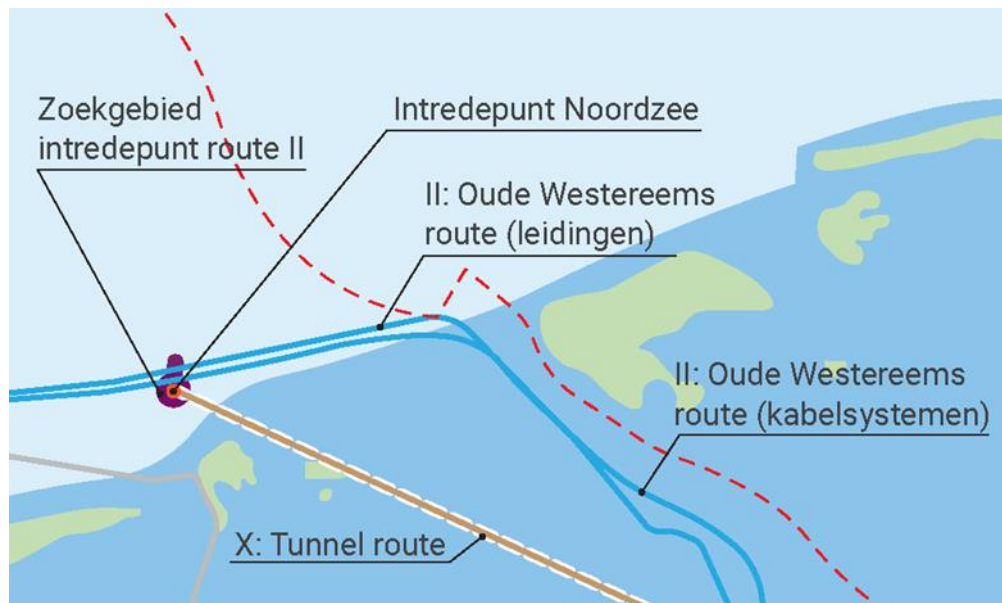
Optimalisaties

- 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.

5.4.6 X: Tunnel route

De 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 5.4 geeft het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II weer.

Afbeelding 5.4 Visualisatie van het intredepunt Noordzee en zoekgebied intredepunt Route II



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

Installatiemethode

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

Nadat het intredepunt is gerealiseerd, worden twee schachten met combiwanden gebouwd voor de eerste drie tunnelbuizen. Vanuit deze schachten kunnen tunnelbuizen op diepte worden geboord. Vervolgens kunnen de volgende twee schachten en vier tunnelbuizen worden gemaakt. De schachten bij het aanlandingspunt nabij de Eemshaven zijn vergelijkbaar met de schachten op het intredepunt Noordzee. De tunnelbuizen worden vanaf twee zijden geboord: vanaf het intredepunt en het aanlandingspunt. Vervolgens wordt in elke tunnelbuis afzonderlijk één kabelsysteem of leiding aangelegd. Kabelsystemen worden als geheel in de tunnelbuizen getrokken met een monorail. Leidingen worden in segmenten de tunnelbuizen ingereden met een rails waarna ze aan elkaar worden gelast.

5.5 Vasteland

Op het vasteland zijn zoekgebieden voor het aanlandingspunt van de tunnel, routes voor kabelsystemen en leidingen en locaties voor de waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties, en de transformator- en converterstations onderzocht.

5.5.1 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

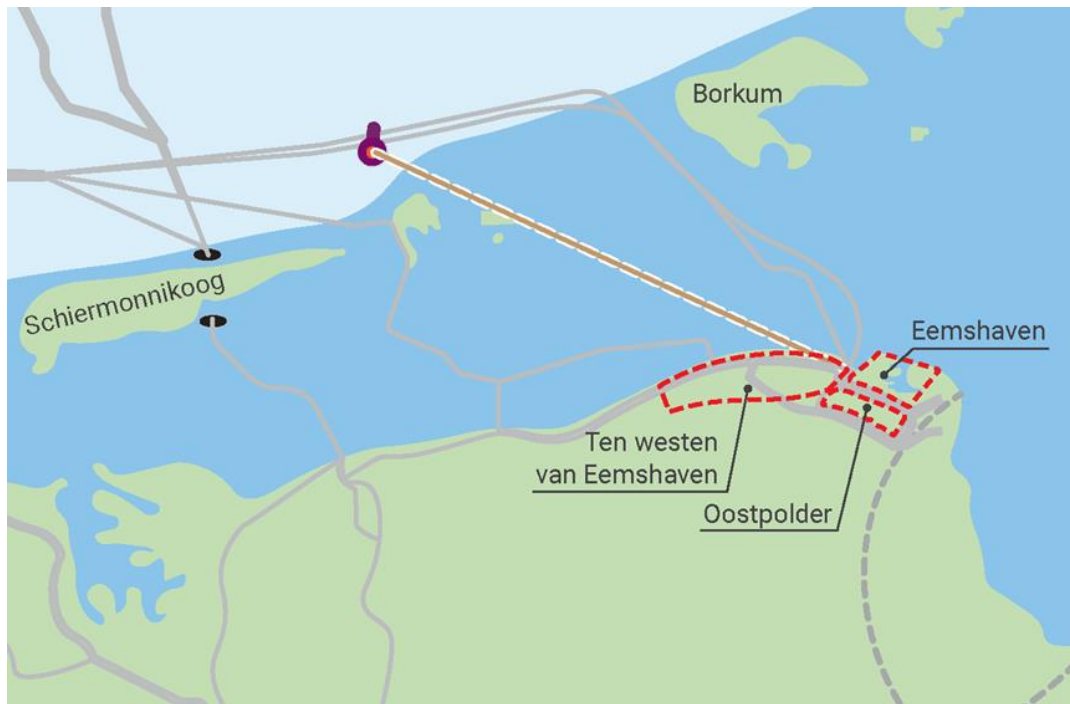
Voor het aanlandingspunt zijn drie zoekgebieden onderzocht: Eemshaven, Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven. De locaties staan in Afbeelding 5.5. Het zoekgebied Eemshaven ligt in het industriële havengebied. Aandachtspunten zijn de inpassing tussen de huidige haven functies, de bedrijven en windturbines.

Het zoekgebied Oostpolder ten zuiden van de Eemshaven is nu nog agrarisch gebied, maar is in ontwikkeling als toekomstig bedrijventerrein. Aandachtspunten zijn de aanwezigheid van windturbines en dat de aanlanding van het tunnelsysteem niet past binnen het toekomstige provinciale inpassingsplan van de Oostpolder.

Het zoekgebied Ten Westen van Eemshaven ligt in overwegend agrarisch gebied. Aandachtspunten zijn de inpassing op de agrarische gronden en de aanwezigheid van windturbines.

Zoals is aangegeven in paragraaf 4.3.3 worden de kabelsystemen 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.

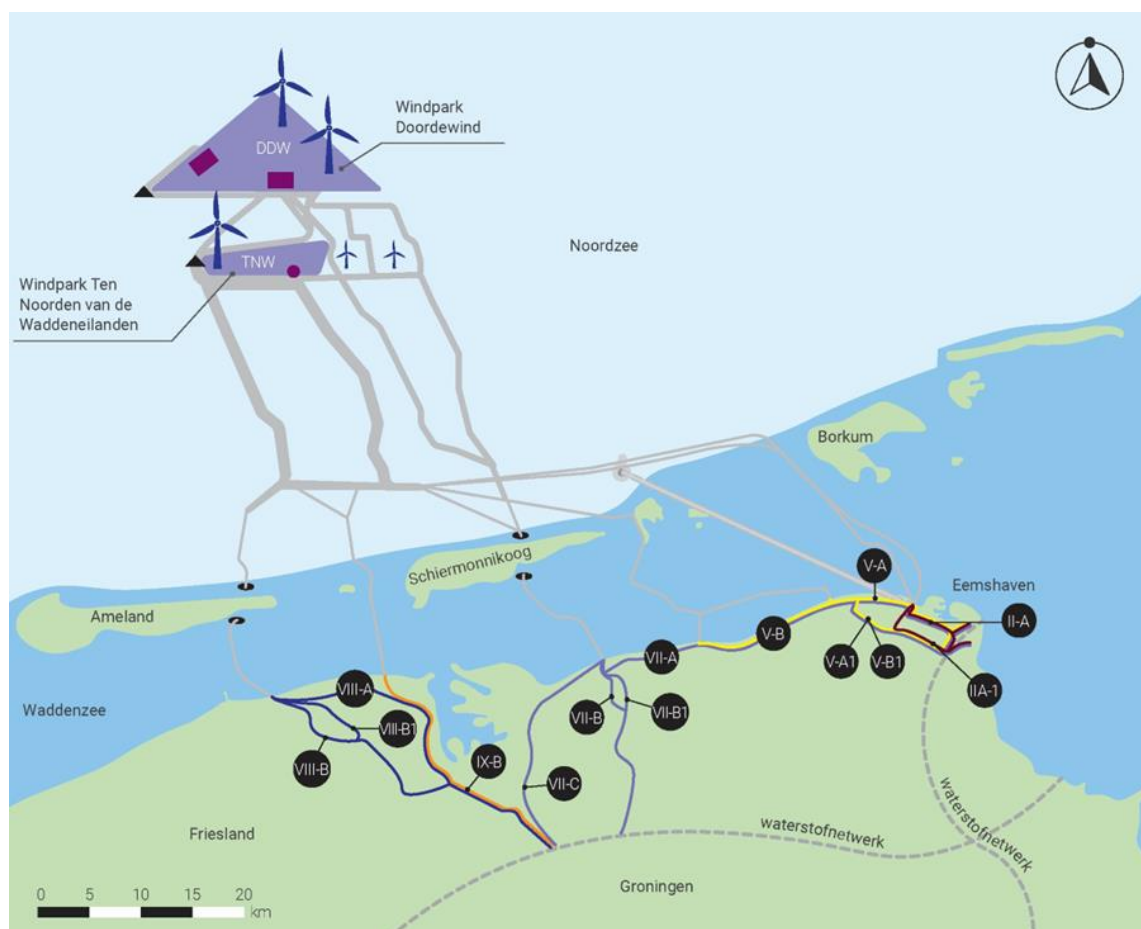
Afbeelding 5.5 Overzichtskaat zoekgebieden aanlandingspunt tunnel



5.5.2 Overzichtskaat landroutes kabelsystemen en leidingen

Er zijn vijf landroutes onderzocht, met diverse varianten. De routes staan in Afbeelding 5.6. De eerste ronde effectbeoordeling heeft geleid tot optimalisaties van de routes over het vasteland. Deze zijn in de NRO verkend en uitgewerkt. In Tabel 5.3 staat de te onderzoeken technisch maakbare configuratie en de corridorbreedte per landroute na optimalisatie.

Afbeelding 5.6 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde routes op land



Tabel 5.3 Overzicht van de onderzochte routes over land na optimalisatie

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.

5.5.3 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 5.4 Overzicht van routes voor kabelsystemen over land naar 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 binnendijks. Ten oosten van Noordpolderzijl volgt de route weer de regionale waterkering 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.

5.5.4 Zoekgebieden transformator- en converterstations

In Afbeelding 5.7 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 Transformatorstation 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 5.7 Bestaande en voorziene hoogspanningsstations in en rondom de Eemshaven



5.5.5 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 Grijskerk 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 5.5 Overzicht van routes voor leidingen over land

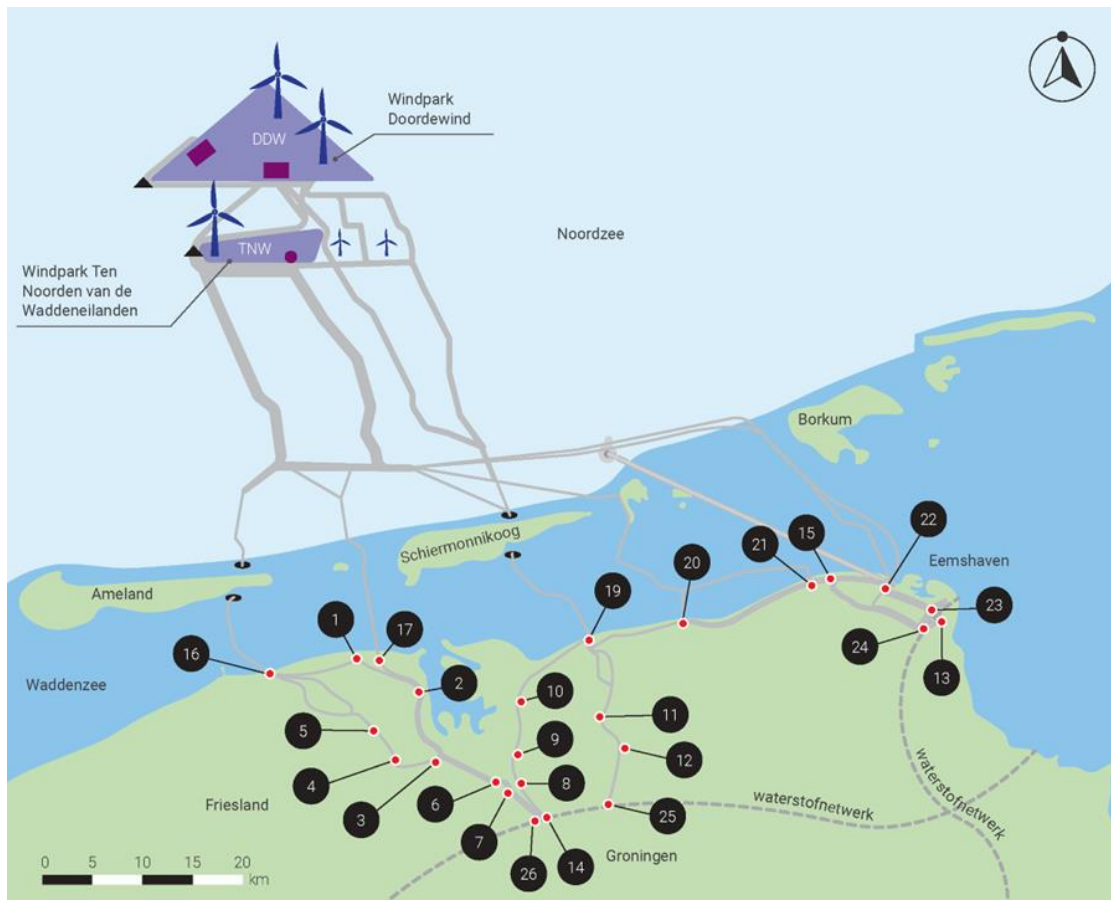
Aanlandingszone - aansluitpunt	Sluit aan op route door Waddengebied
Ten Westen van de Eemshaven → Eemshaven	II: Oude Westereems route, X: Tunnel route
Schiermonnikoog Wantij → Eemshaven	VII: Schiermonnikoog wantij route
Ameland Wantij (nabij Ternaard) → Waterstofnetwerk Nederland	VIII: Ameland wantij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

5.5.6 Aanlandingsstations en afsluiterlocaties

In Afbeelding 5.8 staan de 25 locaties waar waterstof aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof zijn onderzocht. Na optimalisatie is waterstof aanlandingsstation 18 vervallen.

Afbeelding 5.8 Te onderzoeken waterstof aanlandingsstations



6

METHODIEK MILIEUEFFECTBEOORDELING

De kern van het MER is het onderzoek naar de milieueffecten van de aanleg, het gebruik en het onderhoud van kabelsystemen, leidingen en stations om de aansluiting van de windparken op zee naar de Eemshaven mogelijk te maken. Het opruimen aan het eind van de levensduur is niet apart beschreven. Er wordt vanuit gegaan dat de effecten daarvan gelijk of minder zijn dan van de aanlegwerkzaamheden.

In dit MER zijn de milieueffecten van PAWOZ in beeld gebracht en beoordeeld op een detailniveau dat past bij een programma. De effecten zijn bepaald door de toekomstige situatie die ontstaat door het voornemen te vergelijken met de situatie die ontstaat zonder het voornemen. Deze zogenaamde referentiesituatie is beschreven in Hoofdstuk 3. Aan het verschil tussen die twee situaties, het effect, is een kwalitatief oordeel toegekend. Daaruit blijkt of de effecten van PAWOZ positief (het wordt beter), neutraal (geen effect) of negatief (het wordt slechter) zijn. De milieueffecten zijn onderzocht volgens de aanpak van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau, waarin het [advies](#) van de Commissie mer en de zienswijzen uit de omgeving zijn meegenomen (Commissie mer, 2022). Dit hoofdstuk beschrijft de methodiek.

6.1 Van thema's naar beoordelingsaspecten en criteria

In het MER zijn zeven thema's onderzocht. Die thema's staan in de onderstaande afbeelding. Om te bepalen welke effecten precies moeten worden onderzocht, zijn voor elk thema ingreep-effectrelaties beschreven. Een ingreep-effectrelatie geeft aan welk effect een bepaalde activiteit kan hebben op het milieu. In het kader staan een paar voorbeelden. In de deelrapporten zijn de ingreep-effectrelaties per thema uitgewerkt.

Afbeelding 6.1 Te onderzoeken thema's



Voorbeelden van ingreep-effectrelaties

Voor het ingraven van bijvoorbeeld kabelsystemen en leidingen moet in de aanlegfase de scheepvaart stil worden gelegd, zodat de werkschepen kunnen werken. Het effect is dat schepen tijdelijk moeten omvaren. Dit is een tijdelijk effect, dat na de werkzaamheden weer ophoudt. Een ander voorbeeld is dat bij het ingraven van de kabelsystemen en leidingen de bodem wordt geroerd. Dit heeft effect op de bodemvorm en bodemsamenstelling. Ook kan dit een effect hebben op het bodemleven.

Deze effecten zijn vertaald naar beoordelingsaspecten. Elk thema dat wordt onderzocht in dit MER is dus op basis van de ingreep-effectrelaties opgedeeld in verschillende beoordelingsaspecten. Deze beoordelingsaspecten zijn weer verder uitgewerkt in criteria. Een criterium is een precieze omschrijving van wat er precies is onderzocht. Alle criteria die worden onderzocht in het MER zijn bij elkaar gezet in het beoordelingskader. Het beoordelingskader staat in paragraaf 6.2.

Thema's, beoordelingsaspecten en criteria: wat is het verschil?

Een thema is een groep van meerdere beoordelingsaspecten, bijvoorbeeld het thema Bodem en Water op land. De beoordelingsaspecten die binnen dit thema vallen zijn: grondwater, oppervlaktewater en bodemkwaliteit. Het criterium is een specifiekere omschrijving van waarop er beoordeeld wordt bij een beoordelingsaspect. Als voorbeeld het beoordelingsaspect oppervlaktewater, daar is het criterium 'invloed op oppervlaktewaterkwaliteit'.

6.2 Beoordelingskader

Alle thema's, beoordelingsaspecten en criteria hebben een plek gekregen in het beoordelingskader. De onderstaande tabellen geven per thema een overzicht van de criteria. Alle tabellen samen vormen het beoordelingskader van dit MER.

6.2.1 Bodem en Water op zee

Om de effecten op de vorm en opbouw van de zeebodem (ook wel morfologie genoemd) te bepalen zijn hydrodynamische en sedimenttransportmodellen gemaakt. Ook is er een numeriek vertroebelingsmodel gemaakt. Op basis van de resultaten van de modellen zijn de effecten bepaald op de morfologie en natuurlijke bodemdynamiek, bodemkwaliteit en -samenstelling, het kustfundament en de hydrodynamica. De resultaten van het vertroebelingsmodel zijn beoordeeld in het deelrapport Natuur. De effecten worden vooral veroorzaakt door de aanlegwerkzaamheden, maar voor sommige effecten geldt zo'n lange hersteltijd dat de effecten ook doorlopen in de gebruiksfase. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Bodem en Water op zee.

Tabel 6.1 Beoordelingskader thema Bodem en Water op zee

Beoordelingsaspect	Criterium
Morfologie en bodemdynamiek	Invloed op morfologie en natuurlijke bodemdynamiek
Bodemkwaliteit en bodemsamenstelling	Invloed op de kwaliteit en samenstelling van de zeebodem
Kustfundament	Invloed op zandsuppleties en op hoogwaterveiligheid tijdens een maatgevende storm
Hydrodynamica	Invloed op waterbeweging en waterverdeling in met name de geulenstelsels van het Waddengebied inclusief het Eems estuarium
Effect toekomstig onderhoud op bodemdynamiek en bodemsamenstelling	Kans op toekomstig onderhoud met effect op natuurlijke bodemontwikkeling of bodemsamenstelling door blootspoelen

6.2.2 Bodem en Water op land

Om de effecten op de bodemkwaliteit en het risico op zetting te bepalen, is een bureauonderzoek gedaan. Hiervoor zijn historische data en gegevens van de bodemopbouw gebruikt. Er is een grondwatermodel gemaakt om de effecten op grondwaterstanden, kwel en infiltratie te berekenen. De gevolgen voor verzilting, waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en KRW-grondwaterlichamen zijn hieruit afgeleid. Met behulp van GIS is de invloed op oppervlaktewaterkwaliteit en de toename van verharding in beeld gebracht. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Bodem en Water op land.

De effecten worden vooral veroorzaakt tijdens de aanlegwerkzaamheden. Ze zijn het gevolg van de bemaling, die bij de aanleg van de kabelsystemen en leidingen op land wordt gebruikt om droog te kunnen werken.

Tabel 6.2 Beoordelingskader thema Bodem en Water op land

Beoordelingsaspect	Criterium
Bodemkwaliteit	Invloed op bodemkwaliteit
	Risico op zettingen
Grondwater	Invloed op afgeleide effecten door veranderingen in grondwater (inclusief verzilting)
	Invloed op waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en KRW-grondwaterlichamen
Oppervlaktewater	Invloed op oppervlaktewaterkwaliteit
	Toename verharding

6.2.3 Natuur

In de NRD was voor het thema Natuur een lange lijst met beoordelingsaspecten en deelaspecten opgesomd. In het deelrapport Natuur zijn de beoordelingsaspecten en deelaspecten gegroepeerd naar de volgende verstoringfactoren: vertroebeling en sedimentatie, verandering dynamiek substraat, oppervlakteverlies, geluid/beweging, optische verstoring en licht, elektromagnetische velden en vermeting/verzuring (stikstof). Per verstoringfactor en per soortgroep zijn de ingreep-effectrelaties in beeld gebracht op basis van de literatuur. Ook is aangegeven hoe groot de effecten zijn.

Uit deze analyse zijn de verstoringfactoren geselecteerd, die kunnen optreden op de soortgroepen en beschermingsregimes in de Noordzee, Waddengebied en het vasteland. De effecten zijn per Natura 2000-gebied beoordeeld in het kader van de gebiedsbescherming onder de Omgevingswet. Voor soortenbescherming is onderzocht of er bepaalde verbodsbepalingen uit de Omgevingswet worden overtreden. Er is beoordeeld of deze verbodsbepalingen leiden tot aantasting van de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten. Als significant negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten (gebiedsbescherming) of er mogelijk sprake is van aantasting van de gunstige staat van instandhouding (soortenbescherming) is onderzocht welke mitigerende maatregelen kunnen worden genomen om effecten te voorkomen.

Er is ook gekeken naar de effecten op de internationale beschermingsregimes van:

- de OSPAR: dit is de internationale samenwerking voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische oceaan inclusief de Noordzee;
- de KRM: dit is de Europese kaderrichtlijn mariene strategie voor het beschermen en herstellen van de Europese zeeën;
- de KRW: dit is de Europese kaderrichtlijn water, voor het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater;

Ook is gekeken naar de effecten op de regionale beschermingsregimes van het Natuurnetwerk Nederland (NNN), akkervogels, weidevogels en ganzenfoerageergebieden.

De effecten hebben vooral betrekking op de aanlegfase. Vooral de werkzaamheden in de Waddenzee kunnen effecten veroorzaken voor verschillende soorten habitattypen, vissen, zeezoogdieren, niet-broedvogels, broedvogels, grondgebonden zoogdieren, vleermuizen. Ook is gekeken naar de effecten van de stationslocaties op het vasteland en het intredepunt op de Noordzee tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.3 Beoordelingskader thema Natuur

Beoordelingsaspect / verstoringfactor	Criterium/soortgroep
Vertroebeling	Primaire productie, habitattypen en vogels
Sedimentatie	Habitattypen, OSPAR soorten, vissen en zeezoogdieren
Verandering dynamiek substraat	Habitattypen en OSPAR soorten, niet-broedvogels, vaatplanten
Oppervlakteverlies	Habitattypen en OSPAR soorten
Toevoegen hard substraat	Habitattypen en OSPAR soorten
Onderwatergeluid en trillingen	Habitattypen, vissen, zeezoogdieren en vogels
Bovenwatergeluid en trillingen	Zeezoogdieren, niet-broedvogels, broedvogels, grondgebonden zoogdieren, vleermuizen
Optische verstoring en licht	Zeezoogdieren, niet-broedvogels, broedvogels, vleermuizen, grondgebonden zoogdieren
Elektromagnetische velden	Habitattypen en vissen
Vermesting/verzuring	Stikstofdepositie

Natuurtoets en compensatie

Omdat significante effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand konden worden uitgesloten, is voor PAWOZ een Natuurtoets gemaakt. De Natuurtoets bestaat uit een Passende Beoordeling en een soortentoets. In de Natuurtoets zijn de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de omliggende Natura 2000-gebieden en beschermde soorten onderzocht. Er is gekeken of er mitigerende maatregelen kunnen worden genomen om negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en beschermde soorten te voorkomen.

Uit de Natuurtoets blijkt dat het op sommige routes mogelijk is om de negatieve effecten met mitigerende maatregelen te voorkomen. Voor andere routes blijkt dat significante negatieve effecten op Natura 2000-gebieden ook met mitigerende maatregelen vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten. Voor deze routes is onderzocht of er met compenserende maatregelen zicht is op compensatie. Dit is opgenomen in Hoofdstuk 18 Compensatie van deelrapport Natuur. In dit hoofdstuk zijn compenserende maatregelen onderzocht.

Deelrapport Natuur bevat de Natuurtoets (Bijlage III van deelrapport Natuur) en het Hoofdstuk Compensatie (Hoofdstuk 18 van deelrapport Natuur).

6.2.4 Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

In een bureauonderzoek zijn de effecten op de landschappelijke kenmerken en de cultuurhistorische, aardkundige en archeologische waarden bepaald. Daarbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie en GIS-analyses. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie. Voor het bepalen van de invloed op de werelderfgoed waarden van de Waddenzee is een werelderfgoed beoordeling in het Engels: heritage impact assessment, HIA) opgesteld (zie voor meer informatie paragraaf 6.5 en Bijlage III).

De belangrijkste effecten op landschap en cultuurhistorie hebben te maken met de nieuw te bouwen stations (de transformator- en converterstations voor elektriciteit, en de aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof) en het intredepunt Noordzee en aanlandingspunt voor het tunnelsysteem. De belangrijkste effecten op de aardkundige en archeologische waarden komen door de graafwerkzaamheden voor de aanleg van kabelsystemen en leidingen.

Tabel 6.4 Beoordelingskader thema Landschap, Cultuurhistorie en Archeologie

Beoordelingsaspect	Criterium
Landschap	Invloed op de gebiedskarakteristiek
Cultuurhistorie (bovengronds)	Invloed op cultuurhistorische waarden
Aardkunde	Invloed op aardkundige waarden
Archeologie	Invloed op bekende archeologische waarden
	Invloed op verwachte archeologische waarden
UNESCO	Invloed op Outstanding Universal Values van Werelderfgoed Waddenzee

6.2.5 Scheepvaart en Veiligheid

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te bepalen heeft het onderzoeksinstituut voor de scheepvaart MARIN scheepvaartbewegingen in kaart gebracht en de risico's voor de scheepvaart door de aanlegwerkzaamheden berekend. REASeuro heeft een quickscan gedaan naar de kans op het voorkomen van niet-gesprongen explosieven op de routes. In een bureauonderzoek zijn de effecten op de hoogwaterveiligheid en de overige veiligheidsaspecten bepaald. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Scheepvaart en Veiligheid.

Tabel 6.5 Beoordelingskader thema Scheepvaart en Veiligheid

Beoordelingsaspect	Criterium
Niet-gesprongen explosieven	Activiteiten in verdachte gebieden voor niet-gesprongen explosieven
Waterkeringsveiligheid	Aantal kruisingen met waterkeringen
Overige veiligheid	Aantal kruisingen overige objecten (zee)bodem, als wrakken, stenen en lading
Nautische veiligheid	Afstand (meters) tot betonning van de vaarweg
	Aantal kruisingen met de vaarweg
	Risico op aanvaring constructie of object
	Risico op stremming en scheepvaarthinder
	Afstand in meters tot het ankergebied
	Het effect van magnetische interferentie op scheepvaartveiligheid (magnetische kompassen)
Afstand boven historisch diepste punt in Eems-Dollard Verdragsgebied	Afstand (meters) boven historisch diepste punt in Eems-Dollard Verdragsgebied
Blootspoelen	Risico op blootspoelen
Ankeren	Risico op schade door ankeren

Risico's op stremming en hinder voor de scheepvaart kunnen vooral optreden door de werkschepen en hun ankers tijdens de aanlegwerkzaamheden op zee. In de gebruiksfase gaat het vooral om het risico dat er een anker op een kabelsysteem of leiding terecht komt.

6.2.6 Gebruiksfuncties

In een bureauonderzoek zijn de effecten bepaald op bestaande gebruiksfuncties op land en zee. Het gaat om bebouwing, militaire gebieden, olie- en gaswinning, visserij en aquacultuur, zand- en schelpenwinning, bestaande kabels en leidingen, recreatie en toerisme, gesloten gebieden, wegen en spoorwegen en watergangen en keringen. Daarbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie en GIS-analyses. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Gebruiksfuncties.

De effecten hebben vooral te maken met de ruimte die de kabelsystemen, leidingen en stations innemen waardoor er beperkingen ontstaan voor de bestaande functies.

Tabel 6.6 Beoordelingskader thema Gebruiksfuncties op zee en op land

Beoordelingsaspect	Criterium
Wonen en werken	Invloed op woonfuncties en werkgerelateerde functies
Militaire gebieden	Invloed op militaire activiteiten
Olie- en gaswinning	Doorkruising veiligheidszone rondom productieplatformen
Visserij en aquacultuur	Invloed op gebruik van visgronden
Zand- en schelpenwinning	Invloed op zand- en schelpenwinning
Kabels- en leidingen op land en op zee	Aantal kruisingen met kabels en leidingen op land en op zee.
Recreatie en toerisme	Invloed op recreatie en toerisme
Gesloten gebieden	Aantal kruisingen door (tijdelijk) gesloten gebieden
Wegen en spoorverbindingen	Aantal kruisingen met wegen
Watergangen en -keringen	Aantal kruisingen met watergangen en -keringen

6.2.7 Leefomgeving

Effecten op de leefomgeving ontstaan vooral door geluidshinder. Er is een toetsing gedaan naar toename van geluid bij geluidgevoelige objecten en de optelsom van geluiden (cumulatie). Geluidgevoelige objecten zijn gebouwen die door de wet beschermd worden tegen geluidshinder, zoals woningen, kinderdagverblijven, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen en verpleegtehuizen. Er is ook onderzoek gedaan naar de inpasbaarheid binnen het geluidverkavelingsplan van de Eemshaven. Voor geluidshinder door laagfrequent geluid ontbreken gegevens in de literatuur en metingen. Dit moet verder worden onderzocht in een project-mer.

Omdat de luchtkwaliteit in het plangebied ruim voldoet aan de wettelijke grenswaarden, voldoet het project zonder verder onderzoek aan de wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit. Om te bepalen of er effecten zijn, is gekeken of er mensen worden blootgesteld aan luchtverontreiniging tijdens de werkzaamheden. De effecten door stikstofuitstoot zijn beschreven in het deelrapport Natuur.

Om te bepalen of magneetvelden effect kunnen hebben op woningen en andere functies zijn kengetallen uit andere magneetveldstudies en GIS-analyses gebruikt. Dit thema is uitgewerkt in het deelrapport Leefomgeving.

Tabel 6.7 Beoordelingskader thema Leefomgeving

Beoordelingsaspect	Criterium
Geluid	Geluidshinder op geluidgevoelige objecten (aanlegfase)
	Inpasbaarheid binnen geluidverkavelingsplan industrieterrein Eemshaven (gebruiksfase)
	Cumulatieve geluidsbelasting op geluidgevoelige objecten (gebruiksfase)
	Geluidshinder door laagfrequent geluid op geluidgevoelige objecten (gebruiksfase)
Luchtkwaliteit	Invloed op luchtkwaliteit (aanlegfase)
Magneetvelden	Aantal gevoelige bestemmingen binnen magneetveldcontour

6.3 Beoordelingsmethodiek

De beoordeling gebeurt per criterium van het beoordelingskader. Hiervoor is een generieke beoordelingsschaal gebruikt, die voor elk criterium specifiek is gemaakt. De generieke beoordelingsschaal staat in Tabel 6.8, de uitwerking per criterium staat in de deelrapporten. Voor sterk negatieve effecten (---) is geen zicht op mitigatie (het beperken) van de effecten, voor negatieve effecten (- of --) wel. Voor het deelrapport Natuur is hiernaast beoordeeld of er wel of geen zicht op compensatie is. Om te bepalen of er zicht is op mitigatie zijn meerdere sessies georganiseerd en is expert judgement toegepast. Om te bepalen of er zicht op compensatie is, is een eerste inschatting van de mogelijkheden gemaakt op basis van expert judgement.

Tabel 6.8 Generieke beoordelingsschaal

Score	Methodiek	Wanneer van toepassing
++	sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die leiden tot een sterke verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
+	positief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die leiden tot een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
0	neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die geen verschil ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken
-	licht/beperkt negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die een licht negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken
--	negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken, waarbij er zicht op mitigatie is
---	sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie	Dit zijn effecten die een negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie veroorzaken, waarbij er geen zicht op mitigatie is

6.4 Bandbreedtemethode

De routes zijn eigenlijk corridors met een bepaalde breedte die per route kan verschillen. Om de effecten te bepalen, is eerst gekeken wat het effect is van één kabelsysteem of één leiding op de centerline van de corridor. De centerline is de lijn die door het midden van de corridor loopt. De volgende stap verschilt per deelrapport. Voor een aantal deelrapporten (bijvoorbeeld Bodem en Water op zee en Natuur) is daarna gekeken naar de effecten van één kabelsysteem of één leiding aan de buitenste randen van de corridor. Andere deelrapporten (zoals Gebruiksfuncties) kijken in plaats van naar de buitenste randen van de corridor, naar de effecten van één kabelsysteem of één leiding binnen de gehele corridor. De reden hiervoor is dat sommige criteria alleen op een specifieke locatie of lijn onderzocht kunnen worden (zoals de bodemopbouw), terwijl andere criteria ruimtelijk in kaart gebracht en onderzocht kunnen worden (zoals de locaties van archeologische waarden). Voor alle deelrapporten geldt dat als één kabelsysteem of één leiding past, er vervolgens is gekeken wat het effect is van de maximale configuratie in de hele corridor. Als blijkt dat de maximale configuratie (worst-case) niet past, is beschreven waar de beperkingen in de corridor zich bevinden. De maximale configuratie is het aantal kabelsystemen en/of leidingen dat technisch in de corridor van een route zou moeten passen. Dit is opgenomen in de Notitie Routeontwikkeling.

6.5 Werelderfgoed beoordeling

De Waddenzeeroutes liggen in het UNESCO Werelderfgoed de Waddenzee. Vanwege de UNESCO-status moeten de habitattypen, kenmerken en processen die kenmerkend zijn voor een natuurlijke en dynamische Waddenzee beschermd blijven. Omdat het gaat om internationaal beschermde waarden is de beoordeling opgesteld in een zogenaamde Heritage Impact Assessment (dat is Engels voor werelderfgoed beoordeling). De HIA staat in Bijlage III.

In de HIA zijn de mogelijke effecten op de belangrijke kenmerken en waarden -de zogenaamde Outstanding Universal Values- van de Waddenzee in beeld gebracht. Dit zijn de kenmerken en waarden op het gebied van:

- geomorfologische en ecologische processen: De Waddenzee is het grootste aaneengesloten systeem van zand- en slibvlaktes ter wereld. Het gebied toont een dynamisch proces van sedimentatie en erosie dat uitzonderlijk goed zichtbaar is. Het getijdenlandschap verandert voortdurend door de wisselwerking tussen zee, wind en getijden;
- biodiversiteit: De Waddenzee is een van de meest productieve natuurlijke gebieden ter wereld. Het is een cruciale habitat voor tal van soorten, waaronder zeehonden, vissen en ongewervelde dieren. Het gebied is ook van groot belang voor miljoenen trekvogels die hier foerageren, rusten en broeden.

De HIA maakt gebruik van de resultaten van de deelrapporten Natuur en Bodem en Water op zee, waarin bovenstaande kenmerken en waarden zijn onderzocht en beoordeeld voor het MER. In het hoofdrapport van het MER is niet apart aan de uitkomsten van de HIA gerefereerd, omdat deze overeen komen met de uitkomsten van de deelrapporten Natuur en Bodem en Water op zee. Overkoepelend is in de HIA onderzoek gedaan of het voornemen de integriteit van het UNESCO Werelderfgoed de Waddenzee aantast.

6.6 Circulariteit

Circulariteit is belangrijk met het oog op de klimaatverandering, energietransitie en de transitie naar hernieuwbare grondstoffen. In het MER is dit thema op een kwalitatieve manier in beeld gebracht. Het resultaat staat in Bijlage IV. De focus ligt op de vraag in hoeverre het voornemen rekening houdt met deze onderwerpen.

Bij circulariteit gaat het om efficiënter gebruik van grondstoffen, materialen, producten en afval. Nederland wil in 2050 een circulaire economie zijn. In een circulaire economie worden grondstoffen steeds opnieuw gebruikt. De komende jaren moet het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen in Nederland al fors omlaag, naar 50 % in 2030 ten opzichte van 2016.

Bijlage IV verwijst naar vier circulaire strategieën om de circulaire economie te bevorderen en de milieu-impact te verminderen. Er zijn nog geen keuzes gemaakt over het definitieve ontwerp van de elektrische verbinding of waterstofverbinding. Zo kan de levensduur van kabelsystemen en leidingen mogelijk worden verlengd door ze dieper te begraven, en door hoogwaardige materialen te gebruiken. Ook hergebruik van materialen en/of onderdelen wordt nog onderzocht in het lopende onderzoek Hergebruik aardgasleidingen voor waterstoftransport (HGH2). Hierom ligt de focus in Bijlage IV op de reductie van materiaalgebruik en onderdelen. Uit de kwalitatieve analyse blijkt dat de routelengte en aanlegtechniek de onderscheidende beoordelingsaspecten zijn voor de circulariteit van een route die in deze fase van PAWOZ onderzocht kunnen worden.

Uit de analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken: het materiaalgebruik op de kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen worden aangelegd met HDD-boringen is over het algemeen beperkter dan langere routes waarbij kabelsystemen of leidingen worden aangelegd met een open ontgraving of bij gebruik van het tunnelsysteem.

6.7 Klimaatadaptatie en Biodiversiteit

De thema's klimaatadaptatie en biodiversiteit zijn niet apart onderzocht in het MER, maar zijn integraal onderdeel van de deelrapporten. Klimaatadaptatie is in elk deelrapport opgenomen in de beschrijving van de autonome ontwikkelingen onder autonome processen. Het gaat bijvoorbeeld om de zeespiegelstijging en andere gevolgen van klimaatverandering. Deze autonome processen beïnvloeden de toekomstige referentiesituatie.

Biodiversiteit is integraal onderdeel van het deelrapport Natuur. Het toevoegen van nieuwe structuren en bijbehorend hard-substraat kan op de langere termijn een positieve invloed hebben op de biodiversiteit. De offshore installaties kunnen bijvoorbeeld op den duur gaan functioneren als basis voor kunstmatige riffen.

Ook is de toetsing aan effecten op biodiversiteit verankerd in bestaande wettelijke kaders, zoals de Europese Biodiversiteitsstrategie 2030 met daarin de ambities gericht op herstel van de biodiversiteit of de toetsing aan de kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). De KRM heeft betrekking op bodemhabitat en biodiversiteit van het mariene ecosysteem van de Noordzee. Doel van de KRM is een goede milieutoestand van de Noordzee te behouden of te herstellen. In het deelrapport Natuur is getoetst aan deze kaders en is inzichtelijk gemaakt wat de effecten zijn van aanleg en het gebruik.

MILIEUEFFECTSHEETS ROUTES EN STATIONSLOCATIES

In de deelrapporten van dit MER is voor alle criteria beschreven en beoordeeld welke effecten kunnen optreden als gevolg van de verschillende routes en stations. Dit is gedaan in twee beoordelingsrondes. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de tweede ronde effectbeoordeling uit de deelrapporten samengevat in Milieueffectsheets per route en stationslocatie. Dit is dus de eindbeoordeling van de milieueffecten, na optimalisatie van de routes en stationslocaties in de eerste ronde en na mitigatie van de effecten in de tweede ronde.

De deelrapporten zijn op thema, beoordelingsaspect en criteria ingedeeld. In de Milieueffectsheets zijn de beoordelingen uit alle deelrapporten samengebracht per route of stationslocatie. De gepresenteerde resultaten in de Milieueffectsheets gelden in principe voor de hele corridor of het zoekgebied, en alle varianten per route. Als er verschillen zijn tussen de effecten van de centerline (middenlijn van de corridor) en de corridor, of tussen varianten, dan is dat in de Milieueffectsheets aangegeven.

In de Milieueffectsheets is samengevat welke negatieve (--) en sterk negatieve (---) effecten er zijn gesignaleerd in de deelrapporten. In de Milieueffectsheets staan de optimalisaties die zijn gevonden na de eerste ronde effectbeoordeling en de mitigerende maatregelen uit de tweede ronde effectbeoordeling. Ook zijn er aandachtspunten genoemd die bij die effecten horen.

Bij een nadere uitwerking van een route of stationslocatie moet in de project-mer ook worden gekeken naar de in de deelrapporten gesignaleerde licht negatieve (-) effecten van de routes en stationslocaties. Deze effecten zijn in de Milieueffectsheets niet opgenomen. Licht negatieve (-) effecten betekenen dat er lokale of tijdelijke verandering van de huidige situatie kunnen optreden. Op basis van het effectonderzoek worden hier geen problemen voor de vergunbaarheid of uitvoerbaarheid verwacht. Maar er kunnen bij nadere uitwerking in de project-mer wel aandachtspunten voor bijvoorbeeld de uitvoering of het omgevingsproces uit volgen.

De Milieueffectsheets zijn als volgt opgebouwd:

- links bovenin: in de titel en op de afbeelding staat waar de Milieueffectsheet over gaat;
- rechts bovenin: hier staan de varianten in tabelvorm opgesomd, met voor de routes de onderzochte maximale configuratie en corridorbreedte. Daaronder staan de optimalisaties die zijn doorgevoerd na de eerste ronde effectenbeoordeling;
- hieronder zijn drie tekstvakken opgenomen. Dit zijn van boven naar beneden:
 - het eerste tekstvak bevat de sterk negatieve (---) effecten waarvoor geen zicht is op mitigatie en wel of niet zicht is op compensatie. Dit is opgenomen in tabelvorm, met links de sterk negatieve (---) effecten en rechts de bijbehorende compenserende maatregelen. Aan de linkerrand van de tabel is aangegeven of de effecten in de aanlegfase of de gebruiksfase optreden;
 - in het tweede tekstvak staan de negatieve (--) effecten waarvoor wel zicht op mitigatie is. Dit is opgenomen in tabelvorm, met links de negatieve (--) effecten en rechts de bijbehorende mitigerende maatregelen. Aan de linkerrand van de tabel is aangegeven of de effecten in de aanlegfase of gebruiksfase optreden;
 - het derde tekstvak bevat de aandachtspunten voor het Programma van PAWOZ.

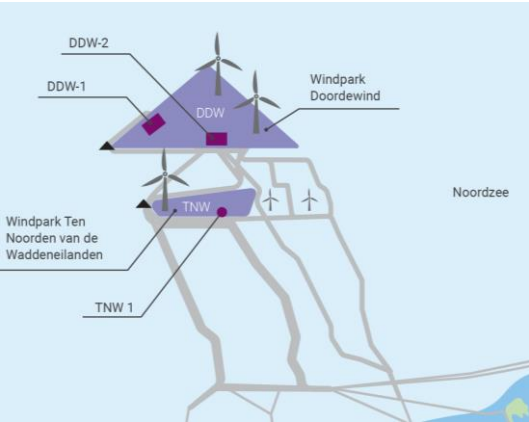
Leeswijzer Milieueffectsheets

De Milieueffectsheets zijn als volgt opgebouwd.

- Linksbovenin: in de titel en op de afbeelding staat waar de Milieueffectsheet over gaat;
- rechtstbovenin: hier staan de varianten in tabelvorm opgesomd, met voor de routes de onderzochte maximale configuratie en corridorbreedte. Daaronder staan de optimalisaties die zijn doorgevoerd na de eerste ronde effectenbeoordeling;
- hieronder zijn drie tekstvakken opgenomen. Dit zijn van boven naar beneden:
 - het eerste tekstvak bevat de sterk negatieve (---) effecten waarvoor geen zicht is op mitigatie en wel of niet zicht is op compensatie. Dit is opgenomen in tabelvorm, met links de sterk negatieve (---) effecten en rechts de bijbehorende compenserende maatregelen. Aan de linkerrand van de tabel is aangegeven of de effecten in de aanlegfase of de gebruiksfase optreden;
 - in het tweede tekstvak staan de negatieve (--) effecten waarvoor wel zicht op mitigatie is. Dit is opgenomen in tabelvorm, met links de negatieve (--) effecten en rechts de bijbehorende mitigerende maatregelen. Aan de linkerrand van de tabel is aangegeven of de effecten in de aanlegfase of gebruiksfase optreden;
 - het derde tekstvak bevat de aandachtspunten voor het Programma van PAWOZ.
- Vervolgens is een kaart opgenomen per Milieueffectsheet. Hierin zijn de (sterk) negatieve effecten weergegeven. Notie is hierbij dat niet elk effect is weergegeven in de kaart. Dit kan komen doordat de data niet beschikbaar is of het effect niet geografisch te presenteren is. De cijfers op de kaarten corresponderen met de effecten vanuit de milieueffectsheet. Uitzondering hierop is de kaart voor de Waterstof aanlandingsstations. Hier corresponderen de cijfers met de locatie van de Waterstof aanlandingsstations.

Noordzee

Platforms op de Noordzee



Platforms

Platform TNW 1

Zoekgebied platform DDW-1

Zoekgebied platform DDW-2

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

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

- Niet aan de orde

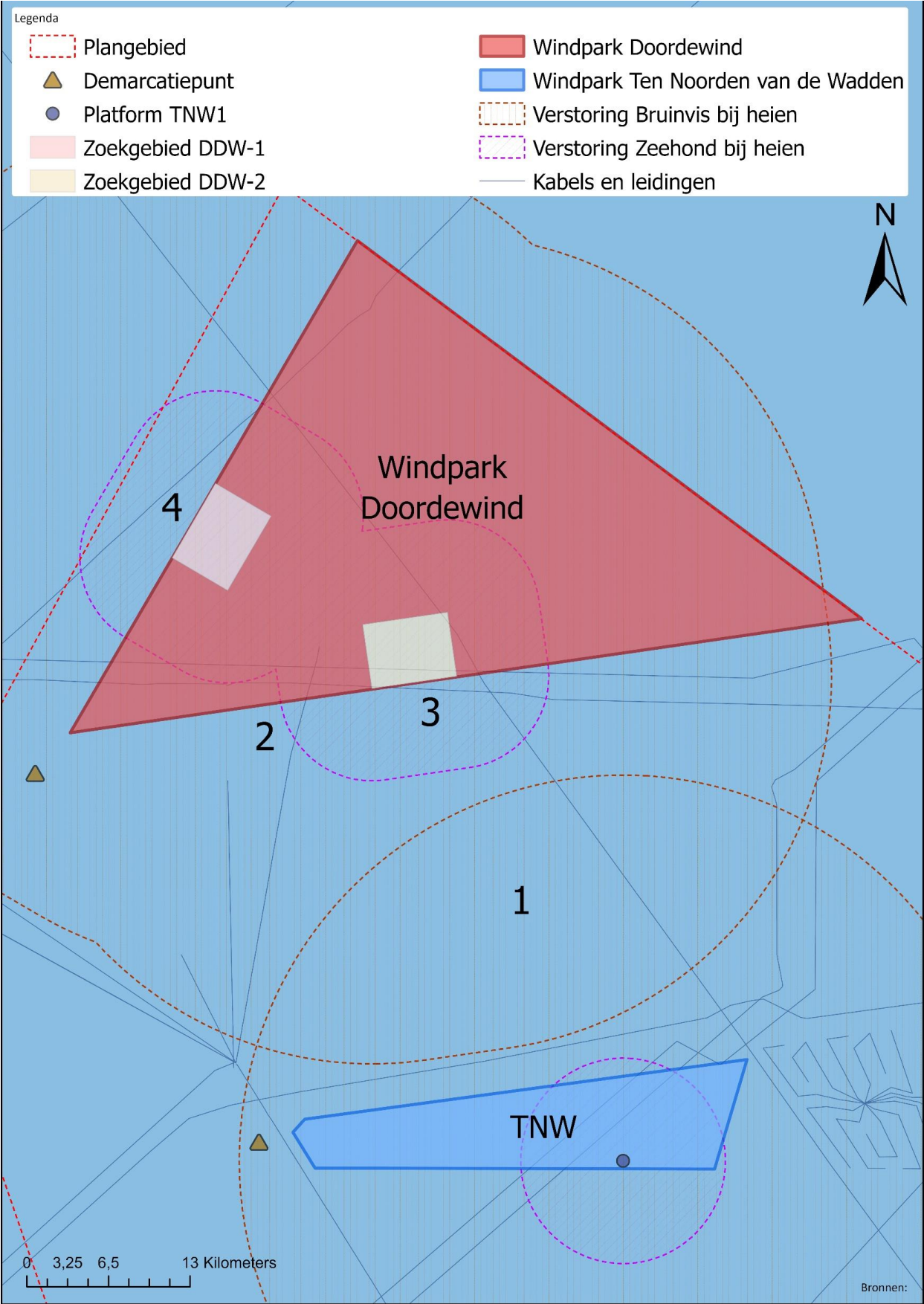
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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

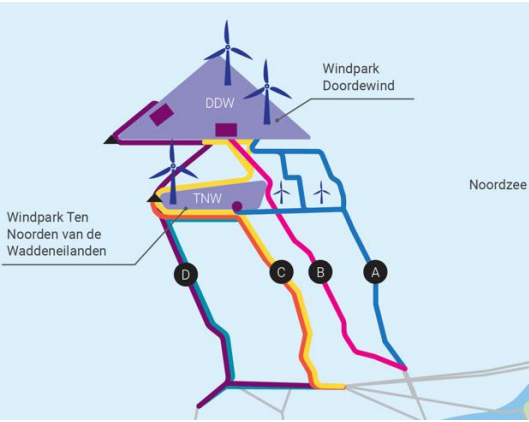
Aandachtspunten voor het Programma

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

Platforms op de Noordzee



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



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

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

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

- Niet aan de orde

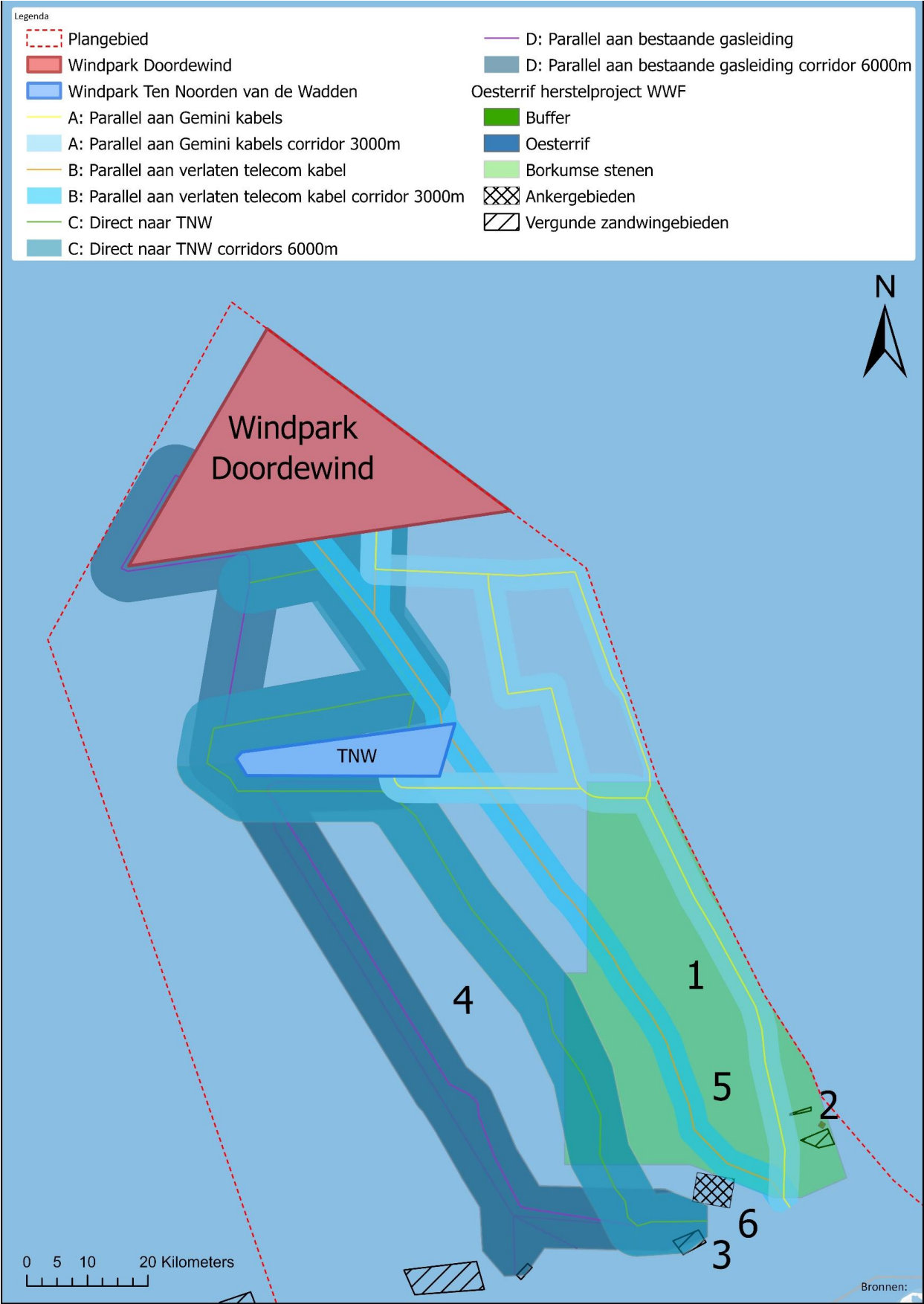
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

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



Waddenzee



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

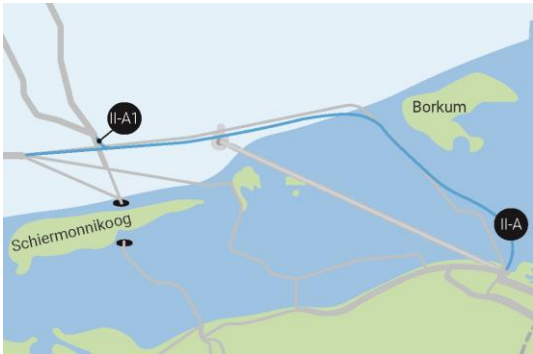
- Aanpassing van corridorbreedte

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

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Typische soorten van habitatype H1140 (scheldieren en zeegras) zijn zeer gevoelig voor verandering dynamiek substraat.	Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
2: Onderwatergeluid verstoort leefgebieden van zeehonden	Mei-augustus: Geulen voor foerageren nabij de ligplaatsen toegankelijk laten voor zeehonden. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
3: Bovenwatergeluid en optische verstoring verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water.	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker)
5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels, omdat verstoringscontour overlapt met broedgebieden.	April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen.
6: Verstoring van vogels in Duits Vogelrichtlijngebied Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer door bovenwatergeluid, beweging en licht	Niet werken in periode november - februari
7: Risico op aanvaring met kwetsbare bouwkuipen op het Wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring
8: Risico op stremming en hinder voor de scheepvaart door aanleg parallel aan de Eemsgeul	Andere aanlegtechniek bijvoorbeeld Dynamic Positioning-systeem (DP) schepen of spudpalen zodat ankerpatroon niet door vaargeul loopt.
9: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met verhoogd risico op stremming ankergebied	Bij volledige stremming ankergebied in de Eems tijdelijk verplaatsen of schepen instrueren om ankergebied bij de aanloop naar de Eems te gebruiken
10: Kruising van veel bestaande kabels en leidingen langs de kust	Niet van toepassing
Gebruiksfase 11: Route loopt door ankergebied Eems, noodankergebied en ankergebied Waddenzee met risico op contact van een anker met kabelsystemen	- Buiten ankergebieden blijven - Voldoende begraafdiepte
12: Randen van de corridor Risico op blootspelen door hoogdynamisch gebied	Voldoende begraafdiepte



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

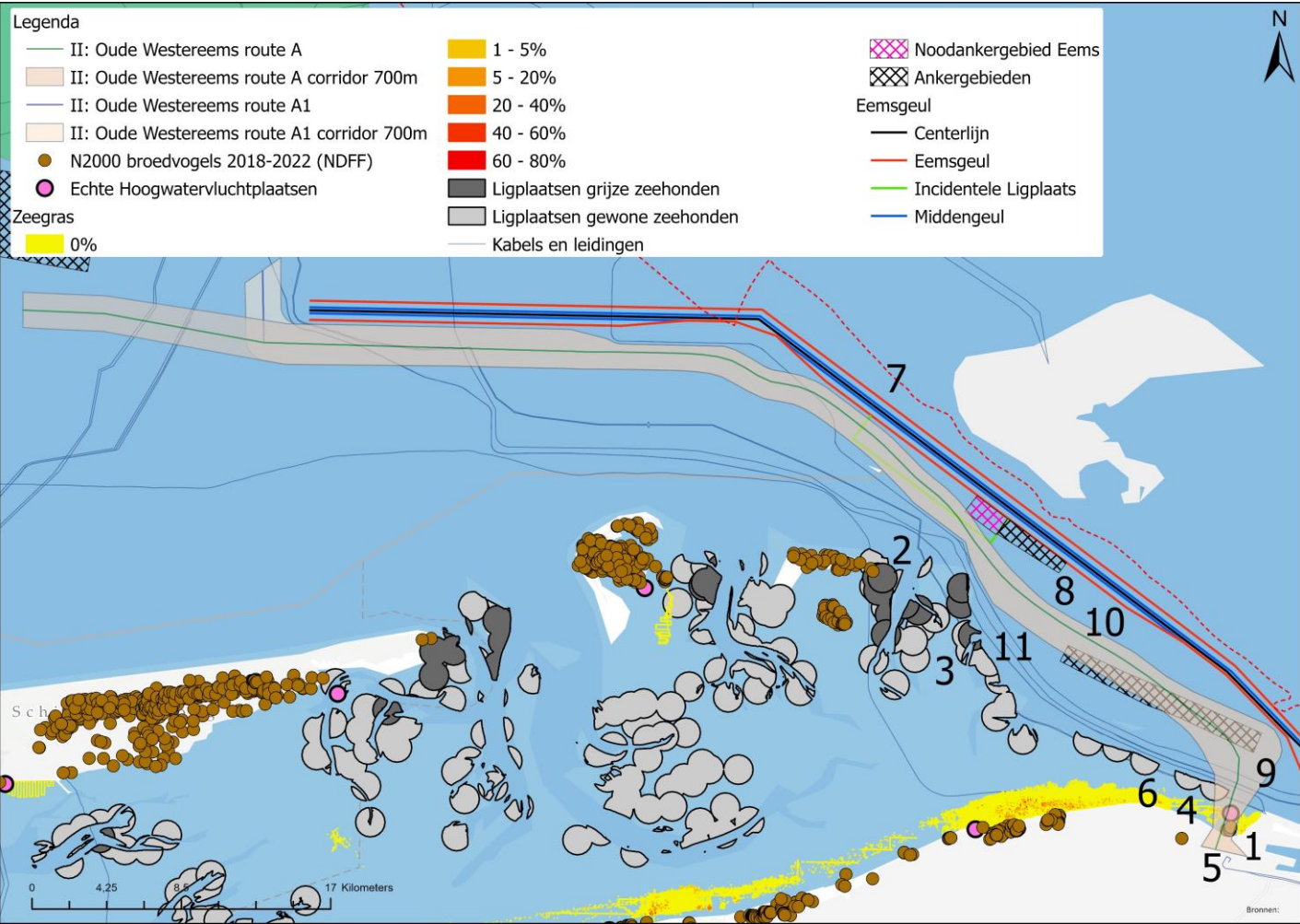
Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

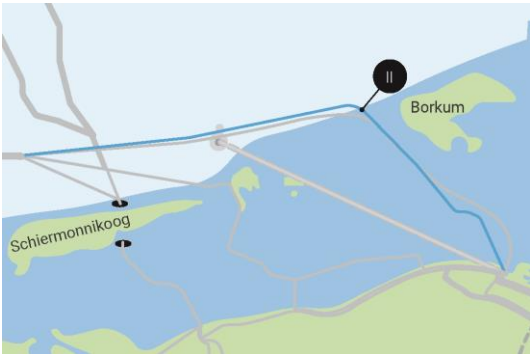
- Aanpassing van corridorbreedte

Aandachtspunten voor het Programma

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

II: Oude Westereems route (kabelsystemen)





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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

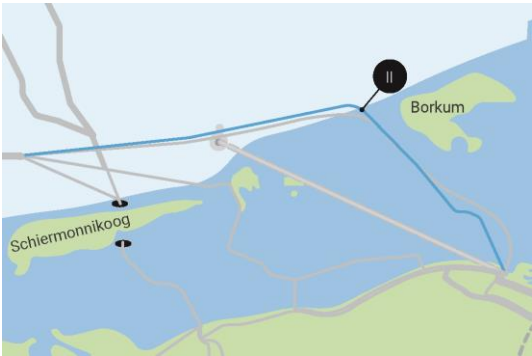
- Aanpassing van corridorbreedte
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden
- Voorkomen stremming scheepvaart in Eemsgul bij aanleg tussen COBRA-kabel en betonde Eemsgul

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

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

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

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

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

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

Aandachtspunten voor het Programma

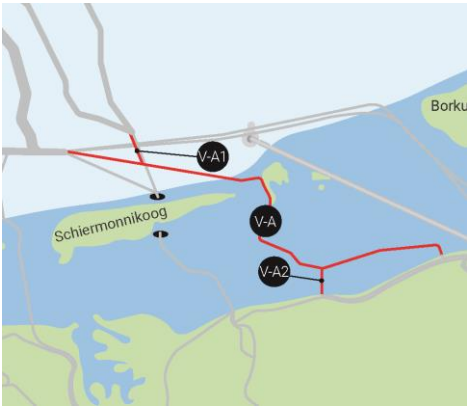
- Voor de II: Oude Westereems route (leidingen) zijn sterk negatieve effecten te verwachten door de vertroebeling door de baggerwerkzaamheden. Ook zorgt het onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht voor sterke negatieve effecten op zeehonden met leefgebied in de Waddenzee. Met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

Legenda

- II: Oude Westereems route centerline
- II: Oude Westereems route corridor 500m
- Echte Hoogwatervluchtplaatsen
- N2000 broedvogels 2018-2022 (NDFF)
- Ligplaatsen grijze zeehonden
- Ligplaatsen gewone zeehonden
- Kabels en leidingen
- Noodankergebied Eems
- Ankergebieden
- Eemsgeul
- Centerlijn
- Eemsgeul
- Incidentele Ligplaats
- Middengeul

0 4,25 8,5 17 Kilometers

Broeken:



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

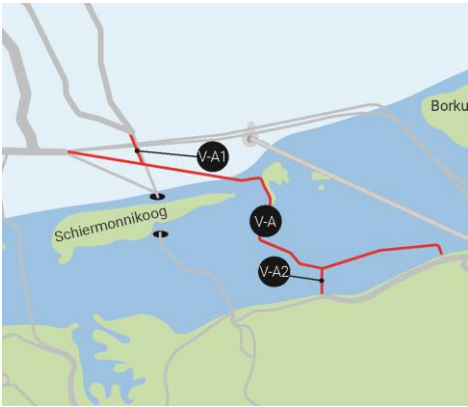
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

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

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

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

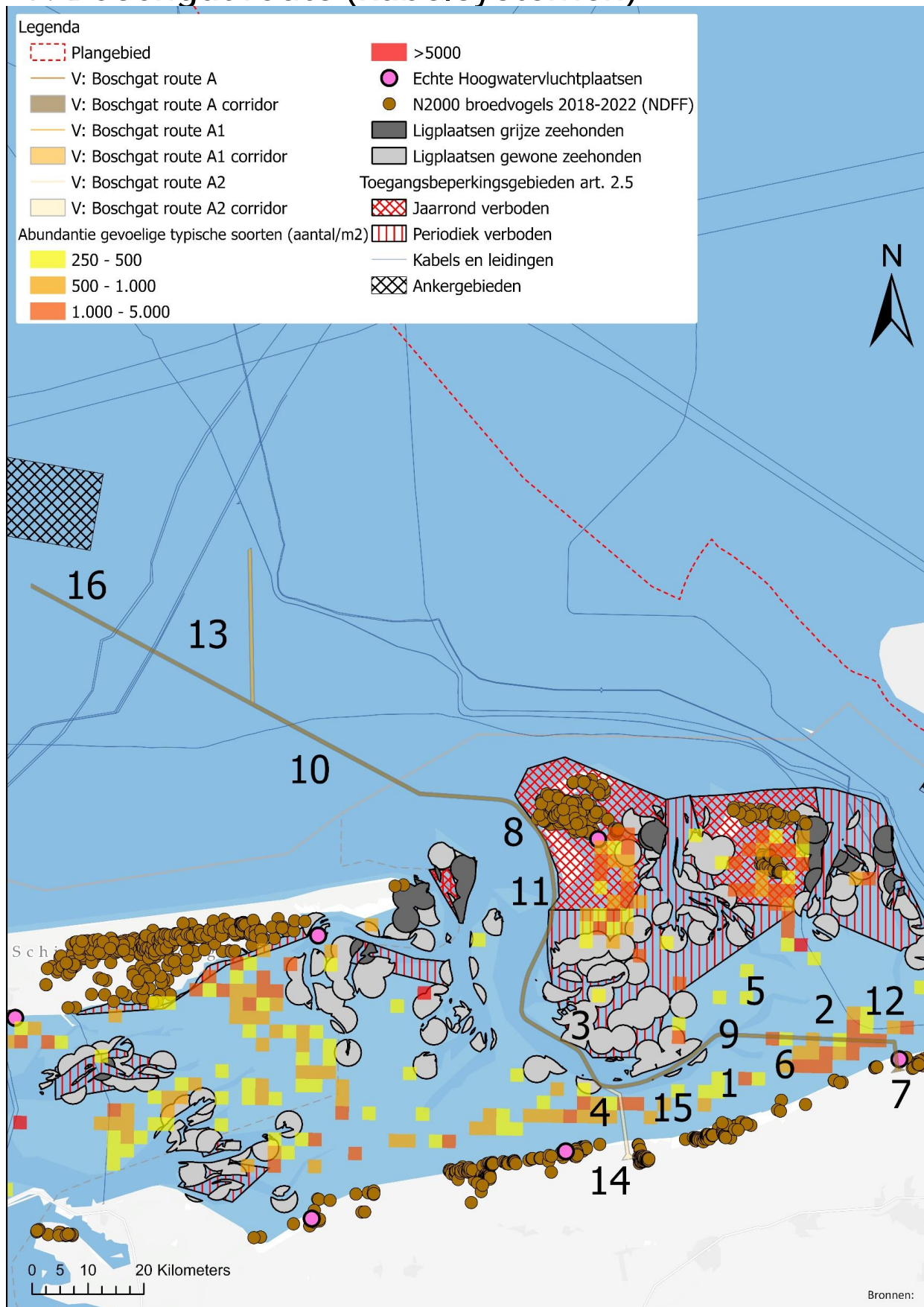
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

V: Boschgat route (kabelsystemen)





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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

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

- Niet van toepassing

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee kan zorgen voor sterfte van typische soorten van H1140 (schelpdieren en zeegras). In Noordzeekustzone kunnen typische soorten van H1110 sterven (Spisula en Ensis)	Voorkomen van sedimentatie voor zeegras en schelpdierbanken in de Waddenzee en Noordzeekustzone
2: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem en aantal schelpdierbanken.	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
3: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen, open water en op wadplaten	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek) - Juli t/m september: Niet werken in de buurt van het rui- en foerageergebied van de lepelaar bij Lutjewad en boven Westpolder



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

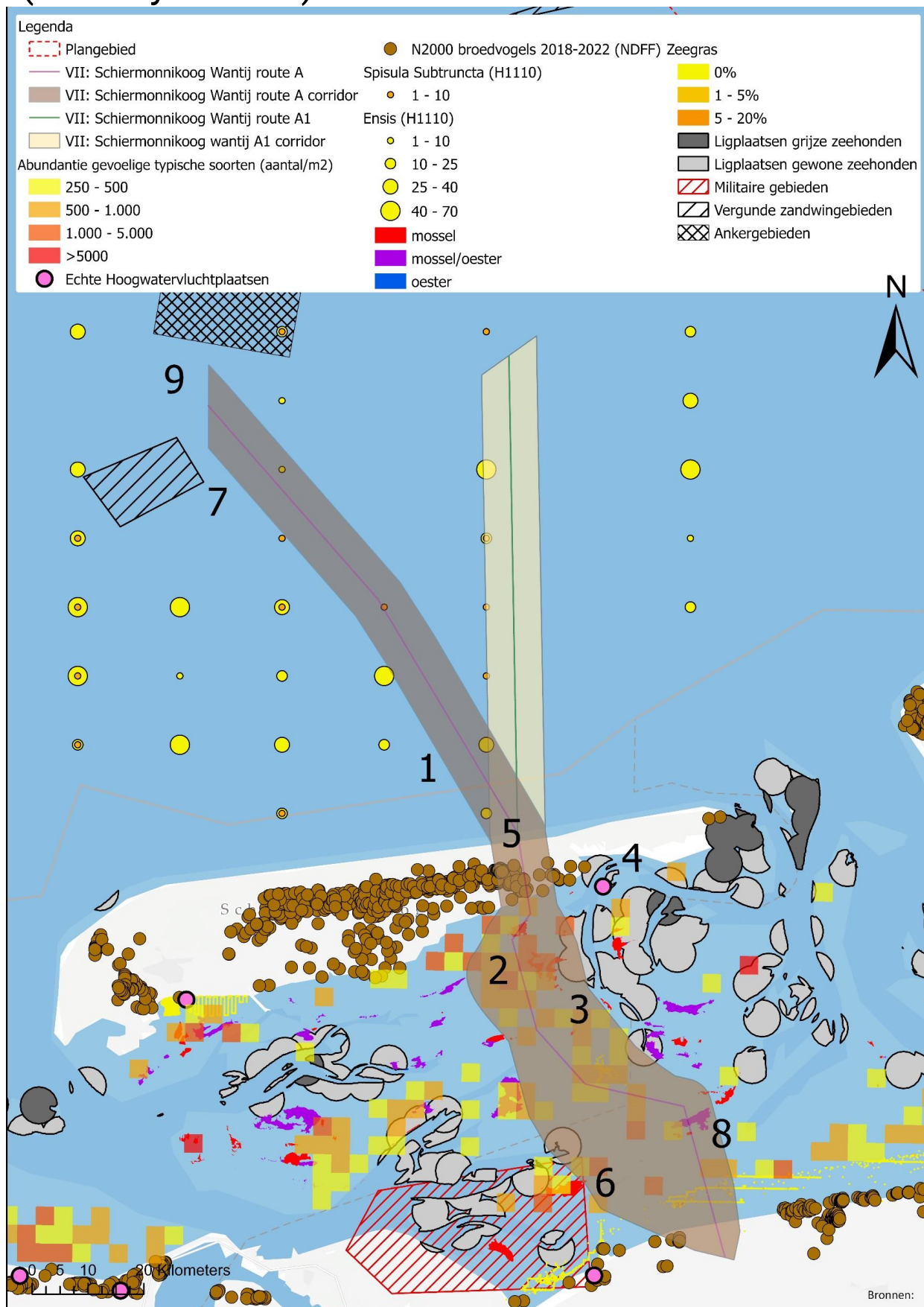
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen)





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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

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

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

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 2: Sedimentatie in nabijgelegen geulen van de Waddenzee kan zorgen voor sterfte van typische soorten van H1140 (schelpdieren en zeegras). In Noordzeekustzone kunnen typische soorten van H1110 sterven (Spisula en Ensis)	Voorkomen van sedimentatie voor zeegras en schelpdierbanken in de Waddenzee en Noordzeekustzone.
3: Doorkruising zorgt voor verandering dynamiek substraat in habitattypen H1110, H1140 en gebieden met hoge voedselabundantie voor bepaalde niet-broedvogels. Met name voor H1140 geldt er een doorkruising met relatief hoge aantallen typische soorten in de bodem en aantal schelpdierbanken.	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone. De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen, open water en op wadplaten	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - November t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (brilduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek) - Juli t/m september: Niet werken in de buurt van het rui- en foerageergebied van de lepelaar bij Lutjewad en boven Westpolder



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Aanpassing van corridorbreedte

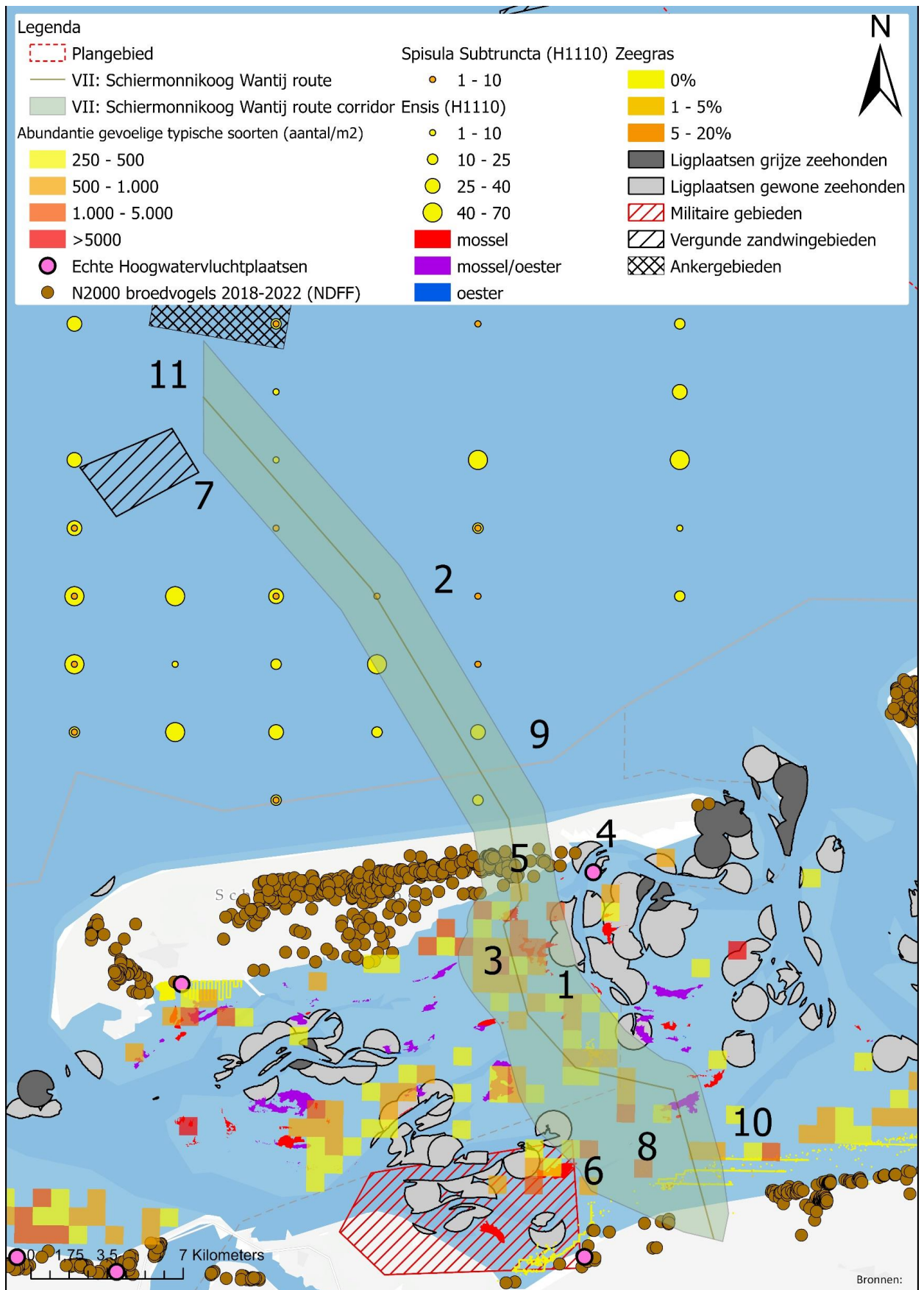
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)





Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	3 leidingen	2000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

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

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Door sedimentatie in Noordzeekustzone hebben typische soorten van H1110 (Spisula en Ensis) een geringe overlevingskans	Voorkomen sedimentatie van schelpdierbanken in de Noordzeekustzone
2: De route doorkruist habitattypen H1110 en H1140 met aantal schelpdierbanken en hoge concentraties schelpdieren, als ook voedselhotspots voor niet-broedvogels. Effecten kunnen niet worden uitgesloten door verandering dynamiek substraat	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de essentiële voedsel hotspots voor de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee. Het belang en de exacte locatie van de voedsel hotspots per vogelsoort is op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone. De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route.
3: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m). Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
4: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	- Niet werken tijdens hoogwater in de buurt van hvp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: Niet werken in het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - Januari t/m maart: Niet werken tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee (grote zaagbek)



Varianten	Onderzochte maximale configuratie	Corridorbreedte
Geen	3 leidingen	2000m

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

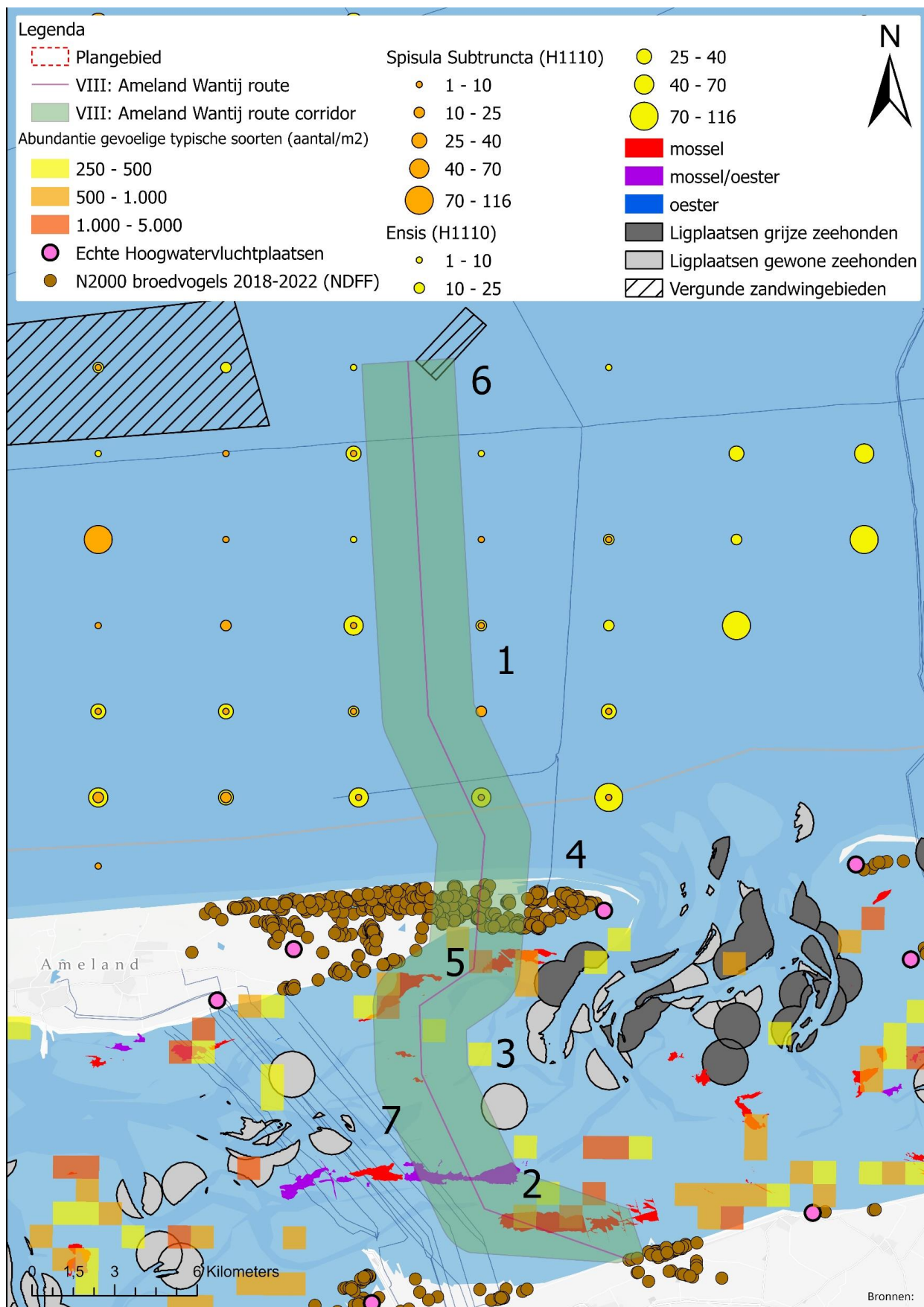
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)





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

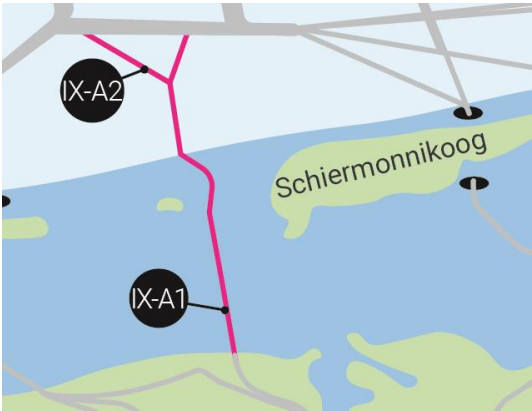
- Optimalisaties na eerste effectbeoordeling**
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

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

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Langdurige invloed op bodemontwikkeling door baggeren (>3 Mm3) in ondiep, dynamisch gebied	Dit effect treedt niet op bij één leiding, maar alleen bij de aanleg van meerdere leidingen (beperking in corridorbreedte)
2: Toename, oppervlakte, duur van vertroebeling heeft effect op primaire productie, habitattypen en vogels. Dit geldt ook voor Duitse Habitatrictlijngebieden Hund und Paapsand, Unterems und Außeneems en Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer.	- Half maart t/m augustus: Niet werken in groeiseizoen van primaire productie en broedperiode of zorgen voor hooguit een beperkte toename van vertroebeling in voorgenoemde periode in de Waddenzee (maximaal 20%) en Noordzeekustzone (maximaal 10%) - Januari-maart: Zorgen voor hooguit beperkte toename (maximaal 20%) in Waddenzee - November: Zorgen voor hooguit beperkte toename vertroebeling in november in de Noordzeekustzone (maximaal 10 %)
3: De route doorkruist habitattypen H1110 en H1140 met schelpdierbanken en hoge concentraties schelpdieren, en voedselhotspots voor niet-broedvogels. Effecten kunnen niet worden uitgesloten door verandering dynamiek substraat	- Vermijd de hoge concentraties gevoelige typische soorten (hotspots en zeegras) van H1140A in de Waddenzee. De hotspots zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route. - Vermijd de hoge concentraties schelpdieren in de Noordzeekustzone (H1110B). De hoge concentraties schelpdieren zijn op dit moment niet met voldoende detailniveau bekend, dit dient in kaart te worden gebracht op basis van actuele data op en rond de gekozen route
4: Onderwatergeluid verstoort het foerageergebied van zeehonden	Mei-augustus: Geulen voor foerageren nabij de ligplaatsen toegankelijk laten voor zeehonden. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
5: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren zeezoogdieren nabij ligplaatsen	Mei-augustus: Zeehonden op ligplaatsen vermijden (1.500 m. Ter vaststelling zal een marine mammal observer mee aan boord gaan.
6: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren niet-broedvogels nabij hoogwatervluchtplaatsen en open water	Niet werken: - tijdens hoogwater in de buurt van hyp's (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen - November: in de Noordzeekustzone (roodkeelduiker) - Januari: in de Waddenzee (eider) - Januari-maart: tijdens hoog water (open water) in de Waddenzee in (grote zaagbek)
7: Bovenwatergeluid, optische verstoring en licht verstoren broedvogels in broedgebieden	April t/m augustus: Niet werken in de buurt van broedlocaties (600 m) of beperken geluidsniveau tot 47 dB(A) en afschermen
8: Risico op aanvaring kwetsbare bouwkuipen op het wad	Bescherming rondom de bouwkuip plaatsen of bouwkuip bestand maken tegen aanvaring



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

- Optimalisaties na eerste effectbeoordeling**
- Sediment van baggerwerkzaamheden in trench verspreiden

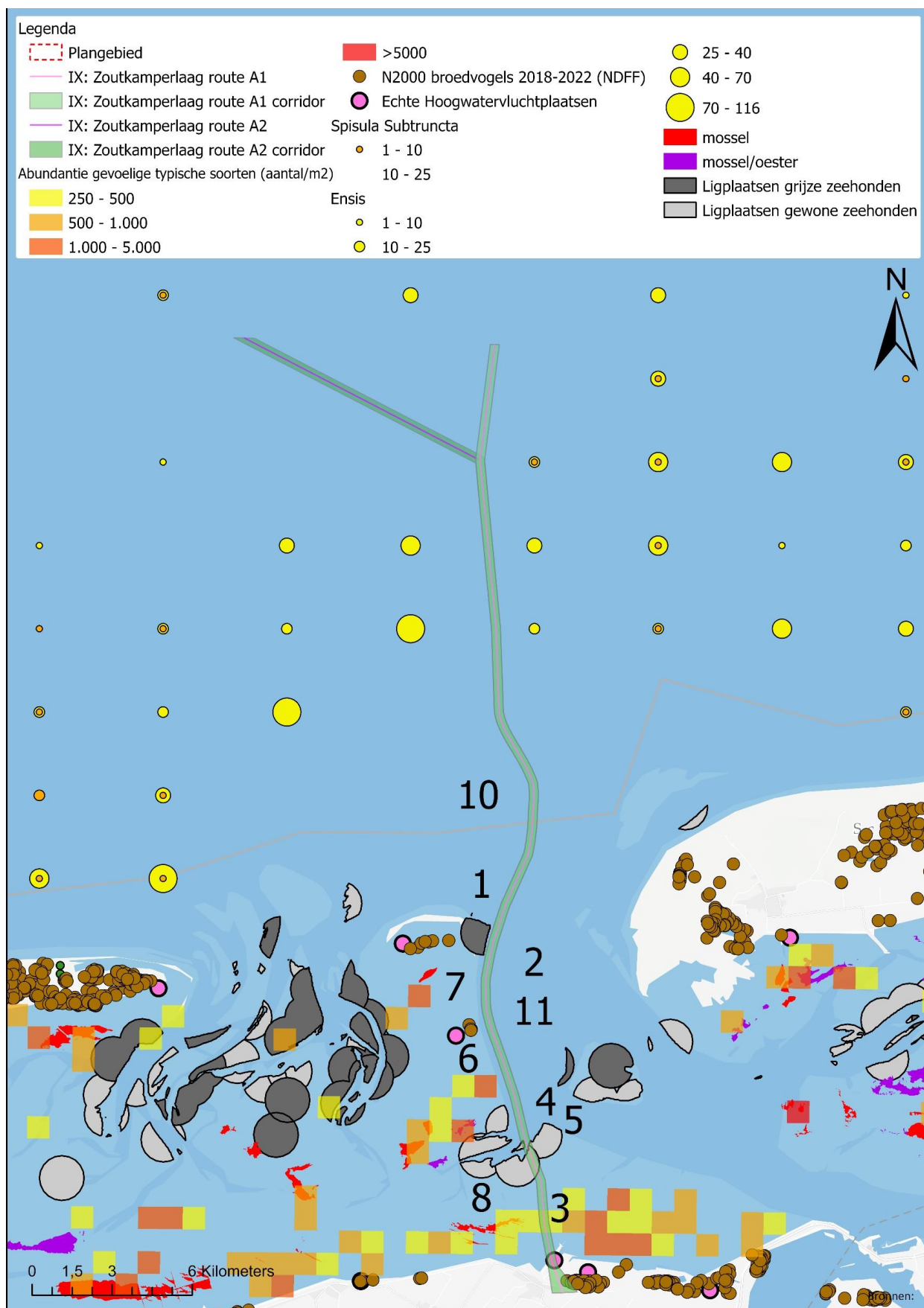
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

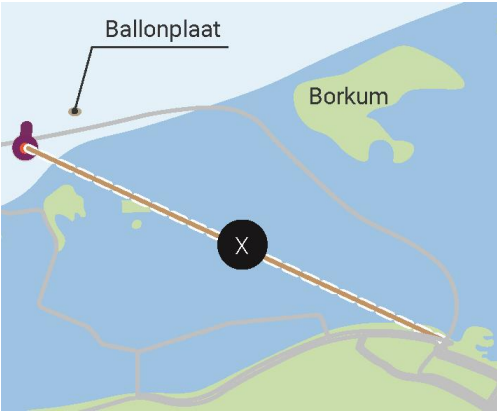
Aandachtspunten voor het Programma

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

IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)



X: Tunnel route en intredepunt Noordzee



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

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

- Niet aan de orde

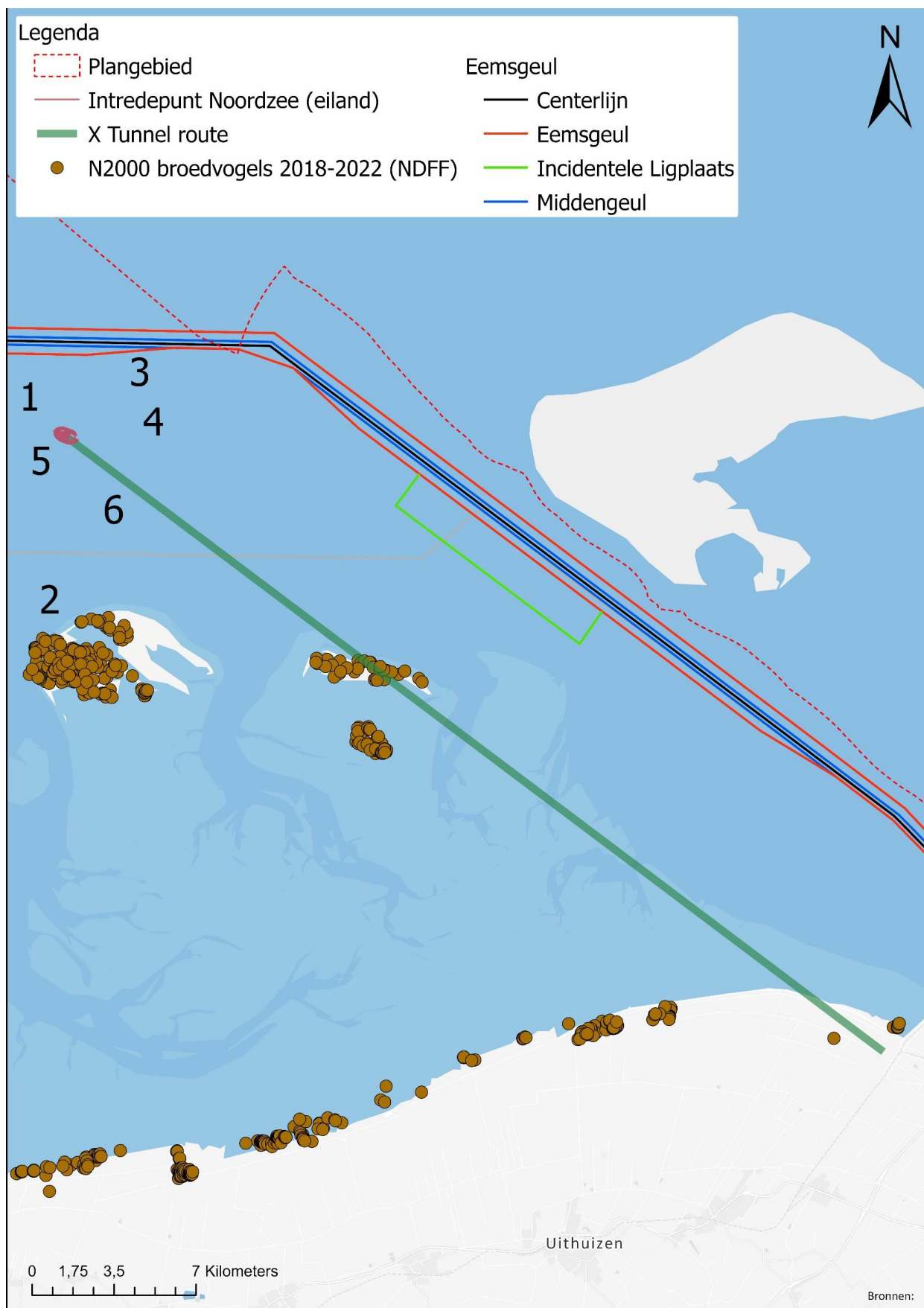
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

X: Tunnel route en intredepunt Noordzee



Vasteland



Zoekgebieden

Eemshaven

Oostpolder

Ten Westen van Eemshaven

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

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

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

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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



Zoekgebieden

Eemshaven

Oostpolder

Ten Westen van Eemshaven

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

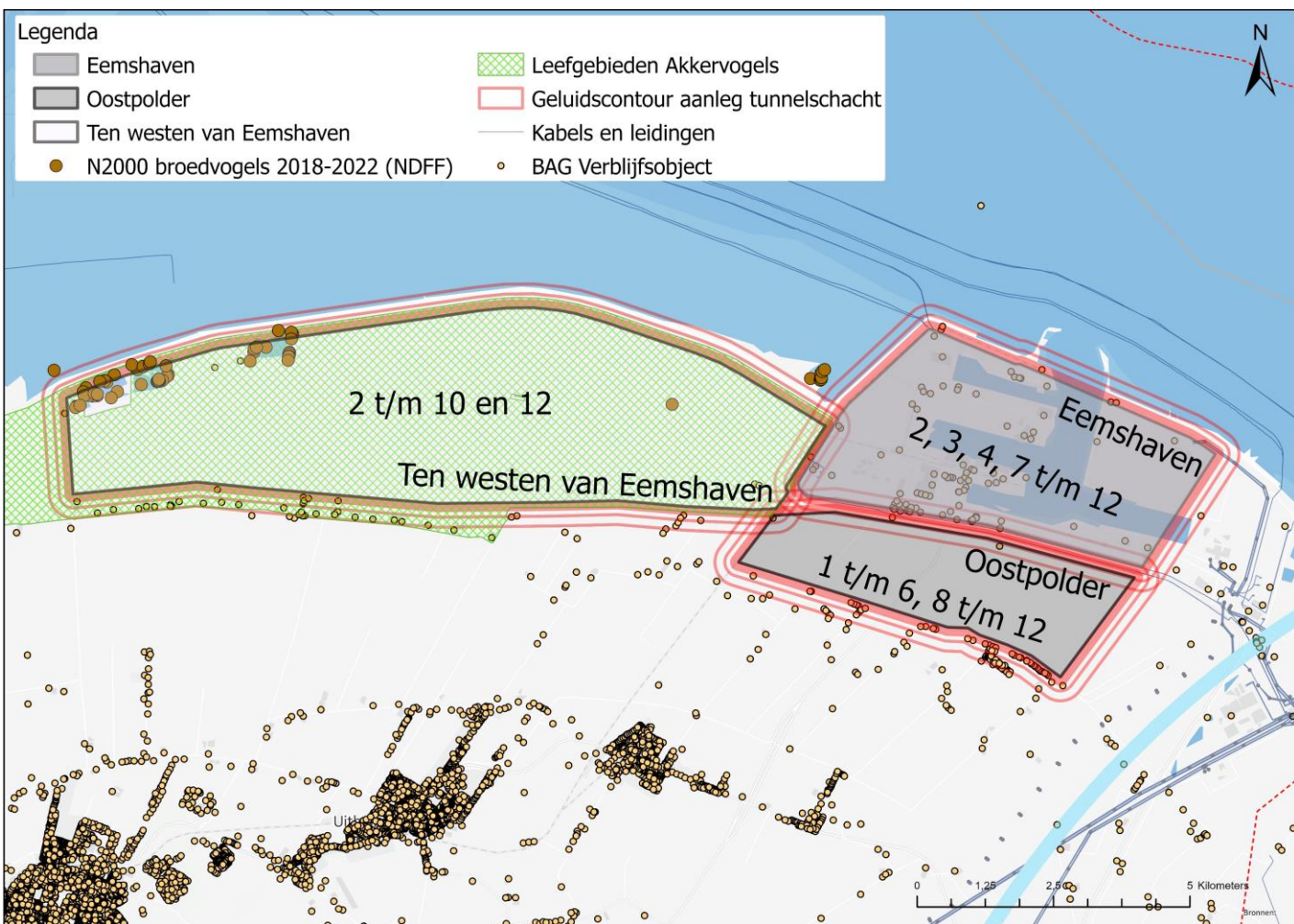
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

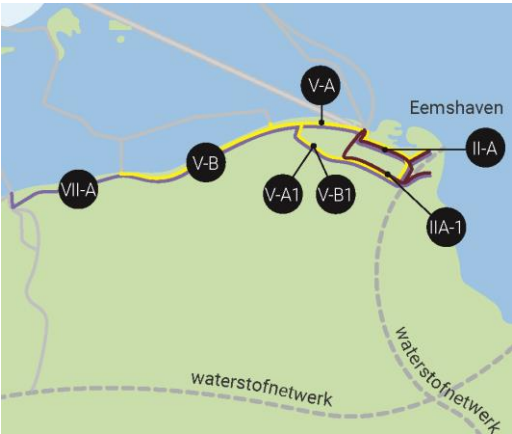
Aandachtspunten voor het Programma

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

Zoekgebieden aanlandingspunt Tunnel



Landroutes (kabelsystemen)



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

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

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

- Niet aan de orde

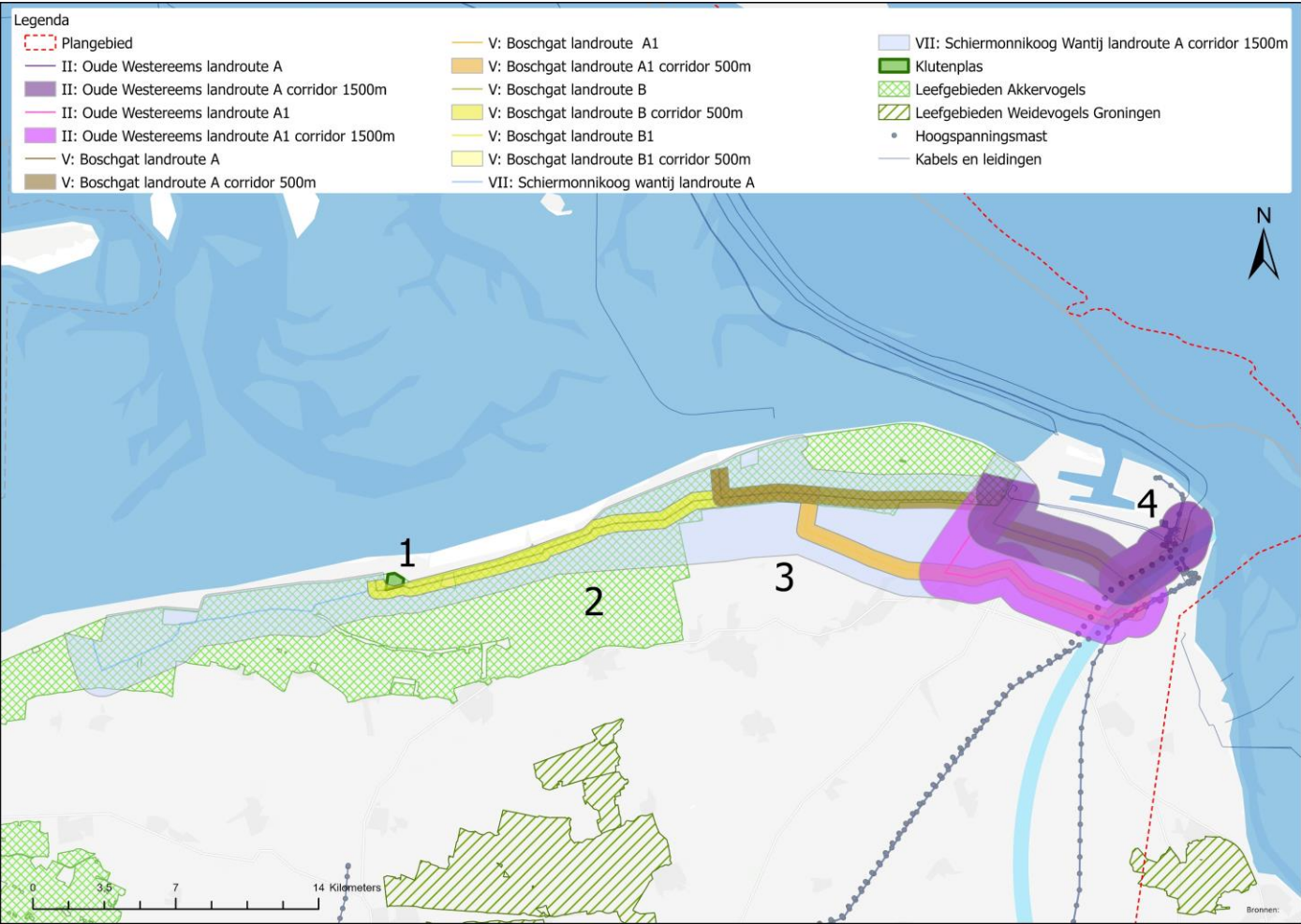
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

Landroutes (kabelsystemen)





Zoekgebieden

Transformatorstation TNW (Middenweg)

Converterstations DDW (Waddenweg)

Toekomstige converterstations Oostpolder

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

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

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Converterstations DDW (Waddenweg) en Toekomstige converterstations Oostpolder Tijdelijke grondwaterstandsverlaging tijdens de aanleg door bemaling met kans op verzilting	Verlagen onttrekkingsdebiet, beperken bemalingsduur, retourbemaling, damwanden plaatsten of trenchbox toepassen
Aanleg-/gebruiksfase 2: Alle stations Geluid, trillingen en optische verstoring doordat zoekgebieden overlappen met geschikt leefgebied voor grondgebonden zoogdieren	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
Aanleg-/gebruiksfase 3: Converterstations DDW (Waddenweg) Geluid, optische verstoring en licht verstoren broedgebied van vogelsoort, mogelijk ook soorten met jaarroond beschermde nesten	Minimale afstand van 600 m tot het leefgebied aanhouden, zorgen dat geluidsniveau niet hoger is dan 47 dB(A) en voorkomen toename lichtbelasting in natuurterreinen.
Aanleg-/gebruiksfase 4: Converterstations DDW (Waddenweg) Verstoring, met name door geluid, van zeer geschikt leefgebied voor vleermuis	Voorkomen dat er licht op vliegroutes, foerageergebieden en verblijfplaatsen schijnt.
Aanleg-/gebruiksfase 5: Transformatorstation TNW (Middenweg) en Toekomstige converterstations Oostpolder Toename van 2 ha verharding bij stations	Bij meer dan 500 m2 extra verharding moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater. Of op bestaande NAM locaties bouwen
Aanleg-/gebruiksfase 6: Transformatorstation TNW (Middenweg) Verwachte overschrijding van het kavelbudget op de geluidgevoelige objecten binnen de zonegrens en op de zonegrens zelf	Extra isolatie of afscherming, akoestisch optimale oriëntatie van de stations
Aanleg-/gebruiksfase 7: Toekomstige converterstations Oostpolder Er bevindt zich één gevoelige bestemming binnen de magneetveldcontour	AC-kabelsystemen en AC-netcomponenten binnen de converterstations op meer dan 25 m afstand vanaf woningen of andere gevoelige bestemmingen aanleggen
Gebruiksfase 8: Converterstations DDW (Waddenweg) Oppervlakteverlies door aanwezigheid en geschikt leefgebied van de grote vos.	Behouden van bomen
Gebruiksfase 9: Alle stations Oppervlakteverlies voor vleermuizen door aanwezigheid geschikt leefgebied binnen zoekgebieden	Boschages, plassen en bebouwing van de bestaande hoogspanningsstations behouden



Zoekgebieden

Transformatorstation TNW (Middenweg)

Converterstations DDW (Waddenweg)

Toekomstige converterstations Oostpolder

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Geen optimalisaties

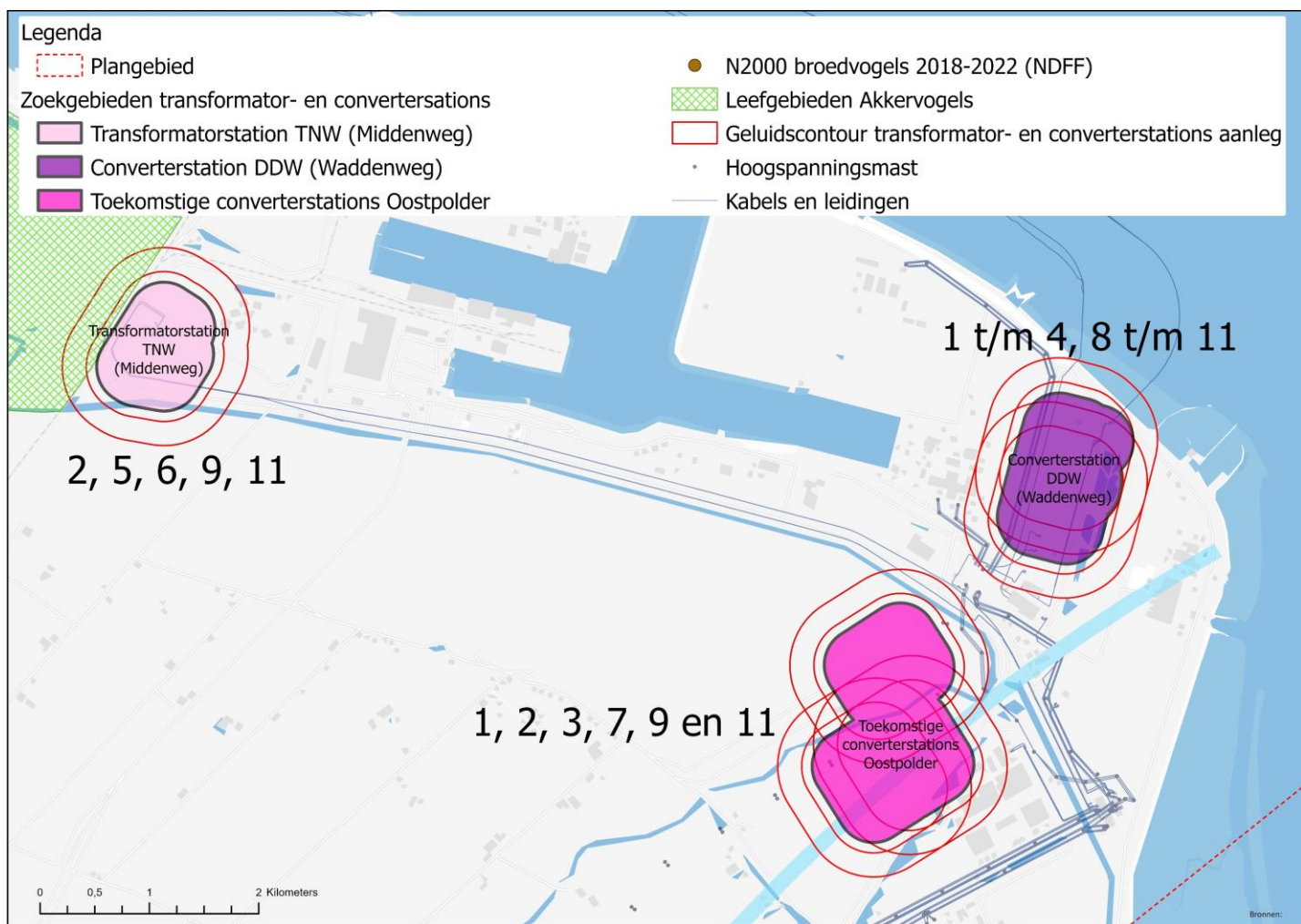
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

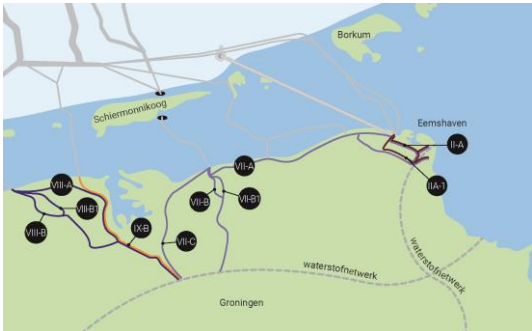
Aandachtspunten voor het Programma

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

Zoekgebieden transformator- en converterstations



Landroutes (leidingen)



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

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

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

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

- Niet aan de orde

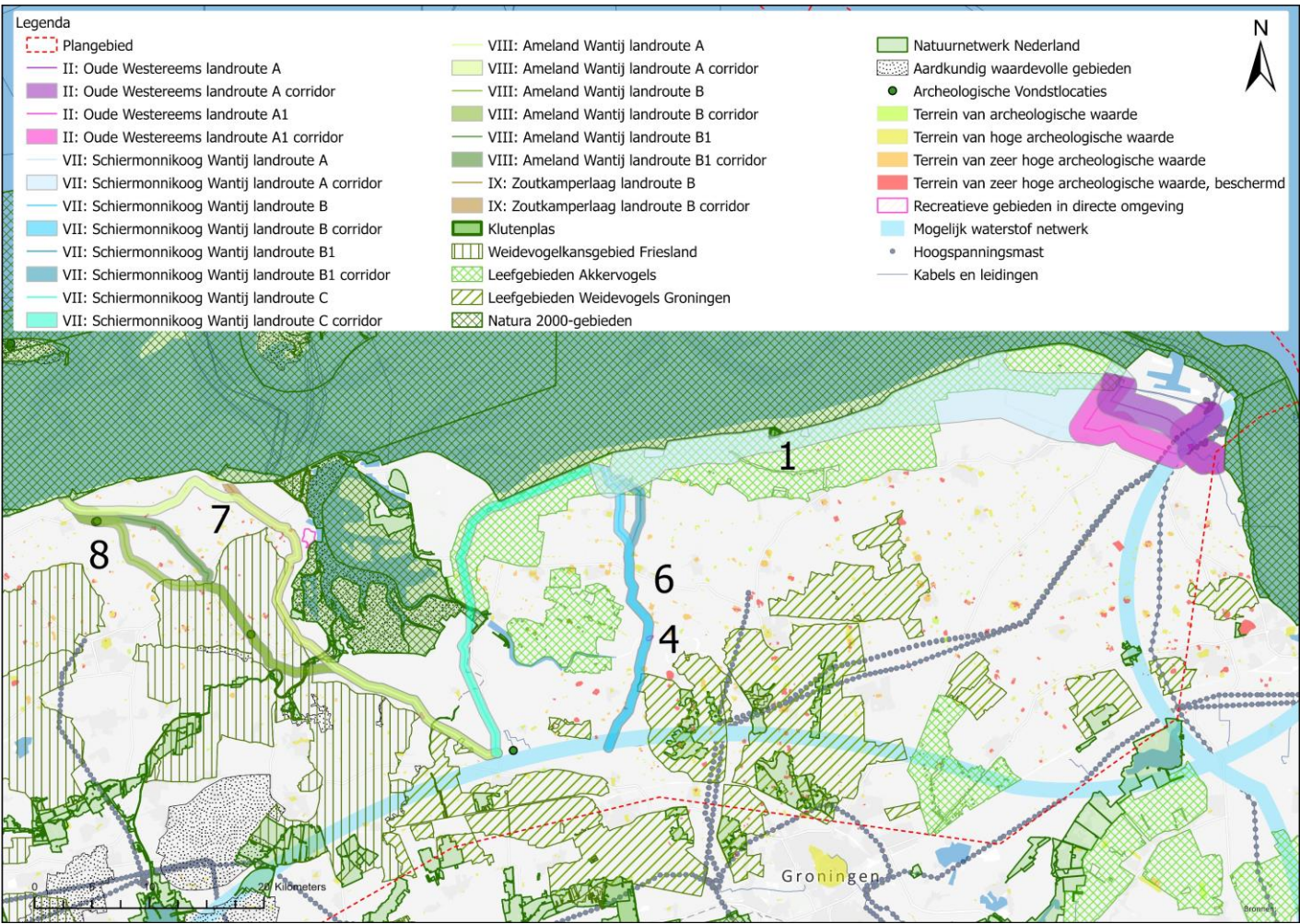
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

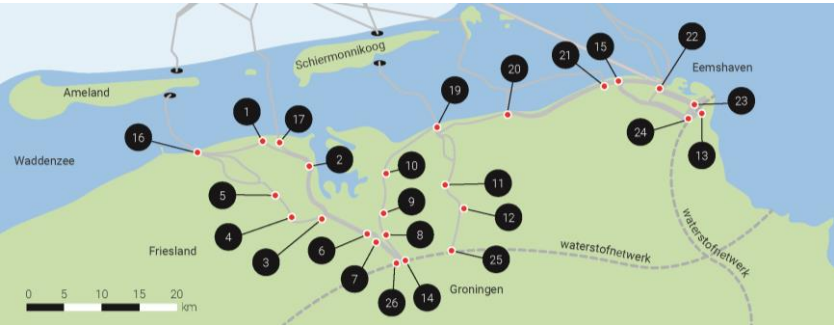
Effect	Mitigerende maatregel
Aanlegfase 1: Corridors VII (A) Doorkruising foerageergebied voor wadvogels Klutenplas zorgt voor verandering van het dynamiek substraat.	Vermijden Klutenplas
2: Alle landroutes Geluid, trilling, optische verstoring en licht verstoren vogels in natuurgebieden.	Werkzaamheden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

Aandachtspunten voor het Programma

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

Landroutes (leidingen)





Aanlandings- en afsluiterstations

25 locaties

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

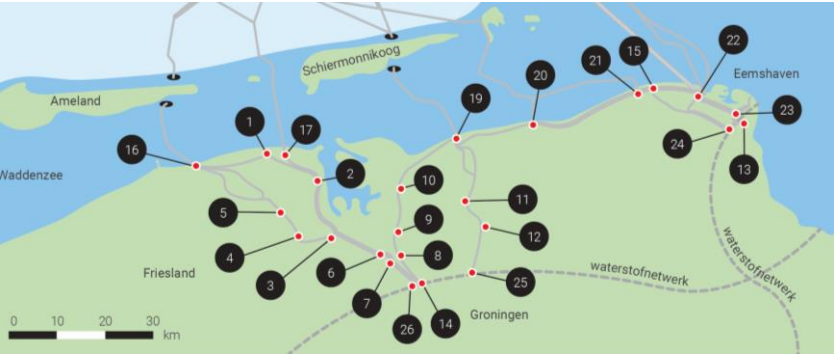
- Locatie 18 is afgefallen

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

- Niet aan de orde

Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie

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



Aanlandings- en afsluiterstations

25 locaties

Optimalisaties na eerste effectbeoordeling

- Locatie 18 is afgevallen

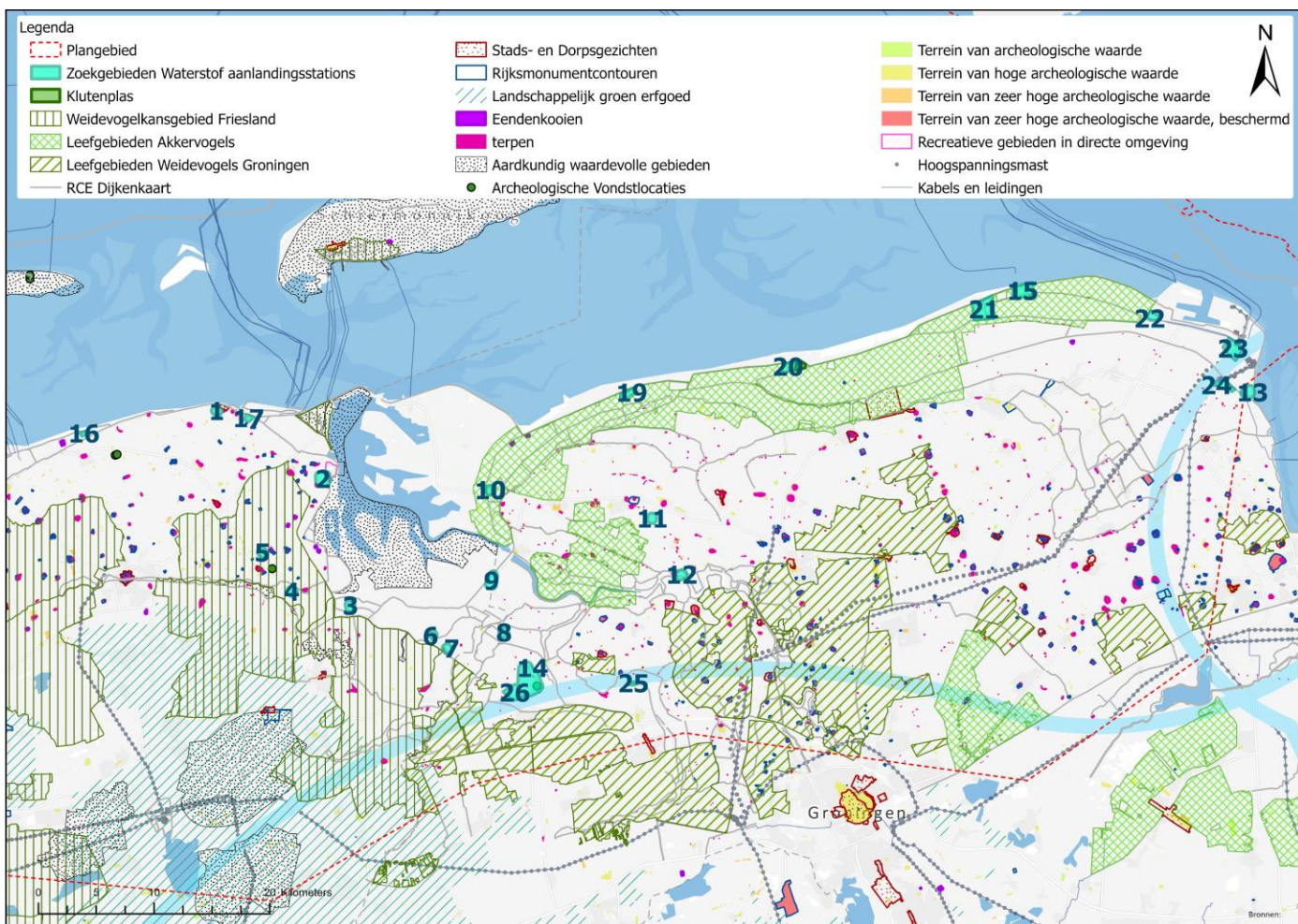
Negatieve effecten (--), zicht op mitigatie (vervolg)

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

Aandachtspunten voor het Programma

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

Zoekgebieden Waterstof aanlandingsstations



LEEMTEN IN KENNIS, MONITORING EN EVALUATIE

In het onderzoek naar de milieueffecten zijn aannames gedaan en moet er rekening worden gehouden met onzekerheden. Dit hoofdstuk legt uit welke aannames er zijn gedaan voor zaken waar op dit moment nog onvoldoende kennis over is (de leemten in kennis). Een leemte in kennis in een MER verwijst naar ontbrekende of onvoldoende informatie die nodig is om de mogelijke milieueffecten van een project of plan volledig en nauwkeurig te beoordelen, zoals:

- missende gegevens over de huidige situatie;
- onvoldoende of onnauwkeurige kennis over de mogelijke effecten;
- missende informatie over mogelijke mitigerende maatregelen;
- onvoldoende informatie over hoe effecten van het project of plan samenhangt met andere ontwikkelingen;
- onzekerheden in de gebruikte methodes en aannames.

Wanneer meer kennis beschikbaar is over een bepaald onderwerp, kan de effectbeoordeling meer precies worden gedaan. De effectbeoordeling kan hierdoor bijvoorbeeld minder negatief uitpakken of er wordt bevestigd dat de eerder uitgevoerde effectbeoordeling klopt. Dit hoofdstuk geeft ook een aanzet voor de monitoring, waarmee de werkelijk optredende gevolgen kunnen worden gemeten.

8.1 Leemten in kennis

Morfologische ontwikkelingen Waddengebied

De bodemligging in het Waddengebied varieert in de tijd. Daardoor is de bodemligging zoals die in PAWOZ is onderzocht anders dan de bodemligging op het moment van de installatie van de kabelsystemen en leidingen. De toekomstige bodemligging is niet precies te voorspellen door de onderlinge invloed tussen bodemontwikkeling en de hydrodynamica en daaraan gekoppelde onzekerheden in morfologische ontwikkelingen. Voor de effectbeoordeling van dit MER is waar mogelijk rekening gehouden met morfologische ontwikkelingen. Aanbevolen wordt om voorafgaand aan de installatie van een kabelsysteem of leiding nieuwe bodemhoogtedata in te winnen langs de route en het ontwerp op basis van deze data te optimaliseren.

Bodemopbouw II: Oude Westereems route

In het gebied van de II: Oude Westereems route door de Waddenzee komen harde lagen voor in de bodem. Maar waar deze precies liggen en welke dikte deze lagen hebben is onbekend. Het is onzeker welke effecten het doorgraven van een harde laag heeft op de bodemontwikkeling. Mogelijk leidt dit lokaal tot diepe erosiegaten, die vervolgens de ligging van geulen in het Eemsestuarium beïnvloeden of tot erosiepatronen die zich verder uitbreiden. In het MER is hiervoor een conservatieve aanname gedaan waardoor meer inzicht de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal laten uitpakken.

Voorafgaand aan het uitvoeren van het project-mer wordt geotechnisch onderzoek gedaan langs de route. De informatie over de bodembouw kan worden verwerkt in het ontwerp en de aanlegtechniek. Daardoor kunnen de effecten nauwkeuriger worden bepaald.

Verspreiding van zeer grote sedimentvolumes

Voor de aanleg van leidingen langs II: Oude Westereems route en IX: Zoutkamperlaag route moeten zeer grote sedimentvolumes worden gebaggerd en verspreid binnen hetzelfde (kombergings)gebied. In de wetenschappelijke literatuur is nog niet voldoende inzicht in de effecten van het verspreiden van zulke grote sedimentvolumes. In het MER is hiervoor een conservatieve aanname gedaan waardoor meer inzicht de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal laten uitpakken. Om de effecten van het verspreiden van grote sedimentvolumes op een kombergingssysteem beter te doorgronden zou nader onderzoek moeten worden gedaan.

Bodemontwikkeling door werkzaamheden

De technieken die worden gebruikt voor het aanleggen van kabelsystemen en leidingen in de Waddenzee zijn sterk in ontwikkeling. In het kader van het MER is een apart onderzoek gedaan naar de bodemberoering van een wadtrencher en het natuurlijk herstel van de bodemprocessen, waardoor hier kennis op is ontwikkeld. In het deelrapport Bodem en Water op Zee zijn conservatieve aannamen gedaan voor de volgende effecten waardoor de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal uitpakken bij meer kennis over deze processen:

- de mate van hersedimentatie die optreedt bij het graven van baggergeulen en op welke manier deze kan worden geminimaliseerd;
- hoe lang de sporen van een wadtrencher zichtbaar blijven op de zeebodem en hoe dit afhangt van de locatie waar deze ingezet is;
- wat het lange termijn effect is van grondberoering voor het realiseren van een HDD-put op de bodemontwikkeling;
- hoeveel kusterosie er optreedt rondom een kofferdam.

Voorkomen van habitats en soorten in de Noordzee en Waddenzee

De effecten op natuur zijn bepaald op basis van een bureaustudie met publiek toegankelijke informatie. Vooral in de Waddenzee zijn er onzekerheden over het actueel of locatie specifiek voorkomen van habitats en soorten. Voor het habitattype H1140 is in het kader van dit MER een expert consultatie geweest, waardoor hier kennis op is ontwikkeld. Ook de hoogwatervluchtplaatsen zijn met hulp van deskundigen in dit MER beter in beeld gebracht. In het deelrapport Natuur zijn conservatieve aannamen gedaan, waardoor de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal uitpakken bij meer kennis over het voorkomen van soorten en habitats. In het project-mer in de aanlegfase is nader (veld)onderzoek nodig om effecten locatiespecifiek in beeld te brengen.

Door middel van monitoring en openbaarheid van gegevens van deskundigen kan de aanwezigheid van natuurwaarden beter in kaart gebracht om mogelijke effecten zoveel mogelijk te vermijden. Het gaat dan voor de Noordzee specifiek om:

- de aanwezigheid van riffen (Borkumse Stenen);
- de aanwezigheid van (beginnende) platte oesterbanken.

En voor het Waddengebied om het voorkomen van de volgende soorten en habitats:

- de aanwezigheid van schelpdieren in de Noordzeekustzone;
- het actueel en locatie specifiek voorkomen van hotspots van de gevoelige typische soorten;
- het actueel en locatie specifiek voorkomen van hotspots van voedselsoorten voor scholekster, eidereend en steenloper en gebruik van het foerageergebied;
- het gebruik van HVPs. Waarbij geldt als doel om de specifieke locatie van de HVPs te bepalen, de grootte en hoe deze wordt gebruikt door aanwezige vogelsoorten;
- de verspreiding van vogelsoorten bij laagwater en het belang van foerageergebieden in de Waddenzee;
- de aanwezigheid van bodemdieren hotspots op de wadplaten, aangezien deze veranderen in de loop der jaren.

Aard van de verstoringfactoren voor natuur

Er zijn onzekerheden in de effecten van vertroebeling, dynamiek substraat, verstoringsafstanden van broedende en foeragerende vogels, optische verstoring en licht en elektromagnetische velden:

- vertroebeling: de relatie tussen de hoeveelheid vertroebeling en de effecten hiervan op schelpdieren, vissen en zichtjagende vogels is niet goed bekend;

- verandering in de dynamiek substraat: de langetermijneffecten van vergraving en het berijden van het Wad, en de effecten op de overleving dan wel het herstel van bodemdieren is niet goed bekend;
- verandering in de dynamiek substraat: de effecten van verdichting op zandige bodems en de daarbij mogelijke gevolgen voor de bodemdieren is niet goed bekend;
- verstoring: verstoringafstanden van broedende en foeragerende vogels met betrekking tot specifieke werkzaamheden van de aanleg van kabelsystemen in getijdegebieden;
- optische verstoring en licht: verstoring door licht en de effecten op vasteland soorten is niet goed bekend;
- elektromagnetische velden: de effecten van elektromagnetische velden op (het gedrag van) elektromagnetisch gevoelige soorten (vissen, zeezoogdieren en bodemdieren) zijn niet goed bekend;
- verzilting: de effecten van verzilting op natuur zijn niet goed bekend.

In het deelrapport Natuur zijn voor deze verstoringfactoren conservatieve aannames gedaan op basis van de wetenschappelijke literatuur waardoor de effectbeoordeling van het MER niet zal veranderen of mogelijk minder negatief zal uitpakken bij meer kennis over deze verstoringfactoren. Om deze effecten beter te doorgronden zou nader wetenschappelijk onderzoek moeten worden gedaan. De kennis over het effect van elektromagnetische velden voor onderwaterleven is iets verder ontwikkeld.

Modelberekeningen voor natuur

De effectbeoordeling van natuur is onder andere gebaseerd op de modelberekeningen van sedimenttransport en verdroging. De sediment modellering geeft geen inzicht in de invloed van sedimentatie op specifieke locaties, habitattypen en leefgebieden. Aanbevolen wordt om voor de effectbepaling in het project-mer een gedetailleerdere sedimentmodellering te doen om deze effecten beter in beeld te brengen.

In dit MER zijn conservatieve aannames gedaan voor de verdroging als gevolg van bemaling langs de routes. Aanbevolen wordt om voor de effectbeoordeling in het project-mer een gedetailleerder grondwatermodel te maken om deze effecten uitgebreider en meer locatiespecifiek in beeld te brengen.

Stikstof

Voor stikstof kan, zodra er meer duidelijkheid over het project is in de projectfase en het bijbehorende ontwerp, de stikstofdepositiebijdrage nauwkeuriger worden berekend.

8.2 Aanzet tot monitoring en evaluatie

Kennisontwikkeling

In het kader van het Programma voor PAWOZ wordt meegegeven dat kennisontwikkeling en kennisuitwisseling kan worden gestimuleerd op de in de vorige paragraaf beschreven leemten in kennis en informatie. En dan met name op de kennisleemten, die zijn geconstateerd op morfologie en habitats en soorten in het Waddengebied, omdat op die onderwerpen significante effecten kunnen optreden.

Monitoring van effecten

Bij het daadwerkelijk uitvoeren van de werkzaamheden voor de aanleg en het gebruik van kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations wordt op basis van de resultaten van dit MER aanbevolen om de monitoring te richten op de effecten waar leemten in milieu-informatie zijn geconstateerd, waar onzekerheden zijn in de bepaling van effecten en op die onderwerpen die kunnen leiden tot significante effecten. Dat wil zeggen dat de monitoring in elk geval gericht moet zijn op: sedimenttransport en vertroebeling, herstel van de zeebodemstructuren na aanleg van kabelsystemen en leidingen (vergravingen), de hoogwatervluchtplaatsen (HVPs), riffen (Borkumse Stenen), (beginnende) platte oesterbanken, niet-broedvogels, bodemdieren op de wadplaten, vissen en zeezoogdieren en geluidbelasting.

Mogelijk kan de monitoring van deze effecten worden opgenomen in de bestaande onderzoeks- en monitoringsprogramma's, die in het Waddengebied worden uitgevoerd. De uitvoering van de monitoring en de verantwoordelijkheid van de monitoring moet nader worden uitgewerkt in de project-mer.

Daarbij wordt meegegeven dat openbaarheid van meet- en monitoringsgegevens en kennisuitwisseling tussen alle deskundigen en gebruikers van het Waddengebied bijdraagt om de effecten van ontwikkelingen zoals PAWOZ zoveel mogelijk te beperken.

Bijstuurmogelijkheden

In het project-mer moeten ook de bijstuurmogelijkheden worden uitgewerkt. Dit zijn de maatregelen die achter de hand beschikbaar zijn en getroffen kunnen worden, mochten onverhoopt de milieugrenzen in de praktijk toch worden overschreden. Deze hangen samen met de locatie en de uitvoeringsmethodiek en zijn daarom in dit stadium van het planproces nog niet goed vast te stellen.

Kennisdeling

De kennis die op basis van monitoring van de effecten van de aanleg van de eerste leiding of het eerste kabelsysteem wordt opgedaan, kan worden gebruikt bij de effectbeoordelingen in opvolgende project-mer'en en bij de uitvoering van andere projecten in dit gebied. Openbaarheid van gegevens draagt bij aan het draagvlak, het begrip en ontzorging. Daarom wordt aanbevolen de meetgegevens waar mogelijk beschikbaar te maken en toe te lichten in publieke bijeenkomsten en publicaties.

BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN VAN HET MILIEUONDERZOEK

Het MER is opgesteld ter ondersteuning van de besluitvorming over het Programma voor PAWOZ. In het MER zijn de milieueffecten van routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen onderzocht en beoordeeld vanaf toekomstige windparken op de Noordzee, door het Waddengebied en het vasteland naar de Eemshaven of het Waterstofnetwerk Nederland en voor de bijbehorende stations. Dat is gedaan voor de thema's bodem en water op zee en op land, natuur, landschap, cultuurhistorie en archeologie, scheepvaart en veiligheid, gebruiksfuncties en leefomgeving. Het uitgangspunt hierbij is dat er maximaal één kabelsysteem of leiding per jaar kan worden aangelegd. De onderzoeken zijn uitgevoerd op het detailniveau dat hoort bij een plan-MER voor een Programma. Hierbij is uitgegaan van een realistische worst-case.

Uit de effectbeoordeling is gebleken dat er op alle routes en stationslocaties effecten kunnen optreden. Voor de negatieve effecten is in het MER onderzocht of er mitigerende maatregelen mogelijk zijn om de effecten te beperken. Een aantal negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone kunnen niet met mitigerende maatregelen worden opgelost. Voor deze negatieve effecten is gekeken of het effect ergens anders zou kunnen worden gecompenseerd. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste bevindingen van het MER samengevat en zijn de aandachtspunten beschreven voor het vervolgproces over de besluitvorming van PAWOZ en toekomstige project-mer'en die voor de vervolgbesluiten worden opgesteld. In een project-mer zal worden beoordeeld of de mitigerende maatregelen de effecten zodanig verminderen dat er geen sprake meer is van significant negatieve of negatieve effecten.

9.1 Noordzeeroutes en (zoekgebieden) platforms

Op de routes door de Noordzee en de drie zoekgebieden voor platforms worden neutrale (0), licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. Er zijn geen sterk negatieve (- -) effecten in beeld waarbij ook geen zicht op mitigatie van de effecten is.

De negatieve effecten van de platforms hebben vooral te maken met de mogelijke geluidsverstoring van vissen en zeezoogdieren door het heien van de verankeringspalen in de aanlegfase. Er is zicht op mitigatie met geluidsbeperkende maatregelen. Aandachtspunten zijn dat er telecomkabels liggen in het zoekgebied van platform DDW-2 en dat er rondom de platforms gebruiksbeperkingen ontstaan voor visserij en aquacultuur vanwege de veiligheidscontour van 500 meter die rondom platforms moet worden aangehouden.

De negatieve effecten van de Noordzeeroutes hebben te maken met de kans op verstoring van natuurwaarden in het KRM-gebied Borkumse Stenen en de kans op verstoring van archeologische waarden. Er zijn enkele verschillen tussen de effecten en aandachtspunten van de Noordzeeroutes. Noordzeeroute A loopt door Borkumse Stenen met aanwezigheid van het potentieel habitatype H1170 (met riffen- en schelpdierconcentraties), en loopt door potentieel leefgebied van de platte oester. Er moet nader onderzoek worden gedaan naar het voorkomen van deze natuurwaarden op Noordzeeroute A. Bij de aanleg van kabelsystemen op Noordzeeroute A moeten deze natuurwaarden worden vermeden.

Voor kabelsystemen op de Noordzeeroutes A, B en C geldt dat de elektromagnetische velden effect kan hebben op visseneitjes rondom de kabelsystemen in de Borkumse Stenen. Voor deze routes geldt daarom als aandachtspunt dat kabelsystemen voldoende diep worden ingegraven of met een kortere lay-length (de afstand die nodig is om één omwenteling van de streng rond de diameter van de geleider te voltooien).

Op alle Noordzeeroutes gelden beperkingen voor het ruimtebeslag in de corridor om ankergebieden te vermijden. Op de Noordzeeroutes A, C en D gelden ook beperkingen door vergunde zand- en schelpenwingsgebieden en op de Noordzeeroutes C en D door archeologische waarden. Door deze ruimtelijke beperkingen in de corridors is de beschikbare ruimte voor kabelsystemen en leidingen beperkter dan de volledig onderzochte breedte. Maar de onderzochte corridors van de Noordzeeroutes zijn met minimaal 1 km tot 6 km breedte ruim genoeg, zodat het mogelijk is om meerdere kabelsystemen en/of leidingen in te passen.

Als aandachtspunt voor de keuzes in het Programma geldt dat de Noordzeeroutes voor kabelsystemen en leidingen onlosmakelijk samenhangen met de bijbehorende Waddenzeeroutes. Het aantal kabelsystemen en/of leidingen die passen in de Waddenzeeroutes is bepalend voor het aantal kabelsystemen en leidingen die kunnen worden aangelegd in de Noordzeeroutes.

9.2 Waddenzeeroutes

De grootste effecten van PAWOZ hangen samen met de morfologie en natuurwaarden van de Waddenzee. Er zijn zes routes door de Waddenzee onderzocht waarvan één route alleen voor kabelsystemen, twee routes alleen voor leidingen en twee routes zowel voor kabelsystemen als voor leidingen. Daarnaast is onderzoek gedaan naar een tunnelsysteem onder de Waddenzee door met het intredepunt op de Noordzee.

Uit de effectonderzoeken van de Waddenzeeroutes blijkt dat er op elke route grote uitdagingen liggen om milieueffecten te beperken. Voor leidingen zijn er wat meer mogelijke routes dan voor kabelsystemen, omdat deze routes niet alleen naar de Eemshaven gaan, maar ook naar andere aanknopingspunten van het Waterstofnetwerk Nederland op land kunnen.

Omdat sterk negatieve effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand konden worden uitgesloten, is een Natuurtoets uitgevoerd. Uit de Natuurtoets blijkt dat het op sommige routes mogelijk is om significante negatieve effecten op de natuurwaarden van de Waddenzee en Noordzeekustzone met mitigerende maatregelen te voorkomen of te beperken; deze effecten zijn beoordeeld als negatief effect (- -). Voor andere routes blijkt dat significant negatieve effecten op de natuurwaarden ook met mitigerende maatregelen vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten; deze effecten zijn beoordeeld als sterk negatief effect (- - -). Een sterk negatieve (- - -) geldt voor de II: Oude Westereems route voor leidingen, de V: Boschgat route voor kabelsystemen en de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor leidingen.

Voor de drie Waddenzeeroutes waar geen zicht is op mitigatie en significant negatieve (- - -) effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden vooralsnog niet kunnen worden uitgesloten, is onderzocht of er zicht is op compensatie. Tabel 9.1 geeft een samenvatting van de uitkomsten van de Natuurtoets en het Hoofdstuk Compensatie van deelrapport Natuur. Uit het Hoofdstuk Compensatie blijkt dat er op één route, de VII: Schiermonnikoog Wantij route voor leidingen, zicht is op compensatie. Voor de II: Oude Westereems route voor leidingen en de V: Boschgat route voor kabelsystemen is geen zicht op compensatie. In het Programma worden de routes verder geprioriteerd.

Voor alle Waddenzeeroutes geldt dat de mitigerende maatregelen om negatieve effecten op de verschillende soorten en habitattypen (door onder andere geluid, optische verstoring en licht), bodemontwikkeling/morfologie (door onder andere baggeren), vertroebeling en bestaande gebruiksfuncties en waarden in het gebied te voorkomen, zorgen voor beperkingen in ruimte en tijd. Daardoor is de beschikbare ruimte binnen de corridors beperkter dan de volledig onderzochte breedte en moet de timing van de werkzaamheden goed worden afgestemd. Daarbij geldt als aandachtspunt voor de keuzes in het Programma dat bij combinatie van kabelsystemen en leidingen in totaal minder kabelsystemen en/of leidingen kunnen worden aangelegd op de routes door het Waddengebied. Dit komt doordat een afstand tussen kabelsystemen en leidingen moet worden gehanteerd om onderlinge beïnvloeding te voorkomen.

Tabel 9.1 Overzicht van beoordeling en beperkingen voor de aanleg van kabelsystemen en/of leidingen in de Waddenzeeroutes

Waddenzeeroute	Effectbeoordeling één kabelsysteem / leiding - centerline	Zicht op compensatie?	Effectbeoordeling meerdere kabelsystemen / leidingen - corridor	Belangrijkste aandachtspunten in de corridor**
II: Oude Westereems route (kabelsystemen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen; - stremming voor scheepvaart
II: Oude Westereems route (leidingen)	Sterk negatieve effecten (- - -) geen zicht op mitigatie	Nee	Eén kabelsysteem of leiding zorgt al voor sterk negatieve effecten	Niet van toepassing
V: Boschgat route (kabelsystemen)	Sterk negatieve effecten (- - -) geen zicht op mitigatie	Nee	Eén kabelsysteem of leiding zorgt al voor sterk negatieve effecten	Niet van toepassing
VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen
VII: Schiermonnikoog Wantij route (leidingen)	Sterk negatieve effecten (- - -) geen zicht op mitigatie	Ja*	Eén kabelsysteem of leiding zorgt al voor sterk negatieve effecten	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende compenserende maatregelen
VIII: Ameland Wantij route (leidingen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen
IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- westelijke rand corridor beperkend voor aanleg meerdere leidingen; - effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen
X: Tunnel route (kabelsystemen en/of leidingen)	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	Niet aan de orde omdat er zicht is op mitigatie	Negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie	- permanente verandering morfologie en kustfundament; - effecten op natuurwaarden en daaruit volgende mitigerende maatregelen

* In het Programma moet eerst worden afgewogen of er alternatieven zijn voordat compensatie wordt toegepast, volgens het proces van de ADC-toets (zie paragraaf 6.2.3).

** Voor beperkingen in ruimte en tijd in de corridor, zie de afbeeldingen per route in Hoofdstuk 7.

Hierna zijn de belangrijkste resultaten van de milieuonderzoeken voor de verschillende Waddenzeeroutes kort toegelicht.

II: Oude Westereems route (kabelsystemen en leidingen)

De II: Oude Westereems route is onderzocht voor kabelsystemen en leidingen. Bij het aanleggen van kabelsystemen op deze Waddenzeeroute kunnen diverse negatieve effecten (- -) optreden. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Qua natuurwaarden gaat het om effecten op typische soorten zoals zeegras van habitatype H1140, onderwatergeluid en bovenwatergeluid op zeezoogdieren, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van broedvogels en niet-broedvogels. De locaties van hotspots van gevoelige typische soorten van H1140 zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht.

Verder gelden er op deze Waddenzeeroute aandachtspunten voor de scheepvaart door risico's op stremming en hinder voor de scheepvaart in de Eemsgeul, en diverse ankergebieden. Bij aanleg van kabelsystemen langs de randen van de corridor is het risico op blootspoelen groot. Ook liggen er veel bestaande kabels en leidingen op deze Waddenzeeroute die moeten worden gekruist.

Voor het aanleggen van leidingen op de II: Oude Westereems route kunnen sterk negatieve effecten (- - -) op de primaire productie, habitatype en vogels door de toename, duur en oppervlakte van vertroebeling door baggerwerkzaamheden voorsnog niet worden uitgesloten. Alleen voor niet-broedvogels is er zicht op mitigatie van de vertroebelingseffecten, maar voor de effecten op primaire productie en habitatype is geen zicht op mitigatie en ook niet op compensatie. Daarnaast zijn sterk negatieve (- - -) effecten voor zeehonden door onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht niet uit te sluiten, en hiervoor is geen zicht op compensatie.

Verder zijn er voor leidingen diverse negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie verwacht. Qua natuurwaarden gaat het om verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van broedvogels en niet-broedvogels. Er geldt een ruimtelijke beperking langs de westelijke zijlijn van de corridor, omdat baggerwerk hier tot langdurige en grootschalige invloed op de bodemontwikkeling zal leiden. De toename, oppervlakte en duur van de vertroebeling heeft effect op vangstsucces in de visserij. En verder gelden dezelfde aandachtspunten ten aanzien van de scheepvaart, ankergebieden, blootspoelen en de kruising van bestaande kabels en leidingen als voor de aanleg van kabelsystemen.

V: Boschgat route (kabelsystemen)

De V: Boschgat route is alleen onderzocht voor kabelsystemen. Deze route is in het routeontwikkelingsproces afgevalen (getrechterd) voor leidingen. De route voor kabelsystemen kenmerkt zich door hoge natuurwaarden van de Waddenzee en de morfologische dynamiek. Vanwege die hoge waarden kunnen diverse sterk negatieve effecten (- - -) voorsnog niet worden uitgesloten op deze route. Het gaat om sterke vertroebeling door baggerwerkzaamheden en significante verstoring van ligplaatsen van zeehonden. Voor deze effecten is geen zicht op mitigatie en geen zicht op compensatie.

Verder wordt op de zijlijnen van variant A en A1 en de westelijke zijlijn van variant A2 verwacht dat baggerwerkzaamheden een sterk negatief (- - -) effect hebben op wadplaten. En er geldt een ruimtelijke beperking langs de westelijke zijlijn van de corridor, omdat baggerwerk hier tot langdurige en grootschalige invloed op de bodemontwikkeling zal leiden.

Daarnaast kunnen diverse negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie optreden. Het gaat om langdurige en grootschalige invloed op bodemontwikkeling door een groot baggervolume (~2 Miljoen m3) in een dynamisch gebied.

Qua natuurwaarden gaat het om de kans op verandering in de dynamiek substraat in habitatypen H1110, H1140 en essentiële voedsel hotspots voor niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van broedvogels en niet-broedvogels. De locaties van hotspots van H1140 en de voedsel hotspots van de relevante niet-broedvogelsoorten zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht.

Op deze route liggen bekende archeologische waarden die vermeden moeten worden. Verder gelden er op deze route aandachtspunten ten aanzien ankergebieden, gesloten gebieden en visserij. Bij de aanleg van kabelsystemen is het risico op blootspoelen groot. Langs de kust moeten veel bestaande kabels en leidingen worden gekruist.

VII: Schiermonnikoog Wantij route (kabelsystemen en leidingen)

De VII: Schiermonnikoog Wantij route is onderzocht voor kabelsystemen en leidingen. Bij het aanleggen van kabelsystemen op deze route kunnen diverse negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Qua natuurwaarden gaat het om sedimentatie van zeegras en schelpdierbanken van de Waddenzee en Noordzeekustzone, effecten door verandering in de dynamiek substraat op de locaties van hotspots van habitattypen H1110, H1140 en voedsel hotspots van niet-broedvogelsoorten, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeezoogdieren, broedvogels en niet-broedvogels. De hotspots met gevoelige typische soorten van H1110, H1140 en de voedsel hotspots van de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht. Dat geldt ook voor de essentiële foerageerlocaties van broedvogels.

Verder geldt dat de rand van de corridor overlapt met het militaire gebied Marnewaard. Langs de oostelijke rand van de corridor is het risico op blootspoelen van de kabelsystemen groot. Voor variant A geldt een verhoogde kans op schade aan de kabelsystemen door ankeren en voor variant A1 geldt dat schelpenwingebieden en zandwingebieden moeten worden vermeden.

Voor leidingen is op de VII: Schiermonnikoog Wantij route een sterk negatief effect (- -) verwacht. Het gaat om verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeehonden, waarvoor vooralsnog geen zicht is op mitigatie. Voor dit effect is wel zicht op compensatie. Verder zijn voor de aanleg van leidingen op deze route dezelfde negatieve effecten (- -) met zicht op mitigatie en aandachtspunten van toepassing als voor de aanleg van kabelsystemen.

VIII: Ameland Wantij route (leidingen)

De VIII: Ameland Wantij route loopt niet naar Eemshaven, maar sluit via landroutes aan op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze route is alleen onderzocht voor leidingen. Bij het aanleggen van leidingen op deze route kunnen diverse negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Qua natuurwaarden gaat het om sedimentatie van schelpdierbanken van de Noordzeekustzone, het effect door verandering in de dynamiek substraat op de locaties van hotspots van habitattypen H1110, H1140 en voedsel hotspots van niet-broedvogelsoorten, en verstoring door bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeezoogdieren, broedvogels en niet-broedvogels. De hotspots van gevoelige typische soorten van H1110, H1140 en de voedsel hotspots van de relevante niet-broedvogelsoorten in de Waddenzee zijn niet met voldoende detailniveau bekend en moeten nader worden onderzocht. Dat geldt ook voor de essentiële foerageerlocaties van broedvogels.

Verder gelden op deze route risico's op aanvaring met kwetsbare bouwkuipen op het Wad.

IX: Zoutkamperlaag route (leidingen)

De IX: Zoutkamperlaag route loopt niet naar Eemshaven, maar sluit via landroutes aan op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze route is alleen onderzocht voor leidingen. Op deze route kunnen negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie.

Langs de westelijke rand van de corridor zijn vanuit morfologie negatieve effecten (- -) verwacht bij diepe ontgraving in kleilagen. Dit effect treedt niet op bij de aanleg van één leiding in het midden van de corridor, maar alleen bij de aanleg van meerdere leidingen. Dit betekent een beperking van de ruimte in de corridor. Qua natuurwaarden gaat om effecten op primaire productie, habitattypen en vogels door vertroebeling, grote verandering in de dynamiek substraat door baggerwerk met effect op habitattypen H1110 en H1140,

kans op verandering in de dynamiek substraat op de locaties van hotspots van habitattypen H1110, H1140 en voedsel hotspots van niet-broedvogelsoorten, en verstoring door onderwatergeluid, bovenwatergeluid, optische verstoring en licht van zeezoogdieren, broedvogels en niet-broedvogels.

Er liggen bekende archeologische waarden op de route. Verder gelden er op deze route aandachtspunten ten aanzien van de scheepvaart door risico's op aanvaring met bouwkuipen op het Wad en effecten van vertroebeling op het vangstsucces van de visserij. Ook is het risico dat de leidingen blootspoelen groot.

X: Tunnel route (kabelsystemen en/of leidingen) en intredepunt Noordzee

Voor de aanleg van het intredepunt Noordzee en het tunnelsysteem kunnen negatieve effecten (- -) vooralsnog niet worden uitgesloten. Voor deze negatieve effecten is zicht op mitigatie. Het gaat om hinder voor de scheepvaart en de doorgaande operaties in Eemshaven door toename van de scheepvaartintensiteit op de Eemsgel, effecten op de ruige dwergvleermuis als in de migratieperiode wordt gewerkt, en hinder en verminderd vangstsucces van zichtjagende (duikende) vogels door vertroebeling.

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

9.3 Landroutes

Er zijn vijf landroutes onderzocht, met diverse varianten. De landroutes zorgen voor de verbinding tussen de Waddenzeeroutes en een aansluitpunt op het landelijke hoogspanningsnet in de Eemshaven (voor kabelsystemen) of op het Waterstofnetwerk Nederland (westelijke routes voor leidingen) en op het Waterstofnetwerk Groningen in de Eemshaven (oostelijke routes voor leidingen). De II: Oude Westereems landroute en VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A zijn onderzocht voor kabelsystemen en voor leidingen. De V: Boschgat landroute is alleen onderzocht voor kabelsystemen. De westelijke landroutes, de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, B1 en C, de VIII: Ameland Wantij landroute en de IX: Zoutkamperlaag landroute, zijn alleen onderzocht voor leidingen.

Op de landroutes zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. Er zijn geen sterk negatieve (- -) effecten in beeld waarbij geen zicht op mitigatie van de effecten is. Voor alle landroutes geldt dat er kans is op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling. Ook moeten er veel bestaande kabels en leidingen worden gekruist. Verder zorgen werkzaamheden op de centerlines van de V: Boschgat landroute, VII: Schiermonnikoog Wantij landroute, VIII: Ameland Wantij landroute en IX: Zoutkamperlaag landroute en in de corridors van alle landroutes voor tijdelijke verstoring door geluid, trilling, optische verstoring en licht van vogels in vogel- en natuurgebieden.

Er zijn ook enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de landroutes. Specifiek voor de corridors van de V: Boschgat landroute B en B1 (voor kabelsystemen) en de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute A (voor kabelsystemen en leidingen) geldt dat het foerageergebied voor wadvogels van de Klutenplas wordt doorkruist. Dit zorgt voor verandering van de dynamiek van het substraat.

Specifieke aandachtspunten voor de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B en B1 (voor leidingen) zijn de kruising met een camping en werkzaamheden in aardkundig waardevolle gebieden.

Op de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, de VIII: Ameland Wantij landroute en de IX: Zoutkamperlaag landroute (voor leidingen) liggende bekende archeologische waarden op de landroutes. Voor de VII: Schiermonnikoog Wantij landroute B, B1 en de corridor van variant C, de VIII: Ameland Wantij landroute A

en de corridors van varianten B en B1, en de corridor van de IX: Zoutkamperlaag landroute moeten archeologische monumententerreinen worden doorkruist.

Als aandachtspunt voor de keuzes in het Programma geldt dat de landroutes voor kabelsystemen en leidingen onlosmakelijk samenhangen met de bijbehorende Waddenzeeroutes. Het aantal kabelsystemen en/of leidingen die passen in de Waddenzeeroutes is bepalend voor het aantal kabelsystemen en leidingen die kunnen worden aangelegd in de landroutes.

9.4 Zoekgebieden aanlandingspunt tunnel

Voor het aanlandingspunt van de tunnel zijn drie zoekgebieden in en in de buurt van de Eemshaven in beeld:

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

In deze zoekgebieden zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. De negatieve effecten zorgen voor enkele beperkingen in alle zoekgebieden, waardoor niet het hele zoekgebied geschikt is, maar naar verwachting is er in elk zoekgebied voldoende ruimte om een aanlandingspunt voor het tunnelsysteem aan te leggen. Verder onderzoek en nadere locatie bepaling is nodig in de vervolgfase.

In alle zoekgebieden kunnen negatieve effecten optreden op het watersysteem. Het gaat onder andere om het doorsnijden van waterscheidende lagen met effect op KRW grondwaterlichaam Zout Eems, kans op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling, lokale verandering van de grondwaterstroming door diepe wanden, en toename van verharding met gevolgen voor het watersysteem. Voor deze effecten is zicht op mitigatie.

Verder zijn er technisch complexe kruisingen nodig met bestaande kabels en leidingen. Ook zal er naar verwachting significante hinder optreden voor woningen en bedrijven in en rondom de zoekgebieden. Bij verdere uitwerking in de vervolgfase moet goed worden gekeken naar maatregelen om hinder voor woningen en bedrijven te voorkomen.

Er zijn ook enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de zoekgebieden. De tunnelsegmentenfabriek (betonfabriek) past alleen op een industrieterrein met geluidproductieplafonds (of een geluidzone). Alleen de zoekgebieden Eemshaven en Oostpolder voldoen aan deze voorwaarde. Dat betekent dat de tunnelsegmentenfabriek niet in zoekgebied Ten Westen van Eemshaven kan worden gerealiseerd, behalve na aanpassing van het Omgevingsplan. Voor het zoekgebied Oostpolder wordt een sterk negatief effect (- - -) verwacht door een risico op geluidoverschrijding op de zonegrens en meer dan 55 dB (A) bij woningen als gevolg van de tunnelsegmentenfabriek. Voor het zoekgebied Eemshaven wordt een negatief effect (- -) verwacht door een risico op geluidoverschrijding op de zonegrens en minder dan 55 dB (A) bij woningen als gevolg van de tunnelsegmentenfabriek. Door de juiste perceelkeuze binnen het zoekgebied kan dit effect gemitigeerd worden.

Specifiek voor de zoekgebieden Oostpolder en Ten Westen van Eemshaven is er een kans op overschrijding van de maximale blootstellingsduur van geluid op woningen. In deze zoekgebieden zijn ook oppervlakteverlies van geschikt leefgebied voor vleermuizen en verstoring van vleermuizen door licht verwacht.

Voor de zoekgebieden Eemshaven en Ten Westen van Eemshaven is verstoring verwacht op de niet-broedvogels van Ruidhorn en Rommelhoek. In het zoekgebied Ten Westen van Eemshaven kan mogelijk oppervlakteverlies van waardevol weidevogelgebied optreden.

9.5 Zoekgebieden transformator- en converterstations

Er zijn drie zoekgebieden voor transformator- en converterstations in de Eemshaven onderzocht:

- Transformatorstation TNW (Middenweg);
- Converterstations DDW (Waddenweg);
- en Toekomstige converterstations Oostpolder.

In deze zoekgebieden zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. Er zijn geen sterk negatieve (- - -) effecten in beeld waarbij geen zicht op mitigatie van de effecten is.

Voor alle zoekgebieden geldt dat ze overlappen met geschikt leefgebied van grondgebonden zoogdieren en vleermuizen, waardoor er oppervlakteverlies kan optreden en bij werkzaamheden verstoring door geluid, trillingen en optische verstoring kan plaatsvinden.

Er zijn ook enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de zoekgebieden. Voor het zoekgebied Converterstations DDW (Waddenweg) geldt dat er oppervlakteverlies kan optreden voor broedgebieden, soorten met jaarrond beschermde nesten en geschikt leefgebied van de grote vos. Ook kan er tijdens werkzaamheden verstoring van broedgebieden van vogelsoorten en soorten met jaarrond beschermde nesten optreden door geluid, optische verstoring en licht. En werkzaamheden kunnen in dit zoekgebied zorgen voor verstoring, met name door geluid, in zeer geschikt leefgebied voor de vleermuis.

Specifiek voor de zoekgebieden van het Converterstations DDW (Waddenweg) en de Toekomstige converterstations Oostpolder geldt dat er kans is op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling.

Aandachtspunt voor de zoekgebieden van het Transformatorstation TNW (Middenweg) en de Toekomstige converterstations Oostpolder is dat de toename van meer dan 500 m² verharding bij stations moet worden gecompenseerd door de aanleg van waterberging en/of extra oppervlaktewater.

Bij het zoekgebied Transformatorstation TNW (Middenweg) wordt een overschrijding van het kavelbudget verwacht op de geluidgevoelige objecten binnen de zonegrens en op de zonegrens zelf.

Het zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder ligt in de autonome ontwikkeling de Oostpolder. In de Oostpolder ligt een groen-blauwe zone waar kabelsystemen mogen liggen, maar er liggen nog uitdagingen in de inrichting van het gebied door bijvoorbeeld de aanwezigheid van de huidige windturbines. Voor het zoekgebied Toekomstige converterstations Oostpolder bevindt zich één gevoelige bestemming binnen de magneetveldcontour.

9.6 Zoekgebieden waterstof aanlandingsstations

Er zijn 25 locaties voor aanlandingsstations en afsluiterlocaties voor waterstof onderzocht. In de zoekgebieden voor de waterstof aanlandingsstations zijn diverse licht negatieve (-) en negatieve (- -) effecten verwacht. Voor alle negatieve effecten is zicht op mitigatie. De negatieve effecten hebben voornamelijk te maken met de geluidbelasting voor de omgeving en het oppervlakteverlies en verstoring van leef- en broedgebieden van verschillende diersoorten. Daarnaast zijn effecten verwacht op onder andere het watersysteem, recreatie en archeologische en cultuurhistorische waarden. Er zijn geen sterk negatieve (- - -) effecten in beeld waarbij geen zicht op mitigatie van de effecten is.

Er zijn enkele verschillen in de effecten en aandachtspunten tussen de zoekgebieden. Bij een groot aantal zoekgebieden (1, 2, 4, 5, 7, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26) zijn er zorgen voor significante hinder voor woningen/bedrijven in of rond de zoekgebieden in de aanlegfase en de gebruiksfase. In de vervolgfase moeten specifieke maatregelen worden uitgewerkt om de hinder te beperken, bij voorkeur in samenwerking met de omgeving.

Verder kan bij een aantal zoekgebieden een overschrijding van de maximale blootstellingsduur van geluid op woningen optreden (1, 4, 5, 6, 7, 12, 17 en 24) en is er een risico op hogere gecumuleerde geluidbelasting op geluidgevoelige bestemmingen (1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 21, 24, 25 en 26). In de vervolgfase kunnen de voorgestelde mitigerende maatregelen nader worden uitgewerkt voor deze specifieke locaties.

Qua natuureffecten is er in diverse zoekgebieden kans op oppervlakteverlies voor grondgebonden zoogdieren (2, 5, 7, 10, 12, 13, 14 en 15), vogelgebieden of jaarrond beschermde nesten (2, 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 19, 20 en 21), vleermuizen (2, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15 en 26) en ongewervelden (2, 10, 12, 13, 14, 15 en 23).

Door de aanlegwerkzaamheden kan in verschillende zoekgebieden verstoring optreden door geluid, trillingen, optische verstoring en licht in geschikt leefgebied van grondgebonden zoogdieren (2, 12, 13, 14, 15, 23, 24 en 26) en vogels (1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 en 26). Ook kan Lichthinder zorgen voor verstoring van vleermuizen (1, 2, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24 en 26).

Met betrekking tot effecten op het watersysteem is er in enkele zoekgebieden (6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26) kans op verzilting door grondwaterstandsverlaging door bemaling. Voor enkele zoekgebieden (6, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25 en 26) moet bij een toename van de verharding met meer dan 500 m² de extra verharding worden gecompenseerd door het realiseren van extra oppervlaktewater.

In enkele zoekgebieden (2, 10, 11, 12 en 25) liggen bekende archeologische waarden (zoals scheeps- en vliegtuigwrakken en AMK-terreinen) of zijn er archeologische verwachtingswaarden. In bijna alle zoekgebieden (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25 en 26) is er een risico dat de kwaliteit van cultuurhistorisch waardevolle elementen verloren gaat. De aanleg van enkele waterstof aanlandingsstation (2, 7, 12 en 24) kan zorgen voor hinder van recreatieve voorzieningen.

Voor een aantal zoekgebieden (14, 22, 23, 24, 25 en 26) geldt als aandachtspunt dat er veel bestaande leidingen en het beoogde Waterstofnetwerk Nederland moeten worden doorkruist.

9.7 Cumulatie

Dit MER kijkt naar de cumulatie van effecten met de autonome ontwikkelingen. De autonome ontwikkelingen zijn meegenomen in de referentiesituatie. Het gaat om projecten die zijn vergund en nog niet zijn uitgevoerd (bijvoorbeeld windpark Eemshaven West), zie paragraaf 3.5. Ook kijkt dit MER naar de cumulatie van effecten bij de aanleg van meerdere kabelsystemen en leidingen.

In deelrapport Natuur is in beeld gebracht welke verstoringfactoren van de autonome ontwikkelingen (zoals vernietiging, vertroebeling en verstoring) cumulatie kunnen veroorzaken met PAWOZ. Hierbij is aangegeven op welke soorten en habitattypen een effect wordt verwacht. In deze fase van het MER is het niet mogelijk om het exacte effect van de cumulatie in beeld te brengen of duidelijk onderscheid te maken tussen de routes. Ook geeft deelrapport Natuur aan of er wel of geen zicht is op het aanleggen van meerdere kabelsystemen en/of leidingen voor een route. Hierbij is aangegeven waar rekening mee gehouden moet worden, zoals de hersteltijd van soorten en de mate van de resteffecten.

Dit MER kijkt niet naar de cumulatie die optreedt door de aanleg van de windparken en eventuele infrastructuur (zoals verdeelstations), behalve als het een autonome ontwikkeling is waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden. Dat komt omdat de inrichting van de windparken nog niet bekend is. In het project-mer voor de windparken zal dit nader moeten worden bekeken.

Uitgangspunt van dit MER was de aanleg van 1 kabelsysteem of 1 leiding per jaar. Daarom is niet gekeken naar de eventuele cumulatie van effecten bij gelijktijdige aanleg van meerdere kabelsystemen of leidingen in een corridor. De gelijktijdige aanleg kan mogelijk minder impact hebben dan vaker terugkomen voor de aanleg van een kabelsysteem of leiding. Dit moet in een project-mer nader worden onderzocht.

Ook kijkt dit MER niet naar de cumulatie van verschillende effecten binnen in de corridors van de routes en zoekgebieden van de zoeklocaties. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat zowel oppervlakteverlies van het leefgebied, geluid als vertroebeling effect heeft op diersoorten. Het is belangrijk om hier in het project-mer onderzoek naar te doen.

9.8 Aandachtspunten voor vervolgbesluiten

PAWOZ onderzoekt op welke routes er voldoende ruimte is voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations. En met welke voorwaarden er kabelsystemen, leidingen en stations kunnen worden aangelegd. Daarbij is in dit MER van PAWOZ gekeken naar de effecten die kunnen optreden in brede corridors en is de uitvoering nog niet in detail uitgewerkt. De locatiespecifieke effecten, zoals veiligheidsrisico's, magneetvelden en geluid, zijn belangrijk, maar niet heel onderscheidend tussen de brede corridors. Deze beoordelingsaspecten zijn belangrijk voor de locatiespecifieke invulling en moeten nader worden uitgewerkt in de project-mer'en. Ook de bijzondere bedrijfsomstandigheden, zoals onderhoud en calamiteiten, moet dan nader worden onderzocht.

Zodra het ministerie van KGG in het Programma voor PAWOZ besluit welke route(s) worden gebruikt voor het aansluiten van windparken TNW en DDW en welke route(s) overblijven voor het aansluiten van andere toekomstige windparken, kan een projectprocedure starten voor de aanleg van kabelsystemen of leidingen tussen toekomstige windparken en de Eemshaven of het Waterstofnetwerk Nederland (zie paragraaf 2.6). Dit is de procedure om te komen tot een projectbesluit. Voor een projectbesluit en de vergunningen die nodig zijn voor de aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations geldt ook een mer-plicht. In een project-mer worden de milieueffecten in meer detail onderzocht. Dan wordt gekeken naar de precieze locatie van kabelsystemen en leidingen in de in dit MER onderzochte corridors en ook de uitvoering wordt dan in meer detail uitgewerkt.

In het project-mer worden de door de minister van KGG gekozen routes nader uitgewerkt binnen de onderzochte corridors. Vanuit dit MER wordt aanbevolen om dan meer specifiek en in meer detail te kijken naar de thema's waar in dit MER negatieve effecten zijn geconstateerd, waarbij de resultaten van dit MER als startpunt kunnen worden genomen, en naar de thema's waar leemten in kennis en informatie zijn geconstateerd.

Ook wordt aanbevolen om nader locatie-onderzoek te doen voor het aanlandingspunt tunnel en de zoekgebieden daarmee meer te beperken.

10

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) zeevering 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.
Ingrep	Voor het uitvoeren van het voornemen (bijvoorbeeld: het aanleggen van een kabel) zijn verschillende ingrepen nodig (zoals graven, bemalen, baggeren of heien). Elke ingrep kan met verschillende aanlegtechnieken aangelegd worden. De relatie tussen elke ingrep en het effect op het milieu wordt beschreven onder ingrep-effectrelaties.
Ingrep-effectrelatie	Een ingrep-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 gebruikssektoren tot één duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en veilig energiesysteem, met een breed maatschappelijk draagvlak.
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Elektriciteitsnet op zee.
Thema	De deelrapporten van het MER gaan over beoordelingsaspecten, de deelrapporten van de IEA gaan over thema's. Bijvoorbeeld techniek, landbouw of kosten. Elk deelrapport behandelt één thema. Een thema bestaat uit (deel)aspecten en criteria.
Ter inzage legging	De periode waarin de NRD, het plan-MER, de IEA en het programma te lezen zijn. Dit is ook de periode waarin iedereen een zienswijze kan indienen en vragen kan stellen over de NRD, het plan-MER, de IEA en het programma.
Toetsingsadvies	Een document met daarin de resultaten van de toetsing van het plan-MER door de Commissie voor de mer. De Commissie mer kan ook om een tussentijds toetsingsadvies gevraagd worden.
Trechtering	Het onderbouwd laten afvallen van bepaalde routes of bepaalde configuraties binnen routes. Elke route is in steeds groter detail onderzocht. Hieruit komt naar voren welke routes wel en niet kansrijk zijn. Dit is onderdeel van het iteratieve proces.
Variant	Een (deel van een) route kan verschillende paden volgen. Dit zijn de varianten van de route. Bijvoorbeeld: de route die ligt in het Schiermonnikoog Wantij in de Waddenzee (de VIII - Schiermonnikoog Wantij route) heeft twee varianten voor de ligging van kabelsystemen (A en A1)
Voornemen	Een omschrijving van de activiteit die de initiatiefnemer wil gaan uitvoeren. Het beschrijft wat er wordt gebouwd en hoe het wordt aangelegd.
Voorzorgbeleid magneetvelden	Maatregelen waarmee netbeheerders de magneetvelden van onderdelen van het elektriciteitsnet structureel verminderen. Dit heeft tot doel om de mogelijke gezondheidsrisico's van magneetvelden te verminderen.
Wantij	Een gebied tussen eilanden en de kust waar wel sprake is van eb en vloed, maar niet van stroming.
Waterstof	Waterstof is een veelvoorkomend chemisch element. Waterstof is een energiedrager, dat betekent dat duurzaam opgewekte elektriciteit wordt omgezet naar waterstof in gasvorm. Dit kan opgeslagen en via leidingen getransporteerd worden, vergelijkbaar met aardgas. Waterstof heeft een belangrijke rol in de energietransitie en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld zware industrie, brandstof voor grote voertuigen of energieopslag.

Term	Toelichting
Waterstof aanlandingsstation	Dit station bevat de noodzakelijke functies voor het aansluiten van waterstof op het Waterstofnetwerk Nederland. Deze functies zijn nog niet vastgesteld. Voorbeelden zijn het meten en eventueel regelen van de druk, meten van de kwaliteit van het waterstofgas en faciliteiten die nodig zijn om de leiding intern te kunnen inspecteren.
Waterstofleiding	Leidingen waarin waterstofgas kan worden getransporteerd. Dit kunnen hergebruikte leidingen zijn of nieuw aan te leggen leidingen.
Waterstofnetwerk Nederland	Het netwerk van waterstofleidingen door Nederland die ontwikkeld en beheerd worden door Gasunie dochter HyNetwork Services (HNS). Dit netwerk is nog in ontwikkeling en zal bestaan uit nieuw aan te leggen leidingen en het (her-)gebruik van bestaande leidingen. De waterstofleidingen van PAWOZ-Eemshaven sluiten aan op het noordelijke deel van dit te ontwikkelen netwerk (Waterstofnetwerk Groningen).
Werkstrook	De werkstrook is het gebied dat tijdens de aanlegfase wordt gebruikt voor het opstellen van machines en voertuigen en voor het opslaan van afgegraven zand.
Werkterrein	Een tijdelijke werkplek rondom het voornemen waar bouwbedrijven werkzaamheden uitvoeren. Hier worden bijvoorbeeld materialen opgeslagen en constructies opgebouwd.
Zeemijl / nautische mijl	Een zeemijl (Engels: Nautical Mile, afgekort NM of nmi) is een lengtemaat die gelijk is aan precies 1.852 meter.
Zienswijze	Iedereen kan een formele reactie geven op het MER, de IEA en het programma. Dit kan tijdens de periode van terinzagelegging.

Tabel 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
Ciemer	Commissie voor de milieueffectrapportage
CO ₂	Koolstofdioxide
dB	Decibel, eenheid van geluidsniveau
DC	Direct Current (gelijkstroom) is een elektrische stroom waarbij de stroomrichting constant is, in tegenstelling tot wisselstroom. De 525 kV-kabels worden met gelijkstroom bedreven.
DDW	Windenergiegebied Doordewind
EDV	Eems-Dollard Verdragsgebied
EMV	Elektromagnetische Velden
EEZ	Exclusieve Economische Zone
GIS	Geografisch Informatiesysteem
GW	Gigawatt
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
HNS	HyNetwork Services (Gasunie-dochter)
HSAO	Huidige Situatie, Autonome Ontwikkelingen
IEA	Integrale Effectenanalyse
KRW	Kaderrichtlijn Water
kV	Kilovolt

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

REFERENTIES

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

Bijlage(n)

BIJLAGE: WETTELIJK- EN BELEIDSKADER

I.1 Algemeen wettelijk kader

Tabel I.1 Algemeen wettelijk kader

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Internationale verdragen	
Eems-Dollard verdrag, 1960	Het Eems-Dollard verdrag regelt de samenwerking tussen Nederland en Duitsland met betrekking tot scheepvaart in de Eemsmonding. In het verdrag zijn afspraken gemaakt over gemeenschappelijk beheer en gebruik van het gebied. Relevant voor PAWOZ is dat voor de routes die het Eems-Dollard Verdragsgebied kruisen een scheepvaartvergunning moet worden afgegeven door de Duitse Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS).
UNESCO Werelderfgoedverdrag: Waddenzee, 1972	Sinds 2009 is de Waddenzee aangemerkt als natuurlijk Werelderfgoed in het Werelderfgoedverdrag. Hieronder valt ook het bodem- en watersysteem van de Waddenzee. Dit brengt voor PAWOZ de verplichting met zich mee om het gebied in goede staat te houden.
Agreement on the Conservation of Seals in the Wadden Sea (WSSA), 1990	Overeenkomst tussen Nederland, Duitsland en Denemarken over de bescherming van de gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>) in de Waddenzee (onderdeel van de Conventie Migrerende wilde diersoorten/Verdrag van Bonn). Deze overeenkomst verplicht PAWOZ om de gewone zeehond in de Noordzee in gunstige staat van instandhouding te houden.
Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas (ASCOBANS), 1992	Verdrag van de Verenigde Naties (United Nations) waarin lidstaten zijn overeengekomen om tandwalvissen in de Oostzee, de Noordoost Atlantische Oceaan, de Ierse Zee en de Noordzee te beschermen en hun populaties in een gunstige staat van instandhouding te laten bereiken en te houden. Het verdrag verplicht PAWOZ om de tandwalvis in de Noordzee in gunstige staat van instandhouding te houden.
Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR), 1992	Het OSPAR-verdrag beschermt het mariene milieu in de Noordoost-Atlantische Oceaan en is belangrijk voor afstemming van Noordzeebeleid, met als doel het beschermen van het mariene milieu van de Noordoost-Atlantische Oceaan tegen risico's van antropogene vervuiling. Om vervuiling van het water tegen te gaan, moeten landen de best beschikbare (emissiereductie)technologie toepassen. De gestandaardiseerde technologie en planningsprincipes omvatten eisen voor de reductie van emissies van windparken, platforms en kabels. Daarnaast dienen gebruikskonflikten te worden meegenomen in de gebiedsbepaling voor nieuwe ontwikkelingen. PAWOZ dient rekening te houden met bovenstaande verdragsverplichtingen.
Westereemsverdrag, 2014	Het Westereemsverdrag is een verdrag tussen Nederland en Duitsland betreffende het gebruik en beheer van de territoriale zee van 3 tot 12 zeemijlen. Nederland is westelijk van de lijn bevoegd voor de in het verdrag genoemde thema's en Duitsland voor het oostelijk deel. Het verdrag is relevant voor PAWOZ omdat het gaat om geografische bevoegdheden, rechten en verantwoordelijkheden met betrekking tot installaties voor hernieuwbare energie en alle andere installaties; kabels en leidingen en niet-levende natuurlijke eigendommen. Het verdrag bevat voorwaarden voor een gelijkwaardige en efficiënte toegang tot de havens van beide staten in de Eemsmonding.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Europese richtlijnen en verordeningen	
Vogelrichtlijn, 1979	In de Vogelrichtlijn wordt aangegeven welke soorten en leefgebieden van vogels beschermd moeten worden door de lidstaten. Voor Nederland is de bescherming geïmplementeerd in het systeem van de Omgevingswet. Het is samen met de Habitatrichtlijn een van de meest relevante Europese richtlijn waar PAWOZ rekening mee moet houden.
Habitatrichtlijn, 1992	In de Habitatrichtlijn wordt aangegeven welke soorten en welke typen natuurgebieden (met uitzondering van vogels en hun leefgebieden) beschermd moeten worden door de lidstaten. In Nederland is de bescherming geïmplementeerd in het systeem van de Omgevingswet. Op grond van de richtlijn zijn Natura 2000-gebieden ingesteld, waarvan de Waddenzee het grootste Natura 2000-gebied in ons land is.
Kaderrichtlijn Water (KRW), 2000	De KRW heeft als doel de bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en waterafhankelijke terrestrische natuur tegen achteruitgang. De KRW stelt normen en doelstellingen vast om dit doel te bereiken. PAWOZ dient rekening te houden met die normen en doelstellingen, die in de Nederlandse wetgeving zijn geïmplementeerd in de Omgevingswet en het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).
Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM), 2008	De KRM heeft als doel om de lidstaten te verplichten de nodige maatregelen te nemen om een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden in hun mariene wateren. De KRM definieert de 'Goede Milieu Toestand' (GMT) en legt normen en doelstellingen vast om deze te bereiken. PAWOZ dient rekening te houden omdat het gebied in de Noordzee genaamde 'Borkumse Stenen' is aangewezen als beschermd KRM-gebied. In Nederland zijn de normen en doelstellingen uit de KRM geïmplementeerd in de Omgevingswet en het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl).
Europese Klimaatwet, 2021	De Europese Klimaatwet verplicht alle Europese landen in 2050 klimaatneutraal te zijn. In 2030 moet de CO ₂ -uitstoot in heel Europa met 55% verminderd zijn ten opzichte van 1990. PAWOZ draagt bij aan deze doelstellingen.
Nationale wet- en regelgeving	
Mijnbouwwet (Mbw), 2019	De Mbw reguleert het gebruik van bestaansbronnen in de diepe ondergrond, zoals het opsporen, winnen en opslaan van delfstoffen en aardwarmte. De wet is, met een bepaalde uitzondering, alleen van toepassing op delfstoffen die op een diepte van meer dan 100 meter van de aardbodem aanwezig zijn. De Mbw is relevant voor PAWOZ omdat PAWOZ indien mogelijk een waterstof aanlandingsstation koppelt aan een bestaande mijnbouwlocatie.
Klimaatwet, 2019	De nationale Klimaatwet stelt vast met hoeveel procent ons land de CO ₂ -uitstoot moet terugdringen. In de wet worden dezelfde doelen nagestreefd als de doelen in de Europese klimaatwet. De Klimaatwet stelt ook vast dat het kabinet een Klimaatplan moet maken en moet burgers en bedrijven zekerheid geven over het behalen van de klimaatdoelstellingen. PAWOZ draagt bij aan het behalen van deze klimaatdoelstellingen.
Omgevingswet (Ow), 2024	De Omgevingswet staat voor een goede balans tussen benutten en beschermen van de fysieke leefomgeving. De Omgevingswet is om verschillende redenen relevant voor PAWOZ en de plan-mer. Ten eerste stelt de Omgevingswet regels omtrent de fysieke leefomgeving op, meer in het bijzonder met betrekking tot natuur, milieu, water en bouw(werk)en. De Omgevingswet bestaat voor natuur uit twee delen: gebiedsbescherming en soortenbescherming. De natuurbescherming wordt bepaald door de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, en is in de Omgevingswet geïmplementeerd. De gebiedsbescherming ziet op Natura2000-gebieden en de soortenbescherming op de soorten en habitattypen die in heel Nederland leven. Daaraan gerelateerd is de Omgevingswet relevant omdat Europese richtlijnen die betrekking hebben op de fysieke leefomgeving erin zijn geïmplementeerd. Aanvullende voorbeelden daarvan zijn de Kaderrichtlijn Water, de Grondwaterrichtlijn en Richtlijn 2014/52/EU (de Europese mer-richtlijn). Tot slot is de Omgevingswet relevant voor PAWOZ omdat de Omgevingswet een uitwerking is van laatstgenoemde richtlijn en deze regels bevat die het opstellen van onderhavige milieueffectrapportage verplichten. Een milieueffectrapportage brengt de milieueffecten van een plan of project in beeld voordat de overheid daar een besluit over neemt.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
	Wanneer een programma kaders stelt voor toekomstige mer-plichtige activiteiten of projecten die grote milieueffecten kunnen hebben, is een plan-mer verplicht (artikel 16.34, 16.36 en 16.43 Ow).
Omgevingsbesluit (Ob), 2024	Het Ob is een van de vier algemene maatregelen van bestuur waar de Omgevingswet in doorwerkt. Het Ob is relevant voor PAWOZ omdat het in aanvulling op de Omgevingswet onder meer regelt welk bestuursorgaan het bevoegd gezag is om een omgevingsvergunning te verlenen en welke procedures gelden. Ook regelt dit besluit wat de betrokkenheid is van andere bestuursorganen, adviesorganen en adviseurs bij de besluitvorming en een aantal op zichzelf staande onderwerpen, zoals de milieueffectrapportage. In bijlage V van het Ob is materieel bepaald dat voor PAWOZ een plan-MER moet worden opgesteld. Tot slot geldt op grond van artikel 3.7 Ob een beperkingengebied van 500 meter afstand van enig onderdeel van de mijnbouwinstallatie met betrekking tot een mijnbouwinstallatie in een oppervlaktewaterlichaam.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), 2024	Het Bkl is ook een van de algemene maatregelen van bestuur waar de Omgevingswet in doorwerkt. Het besluit is gericht op het beschermen en verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving. Het stelt specifieke regels over milieu, natuur, water, en andere aspecten die belangrijk zijn voor een gezonde omgeving. Ook verschillende Europese richtlijnen zijn geïmplementeerd in het Bkl en er staan instructieregels, beoordelingsregels en regels voor monitoring (gericht aan overheden) in. Voor PAWOZ zijn relevant de bepalingen met betrekking tot onder meer de bodem, het Natuurnetwerk Nederland, het kader voor de toetsing van geluidbelasting en de implementatie van de relevante Europese richtlijnen.
Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), 2024	Het Bal is ook een algemene maatregel van bestuur waar de Omgevingswet in doorwerkt. Het Bal bevat regels voor activiteiten in de fysieke leefomgeving waarvan bekend is dat ze mogelijk nadelige gevolgen veroorzaken voor het milieu. Het Bal omschrijft algemene rijksregels voor milieubelastende activiteiten (MBA) in de fysieke leefomgeving en omschrijft het of activiteiten meldingsplichtig zijn of een omgevingsvergunning nodig hebben. Hoofdstuk 7 van het Bal is in het bijzonder relevant voor PAWOZ omdat dat hoofdstuk ziet op activiteiten in de Noordzee. Het bevat onder meer een specifieke zorgplicht voor activiteiten op de Noordzee.
Provinciale wet- en regelgeving	
Omgevingsverordening Fryslân 2022, Omgevingsverordening Groningen 2016	In een omgevingsverordening is provinciale regelgeving voor de fysieke leefomgeving opgenomen die in acht moeten worden genomen bij het opstellen van ruimtelijke plannen. Voor PAWOZ zijn de provinciale omgevingsverordeningen onder meer relevant omdat ze planologische bescherming van NNN en weide- en akkervogelgebieden beschrijven. Ook bevatten de verordeningen instructieregels met betrekking tot (het karakteristieke open uiterlijk van) de Waddenzee. Tot slot zijn in de verordeningen instructieregels uit de Omgevingswet vertaald en onderliggende algemene maatregelen van bestuur opgenomen, bijvoorbeeld met betrekking tot geluid.
Waterschapsverordening Noorderzijlvest 2024, Waterschapsverordening Wetterskip Fryslân 2024	De Waterschapsverordeningen bevatten regels over de fysieke leefomgeving die het waterschap stelt binnen haar beheergebied. Er staan regels in over onder meer waterkeringen, watergangen, grondwater, vergunningplichten en meldingplichten. De verordeningen zijn relevant voor PAWOZ omdat er regels in staan die zien op het aanleggen van windturbines, kabels en leidingen op en in de buurt van waterkeringen.
Duitse wet- en regelgeving	
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, 1990	De Duitse regelgeving omtrent de milieueffectrapportage (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)) voorziet in de uitvoering van een (Strategische) Milieueffectrapportage voor bepaalde plannen of programma's. Hiermee zorgt het ervoor dat eventuele gevolgen voor het milieu vroegtijdig en alomvattend worden geïdentificeerd. Een Strategische Milieueffectrapportage wordt alleen uitgevoerd als uit een voorlopig onderzoek blijkt dat het plan aanzienlijke milieugevolgen kan hebben. De UVPG omvat eisen voor het opstellen van de milieueffectrapportage en (nationale en internationale) participatie. Afhankelijk van de gekozen route dient PAWOZ hier rekening mee te houden.

Wet- en regelgeving	Uitleg en relevantie
Trilaterale Wattenmeer Koöperatie van 1978 und Trilaterales Monitoring und Assessment-Programm, 1997 (TMAP)	Het doel van Trilaterale Waddenzee Samenwerking uit 1978 en de Trilaterales Monitoring und Assessment-Programm (TMAP) uit 1997 tussen Denemarken, Nederland en Duitsland is het behouden van de diversiteit van biotooptypen in het ecosysteem van de Waddenzee. Indien mogelijk wordt er gestreefd naar een natuurlijk en zelfvoorzienend ecosysteem waarin natuurlijke processen ongestoord kunnen verlopen. Daarvoor is samen met de gemeenschap een Waddenzeeplan ontwikkeld. Maatregelen voor het vermijden en verminderen van effecten op het milieu omvatten planningsprincipes voor een zo laag mogelijk gebruik van natuurgebieden. Voor onderzeese kabelsystemen omvat dit beleid kabelgeleidingsprincipes zoals bundeling en het kiezen van de kortst mogelijke route, het benutten van zoveel mogelijk ruimte en planningsprincipes met betrekking tot de legdiepte op het 2K-criterium en op kabelkruisingen. Deze principes zijn relevant voor PAWOZ.
Bundesnaturschutzgesetz, 2009	De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn zijn in de Duitse Federale Natuurbeschermingswet (Bundesnaturschutzgesetz of BNatSchG) vertaald voor de specifieke situatie van Duitsland. De BNatSchG is relevant voor PAWOZ omdat het onder andere de bescherming regelt van soorten en gebieden en bevat ook bepalingen over landschapsplanning, ingrepen in de natuur en landschap, ecologische verbindingen, natuurbescherming van mariene gebieden, toegang tot natuur en landschap voor recreatieve doeleinden en de deelname van erkende natuurbeschermingsverenigingen in bepaalde besluitvormingsprocessen. De Federale Natuurbeschermingswet kent een interventieregeling om ook de prestaties, functionaliteit en natuurlijke balans ook buiten de beschermde gebieden te behouden.
Schallschutzkonzept, 2013	In aanvulling op de <i>Bundesnaturschutzgesetz</i> is het zogenaamde <u>Schallschutzkonzept</u> van toepassing op activiteiten die in het Duitse deel van de Noordzee onderwatergeluid produceren. Deze richtlijn is voor PAWOZ relevant omdat het als doel heeft het beschermen van bruinvissen tegen onderwatergeluid dat ontstaat als gevolg van heiwerkzaamheden bij de aanleg van <i>offshore</i> windparken. De richtlijn stelt hierbij verschillende eisen met betrekking tot soortenbescherming en geluidsproductie.
Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz - WindSeeG), 2017	De WindSeeG bevat de wettelijke basis voor het opstellen en actualiseren van een plan voor gebiedsontwikkeling voor offshore windenergie, rekening houdend met natuurbehoud, scheepvaart en offshore-verbindingslijnen. Het bepaalt dat ontwikkelingen niet toelaatbaar zijn als deze in strijd zijn met zwaarder wegende publieke of private belangen. De gebiedsontwikkeling moet worden beoordeeld op de verschillende thema's zoals de bedreiging van het mariene milieu. Deze wet bepaalt de kaders aan de hand waarvan het voornemen van PAWOZ dient te worden onderzocht.
Richline Offshore Anlagen (2021) zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs	Deze richtlijn uit 2021 bevat basiseisen met betrekking tot noodzakelijke voorwaarden en eisen aan het ontwerp, de constructie, de werking en de etikettering van Offshore-systemen en voor het leggen en exploiteren van onderzeese kabels, leidingen en vergelijkbare onderzeese systemen in de Duitse zeescheepvaartroutes, de zeewaartse wateren, de kustzee en in de Duitse EEZ. Als gevolg van een projectbeoordeling kan het noodzakelijk zijn dat aanvullende voorwaarden en eisen in het kader van de andere planningsbesluiten, planningsgoedkeuringen of vergunningen volgens WindSeeG, WaStrG, BBergG of BImSchG gelden.

I.2 Algemeen beleidskader

Tabel I.2 Algemeen beleidskader

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Internationaal beleid	
Waddenzeeverklaring Esbjerg, 2001	De Waddenzeeverklaring Esbjerg is een ministeriële verklaring van de negende trilaterale regeringsconferentie over de bescherming van de Waddenzee en is ondertekend door Denemarken, Duitsland en Nederland. De verklaring erkent de unieke waarde van het Waddenzeegebied als natuurgebied en ecosysteem en verplicht de ondertekende landen om het gebied te beschermen en te beheren. Voor PAWOZ is relevant dat het verdrag kaders en beperkingen stelt voor een ingreep in de Waddenzee.
Klimaatakkoord van Parijs, 2015	De Conference of Parties (CoP) die eind 2015 in Parijs werd gehouden, heeft een nieuw Klimaatakkoord opgeleverd. Aan het akkoord doen 195 landen mee, inclusief de VS en China. Er is onder andere afgesproken de opwarming van de aarde te beperken tot minder dan twee graden Celsius, met een streven naar 1,5 graad Celsius. De doelstellingen uit het akkoord dienen te worden overgenomen in nationale wet- en regelgeving.
Europees beleid	
Europese Biodiversiteitsstrategie, 2030	Ambitie van de Europese Commissie voor het herstel van de Europese biodiversiteit in 2030, ten gunste van de mensheid, het klimaat en de planeet. De Europese Biodiversiteitsstrategie stelt als doel om voor 2030 (1) ten minste 30 procent van het land- en zeeoppervlak van de EU wettelijk te beschermen en (2) ten minste een derde van de beschermde gebieden in de EU strikt te beschermen. Deze strategie is relevant voor PAWOZ omdat de concrete ambities het vergroten van de huidige Natura 2000-gebieden omvatten, het maken van een Europees herstelplan en het introduceren van maatregelen ten gunste van het transformatieproces en de diversiteit.
Integraal Beheerplan voor de Waddenzee, 2023	Het Integraal Beheerplan voor de Waddenzee is een strategisch document dat het beheer en behoud van het Waddenzeegebied regelt. Het beheerplan omvat verschillende aspecten, waaronder natuurbehoud, visserij, recreatie, scheepvaart, energieontwikkeling en kustverdediging. Het Beheerplan streeft naar een integrale benadering waarbij de verschillende activiteiten en belangen in het gebied met elkaar in balans worden gebracht. Voor PAWOZ is het Beheerplan relevant omdat het de huidige situatie voor de Waddenzee en de plannen weergeeft.
Nationaal beleid	
Natuurnetwerk Nederland, 2014	De basis van het natuurbeleid in Nederland is het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Het NNN is een samenhangend netwerk van bestaande en nieuwe natuurgebieden in Nederland. Het netwerk moet natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met omliggend agrarisch gebied. Voor PAWOZ is relevant dat naast het natuurnetwerk op land, alle grote wateren waaronder de Waddenzee, de Noordzee en de Eems-Dollard zijn aangewezen als onderdeel van het NNN.
Nationaal Klimaatakkoord, 2015 en 2019	In het nationale Klimaatakkoord is in aanvulling op het Klimaatakkoord van Parijs afgesproken om het emissieniveau van broeikasgassen in Nederland te reduceren, om zo een bijdrage te leveren aan het beperken van het opwarmen van de aarde. Conform het Klimaatakkoord heeft het kabinet een Klimaatplan 2021-2030 opgesteld, waarin het beleid en de afspraken staan beschreven om de doelstellingen uit het Klimaatakkoord te behalen. Voor PAWOZ is het Klimaatakkoord relevant omdat met betrekking tot wind op zee is afgesproken dat wordt gezocht naar aansluitlocaties aan de kust met voldoende vraag naar elektriciteit of andere energiedragers, zodat uitbreidingen van het landelijke hoogspanningsnetwerk zo veel mogelijk voorkomen kunnen worden.
Noordzeekustvisserijakkoord (VIBEG II), 2017	In het Noordzeekustvisserijakkoord zijn afspraken vastgelegd tussen natuurorganisaties, de visserijsector en het Rijk over de bodemberoerende visserij in de Noordzeekustzone. Hierbij zijn gebieden geheel of deels gesloten voor de bodemberoerende visserij. De aanleg van kabelsystemen, leidingen en stations kan

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
	gevolgen hebben voor de visserijsector. PAWOZ dient daar rekening mee te houden.
Nationaal Water Programma 2022 – 2027 (NWP)	Het NWP 2022 – 2027 beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en het beheer van de Rijkswateren en Rijkswaagen. Voor het waterbeleid is het NWP een uitwerking van de Nationale Omgevingsvisie (NOVI). Belangrijke onderdelen van het NWP zijn de stroomgebiedbeheerplannen, het overstromingsrisicobeheerplan en het Programma Noordzee, die als bijlagen zijn opgenomen. Voor PAWOZ is relevant dat in het NWP een paragraaf is opgenomen met beleid dat gaat over de aanleg van kabels en leidingen ten behoeve van windparken in de Noordzee. Er is bijvoorbeeld afgesproken kabels en leidingen te bundelen, zodat in de toekomst ruimte overblijft voor aanleg en onderhoud en ander gebruik.
(Partiële Herziening) Programma Noordzee 2022-2027	Het Programma Noordzee 2022-2027 is onderdeel van het NWP en gaat over ruimtelijke indeling van de Noordzee en het bereiken van de goede milieutoestand. Het programma is relevant voor PAWOZ omdat het een beschrijving geeft op het gebied van het versterken van het ecosysteem, de transitie naar een duurzame voedselvoorziening en de transitie naar een duurzame energievoorziening. In het programma staat tevens dat kabels en leidingen zo moeten worden gesitueerd en aangelegd dat zij geen gevaar of belemmering vormen voor andere nationale belangen. Ook wordt in het programma beleid besproken dat ziet op verschillende veiligheids- en onderhoudszones rondom leidingen en kabels. Wat betreft de defensiegebieden in de Noordzee, wordt medegebruik van oefengebieden toegestaan voor zover dit met het militaire gebruik is te verenigen. De opgave voor de partiële herziening is om ruimte te reserveren voor tenminste 23-26 GW aan extra opgesteld vermogen van windenergie op zee, om in 2040 tot totaal 50 GW te komen.
Het Programma Verbindingen Aanlanding Wind Op Zee (Programma VAWOZ)	Het Programma VAWOZ onderzoekt hoe en waar de energie vanuit nog te bouwen windparken op zee het beste aan land kan worden gebracht. Het programma is nog niet vastgesteld. In het Programma VAWOZ wordt onderzocht hoe de windenergie aangesloten kan worden op het hoogspanningsnet of waterstofnetwerk. Ook onderzoekt het programma mogelijke locaties op land om met elektrolyse van windenergie waterstof te maken. Het programma sluit aan op PAWOZ, dat zich concentreert op de precieze routes van leidingen en kabels.
(Aanvullende) Routekaart windenergie op zee, 2030	In de Routekaart windenergie op zee 2030 staat waar, wanneer en met welke capaciteit nieuwe windparken op zee komen. De ambitie is om een extra vermogen van circa 7 gigawatt aan windenergie op zee te realiseren, onder meer met het park Ten noorden van de Waddeneilanden (TNW). In juni 2022 is in de Aanvullende Routekaart windenergie op zee de totale ambitie voor wind op zee verdubbeld van 11 naar 21 GW voor 2030. In de aanvullende routekaart zijn nieuwe windenergiegebieden aangewezen, waaronder Door De Wind (DDW). De Routekaart is relevant voor PAWOZ omdat PAWOZ bijdraagt aan het verwezenlijken van de doelstellingen.
Agenda voor het Waddengebied 2050, 2020	De Agenda voor het Waddengebied 2050 stelt de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied voorop. De Agenda beschrijft het gezamenlijk langetermijnperspectief voor het Waddengebied en formuleert gezamenlijke doelen, handelingsprincipes en stappen richting een periodiek te actualiseren Uitvoeringsprogramma voor het Waddengebied teneinde deze doelen te realiseren. Een onderdeel in het Uitvoeringsprogramma is het opstellen van een Energieverkenning, waarmee wordt beoogd inzicht te krijgen in de gevolgen van de energietransitie voor het Waddengebied. De verkenning maakt gebruik van al lopende verkenningen, bundelt deze en vult waar nodig aan. Relevant voor PAWOZ is de paragraaf in de Agenda over de energietransitie, waarin staat dat het Waddengebied een koploper wil zijn in de energietransitie en een grote bijdrage kan leveren aan de ambitieuze klimaatdoelstellingen. Het aanleggen van kabels en leidingen in het Waddengebied dient op een zorgvuldige manier te gebeuren met zo min mogelijk effect op de natuurwaarden en met behoud van het karakteristieke open landschap.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Ruimtelijk afwegingskader klimaatadaptieve gebouwde omgeving, 2023	Het Ruimtelijk afwegingskader is een beslissingsondersteunend instrument voor gemeenten, waterschappen en provincies dat hen helpt om bij locatiekeuzes voor nieuwe woningbouw, werklocaties, publieke gebouwen of industriegebieden een goede afweging te maken vanuit het water- en bodemsysteem. Het gaat over de onderwerpen waterveiligheid, wateroverlast, bodemdaling en de beschikbaarheid van drinkwater. Het Ruimtelijk afwegingskader laat zien waar er in Nederland goed gebouwd kan worden, waar er een opgave is vanuit het water- en bodemsysteem, en waar het niet verstandig is om te bouwen. Het is voor PAWOZ relevant omdat het Ruimtelijk afwegingskader gebruikt dient te worden bij de locatiekeuze voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen.
Afwegingskader voor activiteiten op de Noordzee	Het Afwegingskader voor activiteiten op de Noordzee geldt voor alle vergunningplichtige activiteiten en projectbesluiten in het kader van de op de Noordzee geldende wet- en regelgeving in de territoriale zee en de EEZ voor zover het de aspecten betreft die invloed hebben op het watersysteem van de Noordzee. Het Afwegingskader is in de Omgevingswet zover mogelijk geïntegreerd. Het Afwegingskader is een beleidsregel die het bevoegd gezag verplicht om bij de vergunningverlening overeenkomstig dit kader te handelen. Het Afwegingskader is van belang voor PAWOZ omdat PAWOZ betrekking heeft op het gebruik van de Noordzee.
Nationaal Waterstof Programma, 2021	Het Nationaal Waterstof Programma is een werkplan en draagt bij aan de ambitie met betrekking tot waterstof uit het Klimaatakkoord. Het plan onderzoekt en stimuleert de bijdrage van waterstof aan het realiseren van de energietransitie. Het is relevant voor PAWOZ omdat PAWOZ bijdraagt aan de waterstofdoelen door te onderzoeken hoe stroom voor de compressie van waterstof en op zee geproduceerde waterstof door middel van leidingen aan land kan komen.
Routekaart Waterstof, 2022	De Routekaart Waterstof beschrijft hoe een brede groep stakeholders de komende jaren vooruitgang wil boeken om de Nederlandse waterstofambities en klimaatdoelen te halen. In de Routekaart zijn doelen opgesteld, bijvoorbeeld het verhogen van de binnenlandse productie naar 80 petajoule in 2030, en 6 tot 8 gigawatt elektrolyse. Richting 2030 wordt er ook gewerkt aan opschaling van offshore elektrolyse. De Routekaart is relevant voor PAWOZ omdat de Routekaart stelt dat de infrastructuur voor waterstoftransport op zee op termijn belangrijk zal zijn voor de Nederlandse energievoorziening, en gebruikt zal worden door meerdere windparken op zee en voor internationaal transport.
Structuurvisie Waddenzee, 2023	De structuurvisie Waddenzee bevat de hoofdlijnen van het Rijksbeleid voor de Waddenzee. De hoofddoelstelling voor de Waddenzee is de duurzame ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap. Het beleid is gericht op duurzame bescherming en een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van bodemkundige processen en moet een hoge waterkwaliteit waarborgen. In de bodem aanwezige archeologische waarden worden beschermd. PAWOZ dient rekening te houden met de structuurvisie.
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, 2012	In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte schets het Rijk de ambities van het ruimtelijk- en mobiliteitsbeleid van Nederland in 2040. Het is relevant voor PAWOZ omdat het de ambities, doelen en plannen aangeeft met betrekking tot energiezekerheid en windenergie op zee.
Nationale Omgevingsvisie (NOVI), 2020	De Nationale Omgevingsvisie (NOVI) is een instrument van de Omgevingswet. Tot de inwerkingtreding van de Omgevingswet gold de NOVI als structuurvisie onder de Wet ruimtelijke ordening (Wro). In de NOVI staat dat op zee wordt gezocht naar ruimte voor windmolens. Ook blijkt de NOVI vooruit op de toekomst, waarin veel duurzame energie opgeslagen zal moeten worden, zodat dat gebruikt kan worden op momenten dat geen duurzame energie wordt opgewekt.
Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW), 2018	De Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) van de voormalige ministers van Infrastructuur & Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is een programma met als doel om de ecosystemen in de Nederlandse Grote Wateren weer toekomstbestendig te maken door de waterkwaliteit te verbeteren en natuur te versterken. Het PAGW schept de randvoorwaarden voor een effectieve uitvoering van de maatregelen om onder andere Natura 2000-beheerplannen uit te voeren en doelen uit de Kaderrichtlijn Water te halen. Het PAGW is relevant voor PAWOZ omdat het PAGW ook het Waddengebied beslaat.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Programma Eems-Dollard 2050	Het Programma Eems-Dollard 2050 is een meerjarig adaptief programma van overheden (o.a. gemeenten, de provincie en waterschappen) en stakeholders. Het streefbeeld is dat de Eems-Dollard in 2050 een klimaatrobuust en veerkrachtig estuarium is met passende dimensies en natuurlijke dynamiek, gezonde leefgebieden en geleidelijke overgangen, natuurlijke troebelheid en voldoende voedsel aan de basis van de voedselketen. Dit streefbeeld vormt een kompas voor het ontwikkelen en uitvoeren van PAWOZ.
Noordzeeakkoord, 2020	Het Noordzeeakkoord bevat gemeenschappelijke uitgangspunten, opgaven en afspraken die de opgaven voor visserij, natuur en windenergie met elkaar in balans brengen, rekening houdend met de belangen van andere gebruikers zoals zeevaart en zandwinning. In het Noordzeeakkoord staan afspraken over o.a. infrastructuur op zee, de aanwijzing en bescherming van gebieden, installaties en objecten in de Noordzee en handhaving en veiligheid. Overheid en stakeholders verplichten zich wederzijds aan een loyale medewerking bij de uitvoering van de afspraken van dit akkoord. De punten uit het Noordzeeakkoord zijn meegenomen in PAWOZ. De afspraken in dit akkoord vormen de basis voor het Programma Noordzee 2022-2027 en de Routekaart windenergie op zee na 2030.
Hoofdlijnenakkoord 2024 – 2028, 2024	In het Hoofdlijnenakkoord 2024 – 2028 hebben de vier coalitiepartijen vastgelegd dat met betrekking tot klimaatbeleid wordt vastgehouden aan de bestaande afspraken. Windmolens komen zoveel mogelijk op zee, waarbij eerst gekeken wordt naar ruimte voor de visserij.
Beleidskader natuur Waddenzee	Met het beleidskader wordt beoogd de (cumulatieve) impact op de natuur van het gebruik van de Waddenzee terug te brengen om zo de balans tussen ecologie en economie te herstellen. Het beleidskader draagt bij aan de hoofddoelstelling voor de Waddenzee; ‘een duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke en open landschap’. Het beleidskader zal mede invulling geven aan de natuuropgaven zoals beschreven in de Agenda voor de Waddenzee 2050 en zal bijdragen aan het oplossen van een aantal dilemma’s die in de Agenda zijn geïdentificeerd. Het kader is relevant voor PAWOZ omdat het te zijner tijd gebruikt kan worden door de bevoegde instanties zoals de beheerders van het Natura 2000-gebied en de verleners van vergunningen op grond van de Omgevingswet.
Provinciaal beleid	
Noordervisie2040, 2013	De Noordervisie2040 is een ruimtelijk-economische visie vanuit de provincies Drenthe, Friesland en Groningen en agendaert verschillende transities, onder andere met betrekking tot water, energie en landbouw. Voor PAWOZ is de Noordervisie relevant omdat het de visie schetst hoe het Waddengebied eruit moet zien.
Regionaal waterprogramma provincie Groningen 2024, Regionaal waterprogramma provincie Friesland 2022-2027	Het regionaal waterprogramma (RWP) is een Omgevingsprogramma met beleidskaders en uitwerkingen voor het provinciale waterbeheer en klimaatadaptatie. Voor PAWOZ zijn de programma's relevant omdat daarin onder andere doelen staan met betrekking tot de bodem, grondwater(reserves) en de Waddenzee.
Omgevingsvisie Fryslân 2020, Omgevingsvisie Groningen 2021	In de provinciale omgevingsvisies is het langetermijnbeleid voor de fysieke leefomgeving opgenomen. Voor PAWOZ zijn de visies onder meer relevant omdat ze de strategieën en het beleid aangeven dat betrekking heeft op het Waddenlandschap, de bodem en waterkwaliteit en de Eems Dollard. In de visies wordt aangegeven dat de voorkeur uit gaat naar het opwekken van windenergie op zee.
Beleid van waterschappen	
Waterbeheerprogramma 2022-2027, Wetterskip Fryslân	Wetterskip Fryslân beheert het watersysteem, de waterkeringen en de zuiveringsinstallaties in Friesland en in het Groninger Westerkwartier. Daarbij wordt vastgehouden aan de drie kernthema's waarin het werk van het Waterschap is verdeeld: waterveiligheid, voldoende water en schoon water. In het Waterbeheerprogramma wordt een drietal ontwikkelingen genoemd die relevant zijn voor PAWOZ, namelijk; de verandering van klimaat, de verstoring van de ecologie en de veranderende relatie tussen overheid en samenleving.

Beleidsstuk	Uitleg en relevantie
Waterbeheerprogramma 2022-2027, Noorderzijlvest	Voor PAWOZ is het Waterbeheerprogramma verder relevant omdat het de kaders en regelgeving meegeeft voor de watergangen en waterkeringen in het plangebied Het Waterschap Noorderzijlvest zorgt in delen van Groningen, Drenthe en een klein stukje van Friesland voor veilig, voldoende en schoon water. De focus in het Waterbeheerprogramma 2022-2027 ligt op een natuurlijker, duurzamer waterbeheer. Het voorkomen van droogte en verzilting, de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water, het stimuleren van de biodiversiteit, winnen van grondstoffen en energie uit afvalwater en verdergaande samenwerking in de waterketen zijn een aantal uitdagingen die genoemd worden in het programma. Het is voor PAWOZ relevant omdat het kaders en regelgeving weergeeft met betrekking tot watergangen en waterkeringen in het plangebied.



BIJLAGE: NOTITIE ROUTEONTWIKKELING



BIJLAGE: HERITAGE IMPACT ASSESSMENT



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ)-EEMSHAVEN

Heritage Impact Assessment of the UNESCO World Heritage Site the Wadden Sea

Ministry of Climate and Green Growth

7 February 2025

Project	Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ)-Eemshaven
Client	Ministry of Climate Policy and Green Growth
Titel	Heritage Impact Assessment of the UNESCO World Heritage Site the Wadden Sea
Organisatie	RHW - Combi RHDHV & W+B
Werkpakket	
Onderdeel	GEN - General
Soort	RP - Report
Discipline	EN - Environmental
Status	A1 - Client accepted
Voortgangpercentage	100%
Projectnummer	BJ8362
Document Referentie	BI8362-101-119
Datum	7 february 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

1	INTRODUCTION	7
1.1	Objective of PAWOZ	7
1.2	World Heritage in Dutch law	7
1.3	PAWOZ in Heritage Impact Assessment	8
1.4	Method	8
2	HIA METHODOLOGY	10
2.1	World Heritage Convention and Statement of Outstanding Universal Value	10
2.1.1	Outstanding Universal Value (OUV)	10
2.2	Assessment alternatives and impact on the World Heritage site	11
2.2.1	Identifying impacts	11
2.2.2	Predicting impacts	11
2.2.3	Evaluating impacts	12
2.3	Mitigating negative impacts	12
3	HIA OF THE WADDEN SEA	14
3.1	Current situation	15
3.1.1	Geological processes	15
3.1.2	Ecological processes and biodiversity	16
3.1.3	Management and protection	16
3.2	Outstanding Universal Value of the Wadden Sea	17
3.2.1	Criteria	17
3.2.2	Substantiating the OUV of the Wadden Sea into attributes	18
3.3	Wadden Sea specific HIA assessment method	19
3.3.1	Relationship HIA and EIA	19
4	THE PROPOSED ACTION IN THE WADDEN SEA	26
4.1	Scope: Distinction World Heritage site, buffer zone and wider setting	26
4.2	The proposed action	26
4.2.1	Electrical connection network at sea and on land	28
4.2.2	Hydrogen connection network at sea and on land	29
4.2.3	Tunnel system	29
4.2.4	Installation techniques for cable systems and pipelines at sea and land	29
4.3	Investigated alternatives	30
4.3.1	II: Oude Westereems route	32
4.3.2	V: Boschgat route	33
4.3.3	VII: Schiermonnikoog Wantij route	35
4.3.4	VIII: Ameland Wantij route	37

4.3.5	IX: Zoutkamperlaag route	38
4.3.6	X: Tunnel route	40
5	IMPACT ASSESSMENT OF PAWOZ ROUTES ON THE OUV OF THE WADDEN SEA	42
5.1.1	II: Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)	42
5.1.2	II: Oude Westereems route - pipeline	53
5.1.3	V: Boschgat route- cable system (variant A and A1 together)	64
5.1.4	VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)	76
5.1.5	VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline	88
5.1.6	VIII: Ameland Wantij route - pipeline	99
5.1.7	IX: Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)	110
5.1.8	X: Tunnel route	122
6	CUMULATIVE EFFECTS	132
6.1.1	Autonomous developments	132
6.1.2	Future developments	134
6.2	Cumulative effects	135
6.2.1	Cumulative effects on geological processes	136
6.2.2	Cumulative effects on ecological processes and biodiversity	136
7	CONCLUSION	148
7.1	Impact on overall OUV	149
7.2	Impact on OUVs per route	151
7.3	Compensation measures	155
7.4	Recommendations for further research	158
7.5	Recommendations for Wadden Sea specific HIA methodology	161
8	TERMINOLOGY	162
9	REFERENCES	165
	Last page	167

	Table of contents	Number of pages
I	Outstanding Universal Value Criteria, UNESCO	1
II	HIA Impact Assessment table	1
III	UNESCO statement of outstanding universal value of the Wadden Sea	2
IV	HIA assessment table for PAWOZ	6
V	Cable system and pipeline installation techniques at sea and land	3

1

INTRODUCTION

1.1 Objective of PAWOZ

In the Climate Agreement ([2021](#)) the European Union and the Dutch government set the goals to achieve a 55 % reduction in CO₂ emissions by 2030 and to become climate-neutral by 2050. Climate-neutral means ensuring no harmful substances are emitted that alter the climate. To achieve these goals, the generation of wind energy at sea is being considered as one of the solutions. Research by the Dutch government indicates that there is space for multiple wind farms in the North Sea, including northwards of the Dutch Wadden Islands. These offshore wind farms will produce both electricity and hydrogen. These wind farms can generate significant amounts of renewable energy. However, in order to use this energy, it must be transported to the mainland through high voltage electricity cable systems (hereinafter: cable systems) or hydrogen pipelines (hereinafter: pipelines).

The program 'Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven' (PAWOZ or 'Offshore Wind Connection Program - Eemshaven' in English), investigates potential routes in order to transfer energy produced in offshore wind farms to the mainland, more specifically to the Eemshaven. These potential routes not only cross the North Sea and the mainland, but also the UNESCO World Heritage site the Wadden Sea.

1.2 World Heritage in Dutch law

Since 2009, the Wadden Sea has been recognized as a UNESCO Natural World Heritage Site under the World Heritage Convention (1972). This designation entails a commitment to safeguarding the Wadden Sea's Outstanding Universal Value (OUV), encompassing its geomorphological processes, ecological dynamics, and rich biodiversity. Dutch national legislation pertaining to activities that could impact World Heritage is addressed within the framework of the 'Omgevingswet' (Environmental law), more specifically within the 'Besluit activiteiten leefomgeving' (Bal) (Environmental activities decree) and the 'Besluit kwaliteit leefomgeving' (Bkl) (Quality of the living environment decree).

Article 5.131 of the Bkl mandates an 'Omgevingsplan' (Environmental plan) must consider the preservation of the OUV of World Heritage. Furthermore, article 9.2 of the Bkl stipulates that the Minister of Climate Policy and Green Growth is prohibited from issuing a 'Projectbesluit' (project decision) if a project poses a threat to any OUVs. Chapter 14 of the Bal delineates national regulations concerning activities that directly or indirectly affect World Heritage. Specifically, article 14.7 of the Bal mandates safeguarding of World Heritage properties to prevent its damage or destruction ([Cultural Heritage Agency of the Netherlands, et al., 2024, p.8](#)).

The initiator of an activity is obliged to take all necessary measures to prevent any adverse effects on the OUV of the World Heritage Site. This duty of care is fundamental to the protection of World Heritage. However, the assessment of activities against the OUV of the Wadden Sea is not sufficiently ensured in the Nature Conservation Act nor in the Environmental Planning Act system. The geological and ecological processes, biodiversity values, and the integrity of the Wadden Sea are not covered by the Natura 2000 conservation objectives for the Wadden Sea, nor is there any other provision for assessing activities and projects against these components of the OUV (Bastmeijer and Philippart, [2024](#)). Therefore, a Heritage

Impact Assessment (HIA) is needed in the case of PAWOZ, which will be further detailed in the following paragraph.

The site manager (the organization appointed as the custodian responsible for managing the relevant World Heritage Site) has a duty to promptly inform the Minister of Education, Culture, and Science of any planned activities that may impact the OUV of the World Heritage Site (article 10.49 Omgevingsbesluit).

1.3 PAWOZ in Heritage Impact Assessment

The areas in which the potential routes are projected host a variety of users and functions. On the mainland, there are extensive areas of fertile agricultural land, industry, onshore windfarms and the port of Eemshaven. At sea, navigation, fishing- and tourist activities are common, and diverse marine life thrives within. Given the potential implications of the routes for both society and environment, an Environmental Impact Assessment (EIA) and Integrated Impact Assessment (IIA) were conducted. These assessments were carried out to clarify the environmental impact of each potential route.

Considering that the potential routes intersect with the UNESCO World Heritage site the Wadden Sea, this HIA was conducted concurrently with the EIA and IIA. The HIA ensures timely evaluation of the potential impact on the OUV of the Wadden Sea. The HIA assessment is based on findings in the EIA sub-reports Nature and Seabed (In Dutch: MER sub-rapporten Natuur en Bodem op Zee). In line with the EIA, this HIA only assesses the effects of the installation of one cable system or one pipeline per year. The HIA assessment is conducted after technical and spatial optimization and effect mitigation of the routes. The findings of this HIA serve as a crucial component of decision-making information in determining the preferred solution.

1.4 Method

This research report employs the Heritage Impact Assessment (HIA) method, jointly developed by UNESCO and the advisory bodies to the World Heritage Committee, ICCROM, ICOMOS, and IUCN. The HIA methodology was created to foster cross-sectoral, multidisciplinary collaboration to identify solutions for protecting World Heritage properties and its appropriate adaptation to societal developments.

The Guidance and Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context ([UNESCO, et al., 2022](#)) (from now referred to as: HIA Guideline) elucidates how HIAs help to gain insight in how project-related proposed activities may impact the OUV of World Heritage properties.

HIAs are conducted at the outset of project planning to identify any potential conflicts between proposed activities and the OUV of a particular site. Activities that jeopardize the OUV should be avoided. Given the irreplaceable nature of World Heritage, any necessary activities should prioritize minimizing impacts.

Based on the standard HIA method, but applied to the context of the Wadden Sea, this HIA research process involves five key steps:

- 1 Methodology description (Chapter 2).
- 2 Baseline and assessment method of the conservation values (OUVs) of the World Heritage property the Wadden Sea (Chapter 3).
- 3 Description of the proposed action, optimization and mitigation measures (Chapter 4).
- 4 Evaluation of the impacts of the proposed action on the OUVs of the World Heritage property (Chapter 5) and cumulative effects (Chapter 6).
- 5 Conclusion, compensation measures and recommendations for further HIAs of the Wadden Sea (Chapter 7).

Throughout the HIA process, engaging site holders of the relevant World Heritage Site is crucial. These

participatory engagements aim to proactively explore mitigating measures to minimize impacts on the site's core qualities. The participatory process of PAWOZ is detailed in the sub-report Stakeholder Management Plan (PAWOZ deelrapport Omgeving).

HIA METHODOLOGY

The rich diversity of heritage sites worldwide underscores the varying impacts they can experience. In order to comprehend the ramifications of activities on UNESCO sites, UNESCO has developed the HIA method. The HIA method involves conducting research to assess the impacts of proposed activities on the OUV of a World Heritage Site. The principal focus lies in safeguarding the integrity and authenticity of these heritage sites, thereby preventing and mitigating adverse effects. This chapter sets out the HIA methodology as outlined by UNESCO advisory bodies. In Section 3.3 the methodology of the HIA applied to the Wadden Sea is specified.

2.1 World Heritage Convention and Statement of Outstanding Universal Value

The World Heritage Convention is an international treaty adopted by the United Nations (UN) in 1972. The treaty establishes that cultural and natural sites, due to their OUV, should be protected in the future. These sites are included on the UNESCO World Heritage list. The Netherlands has signed the treaty and is therefore bound by its provisions.

The UNESCO Statement of Outstanding Universal Value includes the criteria of world heritage that constitute the OUV of a site. The ten criteria established by UNESCO (Annex I) describe aspects that make heritage of exceptional significance and of international importance for current and future generations, thus requiring permanent protection ([UNESCO, 2023](#)).

2.1.1 Outstanding Universal Value (OUV)

A HIA assesses the effects of project-related proposed activities on the OUV of the respective World Heritage. The OUV consists of the cultural and natural qualities that characterize the World Heritage. Heritage that meets at least one of the ten criteria for OUV (Annex I), and the conditions for integrity, protection and management (and in the case of *cultural* World Heritage also authenticity), is deemed 'of Outstanding Universal Value' and is thus eligible for the World Heritage List ([UNESCO, 2023](#)).

Integrity

Integrity is a measure of the wholeness and intactness of the natural and/or cultural heritage and its attributes:

- The extent to which the World Heritage Site includes all elements necessary to express its OUV.
- Whether it is of adequate size to ensure the complete representation of the features and processes which convey the World Heritage Site's significance.
- Whether it has been protected from adverse effects of development and/or neglect.

Authenticity is not considered a criterion for natural heritage and therefore not included in this assessment.

Protection and management

Protection and management relate to how a World Heritage Site's OUV, including its integrity and/or authenticity, are sustained and enhanced over time.

2.2 Assessment alternatives and impact on the World Heritage site

A critical part of the HIA-method is identifying, predicting, and subsequently evaluating impacts.

2.2.1 Identifying impacts

The aim of the impact identification is to determine what would happen to the attributes of a World Heritage Site if a proposed action took place. Attributes are the elements of a World Heritage site that convey its OUV and make them understandable. They can be physical, tangible features, but can also be intangible aspects such as social arrangements or cultural practices. An impact is the interaction of the proposed action with an attribute of the World Heritage Site. The impact assessment distinguishes three types of impact.

Direct impact

Direct impacts destroy or change the OUV of a World Heritage site as an immediate consequence of the proposed action. They are usually spatially close to the activity that causes them. For example, significant increase in noise levels at a natural heritage site reduces the quality of bird habitats.

Indirect impact

Indirect impacts are the effects that affect the OUV of a World Heritage site that are not immediately caused by the proposed action itself but occur as a result of the direct impacts. They are secondary consequences that are usually spatially removed from the initial activity and occur in the wider setting of the site. For example, changes in natural water flow downstream of a new dam affecting the OUV of a heritage site dependent on natural water fluctuation patterns.

Cumulative impact

Cumulative impact is the accumulation of multiple (small) disturbances to the OUV of the heritage site. These impacts consider the aggregate effect of past, present and reasonably foreseeable future actions and how they interact with each other. For example, multiple projects leading to progressive loss of natural habitat and associated animal species ([UNESCO, et al., 2022](#)).

2.2.2 Predicting impacts

Once impacts are identified, the likely scale and nature of these impacts are predicted. Impact prediction compares the current situation of the World Heritage Site (Chapter 3.1) with the situation in which the proposed action takes place (Chapter 4). Predictions of potential impacts can include a range of characteristics (Table 2.1).

Table 2.1 Characteristics of potential impacts and prompt questions as part of an impact assessment.

Impact characteristic	Prompt question
Magnitude	What change will occur?
Type	Is the impact positive or negative?
Extent	Which area will be affected by the impact?
Duration	How long will the impact last?
Frequency	How often will this impact occur?
Reversibility	Can this impact be reversed? If yes, is it easy to reverse?
Likelihood	How likely is it that this impact will occur?

2.2.3 Evaluating impacts

Impact evaluation determines whether the predicted effects of the proposed action are significant or not. This evaluation (Chapter 5) is conducted by scoring the impact of the proposed action/alternative on individual attributes that convey the Wadden Sea's OUV. This score ranges from 'major positive' to 'major negative' impact, in line with the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)).

Based on individual evaluations of the attribute per OUV (Chapter 5), the proposed action/alternative's overall impact on the OUV is concluded (Chapter 6). According to the HIA methodology, the impact evaluation results in conclusions regarding the extent to which the proposed action is acceptable in regard to the OUV. The possible conclusions as stated in the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)) are listed below.

If the proposed action has a negative effect on the OUV, three conclusions are distinguished:

- The negative effect is negligible and of no concern.
- The negative effect is significant but acceptable after mitigating measures are taken.
- The negative effect is significant and cannot be reduced by mitigating measures: the proposed action should not take place. However, within the context of PAWOZ, which is deemed crucial for achieving climate goals, compensation measures are being investigated before concluding that the proposed action should not proceed (see further explanation in Chapter 7.3).

If the proposed action has a positive effect on the OUV, three conclusions are distinguished:

- The positive effect is beneficial for the World Heritage and of no concern.
- A positive effect is indirect and can be achieved through a specific alternative or modifying the proposed action.
- The objective of the proposed action will not achieve the positive effect and therefore should not take place.

However, this HIA is based on the planEIA which means that further research is still needed to assess all effects. Therefore, the scoring of the alternatives in this HIA includes *possible* significant effects that *cannot be ruled out*. Also, the reduction of effects by mitigation is not yet evaluated in this phase of the program. Therefore, in this HIA, as in the planEIA, the assessment is based on *the prospect of* mitigation or compensation (See further elaboration in Chapter 3.3.1). In the conclusion (Chapter 7), recommendations for further data collection and further development of a Wadden Sea specific HIA method needed for improved evaluation is given. Only after the projectEIA is confirmed, in which preferred alternatives are further developed, conclusions can be drawn regarding the *acceptability* of the proposed action regarding the OUV of the Wadden Sea.

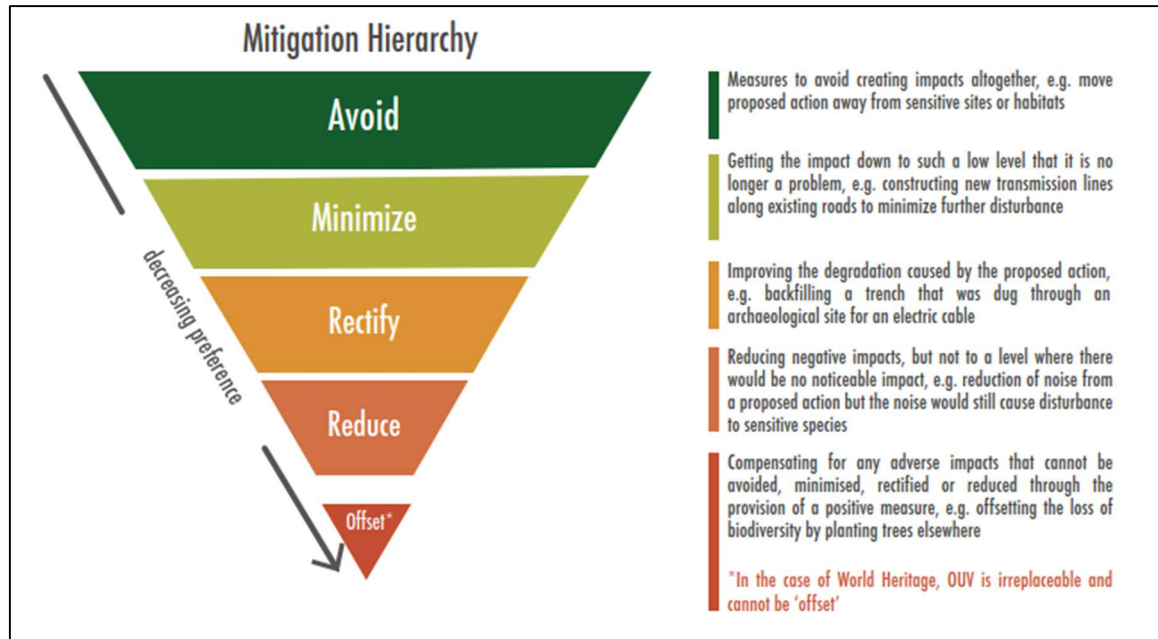
Impact assessment table

The HIA Tool 3 is an impact assessment table from the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)). This tool is used to present the evaluation of potential impacts of the proposed activities (see Annex II).

2.3 Mitigating negative impacts

If the proposed action has a negative impact on the OUV, mitigation should be considered to avoid or minimize any negative impacts. A 'mitigation hierarchy' is used in the HIA Guideline ([UNESCO, et al., 2022](#)), ranging from the preferred 'avoidance', through 'minimize', 'rectify', 'reduce' and 'offset' (see Figure 2.1). In the case of World Heritage, the OUV is irreplaceable and cannot be 'offset'. The best outcome for the World Heritage is to avoid negative impacts entirely. This includes the dismissal of the proposed action, or its relocation away from the World Heritage Site. However, as mentioned before, compensation measures are being investigated within the context of PAWOZ before concluding that the proposed action should not proceed (see further explanation in Chapter 7.3).

Figure 2.1 The World Heritage 'Mitigation hierarchy' from the HIA Guideline

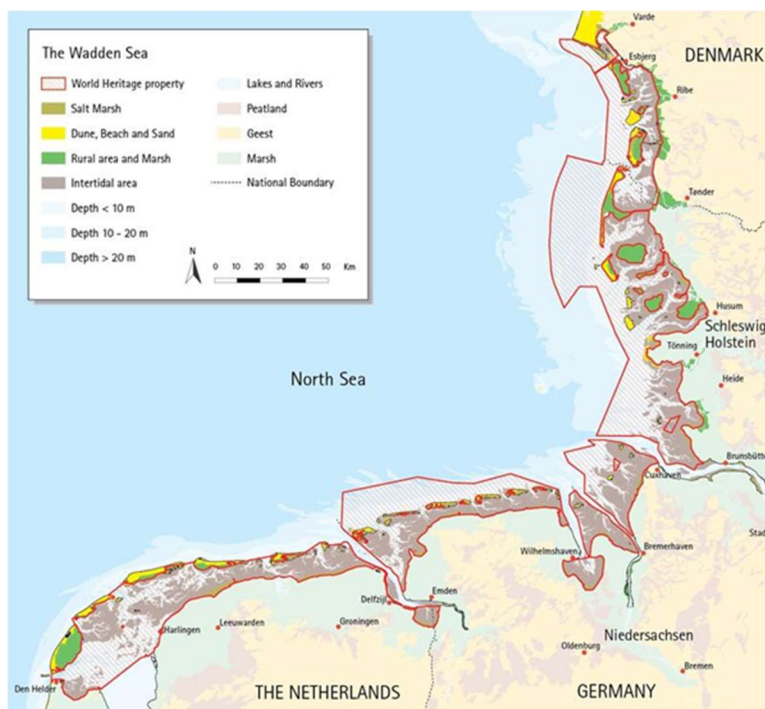


3

HIA OF THE WADDEN SEA

The Wadden Sea is an UNESCO world (natural) heritage site since 2009 because of its unique geological and ecological conservation values. It includes property in The Netherlands, Germany and Denmark, of which 4000 km² is located in The Netherlands (Figure 3.1).

Figure 3.1 Map of the World Heritage Site Wadden Sea and its major habitats ([Common Wadden Sea Secretariat, retrieved 12-09-2024](#)).



The Wadden Sea is a relatively shallow sea that extends from the province of North Holland in the Netherlands to Germany and Denmark. It is the world's largest intertidal ecosystem, covering almost 15,000 km². The tidal cycle is the driving factor of the natural processes in the Wadden Sea. The Wadden Sea contains a large number of transition zones between land, sea, fresh water and salt water, shallow and deep. Subtidal channels, tidal flats, seagrass meadows, mussel beds, sandbanks, mudflats, salt marshes, beaches, and dunes provide a habitat for a great diversity of plant and animal species, including marine mammals. Additionally, the Wadden Sea serves as an important nursery ground for juvenile fish and serves as a breeding and wintering ground for 10 to 12 million migratory birds each year ([UNESCO, accessed 2024](#)).

3.1 Current situation

3.1.1 Geological processes

The unique tidal system of the Wadden Sea has been shaped in the past 7000 years. Its morphology is influenced by natural processes including tides and sediment exchange. It is also affected by human interventions such as the closure of the Zuiderzee (1932) and Lauwersmeer (1969) and land reclamation efforts. Human interventions have reduced water retention and altered sedimentation and erosion patterns ([Deltares, 2019](#)).

Hydrodynamics

The Wadden Sea area is influenced by river discharge from the Rijn, Maas, Schelde, and Eems, leading to significant fluctuations in temperature and salinity. The tidal system ensures a continuous exchange of water between the Wadden Sea and the North Sea, with approximately 300 million m³ of water flowing in and out during each tidal cycle. At low tide, 60 % to 80 % of the Wadden Sea is exposed, and water current speeds are highest in the channels. Waves in the Wadden Sea are lower than in the North Sea due to the shelter provided by the barrier islands.

Freshwater flows into the Wadden Sea from the IJsselmeer, the Ems, Lauwersmeer, and several smaller inlets. The salinity of the Wadden Sea water varies greatly, with average values ranging from 20 to 30 psu. The water is turbid due to the influx of silt, and sediment concentrations range from 5 to 100 mg/l, increasing during storms. In the Ems estuary, sediment concentrations are much higher and aggravated by continuous dredging operations. Since the 1950s, sediment concentrations in the Ems River have increased tenfold due to channel deepening.

Morphology and seabed dynamics

The Dutch part of the UNESCO Wadden Sea site is defined by its natural intertidal and subtidal areas. The seabed morphology of the Wadden Sea is primarily driven by tidal processes. Large volumes of water and sediment flow in and out of the Wadden Sea each tidal cycle, creating a dynamic pattern of channels and tidal flats. Sediment is continuously exchanged between channels, flats, and the outer delta. Silt and fine sand are mainly transported as suspended sediment, contributing to natural turbidity, while the transport of (coarser) sand occurs close to the seabed. Vegetated salt marshes and pioneer salt marshes along the edges of the Wadden Sea trap sediment.

The Wadden Sea consists of several tidal basins (or sea inlet systems), which are basins behind a sea inlet between two Wadden Islands that alternately fill and empty under the influence of tidal currents. Channels in such areas are connected to this sea inlet. Shallow areas called 'tidal divides' form at the boundaries between tidal basins, where fine sand and silt settle due to relatively low hydrodynamic energy. In the main channels with strong tidal currents, silt cannot settle, resulting in a sandy seabed.

Coastal foundation

The coastal foundation lies in the zone between the land and the NAP -20 m bed level contour, entirely within the Wadden Sea area. In 1990, the dynamic maintenance of the coastline was adopted, establishing the base coastline. The Dutch coast, including the Wadden Islands is eroding. When the coastline structurally lies behind the base coastline, it is locally replenished with sand via beach nourishments. This does not apply to the eastern ends of the Wadden Islands Ameland and Schiermonnikoog, where structural erosion is accepted as a natural process, affecting the required burial depth of cable systems and pipelines in these coastal zones. The base coastline has been adjusted several times since its establishment. Sand nourishments are also performed to allow the coastal foundation (up to NAP -20 m) to rise with the sea level.

Soil quality and composition

The seabed of the Wadden Sea mainly consists of sand, with finer sediment on the tidal flats compared to the channels. Approximately 10 % of the seabed material is silt, primarily originating from the cliffs along the French and English coasts, the Atlantic Ocean, and the Flemish Banks. This silt mainly settles on the landward side of the tidal flats and in the salt marshes, where the highest concentrations are found. The Wadden area

also contains clay layers in the subsurface, particularly in the Ems estuary, where erosion-resistant layers such as pot clay and old tidal clay significantly influence the development of channels and flats.

No seabed contamination is known in the Wadden Sea area (PAWOZ EIA sub-report Seabed).

3.1.2 Ecological processes and biodiversity

Natural dynamics and ecotopes

The Wadden Sea consists of a complex network of deep channels and shallow waters with sand and silt banks of which large parts are exposed during low tide. These banks are intersected by a finely branched system of channels. The almost undisturbed natural dynamic of water and sediment flows, creates a varied landscape with smooth natural transitions between deep and shallow waters, sandy and silty sediments, salt and fresh waters and from land to sea. Natural processes ensure the maintenance and development of characteristic ecotopes and habitats, and the boundaries between land and water constantly change. Each ecotope has a characteristic combination of abiotic factors that provides a unique habitat for certain species.

Food web

The availability of light and nutrients is the precondition for life in the Wadden Sea. Single-celled algae in the water column (phytoplankton) and on the surfaces of tidal flats (microphytobenthos) form the basis of the food web. Bottom-dwelling animals such as shellfish (mussels, oysters, Baltic tellins, and cockles) live off these algae and in turn serve as food for birds, fish and crustaceans. In the water column, the food chain is driven by zooplankton, small aquatic animals that live off algae and decomposed plant and animal material (detritus). Zooplankton is consumed by small fish, which are the prey of fish-eating bird species and mammals. Fish eating marine mammals, the harbour porpoise, common and grey seal are currently at the top of the food web in the Wadden Sea.

Biodiversity

As an estuary, at the border of land and sea, the Wadden Sea is a diverse ecosystem with many different habitats that provide foraging, resting and/or reproductive grounds for many species. An unmistakable link in any marine ecosystem, including the Wadden Sea, are bio engineers such as mussels, oysters, eelgrass, tubeworms, and pioneer plants on the salt marshes. By forming physical structures (reefs, fields, beds), they can influence wave action, water and sediment storms and therefore locally modify the physical environment. These structures also provide shelter against predators, attachment substrate and foraging opportunities. Bio engineers are therefore an attractive habitat for a wide range of organisms and an essential part of the biodiversity in the Wadden Sea.

Migratory species

The Wadden Sea is not only important for its permanent inhabitants, but also has an essential role for migratory species. Millions of migratory birds use the rich foraging grounds of the Wadden Sea to refuel before continuing their routes to their breeding or wintering grounds. Similarly, migratory fish use the Wadden Sea to reach fresh water in the hinterland or salty offshore seas to complete their life cycles. In this way, the Wadden Sea is of global importance both for the international flyway of migratory birds and for the swimway and life cycle of fish (PAWOZ sub-report Nature).

3.1.3 Management and protection

The Wadden Sea and surrounding areas play a crucial role in the protection of various habitat types and species, supported by national and international protection regimes such as Natura 2000, OSPAR, Water Framework Directive (KRW in Dutch), and the National Ecological Network.

The following paragraphs are a summary from the PAWOZ EIA sub-report Nature in the Wadden Sea.

Natura 2000

The Wadden Sea and surrounding areas are recognized as Natura 2000 sites with specific goals for the conservation of natural values such as habitat types, animal and plant species. The Wadden Sea (including the Eems-Dollard) is designated as a Bird Directive and Habitat Directive site covering 271,771 hectares, aimed at conserving 15 habitat types, 9 habitat directive species, 13 breeding bird species, and 39 non-breeding bird species.

To protect natural values in Natura 2000 areas, measures have been taken to prevent disturbances of especially birds and seals. This is done through access restriction decisions (TBB), where areas are permanently or temporary restricted for human activities (Ministerie van LNV, 2020). These restrictions are detailed in the 'Omgevingswet', Environmental Act in English, (Article 2.45, paragraph 1). The boundaries and periods of closure for these areas are annually adjusted based on the dynamics of the area.

OSPAR

The Wadden Sea includes various habitats such as mussel and oyster beds that are protected under the OSPAR Convention. Species like the harbour porpoise and the kittiwake are also protected under OSPAR.

Water Framework Directive

The Water Framework Directive focuses on achieving good ecological and chemical status of the waters in the Wadden Sea and adjacent coastal areas. It also encompasses biological elements such as phytoplankton, macrofauna, fish and vegetation (seagrass and saltmarsh) as part of the ecological water quality.

National Ecological Network and bird areas

The Wadden Sea and surrounding areas fall under various protection regimes such as the National Ecological Network (NNN). These areas contain important management types such as salt marshes, tidal flats, and dune landscapes, which are crucial for the conservation of meadow birds, farmland birds, and geese. Additionally, there are specific areas designated throughout the study area for the protection of meadow birds, farmland birds, and geese. These areas are crucial for maintaining biodiversity and provide important resting and feeding places for many bird species.

3.2 Outstanding Universal Value of the Wadden Sea

The Wadden Sea World Heritage Outstanding Universal Value (OUV) consists of three components: criteria, integrity, and protection and management.

3.2.1 Criteria

The Statement of Outstanding Universal Value (SOUV) for the Wadden Sea (see Annex III) specifies how the heritage site meets three criteria for OUV that refer to natural characteristics (see overview of overall criteria Annex I):

1. Outstanding geological processes (criterion viii): 'The Wadden Sea is a depositional coastline of unparalleled scale and diversity. It is distinctive in being almost entirely a tidal flat and barrier system with only minor river influences, and an outstanding example of the large-scale development of an intricate and complex temperate-climate sandy barrier coast under conditions of rising sea-level. Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, saltmarshes and other coastal and sedimentary features ([UNESCO, accessed 2024](#)).'

2. Ongoing ecological and biological processes (criterion ix): 'The Wadden Sea includes some of the last remaining natural large-scale intertidal ecosystems where natural processes continue to function largely undisturbed. Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change. There are a multitude of transitional zones between land, sea and freshwater that are the basis for

the species richness of the property. The productivity of biomass in the Wadden Sea is one of the highest in the world, most significantly demonstrated in the numbers of fish, shellfish and birds supported by the property. The property is a key site for migratory birds and its ecosystems sustain wildlife populations well beyond its borders ([UNESCO, accessed 2024](#)).'

3. Vital habitats for in-situ biodiversity conservation (criterion x): 'Coastal wetlands are not always the richest sites in relation to faunal diversity; however, this is not the case for the Wadden Sea. The salt marshes host around 2,300 species of flora and fauna, and the marine and brackish areas a further 2,700 species, and 30 species of breeding birds. The clearest indicator of the importance of the property is the support it provides to migratory birds as a staging, moulting and wintering area. Up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million each year pass through the property. The availability of food and a low level of disturbance are essential factors that contribute to the key role of the property in supporting the survival of migratory species. The property is the essential stopover that enables the functioning of the East Atlantic and African-Eurasian migratory flyways. Biodiversity on a worldwide scale is reliant on the Wadden Sea ([UNESCO, accessed 2024](#)).'

The SOUV also details the fulfilment of integrity, and protection and management requirements for the Wadden Sea. The subsequent section presents these descriptions.

Integrity

The protected area of the Wadden Sea World Heritage site encompasses all ecosystem components and features (species, habitats, ecological processes) that form a natural and dynamic Wadden Sea area. The area is of sufficient size to maintain its typical ecosystems. Important features and values are protected from threats such as fishery, tourism, construction of energy infrastructure, commercial activities, extraction of natural resources and impacts of climate change by a management and monitoring system ([UNESCO, accessed 2024](#)).

Protection and Management

The maintenance of hydrological and ecological processes of the contiguous tidal flat system of the Wadden Sea is carried out through protection and management by local regimes and a Trilateral cooperation between the Netherlands, Germany, and Denmark. Human influences are regulated, and activities or developments are strictly controlled or even prohibited. An ecosystem approach is applied, ensuring that management and protection measures are integrated with other important activities, including fisheries, shipping, and tourism ([UNESCO, accessed 2024](#)).

3.2.2 Substantiating the OUV of the Wadden Sea into attributes

The OUV of the Wadden Sea is linked to geological, ecological and biological processes (although ecological and biological processes are distinct, they will hereafter be referred to as 'ecological processes' for readability), as well as biodiversity. It is also linked to the integrity and protection of these conservation values, for example, by preserving the adequate size of the heritage site and ensuring good management.

Attributes

The Wadden Sea Academy is an interdisciplinary research initiative dedicated to studying the Wadden Sea and its surrounding coastal areas. The academy supports scientific research to understand the complex ecological, environmental, and social dynamics of the Wadden Sea region. Bastmeijer and Philippart ([2024](#)) wrote a Memo in which a first list of attributes is proposed to assess the OUV of the Wadden Sea. The list of attributes from the Memo has been chosen in this HIA as the baseline for this assessment because it is more comprehensive, even though it largely aligns with the attributes used in The Integrated Management Plan for One Wadden Sea World Heritage (The SIMP) ([Common Wadden Sea Secretariat, 2023](#)).

The list of attributes identified by the Wadden Sea Academy is provided below, categorized according to the three OUV-criteria:

1. Outstanding geological processes (criterion viii):

- 1 Size of the area where sediment is deposited.
- 2 Amount of river discharge.
- 3 Surface area of regions with salt gradients.
- 4 Rate of sea level rise.
- 5 Size of islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes.

2. Ongoing ecological processes (criterion ix):

- 6 Primary production (production by plants).
- 7 Production by animals, from shellfish to marine mammals.
- 8 Numbers of fish, shellfish, and birds.
- 9 Food availability for fish, shellfish, and birds.

3. Vital habitats for in-situ biodiversity conservation (criterion x):

- 10 Number of species (plants and animals) present in the salt marsh.
- 11 Number of species (plants and animals) in salt and brackish water areas.
- 12 Number of breeding bird species.
- 13 Fattening areas for migratory birds.
- 14 Roosting areas for migratory birds.
- 15 Wintering areas for migratory birds (km²).
- 16 Food supply for migratory birds.
- 17 Tranquility for migratory birds.
- 18 Numbers of birds and migratory birds.
- 19 Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds.
- 20 Biodiversity.

The potential impacts on these attributes will be assessed based on the characteristics of the impact including type of impact and its extent, duration, frequency, reversibility and likelihood, as shown before in Chapter 2, Table 2.1.

3.3 Wadden Sea specific HIA assessment method

Chapter 2 describes the general HIA methodology. This paragraph specifies the HIA methodology for the Wadden Sea.

3.3.1 Relationship HIA and EIA

The HIA is based on the Environmental Impact Reports conducted for PAWOZ, specifically:

- PAWOZ EIA sub-report Seabed.
- PAWOZ EIA sub-report Nature.

Table 3.1 provides an overview of the OUV-criteria, attributes (based on the Memo from the Wadden Academy), and the related components assessed in the EIA (Environmental Impact Assessment, Seabed and Nature sub-reports), and the effects of the activities as presented in the EIA. Below the table the approach is explained in more detail.

Table 3.1 Overview of the OUVs and attributes that are assessed in this HIA based on related components and effects of PAWOZ as presented in the EIA (Nature and Seabed sub-reports). * Habitat type includes the typical species of intertidal flats (Natura 2000 habitat type H1140) and submerged sandbanks (Natura 2000 habitat type H1110). These typical species are fish, shellfish and other benthos species (species living in or on the sediment). ** Habitat type includes the typical species of salt marsh habitat types (Natura 2000 habitat type H1330, H1320 and H1310). These typical species involve saltmarsh vegetation. *** In the HIA only migratory birds with a strong Wadden Sea dependency are evaluated (see explanation below the table).

OUV-criteria	Attribute	EIA	Effects of PAWOZ that could affect the attribute
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	- Sedimentation and erosion; - Change in seabed levels; - Change in waves and current dynamics
	Quantity of river discharge	Hydrology	- Change in current dynamics; - Change in salt gradients
	Surface of areas with salt gradients	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	- Change in fresh water inflow from rivers and canals; - Change in current dynamics
	Rate of sea level rise	Global and regional scale consequence of climate change	- Sedimentation and erosion
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes	Natural morphodynamic and hydrodynamic processes	- Sedimentation and erosion; - Change in substrate dynamics; - Change in seabed levels; - Change in waves and current dynamics
ix) ecological processes	Primary production	Primary production	- Increase in turbidity
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Habitat type (typical species) * Marine mammals Birds (all) Fish	- Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Change in substrate dynamics
	Numbers of fish, shellfish and birds	Fish Habitat type (typical species) * Birds (all)	- Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity; - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in sedimentation; - Presence of electromagnetic fields (only applicable for cable systems)
	Food availability for fish, shellfish and birds	Primary production Habitat type (typical species) * Fish Birds (all)	- Increase in sedimentation; - Change in substrate dynamics; - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in turbidity
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Habitat type (typical species) ** Breeding birds Birds (all)	- Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light

OUV-criteria	Attribute	EIA	Effects of PAWOZ that could affect the attribute
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Marine mammals Fish Habitat type (typical species) * Birds (all)	- Increase in sedimentation; - Increase in turbidity; - Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Presence of electromagnetic fields; - Increase in underwater sound and vibrations
	Number of species of breeding birds	Breeding birds	- Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)	Non-breeding birds Habitat type (typical species) *	- Change in substrate dynamics; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in optical disturbance and light; - Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Increase in underwater sound and vibrations
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)	Non-breeding birds	- Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations
	Wintering areas for migratory birds		Not scored, as it is overarching for Fattening areas for migratory birds and Roosting areas for migratory birds
	Food supply migratory birds	Habitat type (typical species) * Fish	- Change in substrate dynamics; - Increase in underwater sound and vibrations; - Increase in turbidity
	Tranquility for migratory birds	Non-breeding birds	- Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in underwater sound and vibrations
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Non-breeding birds***	- - Change in sediment dynamics - Increase in optical disturbance and light; - Increase in above water sound and vibrations; - Increase in turbidity; - Increase in sedimentation; - Increase in underwater sound and vibrations
	Biodiversity		Not scored, as it is overarching with the 'Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh' and the 'Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas'.

Scoring the attribute 'relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds'

The attribute 'relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds' was scored as follows. First, based on the Wadden Sea Quality Status report 'East Atlantic Flyway' (Roomen et al., 2022) a list of bird species with strong Wadden Sea dependency was made.¹ Second, per route it was assessed whether these bird species would be affected by the activities of PAWOZ, with the aid of the appropriate assessment that is conducted for PAWOZ.

¹ These are the bird species in Appendix 1 of Roomen et al. (2022) that scored '1' in the last column 'Wadden Sea dependency', indicating strong Wadden Sea dependency for their flyway.

Motivation of unscored effects

Effects of heating of cables have not been considered in both the EIA and HIA. This is because the cable systems in PAWOZ are buried at such depths that they do not cause any effect on benthic organisms living in the sediment or phytoplankton living in the water column. A literature review by National Grid Viking Link (2017) indicates, that when cables are buried more than 0.75 m deep, the sediment in the upper 20 cm will not heat up with more than 2° C. The cable systems in PAWOZ are buried at depths ranging between 1 and 24 m in the Wadden Sea and North Sea and most of the benthic organisms in the Wadden Sea typically inhabit the upper few (10 cm) of the sediment (Reise, 1985). The magnitude of any effect of heating would therefore to be negligible.

Motivation of unscored attributes

Two attributes have not been assessed in this HIA. These attributes relate to the OUV biodiversity x). These attributes are not further assessed because they are overarching multiple attributes that have already been assessed (see Table 3.1). The attributes are:

- Wintering areas for migratory birds.
- Biodiversity.

Relating attributes to components

One OUV attribute often includes multiple components of the EIA (see Table 3.1). When this is the case, the 'worst case' scenario is followed. This means that the attribute will receive the score of the component that scored the most negative. For example, the attribute 'Number of fish, shellfish, and birds,' composes three EIA components: fish, birds, and habitat types (typical species). If the effect on fish and birds is marked as neutral in the EIA, but the effect on habitat type (typical species) is scored as negative, then the attribute will be scored negative in the HIA.

Evaluation of effects

To evaluate the effects on the attributes, a number of basic principles is followed:

Evaluation after optimization measures and mitigation prospects

The HIA assessment is drafted after technical and spatial optimization of the routes. Based on the results of the phase 1 planEIA impact assessment, the routes have been optimized (see further elaboration in the PAWOZ EIA main report). Optimization can involve:

- A design change, such as widening a corridor or distributing dredged material elsewhere.
- A condition in the program for a potential future project-EIA procedure, such as distributing sediment exclusively within the dredged channel and not beyond it.

For the optimized routes, a reassessment was conducted to determine if the optimization prevents the effects described in the impact assessment of the PAWOZ EIA sub-report Nature. The optimized routes were then re-evaluated. Subsequently, for all routes (optimized routes and routes that could not be optimized), possible mitigating measures to prevent significant effects were proposed (see section 16.1.2 in the PAWOZ EIA sub-report Nature). The effects of these mitigation measures have not been evaluated in the planEIA. This will be part of the next phase of the project (projectEIA). That is why the prospect of mitigation measures is considered in this HIA evaluation, but the effects of mitigation measures have not yet been evaluated in this HIA.

The available and possible mitigating measures related to effects on geological processes for the installation of cable systems and pipelines along the different routes directly relate to the design (for example, limiting burial depth) or the installation methodology (for example, limiting the required dimensions for access trenches or adjusting spreading locations). Therefore, these optimizations have been developed jointly with the technical route design track within PAWOZ. The mitigating measures (optimizations) that are considered technically feasible have been included in the design of the route alternatives and are therefore part of this HIA assessment.

In Chapter 4 the optimization and prospected mitigation measures of the routes are listed.

Evaluation of one cable system or pipeline

In the sub-reports on Nature and Seabed in the EIA, the impact assessment is based on the installation of one cable system or pipeline per route per year, so this approach is also used in this HIA.

Evaluation of installation and operational phase

Effects of both the installation/removal phase and the operational phase are evaluated. The majority of the effects concern the installation phase. As in the EIA, this HIA assigns the same impact score to effects of activities during the removal phase as the effects of the installation phase. The underlying assumption is that the activities required to remove cable systems or pipelines at the end of their lifecycle will have equal or lesser impact than the initial installation activities. It is also assumed that cable systems and pipelines will be left in the seabed at the end of their lifecycle if this can be shown to have fewer negative effects than removal. In the operational phase, for cable systems, it only concerns the effects of electromagnetic fields, which have been included in this HIA evaluation. For pipelines, no effects in the operational phase were included. However, more effects in the operational phase can be expected, especially for the tunnel system (X: Tunnel route). The exact effects will only become clear in the project EIA (see section 2.2.1).

Evaluation follows an identical scoring scale of the EIA and HIA

The evaluation of effects is scored based on the scale used in the EIA (Table 3.2), which is to a large extent comparable with the HIA impact assessment table (see Annex II, and paragraph 2.2.3). However, in the EIA there are only two positive scores identified, while in the HIA three graduations of positive scores are possible. In the PAWOZ EIA sub-report Nature, scores range between 0 and ---. This is the same for this HIA.

Table 3.2 Comparison of scoring scales for the EIA and HIA

Score in the EIA	Description of score in EIA	Score in the HIA	Description of score in HIA (UNESCO et al., 2022, p.44)
---	Strong negative effect compared to the reference situation. A significant effect cannot be ruled out. No prospect of mitigation measures.	Major negative impact	The negative effect is possibly significant and cannot be reduced by mitigation measures: the proposed action should not take place.
--	Negative effect compared to the reference situation. For now, significant effects cannot be ruled out, but there is sufficient prospect of mitigation measures.	Moderate negative impact	The negative effect is possibly significant but acceptable when mitigation measures will be taken.
-	Small negative effect compared to the reference situation. For now, significant effects can be ruled out by the prospect of mitigation measures.	Minor negative impact	The negative effect is negligible and of no concern.
0	Neutral compared to the reference situation. These are effects that do not make a difference compared to the reference situation.	Neutral	No change is expected to occur to the attribute.
+	Positive effect compared to the reference situation. These are effects that can lead to an improvement of the reference situation.	Minor positive impact	"The positive impact does not reach objectives set for the proposed action (e.g. flood defences would not be effective against predicted flooding events), so the proposed action (or that dimension of the proposed action) should not proceed."

Score in the EIA	Description of score in EIA	Score in the HIA	Description of score in HIA (UNESCO et al., 2022, p.44)
<i>Not applicable in EIA method.</i>	<i>Not applicable in EIA method.</i>	Moderate positive impact	A positive effect is indirect and a more positive impact can be achieved through selecting a specific alternative or modifying the action.
++	Strong positive effect compared to the reference situation. These are effects that can lead to a strong improvement of the reference situation.	Major positive impact	The positive effect is beneficial for the World Heritage and raises no concerns.

Hereby it is important to note that in the PAWOZ EIA sub-report Nature the scope of the Wadden Sea area (Waddengebied) also includes the North Sea coastal zone, while in the HIA this is not the case (only if effects in the North Sea coastal zone will also be noticeable within the Wadden Sea world heritage boundary which is further explained in Chapter 4.1). Moreover, the EIA sup-report Nature is based on Natura 2000 conservation values which does not fully cover the scope of OUV conservation values. Therefore, scores in the EIA and HIA are not always 1:1 comparable.

Annex IV includes the HIA assessment table applied to the setting of the Wadden Sea which is used in Chapter 5 to present the impact assessment of proposed activities of PAWOZ.

Evaluation of integrity

Integrity is a component of the OUV of the Wadden Sea (as described in Chapter 2.1). The UNESCO Operational Guidelines specifies what integrity means for natural heritage sites with Wadden Sea specific examples. The table below (Table 3.3) outlines the questions discussed in this HIA to assess the impact of proposed activities on the integrity of the heritage site.

Table 3.3 Specification of integrity assessment in this HIA

OUV-criteria	Operational Guidelines UNESCO (2023)	HIA
viii) geological processes	'Properties proposed under criterion viii) should contain all or most of the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships (note 5, paragraph 93).'	Does the route interrupt the natural dynamics and interconnect-edness of the morphological elements of the Wadden Sea?
ix) ecological processes	'Properties proposed under criterion ix) should have sufficient size and contain the necessary elements to demonstrate the key aspects of processes that are essential for the long-term conservation of the ecosystems and the biological diversity they contain (note 5, paragraph 94).'	Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?
x) biodiversity	'Properties proposed under criterion x) "should contain habitats for maintaining the most diverse fauna and flora characteristic of the biogeographic province and ecosystems under consideration (note 5, paragraph 95)." Wadden Sea specific example mentioned: "a property containing wide ranging species should be large enough to include the most critical habitats essential to ensure the survival of viable populations of those species; for an area containing migratory species, seasonal breeding and nesting sites, and migratory routes,	Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds? Does the route affect breeding areas?

OUV-criteria	Operational Guidelines UNESCO (2023)	HIA
	wherever they are located, should be adequately protected (note 5, paragraph 95).'	

In Chapter 5 the integrity is discussed and scored per OUV using the HIA scoring scale (Table 3.2) as a guideline. All possible effects are discussed from neutral to major negative impact, thereby following the results of the HIA impact table that is conducted per route. Also here, we assume the worst-case scenario. So when one of the attributes scores as a 'major negative impact', this will also count for the integrity of that route.

Evaluating the impacts of nitrogen deposition

Exact calculations of nitrogen deposition have not been made at this stage of the project due to uncertainty about the installation phase of the proposed activities. In the EIA, only a rough risk estimate has been made based on distance to determine which habitats on which routes are sensitive to nitrogen deposition. This mainly concerns dune and salt marsh habitats, as nitrogen can positively influence the succession of certain plant species, while other (typical) species can be suppressed and overgrown. This process can also affect the habitat of target species of Natura 2000 sites. What the exact nitrogen deposition on which habitat and route is will be determined in the next phase of the project. Therefore, effects of nitrogen are not part of the impact assessment of the HIA.

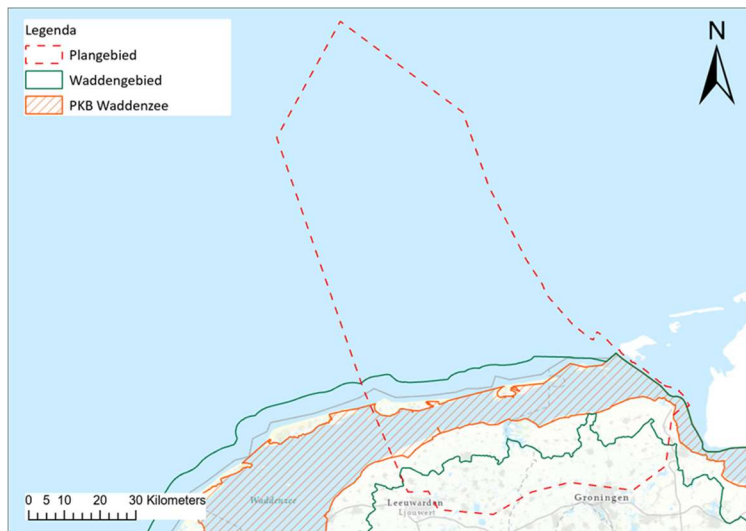
4

THE PROPOSED ACTION IN THE WADDEN SEA

4.1 Scope: Distinction World Heritage site, buffer zone and wider setting

The scope of this HIA is part of the heritage site in The Netherlands and on the border with Germany in which actions are proposed for the installation of cable systems and pipelines (marked in orange) and within the plan area (red dotted), see Figure 4.1.

Figure 4.1 Plan area of PAWOZ that includes part of the World Heritage Site Wadden Sea in The Netherlands and Germany



In some cases, a buffer zone of the World Heritage site is also designated. The buffer zone serves as protection to prevent negative impacts on the heritage site. In the case of the Wadden Sea there is no official buffer zone designated. However, there are proposed actions that take place within the planning area outside the heritage boundary such as Horizontal Directional Drilling (HDD) to cross primary dikes that can have an impact on the natural heritage site. The impact of these activities will therefore also be considered in this HIA, because even if a proposed action occurs outside the heritage boundary, within its buffer zone or wider setting, there is a possibility that it can have a negative impact on the natural heritage site.

4.2 The proposed action

The proposed action for PAWOZ is to establish infrastructure to transport energy from wind farms in the North Sea to the national high-voltage grid in the Eemshaven and the Dutch hydrogen network nearby the Eemshaven. These include the wind farm Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 Megawatts) and the wind farm Doordewind (DDW, 4 Gigawatts). More wind parks may be added in the future for a maximum of 10.7 GW for electricity and 36-42 GW for hydrogen. The energy generated by these wind farms must be transported to the national high-voltage grid of TenneT or the Hydrogen Network Netherlands of Gasunie,

located near Eemshaven on the mainland. This can be done through electricity cable systems or, if the electricity is converted to hydrogen, via pipelines. The goal of PAWOZ is to investigate where there is sufficient space to install cable systems, pipelines, and the associated stations in the North Sea, the Wadden region, and on land (Figure 4.2). Potential routes are investigated. These routes cross the heritage site the Wadden Sea. In the EIA and IIA it is investigated how much space is needed for cable and pipeline systems per route, since for each route there are different users and regulations as well as configuration options for cable systems and pipelines (see Table 4.1). Also, an investigation is being conducted into whether a multi-tube tunnel system between the Ballonplaat, located in the North Sea, and the Eemshaven can be used to bundle cable systems and pipelines, thereby minimizing the impact of crossing the Wadden Sea (PAWOZ EIA main report).

Figure 4.2 Plan area PAWOZ: two wind farms (DDW and TNW) in the North Sea are connected to the mainland, crossing the heritage site the Wadden Sea

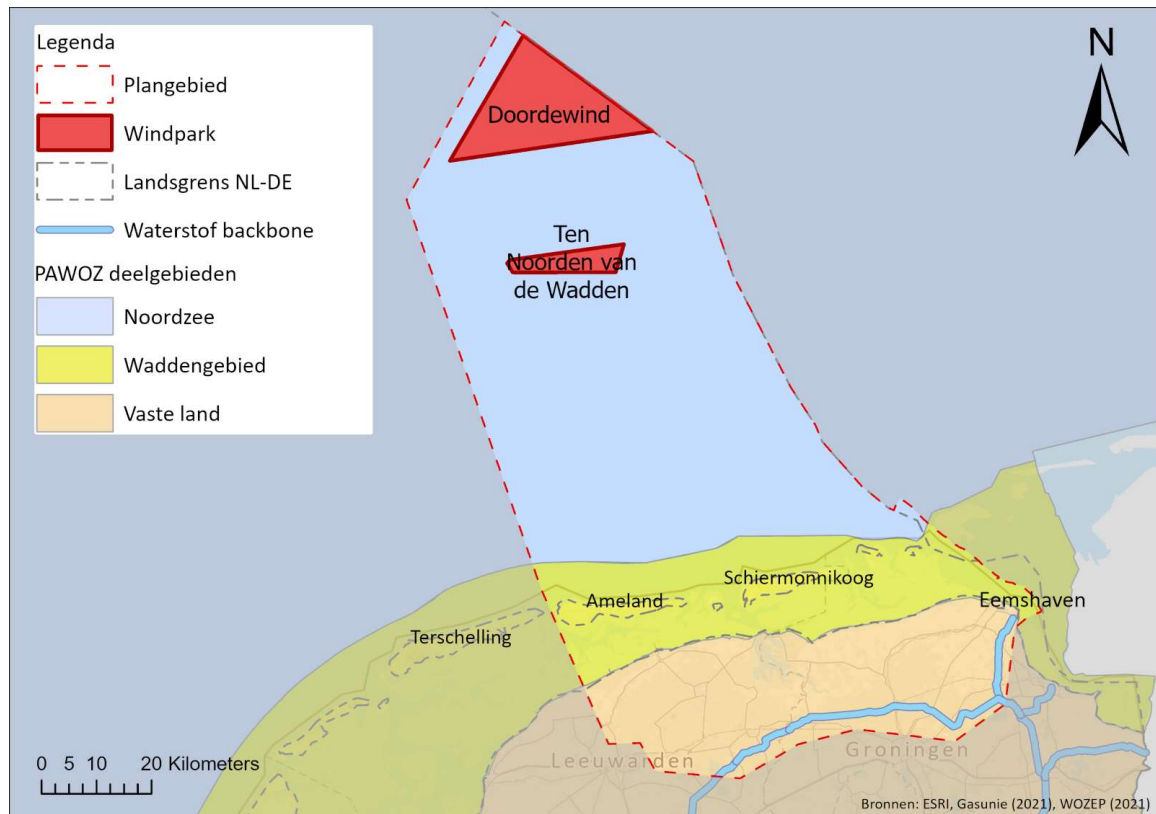


Table 4.1 Investigated configuration of the routes through the Wadden Sea

Route	Route Name	Variant	Maximum Technically Feasible Configuration to be Investigated	Corridor (width)
II	Oude Westereems route	A, A1 for cable systems, 1 pipe-line variant	6 cable systems or 3 cable system or 1 cable system and 3 pipelines or 2 cable systems and 1 pipeline	800 m (for cable systems) 500 m (for pipeline)
V	Boschgat route	A, A1, A2	1 cable system	130 m
VII	Schiermonnikoog Wantij route	A, A1 for cable systems, 1 pipe-line variant	7 cable systems and 3 pipelines	1500 m (for cable systems) 2000 m (for pipelines)
VIII	Ameland Wantij route		3 pipelines	2000 m
IX	Zoutkamperlaag route	A, A1, A2	3 pipelines	200 m

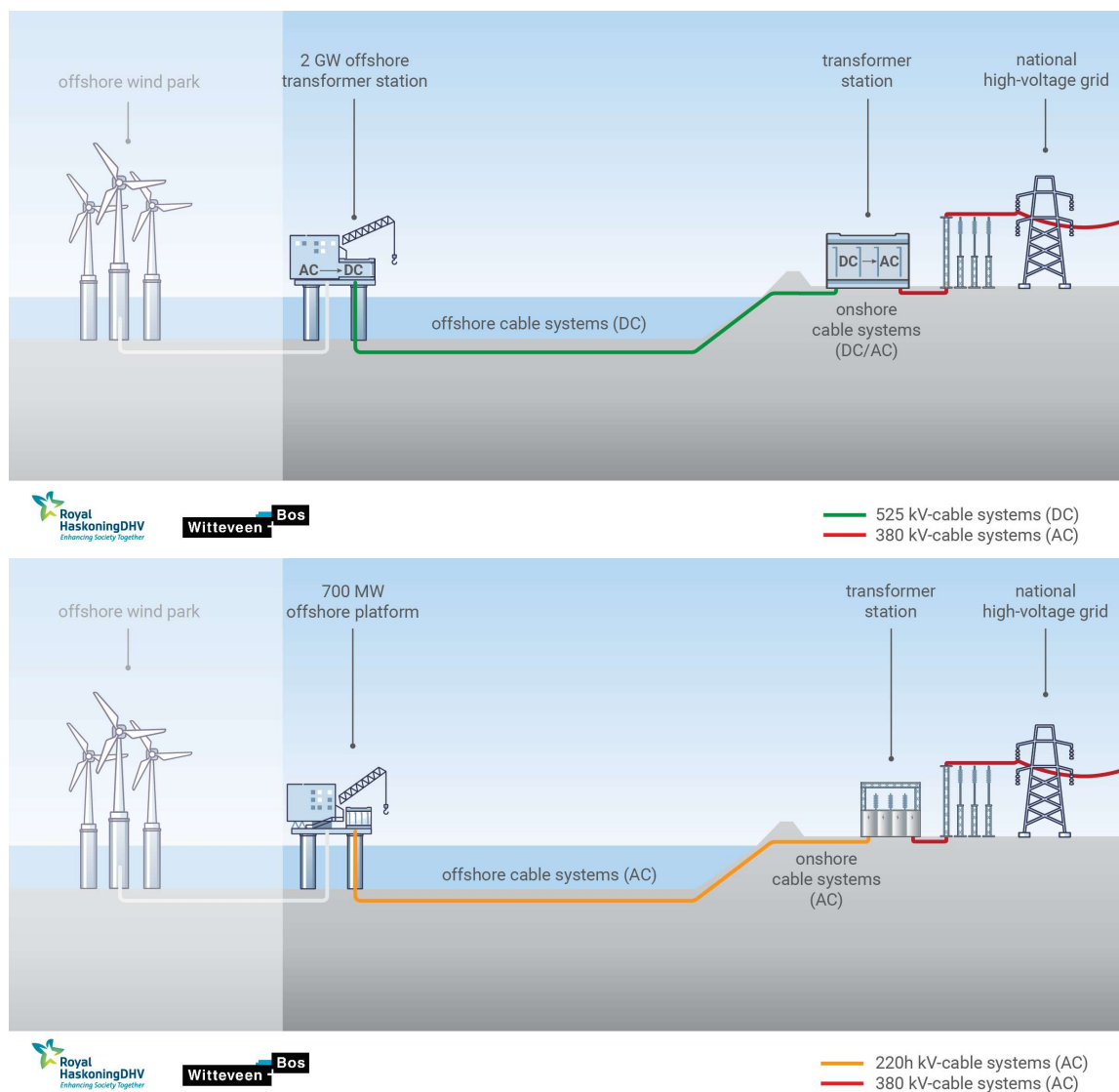
X	Tunnel route	multi-tube* (multiple tunnel tubes)	5 (DC) cable systems and 2 pipelines	160 m
---	--------------	--	--------------------------------------	-------

* With one energy carrier per tunnel tube.

4.2.1 Electrical connection network at sea and on land

PAWOZ is investigating space for transporting electricity with 525 kV (2 GW) direct current (DC-)cable systems and 220 kV (350 MW) alternating current (AC-)cable systems. In both the DC- and AC-cable systems, the generated electricity is transported from a sea platform through cable systems in the seabed to the mainland. Subsequently, the electricity is led to a transformer station (for AC) or converter station (for DC) via onshore cable systems. There, the voltage level is converted to 380 kV. Finally, the electricity is transported to a 380 kV high-voltage station where it is connected to the national high-voltage grid. For every cable system, the components of electrical connections are depicted in (Figure 4.3) (PAWOZ EIA main report). The cables will be buried at least 1.0 m depth in the sediment, but at many sections the burial depth is much larger.

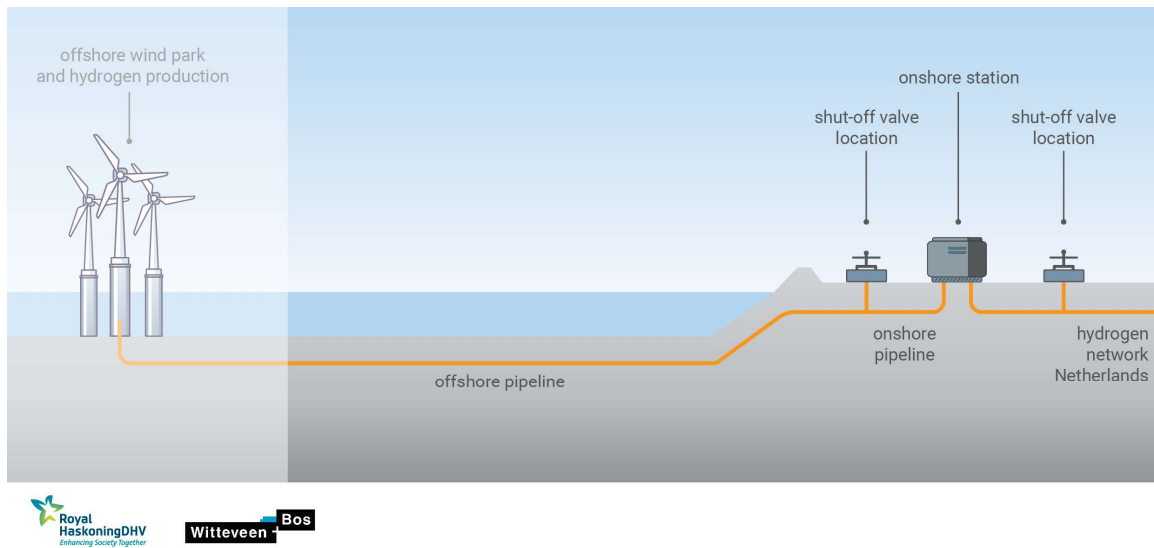
Figure 4.3 Schematic illustration of an electricity network (upper: direct current, lower: alternating current)



4.2.2 Hydrogen connection network at sea and on land

The proposed action for the hydrogen connection network consists of pipelines for transporting hydrogen and other components (see Figure 4.4). The hydrogen pipelines at sea facilitate the transport of hydrogen from offshore platforms (where hydrogen is produced) to the mainland. The area where the pipes come ashore is the landing zone. The hydrogen pipelines on land continue the transport of hydrogen across the mainland until they connect to the Dutch hydrogen network that is being developed by Hynetwork (100 % subsidiary of Gasunie, www.hynetwork.nl). Positioned between the offshore and onshore hydrogen pipelines are valve locations. These valves can close the pipelines to stop the flow of hydrogen. Additionally, a valve location is situated at the point of connection to the Dutch hydrogen network. Situated between the valve locations is a hydrogen landing station. This station serves various functions, including pressure measurement within pipelines and monitoring the quality of the hydrogen (PAWOZ EIA main report).

Figure 4.4 Schematic illustration of a hydrogen connection (source: Gasunie)



4.2.3 Tunnel system

As an alternative to the electricity grid and hydrogen network described in the previous paragraphs, it has been investigated whether cable systems or pipelines can be installed in a drilled multi-tube tunnel system below the Wadden Sea. Within the framework of PAWOZ, this tunnel system is one of the potential routes (see paragraph 4.3.6), the X: Tunnel route. The principles of this alternative differ from the ones of the other routes.

For the development of the tunnel system an entry point in the North Sea and an exit point on land in or near the Eemshaven are needed. The entry point in the North Sea is situated on the Ballonplaat. For the exit point search areas in and near the Eemshaven are used. The tunnel system comprises multiple tunnel tubes which accommodate the cable systems and pipelines. From the entry point as well as the exit point cable systems and pipelines go to respectively the wind farms and point of connections on land using conventional construction methods. The cable systems link to the national high-voltage grid, while the pipelines integrate with the Dutch hydrogen network (PAWOZ EIA main report).

4.2.4 Installation techniques for cable systems and pipelines at sea and land

There are various cable system and pipeline installation techniques used at sea. For the installation of cable systems and pipelines in the Wadden Sea, the principle of 'bury and would like to forget' is applied. This

principle aims to bury cable systems and pipelines deep enough, so they do not become exposed over time. The burial depth is determined based on a burial depth study. Installation vessels are used to bury cable systems and pipelines. Dredging may be necessary to achieve sufficient water depth for installation vessels or to achieve the required burial depth. HDD is used for crossing coastlines and islands. The duration of cable system and pipeline installation work at sea depends on factors such as the installation technique, cable system or pipeline length, and route. PAWOZ operates under the premise that a maximum of one cable system or pipeline is installed per year. The installation of the tunnel system includes the construction of an entry point in the North Sea through dredging and sand spraying and the construction of shafts for installing tunnel tubes. Annex 5 gives an elaborate overview of different installation techniques (PAWOZ EIA main report).

4.3 Investigated alternatives

PAWOZ investigates various routes for energy infrastructure. There are routes crossing the North Sea and mainland, but this HIA focusses only on the routes that cross the UNESCO heritage site the Wadden Sea. Among the routes under investigation, six traverse the Wadden Sea. Several of these routes offer variants, i.e. when part of the route differs from the main route. Table 4.2 names the routes that are evaluated in this HIA.

Table 4.2 Routes within the Wadden Sea heritage site of which effects are evaluated in this HIA

Route	Route name
II	Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)
II	Oude Westereems route - pipeline
V	Boschgat route - cable system (variant A, A1 and A2)
VII	Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)
VII	Schiermonnikoog Wantij route - pipeline
VIII	Ameland Wantij route - pipeline
IX	Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)
X	Tunnel route - cable system and pipeline

The naming of the routes is not sequential (I, II, III etc.), because several routes have been eliminated in earlier phases of the project for various reasons, for example because the route was expected to cause significant negative impact on geomorphology and ecology. The location of the routes is presented in Figure 4.5. The map shows route numbers (such as A, II, etc.) in combination with the accompanying variants (A, A1, etc.). For example II-A is the II: Oude Westereems (land)route variant A. In Figure 4.6 the borders of the World Heritage site are marked to show in more detail the location of the routes within the heritage site.

Figure 4.5 The investigated routes within PAWOZ plan area

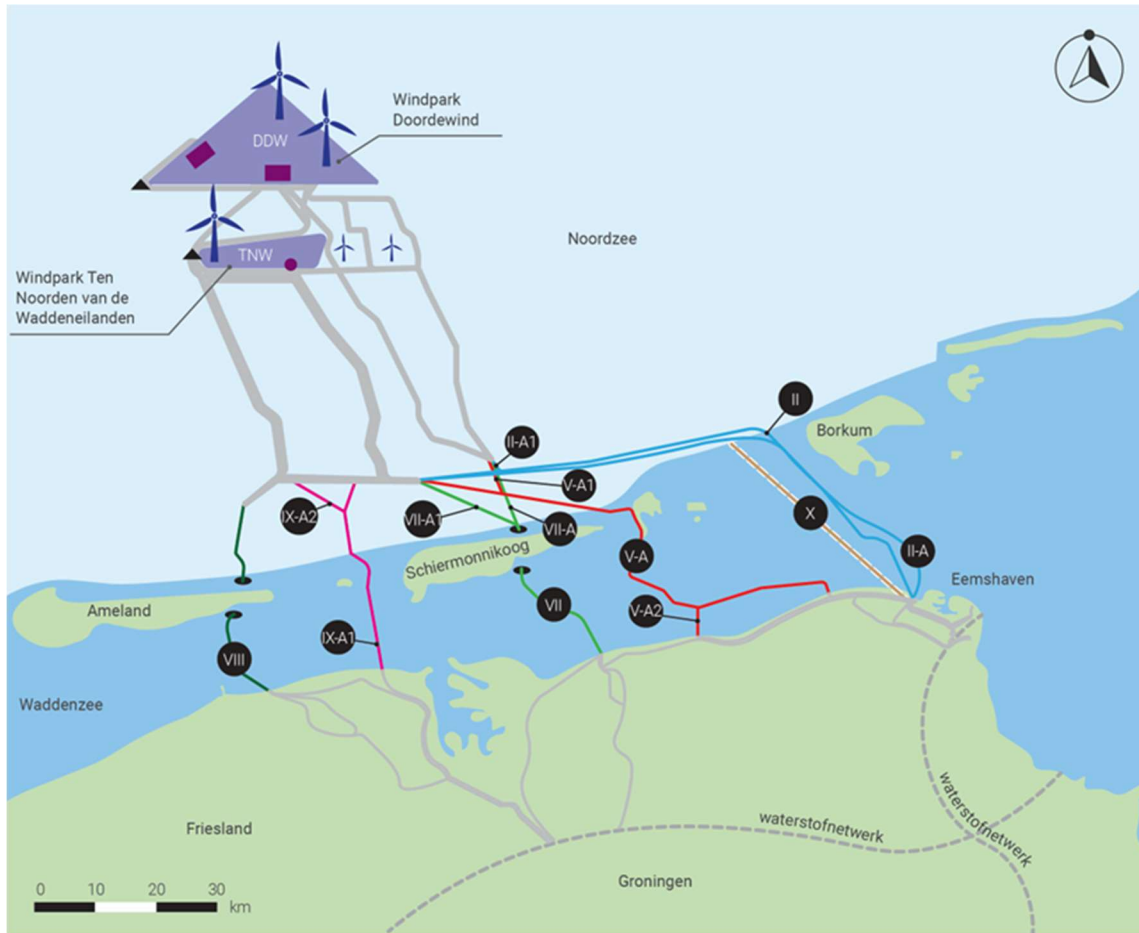
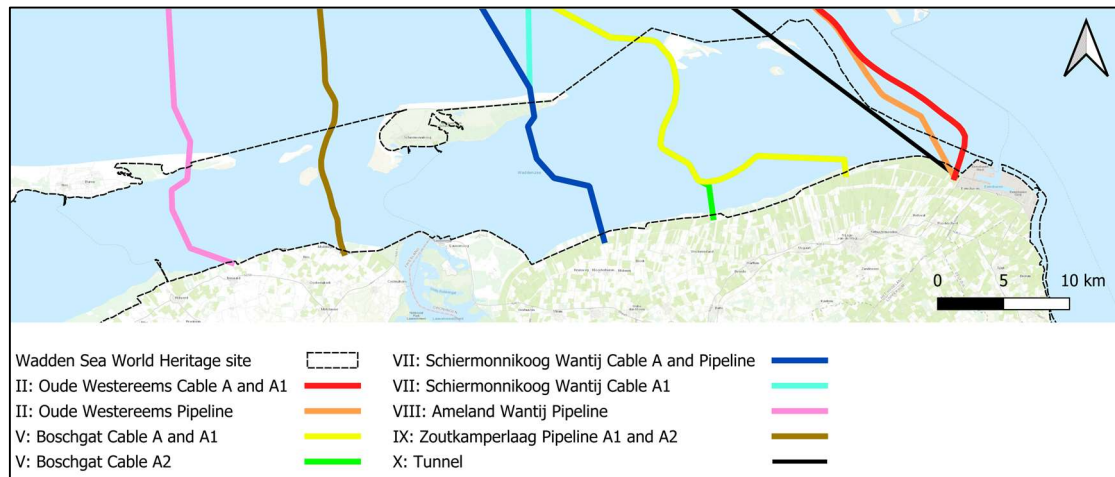


Figure 4.6 The investigated routes within the Wadden Sea World Heritage site



In line with the EIA, this HIA only assesses the effects of the installation of one cable system or one pipeline per year.

The HIA methodology prescribes to also discuss the necessity of the proposed action, or in other words, the alternative in which no action is taken. For PAWOZ, the alternative in which the proposed action does not take place is not considered a realistic option. Without constructing electricity and hydrogen connections, the energy generated by the wind farms cannot be used on land to meet Dutch energy demand and climate

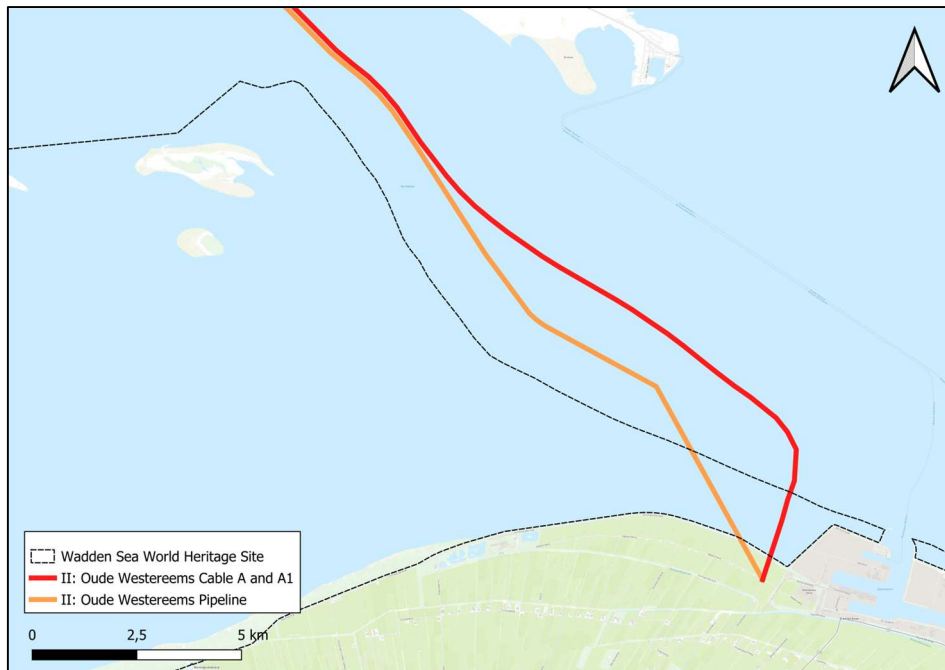
goals. Energy supply is recognized as an imperative reason of public interest and is considered a matter of public safety according to the Emergency Ordinance. The importance of this project is explained in the PAWOZ Program Document.

4.3.1 II: Oude Westereems route

The II: Oude Westereems route (Figure 4.7) is being considered for the installation of a pipeline and a cable system. Its routing strategy involves tracing morphologically stable deep sections within the Ems Estuary, potentially reducing burial depth. Departing from the mainland, the route intersects the primary dike at Eemshaven-West before curving north-westward to track the Oude Westereems channel.

This route encompasses three distinct variants: one tailored for a pipeline and two designed for a cable system. The cable system variants begin to diverge approximately 10 kilometers north of Schiermonnikoog, outside the Wadden Sea. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, both cable system variants adhere to the same trajectory and will be assessed in the same way in the HIA. Even though this route is largely located outside of the heritage site, all effects of activities along the route are evaluated because they can impact the nearby heritage site.

Figure 4.7 Location of the II: Oude Westereems route



Installation method of the cable system

The cable system is installed along most of the route using a vertical injector or a trencher. Localized dredging is required to achieve sufficient water depth for installation vessels. The route crosses the primary dike and existing cable systems along the coast with an HDD.

Installation method of the pipeline

The pipeline is installed by using a pipelaying vessel and trenching equipment (S-lay). On the route through the Ems channel, preparatory dredging work is necessary to achieve the desired burial depth. The route crosses the primary dike and existing cable systems along the coast with a drilled segment tunnel approximately 6 km long.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- During the installation of pipelines over the 6 km long section of the pipeline route between the COBRA-cable and the actual location of the Eemsgeul, obstruction in the Eemsgeul itself will be avoided.
- Widening of the corridor from 500 m to a minimum of 700 m and a maximum of 1,300 m for the cable system.
- Widening of the corridor from 500 m to a minimum of 500 m and a maximum of 700 m for the pipeline.
- Dredging activities for the installation of the pipeline will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures for II: Oude Westereems route cable system

For this route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (locations with high ecological value (hotspots) and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of underwater sound and vibrations on marine mammals:* Keep subtidal channels for foraging near haul-out sites (for resting, moulting and breeding) accessible for seals during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

Mitigation measures for II: Oude Westereems route pipeline

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

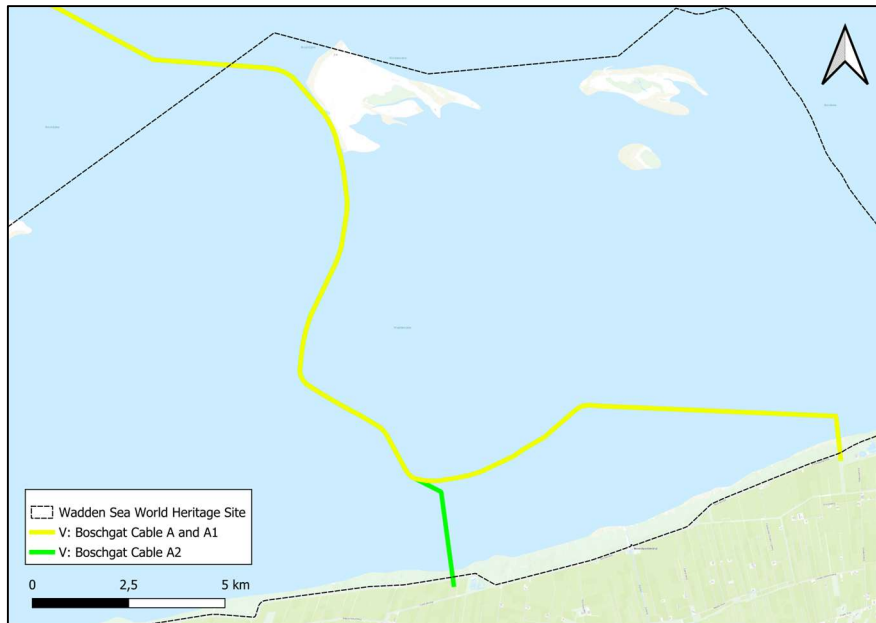
- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.

4.3.2 V: Boschgat route

The V: Boschgat route (Figure 4.8) is only being considered for one cable system. The route crosses the primary dike in Groningen at the Uithuizen location (variants A and A1). Variant A2 crosses the primary dike more westwards. All variants pass through the tidal flats towards the Southeast Lauwers channel. It then follows the Southeast Lauwers and Boschgat channels before heading northwards. At the most westerly point of Rottumerplaat, the route continues in a northwesterly direction.

Variants A and A1 diverge approximately 7,5 kilometer north of Schiermonnikoog, in the North Sea. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, these variants adhere to the same trajectory.

Figure 4.8 Location of the V: Boschgat route



Installation method of the cable system

On the tidal flats, a tidal flat trencher is used. In subtidal channels, floating equipment with a vertical injector or trencher is employed. The route crosses the primary dike and existing cable systems using HDD.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measure:

- Dredging activities will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common goldeneye).

- No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common merganser).

4.3.3 VII: Schiermonnikoog Wantij route

The VII: Schiermonnikoog Wantij route (Figure 4.9) is being considered for both a cable system and a pipeline. The route crosses the primary dike at the coast of Groningen near Kloosterburen and then follows the tidal flat towards Schiermonnikoog. Subsequently, the route crosses Schiermonnikoog and continues northwards through the North Sea coastal zone.

This route encompasses three variants: two for a cable system and one for a pipeline. Within the confines of the Wadden Sea World Heritage site, all variants overlap and will not be assessed individually.

Figure 4.9 Location of the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Installation method of the cable system

On the tidal flats, a tidal flat trencher is used to install the cable system. The cable system is drilled underneath the primary dike and the island of Schiermonnikoog using HDD. North of Schiermonnikoog, the cable system is buried using a trencher or a vertical injector. Preparatory dredging work is required because the area is otherwise too shallow for the installation vessels.

Installation method of the pipeline

The tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog, as well as the island of Schiermonnikoog itself, will be crossed using a series of consecutive HDD operations. The pipeline will pass under the island of Schiermonnikoog using HDD. North of Schiermonnikoog, an open excavation will be made in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth. Subsequently, the pipeline will be installed using the 'S-Lay' technique. In deeper waters, a pipelaying vessel with trenching equipment will be utilized.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- Widening of the corridor from 1,500 m to a minimum of 1,500 m and a maximum of 4,000 m for the cable system.
- Widening of the corridor from 2,000 m to a minimum of 2,000 m and a maximum of 4,000 m for the pipeline.

Mitigation measures for VII: Schiermonnikoog Wantij route cable system

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of sedimentation of typical species:*
 - Prevention of sedimentation of shellfish banks in the Wadden Sea.
 - Prevention of sedimentation of seagrass beds in the Wadden Sea.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
 - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
 - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common goldeneye).
 - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on tidal flats:* No working activities from July until and including September near the moulting and foraging area of the spoonbill at Lutjewad and above Westpolder (regarding the spoonbill).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

Mitigation measures for VII: Schiermonnikoog Wantij pipeline

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

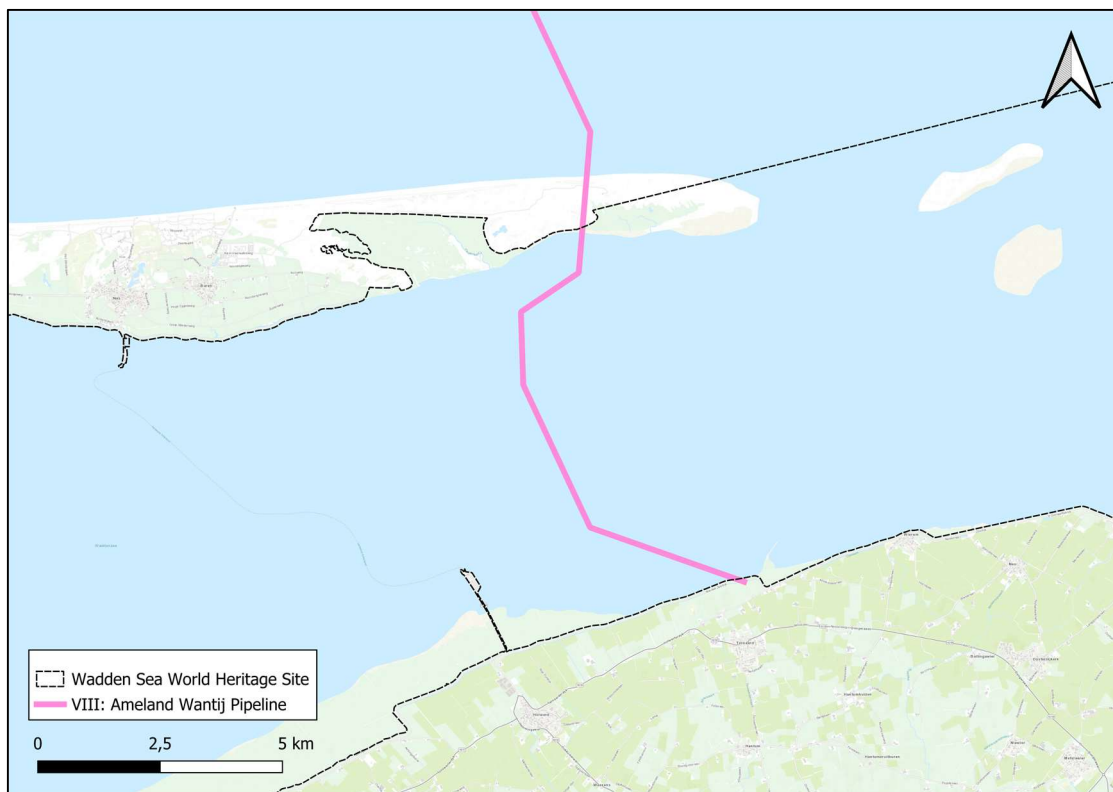
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A). Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
 - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
 - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.

- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from November until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common goldeneye).
 - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on tidal flats:* No working activities from July until and including September near the moulting and foraging area of the spoonbill at Lutjewad and above Westpolder (regarding the spoonbill).

4.3.4 VIII: Ameland Wantij route

The VIII: Ameland Wantij route (Figure 4.10) is the most western route and is only considered for a pipeline. The basis of this route is to follow the tidal flats between the Frisian coast (around Ternaard) and Ameland. The route crosses the primary dike near Ternaard and then follows the tidal channel towards Ameland. Subsequently, the route crosses the eastern part of Ameland and continues northward through the North Sea coastal zone.

Figure 4.10 Location of the VIII: Ameland Wantij route



Installation method of the pipeline

The tidal flat will be crossed using a series of consecutive HDD operations. Pipelines will be drilled under the eastern part of Ameland using HDD. North of Ameland, an open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth. The pipeline will then be installed using the 'S-Lay' technique. In deeper waters, a pipelaying vessel with trenching equipment will be used for burial.

Optimization measures

There are no optimization measures for this route.

Mitigation measures

For this route the following mitigation measures are in prospect:

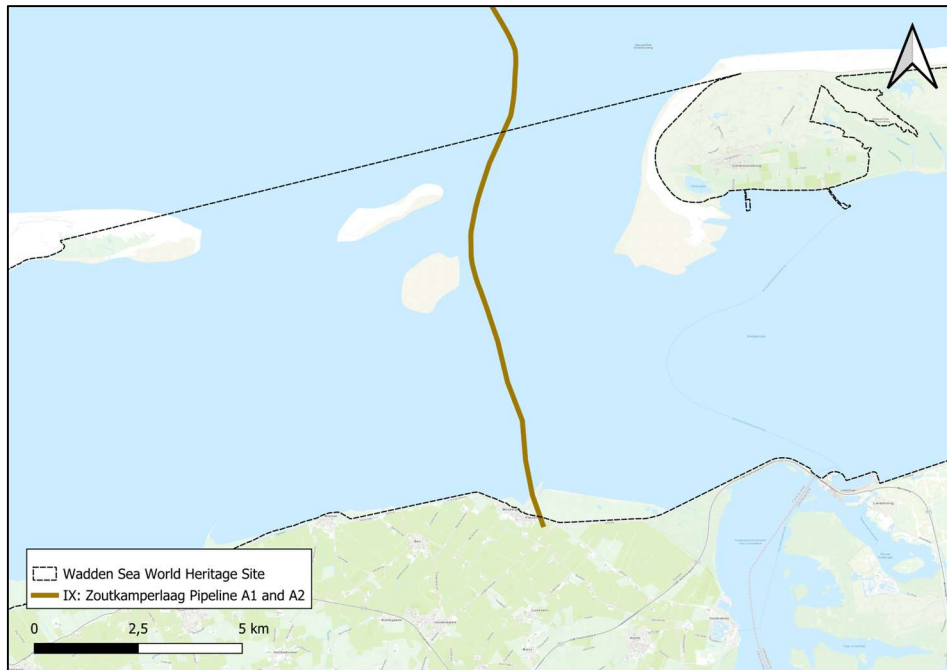
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A) Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on non-breeding birds:* Avoid essential food hotspots for relevant non-breeding bird species. The importance and exact location of food hotspots per bird species is not yet known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:*
 - No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
 - Disturbance of foraging breeding birds will be avoided as much as possible during the breeding period. The exact foraging locations per species are not known yet. Research needs to be conducted to identify these locations.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:* No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (regarding the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

4.3.5 IX: Zoutkamperlaag route

The IX: Zoutkamperlaag route (Figure 4.11) is only considered for a pipeline. The route crosses the primary dike from the Frisian mainland (west of Lauwersmeer). The route follows the subtidal channels of the tidal basin Zoutkamperlaag between Het Rif and Schiermonnikoog and west of the 'Gronden van het Plaatgat' and continues in a northern direction towards the North Sea.

This route encompasses two variants. These diverge approximately 10 kilometres northwest of Schiermonnikoog. Within the boundaries of the Wadden Sea World Heritage site, the variants overlap and will therefore not be assessed individually.

Figure 4.11 Location of the IX: Zoutkamperlaag route



Installation method of the pipeline

Both variant crosses the primary dike using HDD. In the channel, the pipeline is placed to depth by using a pipelaying vessel with burial equipment (post-trenching), and S-lay technique is applied over a short segment.

Optimization measures

This HIA assesses the effects of activities on this route after optimization. This means the route has already been optimized before this assessment was made with the following measures:

- (Western variant) dredging activities will be limited, and the material will be spread elsewhere to minimize permanent changes in the seabed dynamics and the occurrence of a turbidity plume due to the dispersal of dredged material.

Mitigation measures

For this optimized route the following mitigation measures are in prospect:

- *To limit effects of turbidity on breeding birds and typical species:* No working activities in the growing season of primary production and in the breeding period (half March with and until August) or ascertain at most a limited increase of turbidity in the aforementioned period in the Wadden Sea (max. 20 %).
- *To limit effects of turbidity on non-breeding birds:* Ensure a limited increase in turbidity (maximum 20 %) from January until and including March in the Wadden Sea.
- *To limit effects of sedimentation on mammals:* Distribute dredged sediment in the dredged slot.
- *To limit effects of changes in sediment dynamics on typical species:* Avoid high concentrations of sensitive typical species (hotspots and seagrass) (quality Natura 2000 habitat type H1140A) Hotspots are currently not known in sufficient detail and need to be mapped based on actual data on and in the vicinity of the route.
- *To limit effects of underwater sound and vibrations on mammals:* Keep subtidal channels for foraging near haul-out sites accessible for seals during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on breeding birds:* No working activities from April up to and including August near (within 600 m) locations of breeding birds or limiting noise levels to 47 dB (A) and use barriers.

- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on high tide roosts:* No working activities during high tide near (within 600 m) high-tide roost sites of (migrating) birds or limit noise levels to 47 dB (A) and use barriers.
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on non-breeding birds on open water:*
 - No working activities from January in the Wadden Sea (in regard to the common eider).
 - No working activities from January until and including March during high water (open water) in the Wadden Sea (in regard to the common merganser).
- *To limit effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on seals:* Avoid seals at haul-out sites (keep of at least 1500 m distance) during the period from May up to and including August. An onboard marine mammal observer will safeguard that these requirements are met.

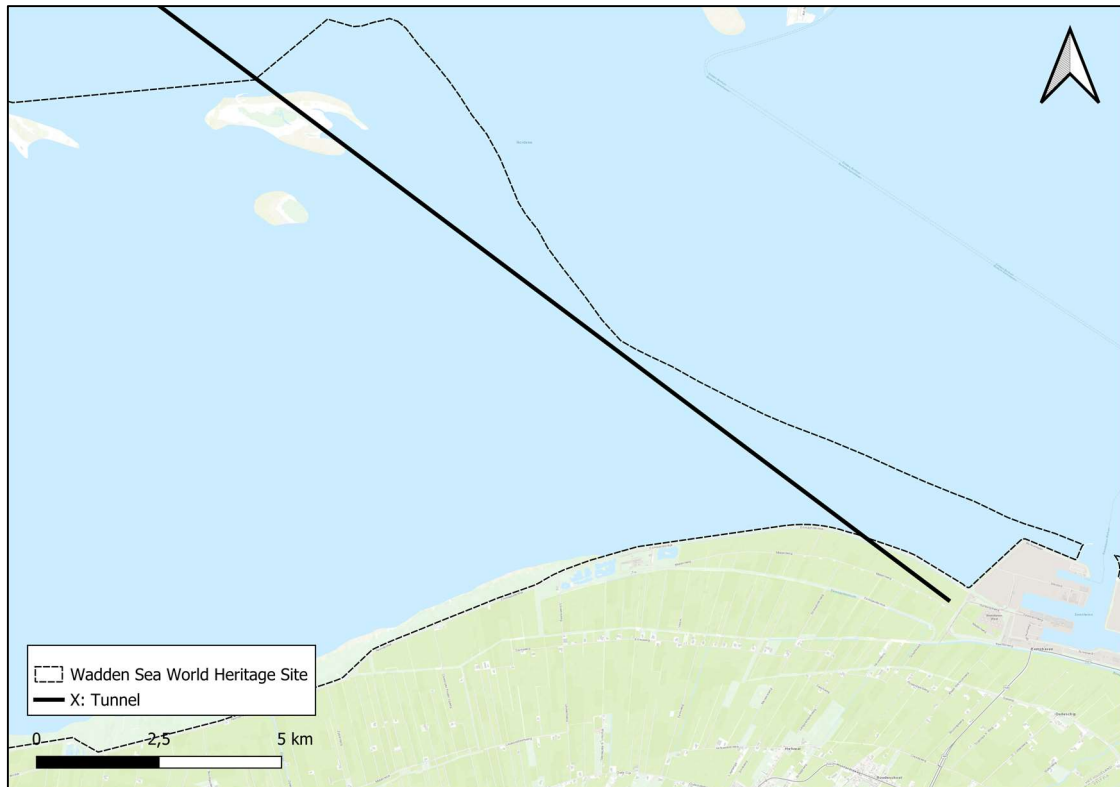
4.3.6 X: Tunnel route

The X: Tunnel route (Figure 4.12) has a length of approximately 26 km. The X: Tunnel route starts at the entry point in the North Sea and ends at the exit point onshore. The onshore exit point is planned in the vicinity of the Eemshaven. The offshore entry point is located in the Ems-Dollard treaty area, approximately 12 km west of Borkum on the Ballonplaat.

From the entry point North Sea, heading westwards, the cable systems and pipelines will follow the II: Oude Westereems route deep below the seabed. Towards the mainland a maximum of seven tunnel tubes are directed in a straight line from the entry point North Sea to the exit point near the Eemshaven. The tunnels descend deep into the seabed (approximately 35 to 45 meters below NAP, or Amsterdam Ordnance Datum in English). On the mainland near the Eemshaven, the tunnels emerge onto land, from where the cable systems and pipelines follow the II: Oude Westereems landroute (onshore) to the points of connection on land.

The offshore entry point, the Eemshaven exit point, and the multi-tube tunnel system itself must be accessible for management, maintenance, and the installation of (additional) cable systems and pipelines throughout the tunnel system's lifespan. Additionally, the entry and exit points of the tunnel are used for the management and maintenance of the tunnel itself, its installations, and the cable systems/pipelines within the tunnels. Therefore, they must remain accessible and available throughout the lifespan of the tunnel system.

Figure 4.12 Location of the X: Tunnel route



Installation method of the tunnel system

The activities for the construction of the North Sea entry point consist of the following steps: dredging of an access channel, constructing a sea wall, spraying sand, building breakwaters, constructing a quay, and dredging a harbour basin.

Once the entry point is completed, two shafts with combi-walls will be built for the first three tunnel tubes. From these shafts, tunnel tubes can be drilled at depth. Subsequently, the next two shafts and four tunnel tubes can be constructed. The shafts at the exit point onshore near the Eemshaven are similar to the shafts at the North Sea entry point. The tunnel tubes will be drilled from both sides: from the entry point and the exit point.

Next, in each tunnel tube, a cable system or pipeline will be installed separately. Cable systems will be pulled into the tunnel tubes using a monorail. Pipelines will be driven into the tunnel tubes in segments on a rail and then welded together.

Optimization measures

There are no optimization measures for this route.

Mitigation measures

For this route there are no mitigation measures in prospect.

5

IMPACT ASSESSMENT OF PAWOZ ROUTES ON THE OUV OF THE WADDEN SEA

This chapter discusses per route the effects of proposed actions on the attributes that sustain the OUV of the Wadden Sea. The impact on the integrity of the heritage site is also discussed.

5.1.1 II: Oude Westereems route - cable system (variant A and A1)

This route offers two variants for a cable system, A and A1. These two variants for cable systems have not been assessed separately because the effects of activities in the Wadden Sea are the same as the route diverges outside the heritage site, in the North Sea coastal zone.

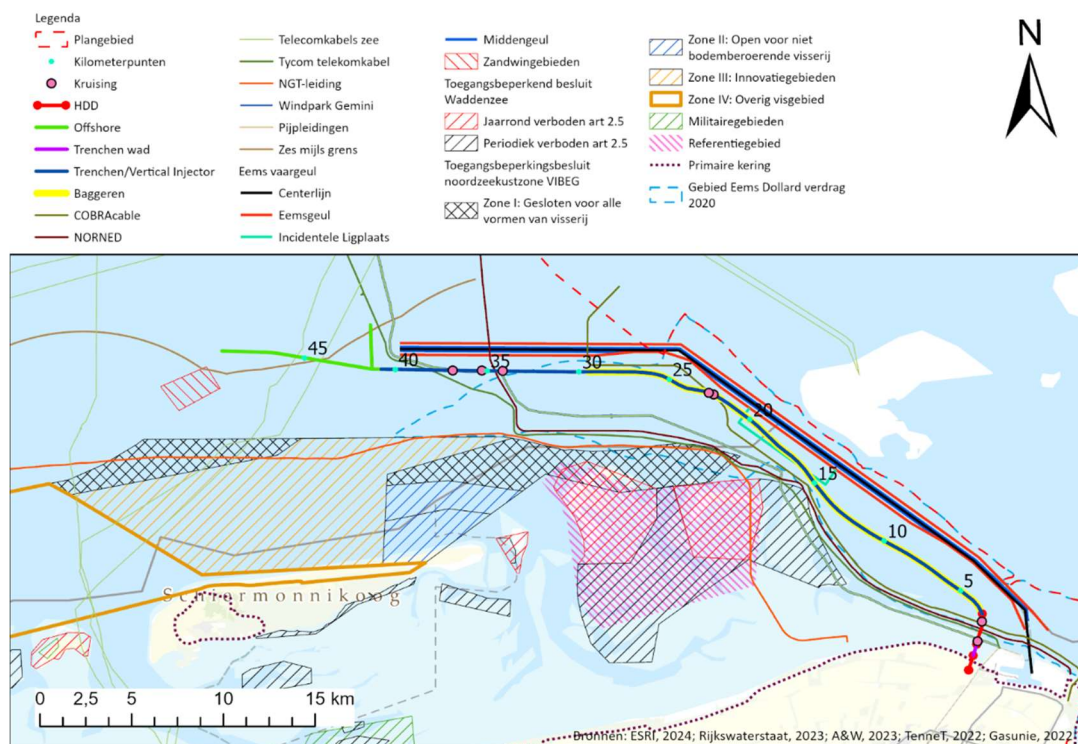
Activities

The activities occurring along II: Oude Westereems route for variant A and A1 are (see Figure 5.1):

- Installation of the cable system with vertical injector/trencher.
- Localized dredging (to create access trenches for installation vessels).
- HDD to cross the primary dike and existing cable systems along the coast.
- And installation of entry points for the HDD.

Over the whole trajectory (Wadden Sea and North Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 24 m depending on the exact location.

Figure 5.1 Proposed activities for cable installation on the II: Oude Westereems route



Evaluation of impacts

Table 5.1 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The effects of the installation of a cable system with vertical injector/trencher on this route are limited. There are local and temporary disturbances of the seabed that will recover quickly because of natural dynamics. Dredging (for access of installation equipment) causes more negative effects because large quantities of sediment are dredged. These dredging works take place mostly in shallow parts. Mainly on the west side of the corridor significant quantities need to be dredged. This will cause disturbance to the seabed. However, recovery will take place because of natural dynamics. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

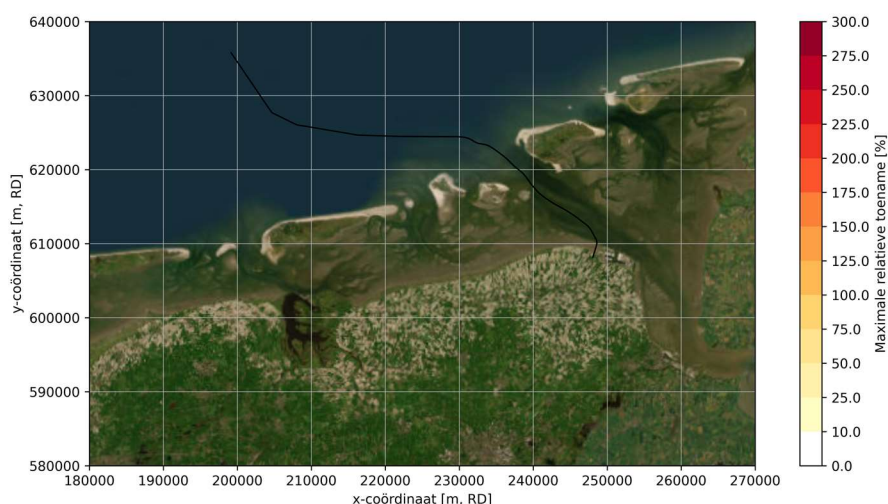
Within the UNESCO area, HDD is used to install the cable system underneath the salt marsh. It is still unclear where the exit point of the HDD will exactly be located. The HDD is crossing a potential sea grass area and benthic diversity hotspots (locations with many different species living in and on top of the seafloor).

Seagrasses and benthic organisms are very sensitive to changes in sediment dynamics. Depending on the exact location, the activities could affect the primary and secondary production in this area (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). However, it is possible to avoid seagrass

locations and benthos diversity hotspots via mitigation measures (see Chapter 4.3.1). Therefore, the impact of this activity via a change in sediment dynamics is scored as a *moderate negative impact*.

Outside the UNESCO boundary, the cable system (approximately 25 km) is installed by dredging and burying it underneath the sediment. Approximately 7.800 m³ silt will be dredged during a total of 41 days. The surface area that is affected, however, is small, and the increase of turbidity will not exceed >5 mg/L (absolute numbers). The sediment plume is therefore not visible in Figure 5.2. Primary production by phytoplankton, shellfish and visual hunting birds and fish will therefore not be hampered. Additionally, the dredged sediment will be deposited at a licensed location (P3) and will also not cause an impact. Therefore, the impact off this activity via sedimentation and turbidity is scored as *neutral*.

Figure 5.2 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system in the II: Oude Westereems route. The sediment plume is not visible as the surface area is small and the concentrations relatively low (Mustafa & van Engelen, 2024)



The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020). while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance. Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, trencher and HDD cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Two mitigation measures for birds (paragraph 4.3.1) are in prospect that can potentially reduce the disturbance of birds. Therefore, this impact is scored *moderate negative*.

Impact on OUV x) biodiversity

Dredging on this route does not cause effects via turbidity and sedimentation on shellfish, birds, and fish living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). Therefore, the impact of this activity via sedimentation and turbidity on biodiversity attributes is scored as *neutral*.

The HDD and trencher can affect seagrass and benthos via a change in sediment dynamics (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). Therefore, this activity has a *moderate negative impact* on the number of species in marine and brackish water areas. Fattening areas of birds are evaluated as *neutral* by this effect, because the amount of suitable bird food available is low and therefore there will be no

impact. This also accounts for migratory bird species with a strong dependence on the Wadden Sea.

Dredging and the sound of ship engines generate underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Erbe et al., 2019). Marine mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. There is a prospect of mitigation measures for seals (paragraph 4.3.1). Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *moderate negative*.

The use of ships, trencher and HDD cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency on the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002) ringed plover, grey lag goose, common greenshank, northern pintail and Eurasian curlew use the high tide roost in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that especially for the European oyster, pied avocet and ringed plover mitigation measures need to be taken to prevent significant effects. There are prospective mitigation measures for breeding and non-breeding birds (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *moderate negative*.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered to cause *minor negative impact* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for cable systems. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the size of the heritage site nor the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Direct negative effects of installation activities on intertidal species (benthos and seagrass) can be avoided by a prospective mitigation measure. Subtidal species (fish and mammals) can be affected by underwater sound and vibrations produced by additional shipping activities. In addition, electromagnetic fields can affect the swimway of some fish species which are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). To limit the effects of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light, mitigation measures are in prospect to reduce the effects on birds and seals. Regarding ecological processes, the effects of dredging on primary production will be small, as the increase in turbidity will not exceed >5 mg/L (absolute numbers). During the operational phase, electromagnetic field of the cable system can have an impact on the habitat of fish species. Depending on the fish species, this can lead to behavioural changes such as attraction or avoidance of the cable system, however this does not have a major impact. Regarding the effects on species, habitats and processes, impact on the integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will not severely be affected by the activities. The amount of suitable bird food in this area is already small. Above water sound and vibrations, and optical disturbance and light can affect resting migratory birds on high tide roosts. There is a mitigation measure in sight to reduce these effects (paragraph 4.3.1.). Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Breeding birds are not hampered by turbidity. However, above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). There is a mitigation measure in prospect that can reduce these effects. Regarding breeding birds, the impact on integrity of Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.1 Evaluation of the impact of the II: Oude Westereems route - cable system

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow and/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative effect
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
x) biodiversity		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Reversible	Reversible	Permanent	Some change	Negative	Minor negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.2 II: Oude Westereems route - pipeline

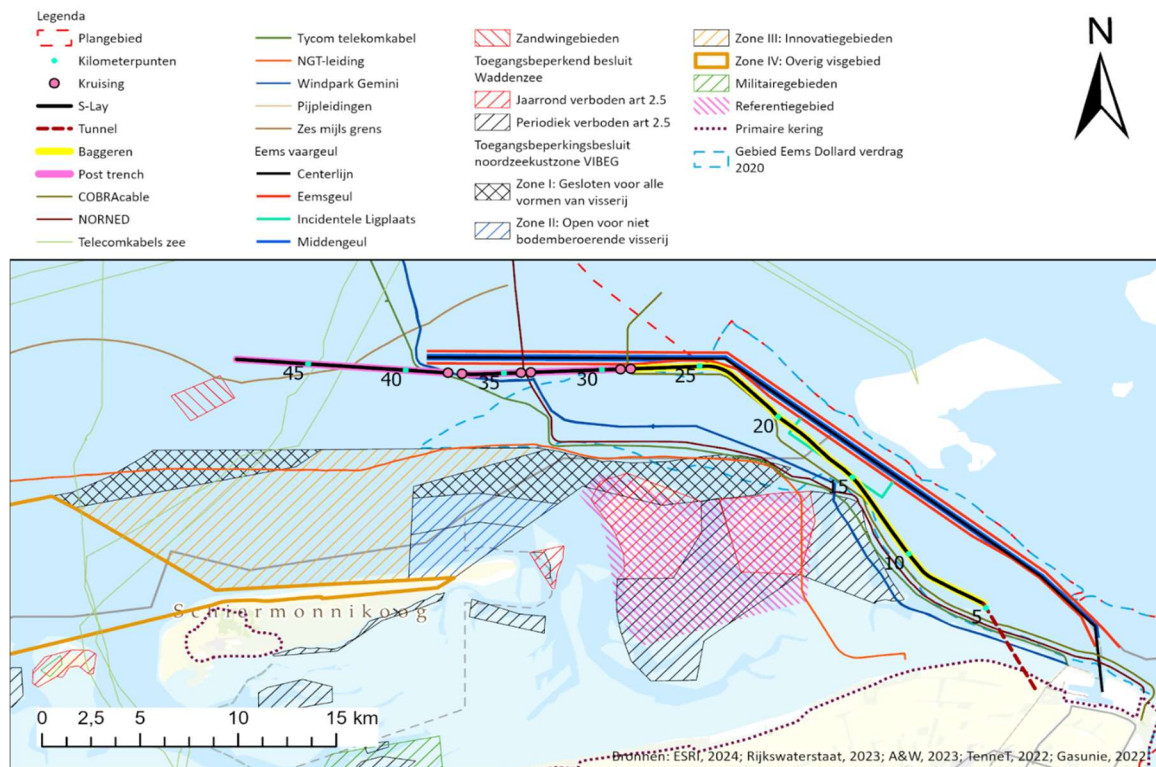
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities occurring along the II: Oude Westereems route for installing a pipeline are (see Figure 5.3):

- Installation of pipeline with pipelaying vessel and trenching equipment (S-lay and post-trench).
- Localized dredging (to make access trench for installation vessels); and dredging in the Eems-Dollard (outside UNESCO area).
- Drilled segment tunnel of 6 km to cross primary dike and existing cables along the coast and underneath the seagrass field and saltmarsh.

Figure 5.3 Proposed activities for pipeline installation on the II: Oude Westereems route



Evaluation of impacts

Table 5.2 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

For the installation of a pipeline larger quantities need to be dredged compared to for a cable system, which causes larger negative effects. These effects will recover naturally over time but are deemed moderately negative due to the large dredging volumes. A drilled segment tunnel is used to cross the primary dike and existing cable systems along the coast. Access pits of limited size are being dug and filled up after usage. This has minor negative effects, that are negligible. Overall, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

The installation of the pipeline does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt

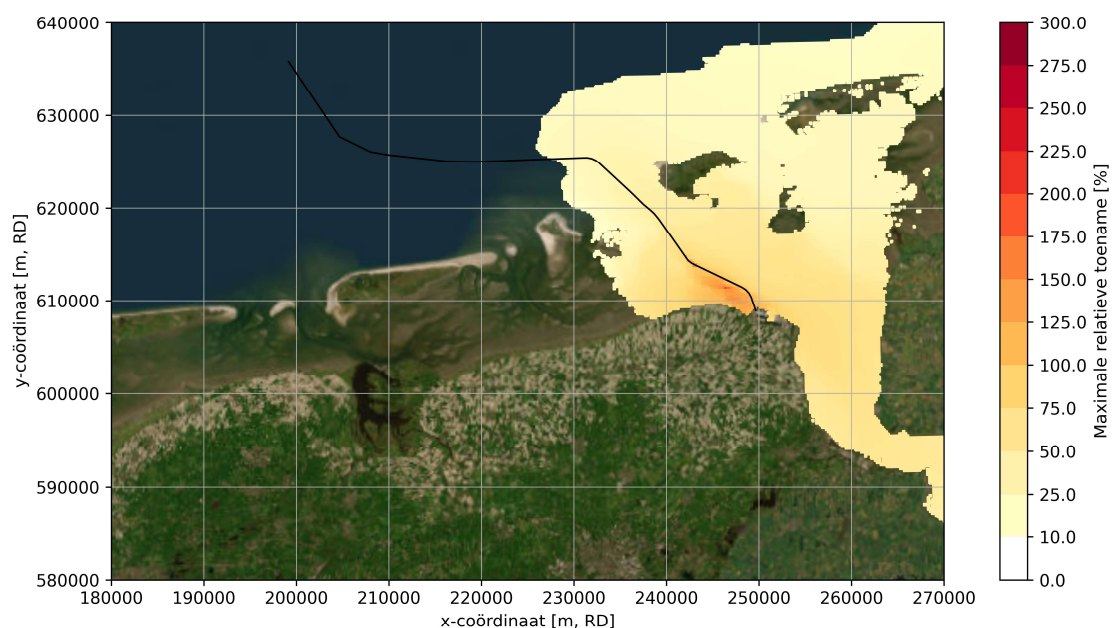
gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a segment tunnel will be used from the mainland. Organisms living in or on the seafloor (benthos) will therefore not be affected. Consequently, the food source for benthos-feeding fish and birds will not be changed by the activity. Therefore, the impact of this activity via a change in sediment dynamics is scored as *neutral*.

The majority of the pipeline is installed by dredging and burying it underneath the sediment. Approximately 414.700 m³ silt will be dredged during a total of 128 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 130 days have an absolute increase of >50 mg/L and 12 days have an absolute increase of 250 mg/L (Figure 5.4). This has a strong negative effect on primary production, typical species (like shellfish living in and on the sea floor) and fish Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). Mitigation measures are not in sight in this stage of the program. Therefore, the impact of this activity via turbidity is scored as a *major negative impact*.

Figure 5.4 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the IJ: Oude Westereems route (Mustafa & van Engelen, 2024)



Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after the laying of the pipeline. Therefore, surrounding habitat (submerged sandbanks) will largely stay intact. However, small effects on (typical) species living in or on the seafloor cannot be totally ruled out. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound, (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020) while the settlement and growth of invertebrates can be negatively

affected by this kind of disturbance although evidence is rare (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Mitigation measures for breeding birds and non-breeding birds are in prospect (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *minor negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of tidal flats will not be affected by a change of sediment dynamics, as the segment tunnel will pass below the tidal flats. Consequently, the food supply for birds living on tidal flats and fattening areas for migratory birds will not be directly negatively affected. The impact via a change in sediment dynamics is therefore scored as *neutral*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., (2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). This also has a negative effect on the fattening areas and food supply of migratory birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *major negative impact*. For non-breeding birds (including migratory species with a strong dependence on the Wadden Sea) there is a mitigation measure in prospect. Therefore, turbidity has a *moderate negative impact* on the attributes relevant to migratory birds.

Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after laying of the pipeline. Small effects on (typical) species living in or on the seafloor cannot be totally ruled out (Rozemeijer & Smith, 2017). In addition, the II: Oude Westereems route is passing seal haul-outs from where seals are swimming to the deeper channel (where the pipeline is installed) to forage. However, this gully is relatively large and very dynamic. The deposited sediment will spread relatively fast and the effect on seals is limited. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Dredging, drilling and the sound of ship engines generates underwater and above sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the effects of underwater and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated to have a *major negative impact*. For breeding and non-breeding birds, two mitigation measures are in prospect resulting in *minor negative impact* on the attributes that involve birds. For details on the affected migratory species see Chapter 5.1.1.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Dredging causes most negative impacts on geological processes, especially dredging for the installation of the pipeline as this requires dredging of larger quantities. This has a temporary, *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site because the natural dynamics are disturbed. The dredging works will not permanently alter the size of the heritage site. The key interrelated and interdependent elements in their natural relationships will be restored by natural processes on a timescale of years.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Benthos species living on the tidal flats will not directly be affected as a segment tunnel from the mainland is used. However, the enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010).

As a result, primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms) are affected. As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Because the dredged sediment will be deposited in the dredged slot, only minor effects on the habitat of subtidal species

(benthos, fish, seals) are expected. Sound and vibrations, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals (Erbe *et al.*, 2019). Currently, there are no mitigation measures in sight to limit disturbance of seals. For birds, mitigation measures are in sight. Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Compton *et al.* (2017), but a mitigation measure is in prospect to limit these effects. Underwater and above water sound and vibrations can also affect foraging fish-eating migratory birds or birds resting on high tide roosts. However, mitigating measures are in prospect to limit effects on breeding and non-breeding birds. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *major negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Turbidity can hamper the ability of visually hunting birds to track and catch prey below water. Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld *et al.*, 2022). A mitigation measure is in prospect that can limit these effects, this is also the case for the effects of turbidity on migrating birds, therefore the impact of turbidity on migrating birds is moderate negative for this route. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *major negative* for this route.

Table 5.2 Evaluation of the impact of the II: Oude Westereems route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier is-lands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals)	Sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	occurring in marine and brackish water areas									
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact
		Effects on migratory path of birds								Major negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Major negative impact

5.1.3 V: Boschgat route- cable system (variant A and A1 together)

This route offers three variants (A, A1, A2) for installing a cable system. Here we present the effects on variant A and A1 together as the route diverges outside of the heritage site (route A diverges to the left, A1 diverges to the right). Route A2 has a different exit point on the mainland (lands at the left point).

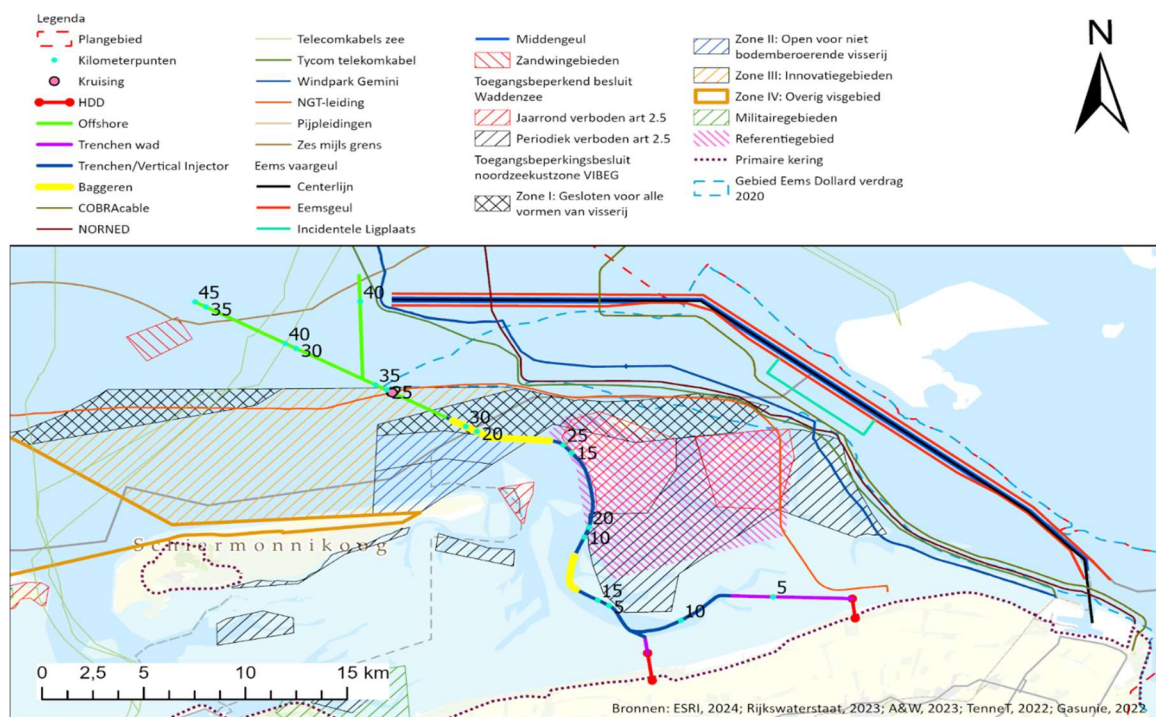
Activities

The activities for the V: Boschgat route variants A/A1/A2 are (see Figure 5.6):

- Installation of cable system with vertical injector/trencher (on shallow tidal flats).
- Installation of cable system with floating equipment with vertical injector/trencher (in the deeper subtidal channels).
- HDD to cross primary dike and existing cables along the coast; and installation of entry points for the HDD.
- Dredging (to make access trench for installation vessels).
- Increased number of ships and ship movements during installation.

Over the whole trajectory (Wadden Sea and North Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 16 m depending on the exact location.

Figure 5.6 Proposed activities for cable system installation on V: Boschgat route



Evaluation of impacts

Table 5.3 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. There are no differences between among variants. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

Installation of cable systems with a tidal flat trencher on shallow mud flats and floating equipment with vertical injector/trencher in the subtidal channels cause localized and temporary negative effect on mudflats. The impact is neutral as the mudflats will likely recover relatively fast. HDD to cross primary dike and existing cable systems along the coast causes negligible impact because access pits are filled up after usage.

to widen the natural channel causes moderate negative impact as it causes local and temporary disturbance to tidal channels. Dredged material is spread directly after burial of cable systems and as much as possible within the channel, so not on a mudflat, which would cause more negative effects. However, the amount of sediment deposited into the channel is very large, almost completely filling up the channel. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

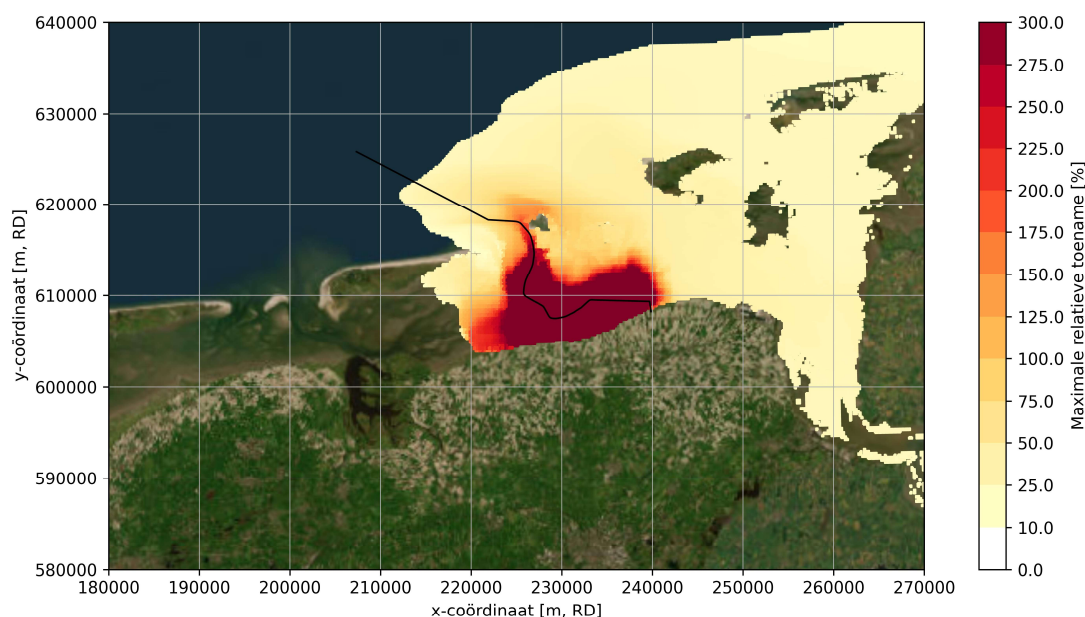
The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For all variants the installation of the cable system a HDD will be used from the mainland to cross the primary dike and salt marsh, where it emerges onto the mudflat. The presence of the exit point causes local destruction of benthic life. From the exit point a trencher will be used to bury the cable system in the intertidal flats. The trencher is crossing areas with a high number of species living in or on top of the mudflats, like sea grass and shellfish banks. These mudflats are also important foraging areas for birds (Soudijn *et al.*, 2022). Two mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

For some areas on the route dredging is necessary. For variant A/A1 approximately 268.000 m³ silt will be dredged during a total of 152 days. The surface area that is affected is large (Figure 5.7) and the increase of turbidity will exceed >5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 135 days have an absolute increase of >50 mg/L and 18 days have an increase of 250 mg/L. For variant A2 approximately 323.600 m³ silt will be dredged during a total of 181 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 169 days have an absolute increase of >50 mg/L and 31 days have an absolute increase of 250 mg/L. The turbidity effects of variant A2 are stronger than the effects of variant A/A1. However, both routes have significant negative effects on primary production, typical species (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish. There are no mitigation measures in sight to reduce these effects. Therefore, the effect of this activity via turbidity is scored as a major negative impact.

Figure 5.7 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system on the V: Boschgat route variant A/A1 (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in nearby gullies. The sediment layer will have a thickness between 3.3- 7.5 m for all variants. Because of the relatively large surface area at some locations, typical species (Baltic tallin, sea grass, cockle, mussel) could be smothered and not survive (Rozemeijer & Smith, 2017), and the habitat of fish is negatively affected. The effects of sedimentation cannot be mitigated. Therefore, the effects of sedimentation are scored as a *major negative impact*.

The activities and associated shipping traffic cause an increase in underwater sound and vibrations. Fish and fish-eating birds typically demonstrate avoidance behaviour as a result of continuous sound, (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020), while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling causes above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Mitigation measures are in prospect that can potentially reduce these effects for breeding and non-breeding birds (paragraph 4.3.1). Therefore, this impact is scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in on or top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD-exit point and trenching (van der Heide et al., 2007; Rozemeijer & Smith, 2017). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be affected (Soudijn et al., 2022). This counts for example for the ringed plover, dunlin, red knot, ruddy turnstone, common redshank, Eurasian curlew, grey plover and spotted redshank which have a strong dependency on the Wadden Sea. Mitigation measures are in prospect to limit these effects. Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). There is a mitigation measure in sight to reduce the effects of turbidity. Therefore, effects of turbidity are scored as *moderate negative effects*.

In addition, dredged sediment will be deposited on gullies, the large amount of sediment will almost fill the gullies, smothering potential species that live on the seafloor, and restricting the flow of water in the gullies on low tide. This also negative effects on the habitat of mammals and fish. Therefore, effects of turbidity and sedimentation on associated biodiversity attributes are scored as *a major negative impact* for most attributes. However, there are a mitigation measures in sight for non-breeding birds. Therefore, for non-breeding (migratory) birds the effect of turbidity is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging, drilling and the sound of ship engines generates underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *major negative*. negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises (Erbe et al., 2019). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Additionally, resting seals suffer from above water sound and vibrations, optical disturbance and light (Erbe et al., 2019). The route crosses an area that is very important for seals. Currently, there are no mitigation measures in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of under and above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as *major negative*.

The above mentioned effects affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002) multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of pied avocet, eider, ringed plover, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian curlew and spotted redshank. To reduce the effects of above water sound and vibrations, light and optical disturbance multiple mitigation measures are in prospect for birds. Therefore, these effects are scored as *moderate negative impacts* for attributes including birds.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered a *minor negative effect* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system. This has a *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The negative effects of trenching on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) can be potentially mitigated by avoiding locations with high ecological value (hotspots). Turbidity and sedimentation as a result of dredging activities have the largest impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity in all variants. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth. This affects primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms). As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Dredged sediment will be deposited on nearby gullies, with a high risk of smothering typical species. In addition, the habitat of mammals is negatively affected by the thick layer of sediment. Sound (above and below water), light and optical disturbance associated with the activities will

cause negative effects on especially seals. Currently, there are no mitigation measures in sight to reduce these effects. In addition, electromagnetic fields can affect the swimway of some fish species who are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). For birds, mitigation measures are prospected. Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* on this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Tulp et al., 2022). To reduce the effects of turbidity on non-breeding birds a mitigation measure is in prospect. Shellfish growth and survival can be hampered in high turbid waters (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020), especially when turbidity levels are relatively high during a long period of time. This might lead to local food reductions for birds, while this area is known for its rich foraging grounds. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Above water sound and vibrations, light and optical disturbance can also affect foraging and resting migrating birds (Kleijn, 2008). However, multiple mitigation measures are in prospect that can reduce these effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *major negative* on this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). A mitigation measure is in sight to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *major negative* on this route.

Table 5.3 Evaluation of the impact of the V: Boschgat route variants A/A1/A2

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Major negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact
		Effects on migratory path of birds								Major negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Major negative impact

5.1.4 VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)

This route offers two variants for a cable system and one for a pipeline. This paragraph sets out the effects of a cable system on this route. The VII: Schiermonnikoog Wantij route A and A1 for a cable system diverges outside the heritage site, so they are not assessed separately in this report.

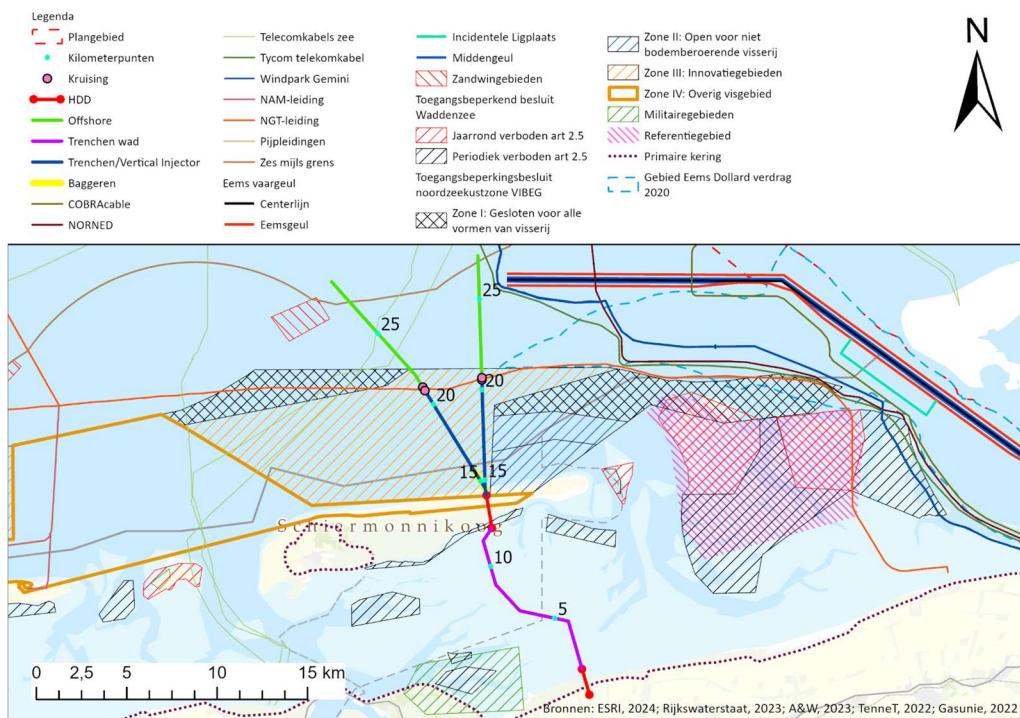
Activities

The activities taking place at the VII: Schiermonnikoog Wantij route for cable system variant A and A1 are (see Figure 5.8)

- HDD (under the primary dike and the island of Schiermonnikoog); and installation of entry points for the HDD.
- Installation of cable system using a tidal flat trencher (on shallow tidal flats).
- Installation of cable system with floating equipment and trencher/vertical injector (outside of UNESCO site, north of Schiermonnikoog).
- Dredging (to make access trench for installation vessels).
- Increased number of ships and ship movements during installation.

Over the whole trajectory (North Sea and Wadden Sea) cable systems are buried in the sediment at depths between 1 m and 12 m depending on the exact location.

Figure 5.8 Proposed activities for cable system installation on the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.4 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

A wad trencher is used to install the cable system on shallow tidal flats. This has minor negative impact because the impacted area is small and will recover fast because of natural dynamics. HDD is used to install the cable system under the primary dike and the island of Schiermonnikoog. An access pit is being dug on a mudflat. The pit is of limited size and will be filled up after usage. This has negligible impact on the quality of

the mudflat. A trencher/vertical injector is used to install the cable system north of Schiermonnikoog. North of Schiermonnikoog, an access channel will be dredged so that the cable system installation vessel can arrive in closer vicinity to the coast. This will remain visible for several years before the trench is naturally filled up. So, North of Schiermonnikoog, the effects are relatively long-lasting, but these effects only affect a small portion of the overall route. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

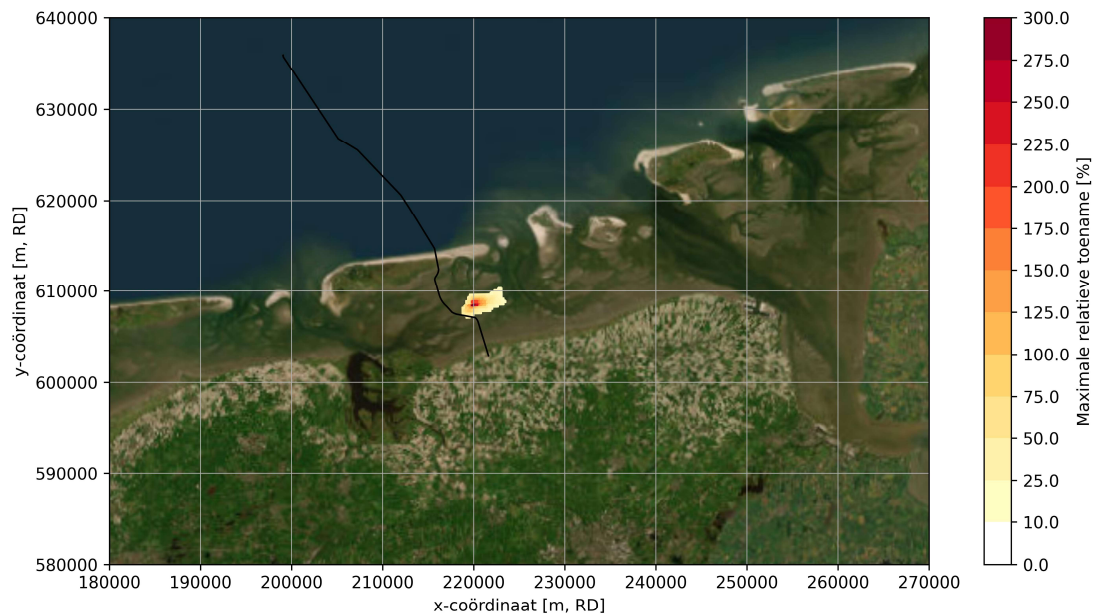
The installation of the cable system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the cable system a HDD will be used from the mainland to cross the primary dike and salt marsh, where it emerges onto the mudflat. In addition, HDD will be used to lead the cable system underneath Schiermonnikoog. The entry and exit points need to be excavated and causes changes in sediment dynamics that have a negative impact on local benthic life (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). A trencher will be used to bury the cable system in the intertidal flats. The route over the intertidal flats is crossing areas with a high number of species living in or on top of the mudflats, like sea grass and shellfish. These mudflats are also important foraging areas for birds. Mitigation measures are in prospect to reduce the effects of changes in substrate dynamics (see paragraph 4.3.3.). Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

For some locations on the route dredging is necessary. Approximately 300 m³ silt will be dredged during a total of 40 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.9) and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for 42 days, of which 20 days have an absolute increase of >50 mg/L and 7 days have an absolute increase of 250 mg/L. This could potentially affect primary production, benthos (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish. However, because of the small affected surface area, the short duration of turbidity and the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.9 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the cable system on the VII: Schiermonnikoog Wantij route. For the installation of this cable system three of these access channels need to be dug, this is the simulation of the average one (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in nearby gullies of the Wadden Sea. The sediment layer will have a thickness between 1.7- 2.5 m and will cover a relatively small surface area, where typical species (Baltic tallin, sea grass, cockle, mussel) could be smothered and probably will not survive (Rippen et al., 2020). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, the effects of sedimentation are scored as a *moderate negative impact*.

Over the largest part of the route the cable system will be buried during low tide with the trencher. Material will be transported via vessels to accessible gullies. The number of vessels needed is marginal for this route. Consequently, the amount of underwater sound and vibrations that is produced is also minimal. Therefore, underwater sound and vibrations as a result of the activities is scored as a *minor negative impact*.

The use of ships, trenching, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. Multiple mitigation measures for breeding and non-breeding birds are in prospect to reduce these effects (paragraph 4.3.3). Therefore, this impact was scored as a *moderate negative effect*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points and trenching. Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be affected (Candolin & Rahman 2023). This counts for example for the ringed plover, dunlin, red knot, Eurasian oystercatcher, ruddy turnstone, common redshank, Eurasian curlew, grey plover and spotted redshank which have a strong dependency on the Wadden Sea. However, mitigation measures are in sight that can reduce these effects (see paragraph 4.3.3). Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022), and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the

food web. However, the amount of dredged sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, and the effects are temporal. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

Dredged sediment that is deposited in nearby gullies can smother seagrass, shellfish and other benthic species (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Shellfish and benthic species are important food sources for birds. However, mitigation measures are in prospect that can reduce these effects. Therefore, the impact of sedimentation is scored as a *moderate negative impact*.

The number of vessels used on this route is limited. Resulting in only a small increase in underwater sound and vibrations, which has a marginal impact on mammals (Erbe et al., 2019), benthos, (Cervello et al., 2023; Olivier et al., 2023). and birds. Therefore, the effect of underwater sound and vibrations is scored as a *minor negative impact*.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced during work activities at low tide (HDD, excavations, etc.). These activities can disturb seals on the haul-out sites. However, the relative importance of this area for seals is low. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Therefore, the impact of these disturbance effects is scored as a *moderate negative impact*.

The activities also cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, common greenshank, northern pintail, brent geese, common redshank, Eurasian curlew, spotted redshank. These mitigation measures in prospect to limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderate negative impacts*.

During the operational phase, electromagnetic fields of cable systems can cause behavioural changes in fish, especially elasmobranch species (Bedore & Kajiura, 2013; Taormina, et al., 2018). The tope shark uses the Wadden Sea as a nursery ground. Also shark behaviour can be affected by electromagnetic fields. Therefore, this is considered a *minor negative impact* for species living in marine and brackish areas.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system, especially dredging and trenching. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The negative effects of trenching on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) can be reduced by avoiding locations with high ecological value (hotspots). Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which only very locally can cause minimal effects on primary and secondary production. Dredged sediment is spread in nearby gullies where it can affect the survival of benthic species. However, a mitigation measure is in sight to reduce this effect. Underwater sound and vibrations produced by ships are not substantial on this route and habitats of fish and mammals largely remain undisturbed. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. However, various mitigation measures to reduce effects on birds and seals are in prospect. Finally, electromagnetic fields can affect the swimway of

some fish species who are sensitive to this (Nyqvist et al., 2020; Hutchison et al., 2020a; Hermans & Schilt, 2024, in prep.). Regarding the effects on species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by trenching, as the route is projected on a valuable foraging area for birds. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. HDD drilling and trenching causes above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging migratory birds. However, various mitigation measures are in prospect that can reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). However, a mitigation measure is in sight to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.4 Evaluation of the impact of the VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system (variant A and A1)

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in freshwater inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in freshwater inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals)	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	occurring in marine and brackish water areas									
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Presence of electromagnetic fields	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.5 VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

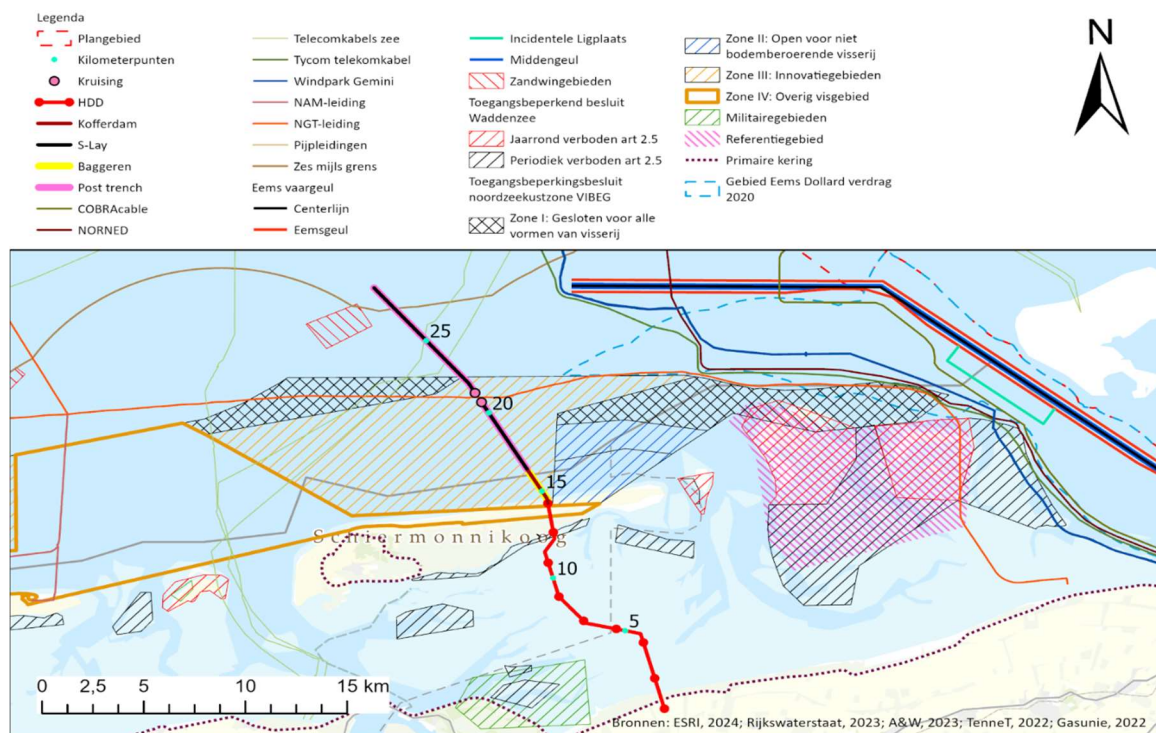
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities taking place along the VII: Schiermonnikoog Wantij route for installing the pipeline are (see Figure 5.10):

- HDD to cross tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog and pass under island Schiermonnikoog; including installation of (eight) entry points for the HDD.
- Increased number of movements of vehicles on the tidal flat during low tide, during installation.
- Open excavation and cofferdam to bury the pipeline at depth north of Schiermonnikoog.
- S-lay technique to install the pipeline.
- Dredging to achieve access trench for installation vessels.

Figure 5.10 Proposed activities for pipeline installation on the VII: Schiermonnikoog Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.5 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

Multiple HDDs are used to cross the tidal flat between Groningen and Schiermonnikoog, to pass the pipeline under the island Schiermonnikoog and cross the primary dike at the northern side of Schiermonnikoog. This will be done in sections. In total, eight access pits will be excavated. These pits are small and will be filled up afterwards, so do not alter the size or quality of coastal or sedimentary features. The effect of using HDD for the installation of pipelines on this route is therefore negligible. Open excavation and a cofferdam are used to bury the pipelines at depth north of Schiermonnikoog. Sand will be dredged, and a vessel will be used to lay the pipeline. The presence of the cofferdam is expected to lead to erosion of the coastline on the east side and sedimentation on the west side. During the storm season, sediment will naturally redistribute. The trench will be replenished after the pipeline is installed. Therefore, the impact of these activities via

disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

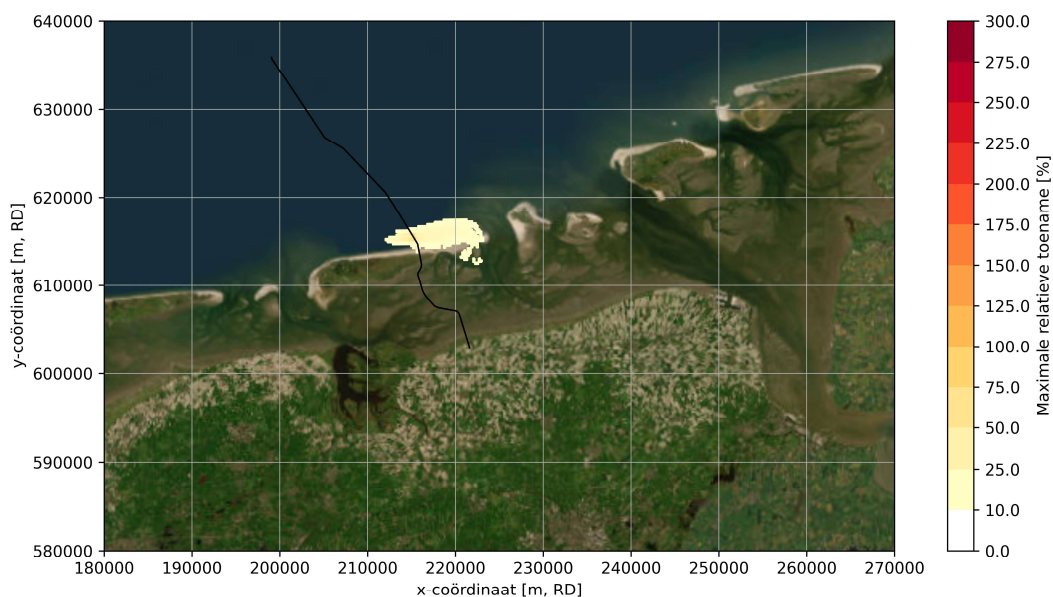
The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a series of HDDs will be used from the mainland to the North Sea, crossing the tidal flats and Schiermonnikoog. Eight entry and exit points need to be excavated. The extend of disruption of benthic life depends on the exact location of this HDD entry and exit points. Seagrasses, shellfish beds and typical mudflat species are present in the area, representing a rich foraging ground for birds. Mitigation measures are in prospect to limit effects of changes in substrate dynamics on typical species and non-breeding birds. Therefore, the effect (change in substrate dynamics) is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging will be needed for the access of installation vessels. Approximately 2.500 m³ silt will be dredged during a total of 10 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.11) and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for 12 days, in which concentrations will not be higher than 50 mg/L. Most of the turbidity will occur in the North Sea coastal zone. Because of the small affected surface area, the short duration of turbidity, the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, and the location of the turbidity, the effect on primary production, benthos and birds will be small. Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.11 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the VII: Schiermonnikoog Wantij route (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in the North Sea coastal zone, outside the boundary of the Wadden Sea World Heritage. This could have negative effects on local species, but these fall outside of the spatial scope of this HIA. Therefore, the effect of sedimentation is scored as *neutral*.

The building of HDD entry and exit points in the Wadden Sea will be done during low tide. Therefore, the effects of underwater sound and vibrations are scored as *neutral*. In the North Sea coastal zone also trenching will take place, which produces extra underwater sound and vibrations. However, these effects fall outside the spatial scope of this HIA.

The use of HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. Multiple mitigation measures are in sight to reduce these effects for breeding and non-breeding birds. Therefore, these effects are scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be locally affected (see Chapter 5.1.5). Mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Therefore, these effects via changes in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022), and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the food web. However, the amount of dredged material and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, the effects are temporal and occur mostly in the North Sea coastal zone. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

The dredged sediment is deposited in the North Sea coastal zone, outside the boarder of the Word heritage site. Therefore, the impact of sedimentation is scored as *neutral*.

The number of vessels used on this route is limited, because of the use of HDDs during low tide. As a result, the increase of underwater sound and vibrations is negligible, and the habitat of fish and mammals is not affected in the Wadden Sea. Therefore, the impact of underwater sound and vibrations is scored as *neutral*. The effects of underwater sound are more severe in the North Sea coastal zone, but this area falls outside the boarder of the Wadden Sea World Heritage.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced by the HDD and the trencher during work activities at low tide. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. However, the relative importance of this area for seals is low. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily locate to different haul-out sites areas. However, it is not possible to avoid working activities during the sensitive season for seals as there are no mitigation measures in sight. Therefore, the impact of these disturbance effects is scored as a *major negative impact*.

The activities also cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. This can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, common greenshank, northern pintail, brent geese, common redshank, Eurasian curlew, spotted redshank. There are mitigation measures in prospect to limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderate negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes will be temporarily impacted by proposed installation techniques for the cable system on this route. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Changes in sediments can cause negative effects on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) (Rippen et al., 2020; van der Heide et al., 2007). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which can only very locally cause minimal effects on primary and secondary production (mostly in the coastal zone). Dredged sediment is spread outside the Wadden Sea heritage site, with no effects on species and habitats in the Wadden Sea. Underwater sound and vibrations produced by HDD is limited, as working activities take place during low tide. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals (Cremer et al., 2017) and birds (Kleijn, 2008). While various mitigation measures are prospected for birds, disturbance of seals cannot be mitigated. Regarding species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *major negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by HDD entry and exit points, as the route is projected on a valuable foraging area for birds (Soudijn et al., 2022).. However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. HDD drilling and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging areas of migratory birds. However, various mitigation measures are in prospect to reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). Two mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route

Table 5.5 Evaluation of the impact of the VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative impact
	Amount of river discharge	Change in freshwater inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in freshwater inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
o		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Major negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Major negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.6 VIII: Ameland Wantij route - pipeline

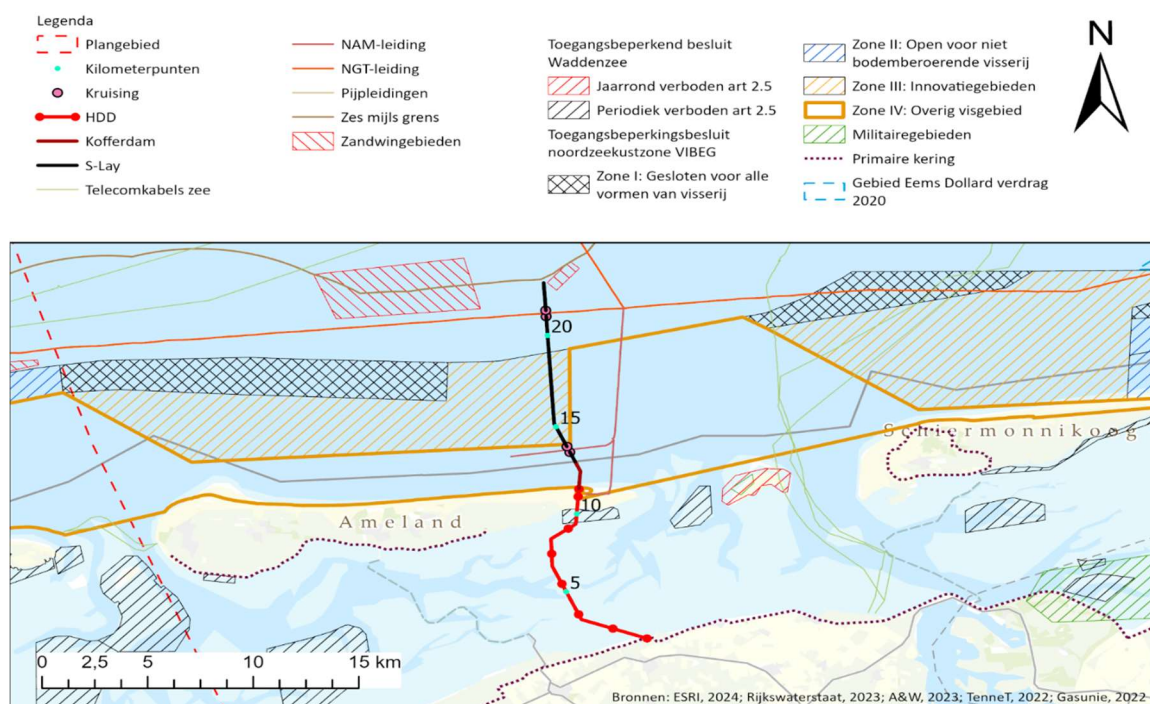
This route concerns the installation of a pipeline.

Activities

The activities taking place at the VIII: Ameland Wantij route for installing pipelines are (see Figure 5.12):

- Installation of a pipeline using HDD to cross tidal flat and pass below the eastern tip of the island of Ameland, including installation of several entry points for the HDD.
- Installation of a pipeline with a pipeline laying vessel with trenching equipment (S-lay technique).
- An open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth North of Ameland (outside UNESCO site).
- Increased vehicle movements on the tidal flat during low tide, during installation.

Figure 5.12 Proposed activities for pipeline installation on the VIII: Ameland Wantij route



Evaluation of impacts

Table 5.6 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The difference between this route and the VII: Schiermonnikoog Wantij route are trenching lengths and number of drilled access pits. However, the effects of the proposed actions are comparable. HDD is being used to drill pipelines across tidal flat and under the eastern part of the island Ameland. Drilling will be done in sections. Several access pits will be excavated. These pits are small and will be replenished with sediment after usage, therefore causing a negligible impact on size and quality of tidal flats. An open excavation will be created in the surf zone using a cofferdam to bury the pipeline at depth North of Ameland. Sand will be dredged to allow access to the pipeline installation vessel. The presence of the cofferdam is expected to lead to erosion of the coastline on the east side and sedimentation on the west side. During the storm season, sediment will naturally redistribute. The trench will be replenished after the pipeline is installed. Therefore, the effects of this intervention are expected to be minor negative. A pipeline vessel with trenching equipment (S-lay technique) will be used for burial in deeper waters. Trenching has neutral impact in the deep waters of the North Sea because there are strong waves and strong currents, so because of natural

dynamics the geomorphological system will recover quickly. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *minor negative*.

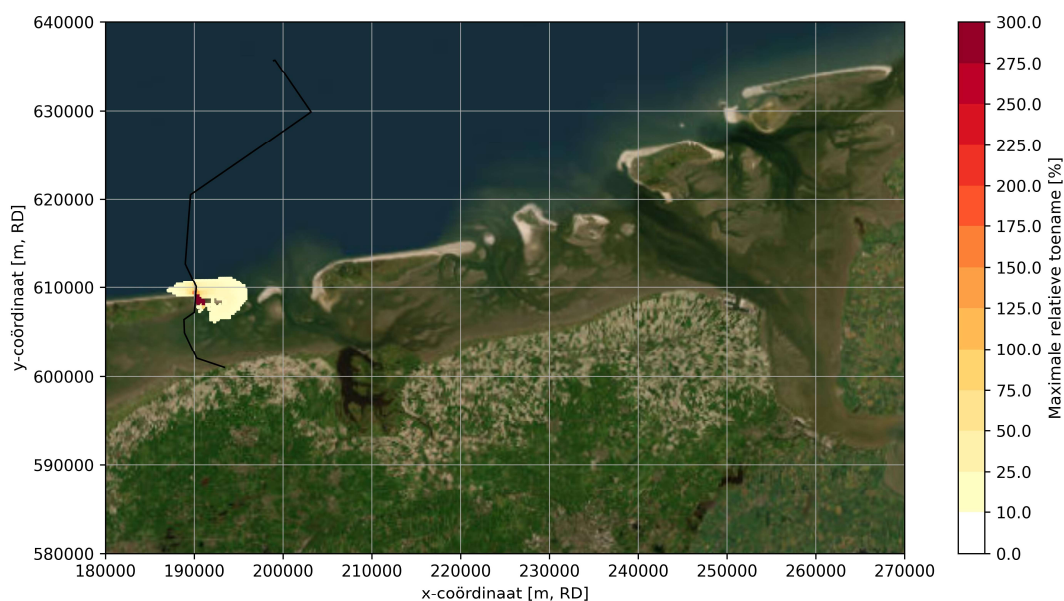
The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

For the installation of the pipeline a series of HDDs will be used from the mainland to the North Sea, crossing the tidal flats and the eastern point of the island of Ameland. Multiple entry and exit points need to be excavated. The extend of disruption of benthic life depends on the exact location of this HDD entry and exit points. Shellfish beds and typical mudflat species are present in the area, although the number of species is lower than the area that the VII: Schiermonnikoog Wantij route is intersecting. Mitigation measures are in prospect to mitigate the effects of changes in substrate dynamics. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging will be needed for the access of the pipeline installation vessel. Approximately 3.500 m³ silt will be dredged during a total of 9 days. The surface area that is affected is relatively small (Figure 5.13) and the absolute increase of turbidity will exceed 5 mg/L for 12 days, of which 11 days concentrations are higher than 50 mg/L and one day concentrations exceed 250 mg/L. Most of the turbidity will occur in the North Sea coastal zone and in the tidal flats (Figure 5.12). Because of the small affected surface area, the short duration of turbidity, the relative low levels of turbidity opposed to the background concentrations, and the location of the turbidity, the effect on primary and secondary production (by benthic organisms) will be small (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). Therefore, the effect is scored as a minor negative impact.

Figure 5.13 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the VIII: Ameland Wantij route (Mustafa & van Engelen, 2024)



As a result of the dredging activities, sedimentation will take place in the North Sea coastal zone, outside the boundary of the Wadden Sea World Heritage, where it can have effect on typical species occurring there. No sedimentation will occur in the Wadden Sea, because here only HDDs are used. Therefore, the effect of sedimentation is scored as *neutral*.

The building of HDD entry and exit points will be done in the Wadden Sea during low tide. Therefore, the effects of underwater sound and vibrations are scored as *neutral*. In the North Sea coastal zone trenching and the presence of vessels can cause an increase in underwater sound and vibrations, but this effect falls outside the scope of this HIA.

The use of HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple bird species make use of the high tide roosts in the vicinity of the route. However, multiple mitigation measures for birds are in prospect that can reduce these effects (paragraph 4.3.4). Therefore, these effects were scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the HDD entry and exit points (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Consequently, the food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds will be locally affected. However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects of changes in substrate dynamics (see paragraph 4.3.4). Therefore, these effects via change in substrate dynamics are scored as a *moderate negative impact*.

Dredging can cause effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), fish (Tulp et al., 2022) and mammals living in marine and brackish areas that can cascade down the food web. However, the amount of dredged material and sediment is marginal, the affected surface area is relatively small, the effects are temporal and occur mostly in the North Sea coastal zone. Therefore, the impact of dredging via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *minor negative impact*.

As the dredged sediment is deposited in the North Sea coastal zone and not in the Wadden Sea within the borders of the World Heritage site, the impact of sedimentation is scored as *neutral*.

The number of vessels used on this route is limited, because of the use of HDDs during low tide in the Wadden Sea. As result, the increase of underwater sound and vibrations is negligible, and the habitat of fish and mammals is not affected in the Wadden Sea. Therefore, effect of underwater sound and vibrations is scored as *neutral*. In the North Sea, the effects of underwater sound and vibrations are more severe, but these fall outside the spatial scope of this HIA.

Most of the above water sound and vibrations, light and optical disturbance is produced by the HDD and the trencher during work activities at low tide. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. The relative importance of this area for seals is average. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily located to different haul-out sites in different areas. To prevent disturbance of seals during the sensitive period, a mitigation measure is prospected. Therefore, the impact of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on mammals living in marine and brackish water areas are evaluated as moderate *negative*.

Can affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, lesser black-backed gull, common tern, Eurasian spoonbill, eider and common redshank. These mitigation

measures in prospect limit disturbance of birds. Therefore, disturbance effects for bird attributes have been scored as *moderative negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes are directly, temporarily impacted by proposed installation techniques for the pipeline. This has a *minor negative impact* on the integrity of the heritage site as it will not permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

This route has negative effects on seagrass, benthic species and bird habitat (foraging grounds) via changes in sediment dynamics caused by excavations of the HDD. Mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Turbidity as a result of dredging activities has a small impact on species, habitats and Processes (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). The volume of dredged sediment is relatively small, resulting in a marginal affected area and only temporal turbidity effects, which can only very locally cause minimal effects on primary and secondary production. Dredged sediment is spread outside Wadden Sea heritage site. Underwater sound and vibrations produced by HDD is limited, as working activities take place during low tide. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. Regarding species, habitats and processes, impacts on the integrity of the Wadden Sea heritage site are *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be mostly affected by HDD entry and access points, as the route is crossing a valuable foraging area for birds (Soudijn et al., 2022). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects. HDD and excavations of entry and exit points cause above water sound and vibrations, optical and light disturbance that can impact resting and foraging migratory birds. However, various mitigation measures are in sight to reduce these disturbance effects. Regarding migratory birds, the impact on the integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquility of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). When there are no working activities from April up to and including August near locations (within 600 m) of breeding birds or noise levels will be limited by using barriers (mitigation measure), there will be less effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.6 Evaluation of the impact of the VIII: Ameland Wantij route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Minor negative
	Amount of river discharge	Change in freshwater inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in freshwater inflow and/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some to large change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Minor negative
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Negative	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.7 IX: Zoutkamperlaag route - pipeline (variant A1 and A2)

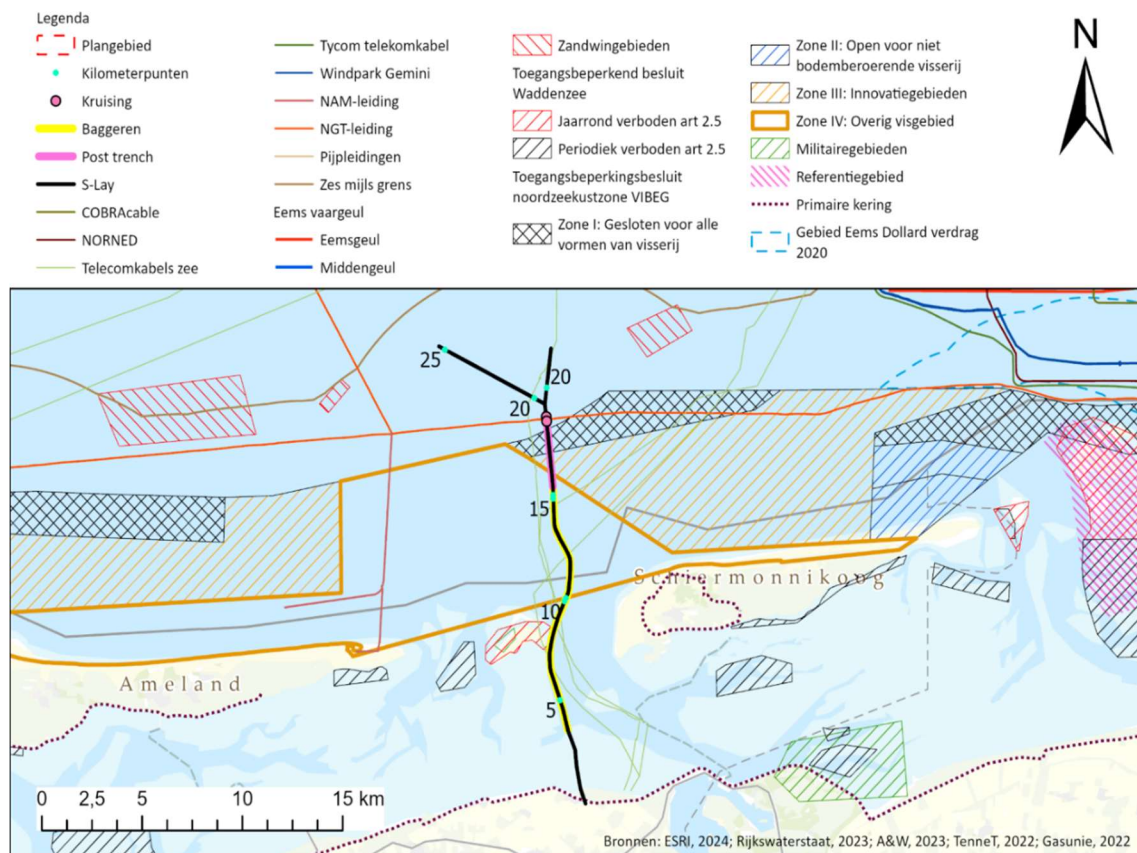
This route offers two variants for a pipeline, A1 and A2. The IX: Zoutkamperlaag route A1 and A2 only diverge outside the heritage site, so they are not assessed separately in this report.

Activities

The activities taking place at the IX: Zoutkamperlaag route for installing a pipeline are (see Figure 5.14):

- HDD to cross primary dike and existing cable systems along the coast.
- Pipelaying vessel with burial equipment is used to lay pipeline at depth (S-lay technique and post trench).
- Preparatory dredging (to achieve access trench for installation vessels) (dredged material is spread out directly in the access trench after burying the pipeline).

Figure 5.14 Proposed activities for pipeline installation on the IX: Zoutkamperlaag route



Evaluation of impacts

Table 5.7 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The variants of the route differ in the North Sea but have the same evaluation of impacts. For the installation of the pipeline HDD is used to cross primary dike on the mainland. Access pits will be replenished after usage, so its impact is neutral.

A significant volume will be dredged to dig an access channel of two kilometers close to the Wadden Sea coast within the existing deep tidal channel. After the pipeline is installed, the dredged trench will be partially replenished. The sediment dynamics in this area are limited, so it is expected to take several years for the

channel to naturally recover and dispersed volume to be redistributed by natural processes. Therefore, the impact of these activities via disturbance of the seabed on the size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and saltmarshes is *moderate negative*.

The installation of the pipeline system does not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

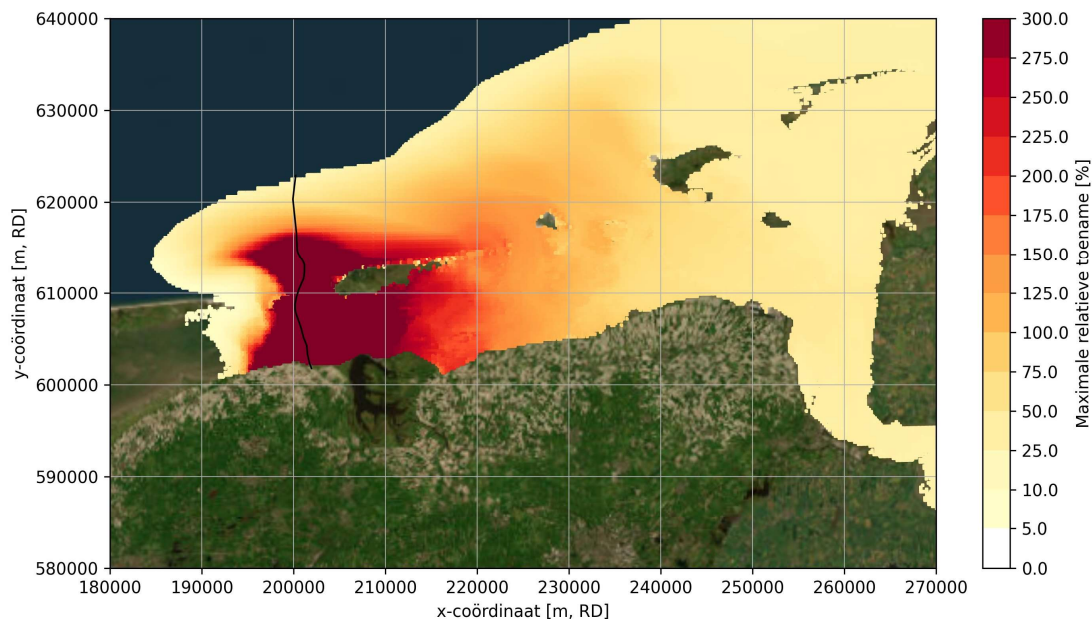
Impact on OUV ix) ecological processes

For installation of the pipeline, a large amount of sediment is dredged. This causes large changes in the dynamics of substrate in the Wadden Sea which has a negative effect on benthic species (e.g. seagrass and shellfish) (Candolin & Rahman 2023; Rippen et al., 2020; Royal HaskoningDHV, 2021). However, mitigation measures are in prospect to reduce these effects (see paragraph 4.3.5). Therefore, the effect of changes in substrate dynamics is scored as a *moderate negative impact*.

Dredging activities also cause an increase in turbidity. Approximately 640.600 m³ silt will be dredged during a total of 71 days. The surface area that is affected is large and the increase of turbidity will exceed 5 mg/L (absolute numbers) for more than 200 days, of which 150 days have an absolute increase of >50 mg/L and 65 days have an absolute increase of 250 mg/L (Figure 5.15). This has a negative effect on primary production, benthos (like shellfish living on the sea floor) and visual hunting birds and fish (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). However, mitigation measures are in prospect to limit effects on typical species, breeding and non-breeding birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity is scored as a *moderate negative impact*.

Dredged sediment will be deposited in the dredged slot after the laying of the pipeline. Therefore, surrounding habitat (submerged sandbanks) will largely stay intact. However, small effects on (typical) species living in or on the seafloor and in the gullies (fish and invertebrate species) cannot be totally ruled out (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.15 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the installation of the pipeline on the IX: Zoutkamperlaag route (Mustafa & van Engelen, 2024)



The activities and associated shipping traffic cause an increase underwater sound. Fish (Weilgart et al., 2018; Anderson Hansen et al., 2020) and fish-eating birds (Kleijn, 2008) typically demonstrate avoidance behaviour as result of continuous sound, while the settlement and growth of invertebrates can be negatively affected by this kind of disturbance. Therefore, underwater sound has a *minor negative impact*.

The use of ships, dredging and drilling cause above water sound and vibrations, optical disturbance and an increase in the use of artificial light. Multiple mitigation measures for birds (paragraph 4.3.1) are in prospect that can reduce the disturbance of birds. Therefore, this impact was scored as a *moderate negative impact*.

Impact on OUV x) biodiversity

Organisms living in or on top of the tidal flats (benthos and sea grass) will be negatively affected by the change of sediment dynamics as a result of the dredging (Glorius, 2018; Glorius & Meijboom, 2020; Rippen et al., 2020). However, a mitigation measure is in prospect to mitigate these effects. Therefore, the effect is scored as a *moderate negative impact*. The food supply for birds living on the tidal flats and fattening areas for migratory birds can also be affected by changes in sediment dynamics. However, the route only marginally crosses tidal flats and the majority of the route follows the gullies. Foraging areas of birds are not in close vicinity of the route. Therefore, regarding food availability for birds (Soudijn et al., 2022), the effects of changes in substrate dynamics are scored as a *minor negative impact*.

Dredging causes effects via turbidity on shellfish (Compton et al., 2017), fish-eating birds (Darby et al., 2022), and fish (Tulp et al., 2022), living in marine and brackish areas (see impact on OUV ix) ecological processes for an explanation). This also has a negative effect on the fattening areas and food supply of migratory birds. However, mitigation measures are in prospect to mitigate the effects of turbidity on typical species, breeding and non-breeding birds. Therefore, the impact of this activity via turbidity on associated biodiversity attributes is scored as a *moderate negative impact*.

The effects of sedimentation on typical species, fish and mammals are reduced by optimization of the route. Therefore, the impact of this activity via sedimentation is scored as a *minor negative impact*.

Dredging and the sound of ship engines generates underwater sound and vibrations that can negatively affect marine mammals, such as seals and harbour porpoises by continuous and impulse sounds (Mikkelsen et al., 2019; Schaffeld et al., 2022). Mammals are extremely sensitive for underwater sound and vibrations (Erbe et al., 2019). A mitigation measure is in prospect to prevent disturbance of mammals (see paragraph 4.3.5). Therefore, the impact of underwater sound and vibrations is scored as a *moderate negative impact* for mammals. The effects on benthos, fish and birds are discussed under the previous section (Impact on OUV ix) ecological processes).

The activities and associated shipping cause above water sound and vibrations, light and optical disturbance. These activities can disturb seals on the haul-out sites that are crossed by this route. The relative importance of this area for seals is average. During the reproductive season and seals' shedding period (sensitive season), it is important that seals are not disturbed (Cremer et al., 2017). Outside the sensitive season seals can more easily locate to different haul-out sites areas. To prevent disturbance of seals during the sensitive season a mitigation measure is in prospect.

The above mentioned effects can also affect breeding birds (for example on the salt marsh), birds on high tide roosts and the tranquility for birds (Kleijn, 2008). Of the migratory bird species with a strong dependency of the Wadden Sea (van Roomen et al., 2002), multiple species use the high tide roosts in the vicinity of this route. The appropriate assessment indicates that mitigation measures are needed to avoid disturbance of the pied avocet, eider duck, Eurasian curlew and spotted redshank (among others). For birds, also various mitigation measures are in prospect. Therefore, for birds and seals, disturbance effects have been scored as *moderate negative impacts*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Dredging causes most negative impacts on geological processes, especially dredging for the installation of pipelines as this requires dredging of larger quantities. This has a temporary, *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site because the natural dynamics are disturbed. The dredging works will not permanently alter the size of the heritage site. The key interrelated and interdependent elements in their natural relationships will be restored by natural processes on a timescale of years.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

The enormous amount of dredged sediment will lead to a significant increase in turbidity. This negatively impacts primary production in the area because sunlight is obscured, which can limit algae growth. This affects primary production (biomass from algae) and secondary production (biomass created by benthic organisms) (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010). As the base of the food web is negatively impacted, it also has consequences for higher levels in the food web (fish, birds, marine mammals). Because the dredged sediment will be deposited in the dredged slot, only minor effects on the habitat of subtidal species (benthos, fish, seals) are expected. Underwater sound and vibrations can affect the quality of habitats of seals, diving birds, fish and benthos, but effects are expected to be minimal. Sound, light and optical disturbance associated with the activities will cause negative effects on especially seals and birds. For birds and seals, mitigation measures are in prospect to reduce these effects (see below). Regarding, species, habitats and processes, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Fattening areas of migratory birds will be especially affected by the dredging activities. Visual hunting birds (e.g., species of ducks and terns) may find it harder to locate and catch prey (Soudijn et al., 2022). Foraging areas on tidal flats are not in the vicinity of the route. Underwater and above water sound and vibrations can also affect foraging fish-eating migratory birds or birds on high tide roosts. However, mitigation measures are in sight to reduce these effects. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *moderate negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

Above water sound and vibrations, optical disturbance and light can disturb the tranquillity of breeding birds (Krijgsveld et al., 2022). However, a mitigation measure is in prospect to reduce these effects. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *moderate negative* for this route.

Table 5.7 Evaluation of the impact of the IX: Zoutkamperlaag route - pipeline

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats and salt-marshes	Disturbance of seabed (change in seabed level, substrate dynamics, wave and current dynamics)	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in freshwater inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in freshwater inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Large change	Negative change	Moderate negative impact
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Tranquility for migratory birds	Optical disturbance and light	Once)	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
	Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	Change in substrate dynamics	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative	Moderate negative impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Moderate negative impact
		Increase in sedimentation	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Some change	Negative change	Minor negative impact

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Moderate negative impact
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Moderate negative impact

5.1.8 X: Tunnel route

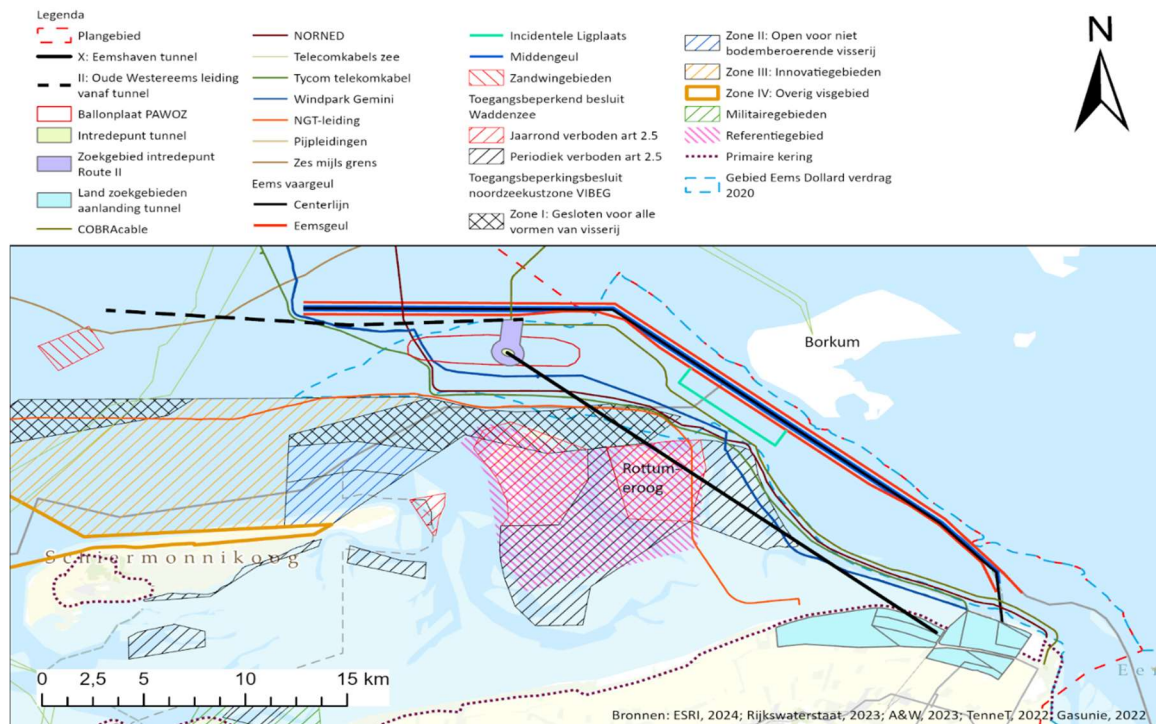
On this route the construction of a tunnel is being assessed.

Activities

The activities taking place at the X: Tunnel route are (see Figure 5.16):

- Construction of the entry point on the Ballonplaat in the North Sea (includes construction of a dike, sand spraying, construction of breakwaters, construction of quay, dredging of basin).
- Construction of shafts at the entry point on the Ballonplaat and drilling of tunnel tubes under the Wadden Sea.
- Construction of shafts at the exit point tunnel near the Eemshaven and drilling of tunnel tubes.
- Management and maintenance of entry point during usage tunnel (yearly dredging to maintain access channel, and several ship movements to transport personnel and (small) materials to and from the entry point for the execution of management and maintenance).

Figure 5.16 Proposed activities for tunnel installation on the X: Tunnel route



Evaluation of impacts

Table 5.8 gives an overview of the evaluation of impact on each attribute. The impact on each OUV of the Wadden Sea are discussed below.

Impact on OUV viii) geological processes

The construction of shafts and drilling of tunnel tubes does not have direct impact on geological processes of the Wadden Sea as the tunnel will start on the mainland and then emerges on the Ballonplaat sandbank, where an island with entry point will be constructed. This island has dimensions of approximately 800 m by 450 m will be accessible in the operational phase by ships through an access channel that needs to be regularly dredged.

The island (entry point) affects water movement (currents and waves) and sediment transport. In the direct vicinity of the island this leads to a permanent influence on the bed levels of the Ballonplaat, which is a

dynamic area by nature. The morphology of the Ballonplaat is expected to change due to the contraction of the current around the entry point, which causes erosion and possibly also gully formation on the north-east and south-west sides of the entry point. Sheltering effects are expected to lead to sedimentation on the north-west and south-east sides.

The effects of the island on water movement and sediment transport are limited in the neighboring reference area and Natura 2000 area south of the island (at the transition between Rottumeroog and Rottumerplaat with Huibertgat). During storms, there are greater changes in sediment transport in these areas. There will be no observable effects on the large-scale currents and sediment transport in the Eems-Dolland channel.

Because the entry point has a permanent effect on the natural morphological processes of neighboring tidal channels and flats (some of which are in Natura 2000 area of reference area) and because regular maintenance dredging works are required for the access channel, the impacts of this variant are scored as *moderate negative*. Although the effects are permanent, the effects are not deemed 'major negative' because the entry point only causes local effects which are small on the scale of the Wadden Sea.

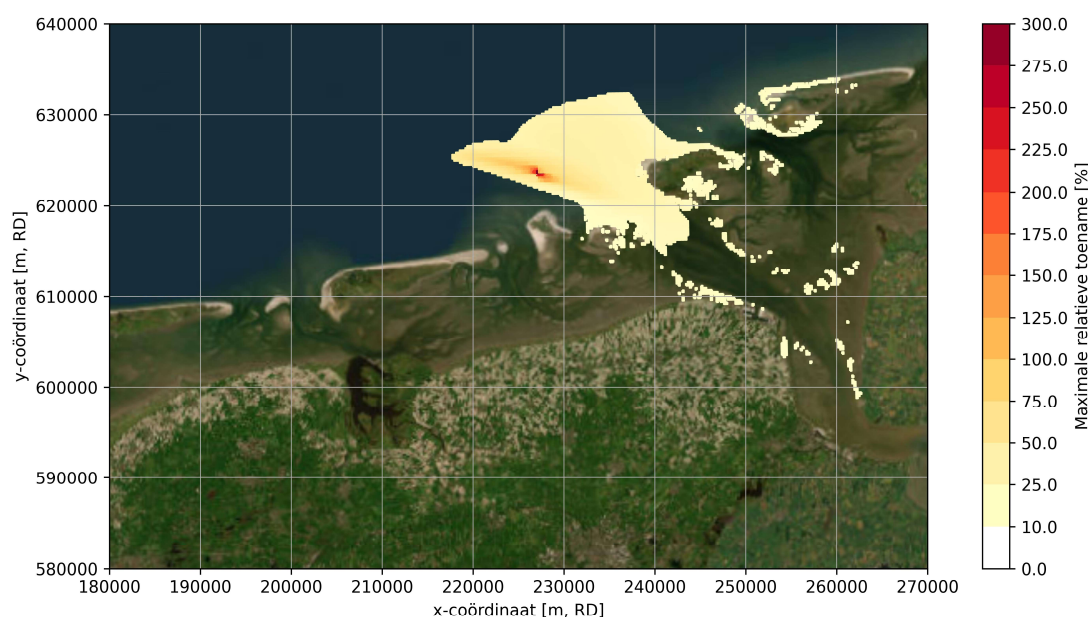
The tunnel and island on the Ballonplaat do not lead to any significant changes in freshwater inflow from rivers or canals into the Wadden Sea. Furthermore, the processes that cause mixing of water with different salinities are not significantly altered so that there is no significant effect on the surface area of regions with salt gradients. The activities do not affect the rate of sea level rise and have no significant effect on the ability of the UNESCO area and its tidal basins to respond to sea level rise. Finally, the activities have no significant effect on the size of the tidal basins, ebb tidal deltas, salt marshes or shallow coastal zones, where sediment is deposited. Therefore, the impact of the activities on these attributes is *neutral*.

Impact on OUV ix) ecological processes

The tunnel will transect the Wadden Sea below ground, causing only small effects on attributes in the World Heritage site.

On the entry point of the Ballonplaat a harbour basin and access gully will be realized, causing a marginal increase in turbidity (Figure 5.16). The sediment that is released by the digging of the tunnel, causes a larger increase in turbidity. However, the increase in concentration is relatively low, and the affected areas relatively small, mostly covering area outside the borders of the Wadden Sea World Heritage. Yet, some effects might be noticeable on primary production, (Taal et al., 2015; Zhao et al., 2019; Tulp et al., 2022; Baptist & Leopold, 2010) shellfish beds, seagrasses and birds. Therefore, the effect is scored as a *minor negative impact*.

Figure 5.17 Maximum percentage of relative increase of the daily average background concentration during the simulation of the construction of the pipeline on the X: Tunnel route (Mustafa & van Engelen, 2024)



Changes in substrate dynamics and sedimentation will be completely absent for this route and therefore indicated as 'not applicable' in Table 5.8.

Within the Wadden Sea area, no vessels will be used for the installation of the tunnel. The entry point is located on the Ballonplaat and the exit point on the mainland. The tunnel will cross the Wadden Sea at great depth below the sea floor. Consequently, no effects of underwater or above water sound and vibrations will occur. Similarly, the presence of light or other forms of optical disturbance are neglectable. These effects are therefore scored as *neutral* for this route in the Wadden Sea.

Impact on OUV x) biodiversity

As described in the previous section (impact on OUV ix) ecological processes) turbidity has a small effect on biodiversity attributes. These effects are scored as a *minor negative impact*.

Changes in substrate dynamics and sedimentation will be completely absent for this route and therefore indicated as 'not applicable' in Table 5.8.

Effects of underwater and above water sound and vibrations, light and optical disturbance do not occur within the borders of the Wadden Sea world heritage and are therefore scored as *neutral*.

Impact on integrity

Does the route interrupt the natural dynamics and interconnectedness of the morphological elements of the Wadden Sea?

Geological processes will be directly impacted by proposed installation techniques for the tunnel. The tunnel causes permanent, moderate negative impact on geological processes because the entry point will result in the disappearance of a shallow sandbank and will be accessed due to yearly dredging during the operational phase of the tunnel. This has a *moderate negative impact* on the integrity of the heritage site as it will permanently alter the key interrelated and interdependent elements in their natural relationships.

Does the route have negative effects on species, habitats, and processes?

Turbidity has only a small effect on species, habitats and processes. The affected area is relatively small and lays for the most part in the North Sea. Increased concentrations are very low. Therefore, the impact on

primary production, seagrass, shellfish beds, fish and the foraging area is very small. Regarding, species, habitats and processes, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *minor negative* for this route.

Does the route affect elements that are essential to the migratory path of birds?

Only turbidity has minimal effects on the foraging area of non-breeding birds. However, these birds can easily fly over to other areas in the Wadden Sea. Regarding migratory birds, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage is *minor negative* for this route.

Does the route affect breeding areas?

No effects on breeding areas are expected. Regarding breeding areas, the impact on integrity of the Wadden Sea heritage site is *neutral* for this route.

Table 5.8 Evaluation of the impact of the X: Tunnel route

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
viii) geological processes	Size of barrier islands, sand-banks, channels, mudflats and saltmarshes	Permanent but local effect on the natural morphological processes of neighbouring tidal channels and bed disturbance in access channel due to dredging works.	Construction of island: once, maintenance dredging of access channel: frequently (weekly to monthly)	Short-term	Irreversible	Irreversible	Permanent	Large change	Negative	Moderate negative impact
	Amount of river discharge	Change in fresh water inflow and current velocities	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Surface area of regions with salt gradients	Changes in fresh water inflow an/or mixing of waters with different salinity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Rate of sea level rise	Large scale effect on water levels or ability of tidal basin to respond to sea level rise	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral
	Size of the area where sediment is deposited	Change in area of tidal basin, ebb tidal delta or shallow coastal zone	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	Negligible	Negative	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
ix) ecological processes	Primary production	Increase in turbidity	Once	Short-term	Reversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
	Numbers of fish, shellfish and birds	Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Natural
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some change	Neutral	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
	Food availability for fish, shellfish and birds	Increase in sedimentation	Not applicable							
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	Increase in sedimentation	Not applicable							

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
		Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
	Number of species of breeding birds	Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
	Fattening areas for migratory birds	Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Minor negative impact
		Increase in sedimentation	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
	Roosting areas for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
	Food supply for migratory birds	Change in substrate dynamics	Not applicable							
		Increase in underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
		Increase in turbidity	Once	Short-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Minor negative change
	Tranquility for migratory birds	Increase in optical disturbance and light	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
		Increase in above water sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Irreversible	Temporary	Some	Neutral	Neutral
		Underwater sound and vibrations	Once	Long-term	Irreversible	Reversible	Temporary	None	Neutral	Neutral
Integrity	viii) geological processes	Effects on interconnectedness of the morphological elements								Moderate negative impact
	ix) ecological processes	Effects on species, habitats, and processes								Moderate negative impact
		Effects on migratory path of birds								Minor negative change
	x) biodiversity	Effects on breeding areas								Neutral

6

CUMULATIVE EFFECTS

In this HIA, an evaluation has been made to determine the effects of the installation of one cable system or pipeline per route on the three OUVs of the Wadden Sea (geological processes, ecological processes, and biodiversity). In Chapter 2, the HIA methodology is explained in more detail. The evaluation is based on the scoring method in the EIA, but also differs at some points. This is explained in Chapter 3. The results of the evaluation are presented in Chapter 5 per route.

For most of the routes there are minor and moderate negative effects expected after optimization measures (see Chapter 4 for the optimization measures per route). Hereby, it was taken into account whether mitigation measures are in prospect to reduce the effects. For a minority of the routes, no mitigation measures are in prospect, and major negative effects remain.

Wadden Sea OUVs are not only impacted by these isolated effects of a single activity on each route, but are impacted by the cumulative effects of all activities on the route, across multiple routes and of all the activities in the Wadden Sea. Also, climate change can contribute to the cumulative impact. This can lead to the conclusion that cumulation causes major negative effects on OUVs of the Wadden Sea.

Based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed, this chapter discusses:

- Effects within a route. To meet PAWOZ' objectives, multiple cable systems/pipelines or a combination of a cable system and a pipeline may be needed per route. In Chapter 6.2, the effects of multiple cable system(s) and/or pipeline(s) are assessed per route, and it has been indicated whether there is a prospect of installing multiple cable systems and/or pipelines on each route.
- Cumulative effects of other plans and projects in the Wadden Sea (including autonomous and future developments, which will be first introduced in the following sections 6.1.1 and 6.1.2). Effects from PAWOZ that are not significant (major negative) may become significant when the effects of all activities are combined. The cumulative effects have been considered on a higher (less detailed) level, appropriate to the level of detail of a planEIA. In the projectEIA, cumulative effects need to be examined in more detail.

6.1.1 Autonomous developments

To determine cumulative effects of the proposed routes on the OUVs of the Wadden Sea, it is necessary to describe autonomous developments and processes related to the heritage site. Autonomous developments result in changes within the planning area, which occur independently of the proposed activity and for which a decision has already been made. For example, when developments are established in a spatial plan and a permit has been granted.

Autonomous processes are inevitable for the future state of the site's characteristics. This includes, for example, sea level rise and other consequences of climate change. Generally, these processes only lead to significant changes over an extended period of time. A summary of most relevant autonomous development and processes as well as other future developments in the Wadden Sea is presented in the tables below (Table 6.1 and Table 6.2) based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed.

Table 6.1 Autonomous developments in the Wadden Sea related to its OUVs: geological processes, ecological processes, and biodiversity

Autonomous development	Description
Baseline coastline	The Netherlands has a naturally eroding coastline; more sand disappears than is naturally supplied. In 1990, the baseline coastline was established. When the coastline at a location structurally lies behind the baseline coastline, the coast is locally replenished with sand nourishments. This does not apply to the eastern ends of the Wadden Islands, Ameland and Schiermonnikoog, where structural erosion is accepted. This has implications for the required burial depth of cable systems if they transect this part of the islands. The baseline coastline has been adjusted several times since its establishment in 1990. In addition to maintaining the baseline coastline, nourishments are also carried out to allow the coastal foundation (up to NAP -20 meters) to keep up with the rising sea level. In 2024 the nourishment program for 2024-2027 commenced. <i>The EIA sub-report Seabed examined whether the program has an effect on coastal maintenance (and thus on the required sand extraction). This is not the case. No cumulative effects occur on geomorphology thus neither on the OUV viii) ecological processes.</i>
Dredging maintenance	In the Wadden Sea, dredging activities are conducted to maintain sufficient depth in channels and harbours for shipping logistics. These dredging activities are appropriately assessed and included as regular maintenance in the Natura 2000 management plan for the Wadden Sea. In the past, some of the sand released during fairway maintenance in the Wadden Sea coastal zone could be extracted for sand trade. In 2016, Rijkswaterstaat initiated a decision-making process to gradually phase out this form of sand extraction from the Wadden Sea starting in 2018. Since 2022, no sand has been extracted from the Wadden Sea. The underlying philosophy is to keep as much sediment in the system as possible. <i>The principle in PAWOZ is that all sediment excavated in the Wadden Sea is also dispersed within the Wadden Sea. In the EIA sub-report Seabed it was investigated whether the interventions in PAWOZ have an effect on dredging requirements. This is not the case and therefore no cumulative effects occur on geomorphology thus neither on the OUV viii) geological processes. However, this activity is included in section 6.2.2 as it is relevant in the discussion of cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.</i>
Safe operating space for gas and salt extraction under the Wadden Sea	Gas and salt are extracted below the Wadden Sea. Within the planning area, gas extraction by the Dutch Petroleum Company (NAM) takes place. This gas extraction occurs from land: on Ameland and from Blija since the 1980s and from Moddergat, Lauwersoog, and Vierhuizen since 2006. The 'hand on the tap' principle is applied to prevent nature impacts. This means that it is pre-assessed how much gas and salt can be extracted, so that the subsidence remains within the limits that the Wadden Sea can compensate for based on natural sedimentation of sand and silt. The government sets a safe operating space per subsidence area where gas or salt extraction occurs, within which the subsidence rate must remain. Sea level rise is also considered. The subsidence areas within the planning area for which operating spaces are established are Pinkegat (4.6 mm/year) and Zoutkamperlaag (3.6 mm/year) for the period 2021-2026. Both the actual subsidence and effects on nature are monitored to be able to reduce or stop extractions in time. The operating spaces are updated at least every 5 years. <i>In the EIA sub-report Seabed, it was investigated whether this program leads to additional subsidence due to erosion. This is not the case, so no accumulation of effects occurs on geomorphology thus neither on the OUV geological processes. However, this activity will be included in section 6.2.2 on cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.</i>
Gas Extraction near Ternaard	The NAM (Dutch Petroleum Company) wants to extract gas from a yet untapped gas field north of Ternaard. A small part of that gas field is located below the mainland, while the majority lies beneath the Wadden Sea. The draft decisions for this project were available for public

Autonomous development	Description
	inspection in 2021. A final decision on the permit was expected in 2022 but was postponed due to a ruling by the Council of State regarding the construction exemption for nitrogen deposition. A decision on the final project was expected in 2024, but this too has been delayed, as on March 5, 2024, the State Secretary of Mining indicated that gas extraction in Ternaard is provisionally prohibited. <i>This will be included in chapter 6.2.2 on cumulative effects on the OUVs ecological processes and biodiversity.</i>
Eems-Dollard 2050 Program (ED2050)	In the Eems-Dollard 2050 Program (ED2050), governments, nature and environmental organizations, and businesses are working together to strengthen the natural and economic value and liveability of the Eems-Dollard. Various pilots are being conducted to reduce turbidity with different measures, for example through sediment extraction. The aim is to scale up in sediment extraction in the future to 1 million m³ of sediment per year. In addition, the Supplement Natura 2000 Management Plan for the Eems-Dollard, which will be established in 2025, also focuses on research and measures to reduce turbidity. Several ED2050 projects in the second phase of the Eems-Dollard 2050 Program have been implemented since 2021, such as: the pilot for Raising Agricultural Land, IBP-VLOED, MIRT exploration of Eemzijlen, the development and operation of the intermediate area of the Double Dike for sediment capture, nature restoration, and salt-tolerant and wet crop cultivation, the monitoring of the Clay Ripening Facility, the construction of the Broad Green Dike, and the development of the Kleine and Groote Polder. The planning has been further detailed in the 2021-2026 Program Plan for the Eems-Dollard 2050 Program. <i>This does not influence the impact assessment.</i>

6.1.2 Future developments

Table 6.2 gives an overview of other future developments in the Wadden Sea related to its OUVs.

Table 6.2 Other future developments in the Wadden Sea related to geological processes, ecological processes, and biodiversity

Other future developments	Description
Restoration of quality of permanently submerged sandbanks (sublittoral) and mudflats and sandflats (littoral)	In the Wadden Sea, Natura 2000 requires to improve the maintenance of permanently submerged sandbanks (Natura 2000 habitat type). To support this goal, the gradual phase-out of bottom-disturbing mussel seed fishing is ongoing, allowing multi-year beds to develop more effectively. There is also a requirement to improve the quality of littoral mudflats and sandbanks (Natura 2000 habitat type). To achieve this, restoration of intertidal mussel banks and seagrass fields is necessary.
Measures to reduce impact of bottom-disturbing activities	The cumulative effect of seabed-disturbing activities such as fishing, channel maintenance, and replenishment works in the Wadden Sea and the North Sea coastal zone has been investigated on behalf of Rijkswaterstaat, the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, and the Wadden Nature Coalition. Rijkswaterstaat will discuss the next steps with the involved parties, including further research. This will also take into account the recommendations of the Wadden Academy, which reviewed the report.
Programmatic Approach to Large Waters (PAGW)	The Programmatic Approach for Large Waters (PAGW) provides measures for the Wadden Sea to restore habitats and soften hard edges of the Wadden Sea by restoring gradual transitions between land and water, fresh and salt water. In the third phase of the PAGW

Other future developments	Description
	(2022), 15 million euro has been reserved for the Underwater Nature Wadden Sea project, which aims to improve fish populations and the food web, provide hard substrate for underwater nature restoration, and work on improving seagrass fields and habitats for fish.
Restoration of biogenic structures	The quality of the exposed flats and food availability for birds has declined due to mechanical shellfish fishing in the past. The Pacific oyster has been able to expand significantly on the flats. Today, most of the banks consist of mixed beds of Pacific oysters and mussels. As a result, the carrying capacity for shellfish-eating birds such as the oystercatcher and eider has permanently decreased. In recent years, research has been conducted in the Wadden Sea on the restoration of mussel beds. However, experiments aimed at restoring the beds have been largely unsuccessful, resulting in no significant improvement and no concrete management measures being implemented. In addition, the area of seagrass beds in the Dutch Wadden Sea has significantly decreased. Consequently, the total number of biogenic structures on the exposed flats is lower than optimal. In recent years, there has been considerable experimentation with seagrass restoration in the Wadden Sea, which has proven particularly successful at Griend. In the coming years, further experiments will be conducted on seagrass restoration. Since the restoration has only taken place locally so far, there has not yet been any substantial improvement in quality.
Climate Change	In the past century, the Wadden Sea has been a net importer of sand. This has so far compensated for the effects of sea-level rise and subsidence in the area. It is expected that this balance will hold for the coming decades as well. The western part of the Wadden Sea has been mostly impacted by the construction of the Afsluitdijk, resulting in deeper water and higher sensitivity to sea-level rise compared to the eastern Wadden Sea (Deltares, 2019). The long-term evolution depends on the climate scenario and the associated rate of sea-level rise. The effects of climate change on ecology are already noticeable in the Wadden Sea area and can increase in the future. It is still difficult to foresee the exact consequences because it is a current topic of research. The effects are currently most evident in marine habitats. Higher sea water temperatures have reduced the nursery function of the Wadden Sea for plaice and flounder. Drought and high summer temperatures lead to massive mortality of cockles, in particular. The cockle population has also declined due to higher water temperatures. High winter water temperatures lead to reduced shellfish spawning, preventing the stocks from recovering. In addition, high winter water temperatures lead to increased survival rates of crabs and shrimps. They can therefore predate more on shellfish larvae, resulting in a reduction of shellfish population (Beukema, J. J., Dekker, R., 2020). For coastal breeding birds, the risk of flooding has already increased in recent decades, sometimes with devastating effects and poor breeding results. Sea level rise will aggravate this, making especially breeding areas on salt marshes, higher susceptible to floodings. This will also affect other habitat types in the Wadden Sea that will increase or decrease in surface area.

6.2 Cumulative effects

This section discusses cumulative effects on the OUVs of the Wadden Sea based on the PAWOZ EIA sub-reports Nature and Seabed. In these sub-reports there is insight into the recovery time of various

species and habitat types. To determine all cumulative effects, it is important to also take into account the extent of the impact and the recovery time of the impact. This consideration requires a higher level of detail than is used in the EIA's sub-reports. Also, at this stage, the cumulative effects of nitrogen deposition (eutrophication) have not been considered in the EIA sub-reports, as only a risk assessment of the effects has been conducted. In the project EIA, cumulative effects therefore need to be investigated in more detail, which can in turn be used to assess cumulative effects on the OUVs of the Wadden Sea.

6.2.1 Cumulative effects on geological processes

Effects within a route

The effects of installing cable systems or pipelines on the seabed are independent of previously installed cable systems or pipelines. For each proposed cable system or pipeline, the necessary work to achieve installation has been detailed, and the impacts have been assessed. Similar work is required for subsequent cable systems or pipelines. For example, an access channel needs to be created again, but at a different location. If a second cable system or pipeline is installed simultaneously with the first, the total effects will be (nearly) twice as large. If there is a long period between the first and second installation, the effects will occur twice, thereby almost doubling the duration period of the impacts. However, this does not apply to dredged access channels to provide access for installation equipment. If there is overlap between the required access channels for different cable systems or pipelines and they are installed simultaneously or shortly after one another, the dredging volume needed to create the second channel can be reduced. This could potentially make the summation of effects of the access channels smaller than the sum of the individual effects.

In conclusion, the summation of negative effects on the OUV geological processes of the installation of multiple cable systems or pipelines within a route or within multiple routes can be expected to be larger than the effects of only one cable system or pipeline per route and also the recovery time of impacts will be longer.

Cumulative effects of other projects and activities

It has also been considered whether a cumulation of effects occurs on the seabed with autonomous developments in the project area (see Table 6.1 and Table 6.2). **PAWOZ does not lead to cumulative effects on the seabed with autonomous developments, thus neither on the OUV geological processes** (PAWOZ EIA sub-report Seabed).

6.2.2 Cumulative effects on ecological processes and biodiversity

As there is a lot of overlap between the attributes of the two ecological OUVs iv) ecological processes and x) biodiversity, the cumulative effects on the two OUVs are discussed in general.

Whether cumulative effects are present depends on the following factors (find a more elaborate explanation of these factors in PAWOZ EIA sub-report Nature Chapter 17.6.1):

- Recovery time of benthic animals. The most sensitive species (shellfish) have a recovery time of 5–10 years, while the least sensitive species (worms) have a recovery time of approximately 1 year (Rippen et al., 2020). In general, the shorter the disturbance, the faster the recovery of certain benthic species. After a disturbance, mobile species such as nematodes and worms can return relatively quickly (within 1–6 months) (Dittmann et al., 1999). However, the recovery of total biomass, in particular, can take several years (>3 years). Complete recovery of large individuals of long-lived shellfish species can also take
- several years (>4 years). Since larger shellfish generally do not relocate, it may take more than 10 years for all age classes to be present again (Beukema et al., 1999).
- Changes in substrate dynamics can negatively affect the potential of an area as a settlement/expansion site for shellfish banks and seagrass.

- Recovery time of habitat quality depends on the recovery time of benthic animals and fish (typical tidal and subtidal species of brackish and marine waters), and the morphodynamic processes occurring during recovery. In channels, water currents are stronger, resulting in coarser sediment on the seabed. This affects the recovery time of benthic life (Royal HaskoningDHV, 2021).
- Recovery time of food availability for birds depends not only on the recovery of benthic life but also on the recovery times of fish. Little is known about the recovery time of fish. Fish can, either temporarily or permanently, choose a different habitat and exhibit altered (foraging) behaviour. These changes can affect, among other things, the survival and reproductive success of fish, as well as other trophic levels. Indirect negative effects may occur due to the displacement of prey (Candolin & Rahman, 2023). Whether, and especially when, fish become habituated to disturbances remains unclear.
- Frequent increase in turbidity can cause growth retardation in seagrass and shellfish. Turbidity can have a negative effect on photosynthesis, as light penetrates less deeply into the water column, and fine sediment can form a layer on the leaves of seagrass. The small seagrass *Zostera noltii*, found in the Wadden Sea, can survive for only a few weeks under low light conditions, while the large seagrass *Zostera marina* can survive for less than a year (Peralta et al., 2002; Erftemeijer & Lewis 2006). Turbidity can also cause additional stress for some shellfish, such as increased energy use from cleaning the gills, suffocation from sedimentation, and mortality due to oxygen depletion.
- Disturbance by noise and moving objects in birds shows recovery within two years if the source of the disturbance is removed. For species for which carrying capacity is insufficient, recovery is unlikely or will occur very slowly. Habituation may occur, but there is not enough known about this. Disturbance that results in an area being underused or not used at all also leads to underutilization of the potential food availability in the area, which can negatively affect the recovery of populations. Additionally, the animals may experience physiological stress responses, such as an increased heart rate and elevated stress hormone levels. This can be accompanied by higher energy consumption and stress-related consequences such as weight loss (Krijgsveld et al., 2022).
- The same applies to seals that, due to disturbance, leave their haul-out sites. Seals may adjust their behaviour in response to the disturbance and start using the haul-out sites at different, possibly less favorable, times. Regular short-term disturbances, such as from boats, can lead to seals entering the water more frequently and leaving their haul-out sites, but no large-scale permanent displacement is necessary (Paterson et al., 2019). The effect of (large) disturbances over several years is still unclear, but it may lead to changes in habitat use and reduced access to food-rich areas (Becker et al., 2011). It is still uncertain whether seals will return after prolonged (intensive) disturbance.

Effects within a route

The following paragraphs discuss the potential summation of effects related to the OUVs viii) ecological processes and ix) biodiversity, when installing multiple cable systems and/or pipelines per route.

II: Oude Westereems route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system can be ruled out as mitigation measures are in sight. The effects are similar across the corridor's width and mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds. The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can potentially be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and high tide roosts (HVPs) or shielding noise. What the exact effects of mitigation measures are is uncertain at this stage of the project.

When installing multiple cable systems, a summation of residual effects may occur, possibly leading to major negative effects. The risk of a significant effect when installing a second cable system is present if installation takes place within birds' recovery time (two years). If the next cable system is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low for species with sufficient carrying capacity but high for species with insufficient carrying capacity. More time between the installation of different cable systems may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance, but it is currently unclear how much time is required.

A minor negative effect on typical species (like shellfish and seagrass), fish, mammals and birds occurs due to underwater sound and vibrations. The risk of a significant effect when constructing a second cable system is present if installation activities take place within the recovery time of these species groups.

In conclusion, the installation of multiple cable systems on this route is in prospect, provided sufficient consideration is given to species recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects, including the effects of nitrogen deposition.

II: Oude Westereems route - pipeline

For pipeline installation, major negative effects cannot be ruled out. This also applies to the installation of multiple pipelines or when a combination of a pipeline with a cable system is installed. Chapter 7.3 discusses the possibility of compensation of major negative effects, this is not the case and therefore the effects of multiple pipelines is not investigated.

V: Boschgat route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system cannot be ruled out. This also applies to the installation of multiple cable systems. Chapter 7.3 investigates the possibility of compensation of major negative effects, this is not the case and therefore the effects of multiple cables is not investigated.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - cable system

For this route, major negative effects from the installation of a cable system can likely be ruled out as mitigation measures are in sight. Shellfish banks and benthic hotspots are located at various points within the corridor and should be avoided. The effects relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds, and changes in substrate dynamics on habitat types. After taking mitigating measures, there may be residual effects:

- Haul-out sites for common seals during sensitive periods will be avoided, and the residual effects are expected to be minimal, thus also minimizing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds from disturbance will be mitigated by keeping a distance from breeding areas and important feeding areas or by shielding noise and moving objects. Residual effects are likely to remain as the disturbance cannot be entirely removed. Multiple cable system installations could result in a summation of residual effects. The risk of significant effects from installing a second cable system exists if done within the birds' recovery period (two years). If the second cable system is installed after the two-year recovery period, the risk of significant effects is likely low. More time may be needed between installations to prevent 'semi-permanent' disturbance, but the necessary amount of time is currently unclear.
- The effects of changes in substrate dynamics on habitat type H1140A and non-breeding birds will be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic hotspots. The route will pass through a lower quality part of the habitat type, but residual effects will still be present. The recovery time is 1-10 years. With multiple pipeline installations, the disturbed area increases, reducing the likelihood of quality improvement. The risk of significant effects due to a summation of effects increases with each installation.
- A slight negative effect on habitat types, breeding birds, and non-breeding birds occurs due to increased turbidity. Repeated increased turbidity could potentially cause growth retardation in seagrass and shellfish, but it is currently unclear if this could lead to significant effects.

In conclusion, multiple cable systems are in prospect as long as sufficient consideration is given to the recovery time of species and habitat types. The project EIA should further investigate the precise effects, including nitrogen impacts.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

For this route, major negative effects of the installation of a pipeline cannot be ruled out and for several effects there is no prospect of mitigation. This also applies to the installation of multiple pipelines. Chapter 7.3 investigates the possibility of compensation of major negative effects, this is the case. Therefore, there is a prospect of multiple pipelines as long as the recovery time of species and habitat types and compensation measures are taken into account. In the project EIA it should be further investigated what the exact effects are.

VIII: Ameland Wantij route - pipeline

For this route, major negative effects from the installation of a pipeline can likely be ruled out as mitigating

measures are in sight. The effects mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds and changes in substrate dynamics on typical species (like shellfish and seagrass). What the exact effects of mitigation measures are uncertain at this stage of the project. After taking mitigating measures, residual effects may still occur:

- By choosing the HDD locations, seal haul-out sites can be avoided during the sensitive period; residual effects are expected to be minimal, reducing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and HVPs or shielding noise. However, residual effects may still occur as the disturbance cannot be entirely eliminated. When constructing multiple pipelines, a summation of residual effects may occur, possibly leading to significant effects. The risk of a significant effect when constructing a second pipeline is present if installation activities take place within the bird recovery time (two years). If the second pipeline is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low. More time between the installation of different pipelines may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance, but it is currently unclear how much time is required.
- The effects of changes in substrate dynamics on typical species of mudflats (benthos, seagrass, shellfish) and non-breeding birds can be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic animal hotspots. Although the route passes through a part of the habitat type of lesser quality, residual effects still occur. The recovery time is 1-10 years. When installing multiple pipelines, the disturbed area becomes larger, reducing the chance of quality improvement in this area. The risk of a significant effects when installing a second pipeline is moderate, and high for a third pipeline.
- A minor negative effect on typical species (benthos, seagrass, shellfish), breeding birds, and non-breeding birds occurs due to increased turbidity. Repeated increased turbidity may cause growth retardation in seagrass and shellfish. It is currently unclear whether this leads to a significant effect.

In conclusion, the installation of multiple pipelines is in prospect, provided sufficient consideration is given to species and habitat recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects, including the effects of nitrogen.

IX: Zoutkamperlaag route - pipeline

For this route, major negative effects from the installation of a pipeline can likely be ruled out as mitigating measures are in sight. The effects are similar across the corridor's width and mainly relate to the disturbance of seals, breeding birds, and non-breeding birds, effects of turbidity on breeding and non-breeding birds, and changes in substrate dynamics on typical species. After taking mitigating measures, residual effects may still occur:

- By working near haul-out sites outside the sensitive period of the common seal, significant effects can be prevented. Residual effects are expected to be minimal, reducing the summation of effects.
- The effects on breeding and non-breeding birds due to disturbance can be mitigated by maintaining a distance from breeding areas and HVPs or shielding noise. However, residual effects may still occur as the disturbance cannot be entirely eliminated. When installing multiple pipelines, a summation of effects may occur, possibly leading to significant effects. The risk of a significant effect when installing a second cable system is present if done within the bird recovery time (two years). If the second pipeline is installed after the two-year recovery time, the risk of significant effects is likely low. More time between the installation of different pipelines may be needed to prevent 'semi-permanent' disturbance. It is currently unclear how much time is required.
- By carrying out dredging works outside the January-August and November-December period, major negative effects of turbidity on breeding and non-breeding birds can be prevented. A minor negative residual effect occurs outside the mentioned period. Repeated increased turbidity may cause growth retardation in seagrass and shellfish. It is currently unclear whether this leads to a significant effect.
- The effects of changes in substrate dynamics on habitat type H1140A and non-breeding birds can be mitigated by avoiding seagrass, shellfish banks, and benthic animal hotspots. Although the route passes through a part of the habitat type of lesser quality, residual effects still occur. The recovery time is 1-10 years. When installing multiple pipelines, the disturbed area becomes larger, reducing the chance of quality improvement in this area. The risk of a significant effect when installing a second pipeline is moderate, and high for a third pipeline.

In conclusion, the installation of multiple pipelines is in prospect, provided sufficient consideration is given to species recovery times and the extent of residual effects. The project EIA should further investigate the exact effects.

X: Tunnel route

There are no effects from the installation or user phase of the Tunnel route on the OUV ecological processes or biodiversity of the Wadden Sea heritage site. So, **there is no summation of effects**. Therefore, the construction of multiple shafts and tunnel tubes is in prospect. The effects of installing multiple shafts and tunnel tubes are evaluated at the entry point of the North Sea (Chapter 7 and 12 in PAWOZ EIA sub-report Nature) and the exit point on the mainland (Chapter 9 and 14 in PAWOZ EIA sub-report Nature).

Cumulative effects of other projects and activities

Cumulation of effects with other projects and activities have also been considered. This involves projects that have been permitted and have not yet been fully or partially implemented. For example, the gas extraction near Ternaard and the construction of the windfarm Eemshaven west, as further detailed in the following paragraphs. Additionally, an overview is provided of the effects of other activities in the Wadden area, which are not legally required to be included in a cumulative assessment. For each activity and project, it has been identified which disturbance factors (turbidity, sedimentation, sound and optical disturbance, etc.) are relevant and which geological processes and species groups are expected to be affected (Table 6.3 and 6.4). At this stage, it is not possible to quantify these effects or clearly distinguish between the routes.

Gas extraction near Ternaard

NAM intends to extract gas from an untapped gas field located north of Ternaard. A small part of this gas field lies beneath the mainland, while the majority is situated beneath the Wadden Sea. Draft decisions for this project were open for public consultation from Friday, August 27, 2021, to Thursday, October 7, 2021. A final decision on granting permits was expected in 2022 but was delayed due to a ruling by the Council of State on the nitrogen deposition exemption for construction.

The Appropriate Assessment for Gas drilling and gas extraction near Ternaard (Arcadis, 2021) drew the following conclusions:

- There are no negative effects from disturbance during the installation phase.
- Negative effects of subsidence on the natural features of the Wadden Sea are not a concern.
- Considering the prospected mitigating measures, there are no significant nitrogen deposition impacts on the natural features of the Wadden Sea.

This means that the residual effects of sand nourishments and nitrogen deposition must be included in a cumulative assessment. The gas extraction will occur near Route VIII: Ameland Wantij. The cumulative effects of this route and the gas extraction must be examined. Potential cumulative effects that could result in significant effects include:

- Effects of disturbance on birds and marine mammals caused by sand nourishments.
- Effects of nitrogen deposition on sensitive habitat types. (e.g. saltmarshes).

A cumulative assessment cannot yet be conducted during this planEIA-phase because the residual effects of pipeline construction near Route VIII: Ameland Wantij cannot yet be sufficiently detailed. A more detailed cumulative assessment will need to be conducted in the projectEIA if gas extraction proceeds.

Windfarm Eemshaven-west

Since the end of November 2022, the Province of Groningen has been working on a single spatial plan (Provinciaal Inpassingsplan, Provincial Spatial Plan (in English), PIP) for the entire Eemshaven-West wind area. Earlier plans for the development of the area are thereby nullified. The draft PIP for phase 1 has been revised and expanded to cover the entire area. Due to the intensive preparatory process and the agreements made with stakeholders, the principles of the preferred alternative remain the foundation for the development of the wind area. On December 5, 2023, the Provincial Executive (Gedeputeerde Staten in Dutch) decided to adopt the draft decisions for the windfarm Eemshaven-West.

The Appropriate Assessment in the EIA for the windfarm Eemshaven West (Pondera, 2023) drew the following conclusions:

- Effects of disturbance from above-water noise during the installation and operational phases on birds and marine mammals.
- Effects of disturbance from underwater noise during the installation phase on fish, birds, and marine mammals.
- Barrier effects during the operational phase on breeding and non-breeding (migratory) birds.
- Collisions during the operational phase leading to casualties among breeding and non-breeding (migratory) birds.
- Disturbance of breeding and non-breeding (migratory) birds during the installation and operational phases of the wind farm.
- Effects on habitat types and/or living areas due to a temporary increase in nitrogen deposition.

Potential cumulative impacts that could result in significant effects include:

- Disturbance from above-water noise during installation on birds and marine mammals.
- Disturbance from underwater noise during installation on fish, birds, and marine mammals.
- Disturbance of breeding and non-breeding birds during the installation phase.
- Effects of nitrogen deposition on sensitive habitat types.

Comparable effects are also caused by PAWOZ and must therefore be examined in the cumulative assessment. A cumulative assessment cannot yet be conducted during this planEIA because the residual effects of cable system and pipeline installation cannot yet be sufficiently detailed. A more detailed cumulative assessment will need to be conducted in the projectEIA.

The following tables present a general overview of possible effects due to present and future developments in or nearby the Wadden Sea on the OUVs of the Wadden Sea. Table 6.3 presents possible effects on the OUV geological processes. Table 6.4 presents possible effects on the OUV ecological processes and biodiversity. Further research is needed to fully comprehend the cumulative effects of present and future developments in and nearby the Wadden Sea on the OUVs of the Wadden Sea.

Table 6.3 Impact of present and future developments on Wadden Sea OUV geological processes

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted geological processes
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	- Climate change (sea level rise) - Gas extraction - Civil works and maintenance (e.g. coastal protection)	- Change in seabed levels - Change in mean water level - Change in waves and current dynamics - Sedimentation and erosion	- Natural morphodynamic and hydrodynamic processes
	Quantity of river discharge	- Climate change (mainly rainfall and fresh water inflow)	- Change in current dynamics - Change in salt gradients	- Hydrology - Stratigraphy - Hydrodynamics
	Surface of areas with salt gradients	- Climate change (mainly rainfall and fresh water inflow)	- Change in fresh water inflow from rivers and canals - Change in current dynamics	- Natural morphodynamic and hydrodynamic processes
	Rate of sea level rise	- Climate change: not impacted directly by activities or processes related to Waddensea	N/A	N/A
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes	- PAWOZ and/or other planned cables and pipelines - Dredging maintenance - Gas extraction - Civil works and maintenance - Salt extraction	- Sedimentation and erosion - Change in substrate dynamics - Change in seabed levels - Change in waves and current dynamics	- Natural morphodynamic and hydrodynamic processes

Table 6.4 Impact of present and future developments on Wadden Sea OUV ecological processes and biodiversity

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
ix) ecological processes	Primary production	- PAWOZ	- Increase in turbidity	- Phytoplankton
		- Dredging maintenance		
		- Gas extraction		
		- Civil works and maintenance		
		- Climate change		
		- Fisheries		
	Production by animals, from shellfish to marine mammals	- PAWOZ	- Increase in turbidity	- Phytoplankton
		- Dredging maintenance	- Increase in sedimentation	- Benthic animals
		- Gas extraction	- Change in substrate dynamics	- Breeding birds
		- Civil works and maintenance		- Migratory birds
		- Fisheries		- Fish
		- Salt extraction		- Marine mammals
		- Climate change		
	Numbers of fish, shellfish and birds	- PAWOZ	- Increase in underwater sound and vibrations	- Breeding birds
		- Fisheries	- Increase in optical disturbance and light	- Migratory birds
		- Dredging maintenance	- Increase in turbidity	- Fish
		- Salt extraction	- Change in substrate dynamics	- Benthic animals
		- Gas extraction	- Increase in above water sound and vibrations	
		- Wind farms	- Increase in sedimentation	
		- Civil works and maintenance	- Presence of electromagnetic fields	
		- Military exercises		
		- Recreation		
		- Climate change		
	Food availability for fish, shellfish and birds	- PAWOZ	- Increase in sedimentation	- Phytoplankton
		- Fisheries	- Change in substrate dynamics	- Benthic animals
		- Dredging maintenance	- Increase in underwater sound and vibrations	- Fish
		- Salt extraction	- Increase in turbidity	- Breeding birds
		- Gas extraction		- Migratory birds

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh	- Civil works and maintenance		
		- Climate change		
		- PAWOZ	- Increase in above water sound and vibrations	- Saltmarsh vegetation
		- Salt extraction	- Increase in optical disturbance and light	- Breeding birds
		- Gas extraction		- Migratory birds
		- Civil works and maintenance		
		- Climate change		
		- Military exercises		
		- Recreation		
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas	- PAWOZ	- Increase in sedimentation	- Benthic animals
		- Fisheries	- Increase in turbidity	- Breeding birds
		- Dredging maintenance	- Change in substrate dynamics	- Migratory birds
		- Salt extraction	- Increase in above water sound and vibrations	- Fish
		- Gas extraction	- Increase in optical disturbance and light	- Marine mammals
		- Wind farms	- Presence of electromagnetic fields	
		- Civil works and maintenance	- Increase in underwater sound and vibrations	
		- Recreation		
		- Climate change		
		- Military exercises		
	Number of species of breeding birds	- PAWOZ	- Increase in above water sound and vibrations	- Breeding birds
		- Fisheries	- Increase in optical disturbance and light	
		- Dredging maintenance	- Increase in turbidity	
		- Salt extraction		
		- Gas extraction		
		- Wind farms		
		- Civil works and maintenance		
		- Recreation		
		- Climate change		
		- Military exercises		

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Climate change - Military exercises - Recreation	- Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Increase in sedimentation - Increase in underwater sound and vibrations	- Migratory birds - Fish - Benthic animals
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Recreation - Climate change - Military exercises	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations	- Migratory birds
	Wintering areas for migratory birds		- Not scored, as it is overarching for Fattening areas for migratory birds and Roosting areas for migratory birds	
	- Food supply migratory birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Civil works and maintenance	- Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity	- Benthic species - Fish

OUV-criteria	Attribute	Developments that could impact the attribute	Effects of developments that could affect the attribute	Impacted species groups
		- Climate change; -		
	- Tranquility for migratory birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations	- Migratory birds
	- Relative importance of the Wadden Sea for population sizes of migratory birds	- PAWOZ - Fisheries - Dredging maintenance - Salt extraction - Gas extraction - Wind farms - Civil works and maintenance - Military exercises - Recreation - Climate change	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations - Change in substrate dynamics - Increase in turbidity - Increase in sedimentation.	- Migratory birds
	- Biodiversity		- Not scored, as it is overarching with the 'Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh' and the 'Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas'.	

For the effects mentioned for PAWOZ, some major negative effects cannot be ruled out after optimization measures are taken and there are no mitigation measures in sight. After optimization and when mitigation measures are in prospect, activities can only have moderate or minor negative impact or neutral impact (see tables in Chapter 5). **Whether minor or moderate negative effects on the OUV of the heritage site become major negative (significant) through accumulation with effects of other activities in the Wadden Sea should be further investigated in a project EIA.**

CONCLUSION

Wind energy and hydrogen are needed to reach the sustainability targets of the European Union and Dutch government. This HIA concludes that the installation of one cable system or one pipeline per year on routes in the Wadden Sea has a moderate negative impact on the OUVs of the heritage site. Certain routes, however, have major negative impacts that cannot be mitigated.* These include the II: Oude Westereems route (pipeline), the V: Boschgat route (cable system), and the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). The major negative impacts include turbidity, sedimentation, above and underwater sound and vibrations, and optical disturbance and light as a result of the installation activities. These effects negatively impact food webs and species such as birds, benthos, and the common seal. Further research is required to determine the duration of effects. In this HIA, they are mostly scored temporary, because the majority of actions only take place during the construction phase of the project. The exact duration of the actions and therefore also the duration of the effects, is not yet clear.

*When there are both minor and moderate negative impacts on the attributes of a route, the overall score for the route is considered moderate negative, as moderate impacts have a greater effect than minor ones. Similarly, when major negative impacts occur on a route, these major impacts are decisive in determining the route's overall score.

Firstly, Chapter 7.1 describes the overall impact of the installation of one cable system or pipeline per year on the three OUVs of the Wadden Sea. Chapter 7.2 provides a summary of the effects for each route after optimization and where no mitigation measures are in prospect. It also discusses compensation measures to address any residual impacts (Chapter 7.3). Thereafter, recommendations are provided for further research and for further developing a Wadden Sea specific HIA methodology (Chapter 7.5 and 7.6).

In the HIA Guidelines, it is stated that the impact evaluation results in conclusions regarding the extent to which the proposed action is acceptable regarding the OUV. However, further research to the effects of the mitigation measures on the routes (projectEIA) and improvement of the Wadden Sea-specific HIA methodology is needed to make these conclusions.

7.1 Impact on overall OUV

The table below (Table 7.1) shows a summary of the results of this HIA. The overall impact on the OUVs and integrity of the heritage site is presented per route for the installation of one cable system or pipeline per year after optimization measures. Hereby, prospected mitigation measures are considered. However, the exact effects of mitigation measures are not yet known in this phase of the EIA and are therefore not taken into consideration in this HIA. Cumulative effects and need and feasibility of compensation measures is also included.

Table 7.1 Summary of HIA PAWOZ Wadden Sea

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
OUV	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
viii) geological processes	Minor	Moderate	Moderate	Minor	Minor	Minor	Moderate	Moderate
ix) ecological processes	Moderate	Major	Major	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
x) biodiversity	Moderate	Major	Major	Moderate	Major	Moderate	Moderate	Minor
Integrity								
viii) geological processes	Minor	Major	Moderate	Minor	Minor	Minor	Moderate	Moderate
ix) ecological processes	Moderate	Major	Major	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Minor
x) biodiversity	Moderate	Major	Major	Moderate	Major	Moderate	Moderate	Minor
Cumulative effects								

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
Summation of effects within route for multiple cable systems and/or pipelines*	Further research needed	Summation of effects expected	Summation of effects expected	Further research needed	Summation of effects expected	Further research needed	Further research needed	No summation of effects expected
Cumulative effects with other autonomous/future developments and activities	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed	Further research needed
Conclusion	No compensation needed	Compensation needed	Compensation needed	No compensation needed	Compensation needed	No compensation needed	No compensation needed	No compensation needed
Prospect of compensation?	Not applicable	Not sufficient	Not sufficient	Not applicable	Prospect of compensation	Not applicable	Not applicable	Not applicable

7.2 Impact on OUVs per route

Table 7.2 provides a summary of the type of major negative effects of the installation of one cable system or pipeline per route on the attributes that convey the OUVs of the Wadden Sea. It is chosen to only present an overview of major negative effects for readability, while in most cases there are also minor to moderate negative effects. In the following paragraphs, these major negative effects per route are discussed and compared.

Table 7.2 Summary of type of major negative effects per route on attributes per OUV after optimization and prospected mitigation measures

	Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
OUV	Attribute	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
viii) geological processes	Size of barrier island, sandbanks, channels, mudflats, etc.								
	Quantity of river discharge								
	Surface of areas with salt gradients								
	Rate of sea level rise								
	Size of barrier islands, sandbanks, channels, mudflats, and salt marshes								
ix) ecological processes	Primary production		Turbidity	Turbidity					
	Production by animals, from shellfish to marine mammals		Turbidity	- Turbidity - Sedimentation					
	Numbers of fish, shellfish and birds		Turbidity	- Turbidity					

	Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
				- Sedimentation					
	Food availability for fish, shellfish and birds		Turbidity	- Turbidity - Sedimentation					
x) biodiversity	Number of species (plants and animals) occurring on the salt marsh								
	Number of species (plants and animals) occurring in marine and brackish water areas		- Turbidity - Underwater sound and vibrations - Above water sound and vibrations - Optical disturbance and light	- Sedimentation - Turbidity - Above water sound and vibrations - Underwater sound and vibrations		- Above water sound and vibrations - Optical disturbance and light			
	Number of species of breeding birds		Turbidity	Turbidity					

	Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
	Fattening areas for migratory birds (foraging area)								
	Roosting areas migratory birds (High-tide refuge areas)								
	Food supply migratory birds								
	Tranquility for migratory birds								

As shown in Table 7.2, a major negative impact is expected on attributes of the OUVs ecological processes and biodiversity for the II: Oude Westereems route (pipeline), the V: Boschgat route (cable system) and the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). For these effects there are no mitigation measures in prospect.

II: Oude Westereems route - pipeline

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of turbidity, sedimentation, above water sound and vibrations (seals), optical disturbance and light (seals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.2. for an explanation).

V: Boschgat route - cable system

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of turbidity, sedimentation, above and underwater sound and vibrations (for mammals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.3. for an explanation).

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

Major negative effects can be expected after optimization measures, because there are no mitigation measures in prospect that can reduce the effects of above water sound and vibrations, optical disturbance and light (for mammals). This causes a major negative impact on attributes that convey the OUV ecological processes and biodiversity (see Table 7.2), which also impairs the integrity of the Wadden Sea World Heritage on this route (see paragraph 5.1.5. for an explanation).

Conclusion

Routes with the most effects on the OUVs of the Wadden Sea are the II: Oude Westereems route (pipeline), V: Boschgat route (cable system) and VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline). Overall, the X: Tunnel route has the least impact on the Wadden Sea OUVs.

7.3 Compensation measures

After optimization measures, there are three routes that have a major negative impact on the OUVs ecological processes and biodiversity of which the effects cannot be mitigated by prospected mitigation measures (Table 7.3). PAWOZ is considered important for reaching climate goals. Therefore, compensation measures are being investigated according to the guidelines of the Dutch Environmental Planning Act (a more elaborate explanation can be found in the EIA). Compensation measures are being investigated when mitigation measures cannot fully prevent or reduce major negative impacts, and the alternatives are still considered despite adverse effects. The table below (Table 7.3) specifies what habitat types and species are significantly negatively impacted after optimization measures. The following paragraphs describe the feasibility of compensation at an abstract level. An elaborate discussion of these compensation measures can be found in Chapter 18 in PAWOZ EIA sub-report Nature.

Table 7.3 Overview of major negative effects on the OUV ecological processes and biodiversity for which no mitigation measures are in sight and for which compensation measures are needed

Route	II: Oude Westereems route		V: Boschgat route	VII: Schiermonnikoog Wantij route		VIII: Ameland Wantij route	IX: Zoutkamperlaag route	X: Tunnel route
Effect type	cable system	pipeline	cable system	cable system	pipeline	pipeline	pipeline	both
Turbidity		H1110A* H1130* H1140A* breeding birds	H1110A H1130 H1140A breeding birds					
Sedimentation			H1110A H1140A, fishcommon seal					
Above water sound and vibrations, and optical disturbance		common seal	common seal		common seal			
Underwater sound and vibrations		common seal	common seal					
Conclusion	no compensation needed	compensation needed	compensation needed	no compensation needed	compensation needed	no compensation needed	no compensation needed	no compensation needed

*Habitat types:

H1110A: Sandbanks which are constantly slightly covered by sea water

H1130: Estuaries (dynamic environments where rivers meet the sea, characterized by a mix of fresh and saltwater)

H1140(A): Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide

II: Oude Westereems route - pipeline

There is no prospect of compensation for the effects of turbidity on multiple attributes in the Wadden Sea OUV. Prohibition of sources of turbidity such as dredging activities and/or shrimp fishing near the route from mid-March to August during the installation years is not realistic.

There is prospect of compensation of disturbance of the tranquility of seal haul-out sites caused by above water sound and vibrations, and optical disturbance and light. The compensation measure entails the prohibition of all disruptive activities on the mudflats for at least the entire calving and pup-rearing period during the installation years of the pipeline between the coast of mainland Groningen and the Wadden island Schiermonnikoog.

There is no prospect of compensation of disturbance of the common seal due to underwater sound and vibrations caused by installation vessels. Reducing other sources of underwater sound and vibrations such as maritime traffic during the installation period of cable systems and pipelines, is most likely not realistic nor sufficiently effective because disturbance sources nearby the route are scarce.

V: Boschgat route - cable system

There is no prospect of compensation for the effects of turbidity on habitat types and birds, because it is not effective to prohibit shrimp fishery and dredging activities nearby the route from January to August during installation years.

There is no prospect of compensation for the effects of sedimentation on habitat types, because it is not effective to prohibit dredging activities and/or shrimp fishery during the installation period of cable systems and pipelines.

There is prospect of compensation of above water sound and vibrations, and optical disturbance and light on tranquility on seal haul-out sites, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

There is no prospect of compensation of disturbance of the tranquility of the common seal on seal haul-out sites due to underwater sound and vibrations, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

VII: Schiermonnikoog Wantij route - pipeline

There is prospect of compensation for disturbance of tranquility on seal haul-sites caused by above water sound and vibrations, and optical disturbance and light, as explained in the paragraph on the II: Oude Westereems route.

Conclusion

Overall, there is no sufficient prospect of compensation of major negative effects of the II: Oude Westereems route (pipeline) and the V: Boschgat route (cable system). There is prospect of compensation measures for the VII: Schiermonnikoog Wantij route (pipeline).

The prospect of compensation considering the summation of effects within a route

This paragraph sets out the prospect of compensation when installing multiple cable systems or pipelines per route. It is assumed that installation of cable systems or pipelines occurs sequentially and not simultaneously. There are two types of compensation measures:

- Compensation measures applicable during the installation phase. These measures address disturbances during installation of one cable system or pipeline and can be repeated annually. They allow for the installation of multiple systems without additional issues.
- Compensation measures applicable before, during and/or after the installation phase. These measures focus on improving the quality of an ecosystem before installation of one cable system or pipeline and maintaining it during and after. The improvement and/or recovery of ecosystems can take years, which requires careful planning to ensure effective compensation.

7.4 Recommendations for further research

To assess the effects of proposed activities on the OUVs of the Wadden Sea in more detail further research is recommended.

Further research to assess effects on geological processes

Seabed elevation data

The impact assessment described in this report is based on seabed elevation data collected as part of the regular monitoring program by Rijkswaterstaat. In many locations, this data was collected three years or longer ago. Between the time of data collection and the moment of installing the cable systems and pipelines along the routes, the topography changes due to natural dynamics, especially in the Wadden Sea area. Based on the available data, the best possible estimate has been made. However, morphological developments have inherent uncertainties, as feedback between soil development and hydrodynamics can reinforce each other. Therefore, the precise bed level at the time of installation of the cable systems and pipelines cannot be determined with certainty at this time. It is recommended to collect new elevation data along the route in the year preceding the installation of a cable system or pipeline and to optimize the design based on this data. Both the exact route location and burial depth can be optimized, potentially limiting impacts on the seabed and water at sea.

Soil composition

For the II: Oude Westereems route through the Wadden Sea, the available information about the soil composition is limited. It is known that hard layers (erosion-resistant layers such as clay) are present in the area, but their exact location and thickness are unknown. Geotechnical research should be conducted prior to the final design of a cable system or pipeline along this route to obtain and incorporate this information into the installation method. It is uncertain what effects digging through a hard layer will have on soil development. This may locally lead to deep erosion pits that subsequently influence the location of channels in the Ems estuary or to erosion patterns that further expand. This is a knowledge gap.

Sedimentation

The effect of spreading very large volumes of sediment on a containment system is insufficiently known. The following aspects may be relevant: (1) spreading a large volume of sand (order of 1 Mm³ or more) at the same location can lead to sand accumulation and the formation of local seabed features with their own dynamics, prolonging the system's recovery to its undisturbed state; (2) when spreading very large volumes of silt-rich sediment, a density current with very high sediment concentrations may form near the seabed, extending over several km²; (3) hard layers spread during dredging operations are expected to remain at the spreading location, leading to a permanent disturbance of natural seabed features. If a route requiring large sediment volumes to be dredged is chosen, further research, possibly with pilot excavations, is needed to better understand these aspects and their possible effects.

Monitoring and evaluation

The overall task of realizing connections between the sea and the onshore energy network requires various cable systems and/or hydrogen pipelines, several of which may pass through the Wadden Sea area. The interventions in this area involve considerable uncertainty. Examples of processes with uncertainty include:

- The degree of re-sedimentation that occurs when dredging channels and how this can be minimized.
- How long the traces of a trench remain visible on the seabed and how this duration depends on the specific location where the trench is deployed.
- The long-term effect of soil disturbance for the construction of an HDD entry or exit point on soil development.
- How much coastal erosion occurs around a cofferdam.

Conservative assumptions have been chosen for assessing such processes. However, it is expected that significant knowledge can be gained by extensively monitoring the effects of the installation of the first

pipeline or cable system. This requires at least measurements of elevation and soil composition in a period before and after the installation of the first cable system or hydrogen pipeline. Results from such a monitoring program can be used to determine the effects of subsequent cable systems and hydrogen pipelines more accurately and where possible, to mitigate them (PAWOZ EIA subreport Seabed).

Further research to assess effects on ecological processes and biodiversity

Due to the scale and level of detail, uncertainties in the available information, and in some cases the nature of the disturbance factors, there are a number of knowledge gaps. Several of these knowledge gaps have been identified in the assessment. These are summarized in this chapter.

Current and location-specific occurrence

Several significant knowledge gaps have been identified regarding the current and location-specific occurrence of marine habitats and species. This includes the lack of insight into the presence of benthic hotspots on the tidal flats, as these change over the years. Mitigation measures are in prospect to avoid these hotspots. However, there is insufficient information about the current and location-specific occurrence of hotspots of sensitive typical species. Therefore, the occurrence of hotspots should be better mapped on and near the design route to avoid them effectively.

Four significant knowledge gaps have been identified concerning non-breeding birds. The first gap concerns insufficient information about the current and location-specific occurrence of hotspots of food species for oystercatchers, eiders, and spotted redshank. Additionally, it is unclear how these bird species use the foraging area. The food hotspots and the use of the area need to be better mapped to determine the actual impact and to avoid the most important food hotspots. The second knowledge gap concerns the lack of insight into the distribution of birds during low tide and the general importance of parts of the Wadden Sea as foraging areas. This gap can only be fully filled by conducting regular low tide counts, which currently do not occur. An alternative approach is to determine the suitability of areas for different species through a detailed analysis of exposure time, location of high tide roosts, and food availability. Such an analysis is beyond the scope of the planEIA phase but can be carried out in the projectEIA phase. Additionally, there is a knowledge gap concerning the occurrence of non-breeding birds on Ameland. Although several waterbird counts are conducted annually on Ameland, just like elsewhere in the Wadden Sea, these could not be provided in the same way as for other counting areas for this nature assessment. This makes it difficult to assess the effects of disturbance on non-breeding birds on Ameland (the VIII: Ameland Wantij route) in the context of conservation objectives. It is desirable to seek a solution for this in the projectEIA phase. The final knowledge gap is the lack of insight into the distribution of non-breeding birds within the waterbird counting units. Therefore, a worst-case scenario has been assumed, where all birds within the counting area are disturbed. This information can be obtained by interviewing bird counters, as they have insights into the distribution of birds within the counting units based on their experiences.

Turbidity

The dose-effect relationships of turbidity on visual hunting birds are not well known. There is a particular lack of realistic threshold values for turbidity for visual hunting birds in turbid coastal waters.

Sedimentation

For the assessment of the ecological effects, a sedimentation model was performed, providing a general insight into the extent of the affected area and the thickness of the sediment layer. However, this does not provide insight into the impact of sedimentation on specific locations, habitat types, and habitats. It is desirable to further elaborate on this in the projectEIA phase to better analyse and assess the effects.

Additionally, a knowledge gap has been identified concerning the effects of sedimentation on (migratory) fish.

Substrate dynamic changes

The tidal flat trencher study investigated the effects of excavation and driving on the tidal flats on the survival and recovery of benthos living in and on top of the seafloor. However, knowledge gaps remain regarding the long-term effects of prolonged sediment compaction, the burial technique, and effects that manifest over time. It is desirable to further investigate these knowledge gaps in the projectEIA phase.

Moreover, the effects of compaction on sandy soils and the potential consequences for benthic animals are still insufficiently known. Here too, it is desirable to conduct monitoring to help filling this knowledge gap.

Disturbance (sound, visual disturbance, and light)

The assessment indicated that the effects of sound on benthos have been poorly studied to date. Current impact studies on this subject also demonstrate varying results. However, it is plausible that disturbance from continuous sound does not lead to direct mortality. It is desirable to conduct monitoring to help filling this knowledge gap.

Electromagnetic fields

The assessment indicated that electromagnetic fields (EMF) may have effects on fish and marine mammals. However, the extent to which these effects manifest is still unclear.

Additionally, the assessment showed that benthos living in and on top of the seabed are sensitive to EMF, but the extent is not always clear. Given the low field strengths resulting from the cable systems, no large-scale effects on the quality of intertidal and subtidal mudflats are expected, but monitoring of the effects on typical species, fish and sea mammals is desirable.

Desiccation

Changes in groundwater levels and sometimes in groundwater quality may potentially lead to a shift in species composition and, in the long term, to a change in habitat types. There are still too few details known about the implementation to determine the effect on hydrology. It is desirable to investigate this knowledge gap with more detailed information in the projectEIA phase.

Monitoring and evaluation

Through monitoring, action-effect relationships are made comprehensible, and the presence of conservation values in the Wadden Sea should be better mapped to avoid potential effects as much as possible. In light of the above knowledge gaps, it is therefore recommended to conduct further research on several points.

These include:

- The effects of sedimentation on fish and marine mammals.
- The current and location-specific occurrence of hotspots of sensitive typical species.
- The current and location-specific occurrence of hotspots of food species for oystercatchers, eiders, and spotted redshank and the use of the foraging area.
- Monitoring the use of high tide roosts (HVP's). The goal is to determine the specific location of the HVP's, their size, and how they are used by present bird species.
- The distribution of bird species at low tide and the importance of foraging areas in the Wadden Sea.
- The presence of benthic hotspots on the tidal flats, as these change over the years.
- The effects of EMF on fish and harbour porpoises (PAWOZ EIA sub-report Nature).

Further research to assess effects on all OUVs of the Wadden Sea

Climate change

The exact effects of climate change on the OUVs of the Wadden Sea are still difficult to foresee. Further (scientific) research is needed on the broad topic, outside the scope of PAWOZ. For example, to what extent the tidal flats can grow with (accelerated) sea-level rise through sedimentation is subject of scientific research. What impact this will have on the location and dimensions of channels is still unknown. The expectation is that the effects on soil and water at sea will be limited in the coming decades. How climate change will affect the development of the Wadden Sea in the second half of the 21st century is currently unknown and will partly depend on the amount of greenhouse gases emitted in the coming decades. Similarly, more research is needed to consequences of climate change on ecological processes and biodiversity.

Cumulative effects

Further research, outside the scope of PAWOZ, is required to the cumulative effects of present and future developments and activities in and nearby the Wadden Sea. This can then be applied to further assess cumulative effects on the OUV of the Wadden Sea.

7.5 Recommendations for Wadden Sea specific HIA methodology

This section proposes recommendations to further develop a Wadden Sea specific HIA methodology. In this HIA, the list of OUV attributes as set out in the Memo of the Wadden Sea Academy is used. To assess OUV of the Wadden Sea it is advised to revise the OUVs and attributes that convey the OUV of the Wadden Sea.

Choice of wording for OUVs

Experts prefer to use the word geomorphology instead of geological processes because it is more accurate in the context of this research.

Experts prefer to use ecological processes for readability instead of 'ecological and biological processes' as they are interlinked.

Attributes for geomorphology need to be more clearly defined and quantifiable

The impact on geomorphology (morphology of the seabed, substrate dynamics and current and wave dynamics) is discussed in the planEIA. In this HIA, it is attempted to translate this data to assess the effects on the OUV geological processes. In order to do this more effectively, the attributes that convey this OUV need to be more clearly defined and quantifiable. For example, the natural dynamics of the Wadden Sea and continuity or connectedness of the Wadden Sea could be attributes to assess effects on geomorphology and hydrodynamics.

Overlap between OUV ecological processes and biodiversity

The attributes that convey the OUVs ecological processes and biodiversity overlap thus give similar evaluation descriptions. For example, the attributes conveying the OUV ecological processes relate to food webs. However, there are also attributes related to food webs that convey the OUV biodiversity. Another example is the attribute 'number of fish, shellfish and birds' that conveys the OUV ecological processes which overlaps with the attribute 'number of species occurring on the salt marsh' and 'number of species occurring in marine and brackish water areas' that convey the OUV biodiversity. There is foremostly an overlap in attributes related to food availability for birds. Overall, the distinction between the OUV ecological processes and biodiversity is not made clear with the current attributes.

We suggest making a clear distinction between ecological attributes and biodiversity attributes. In the OUV ecological processes, attributes should be taken into account that involve ecological interactions of species with the environment (habitat related) or food web related. In the OUV biodiversity, there can then be a focus on different species groups (e.g. benthos, seagrass, breeding birds, non-breeding birds, mammals, fish, salt marsh). This clear separation makes it easier to understand the exact effects. In addition, the relationship with EIA is then easier to understand. It will be more efficient to write, read and understand the HIA.

Missing attributes

In the list proposed in the Memo by the Wadden Sea Academy, there are no attributes for assessing effects specifically on mammals, sea grass, and salt marsh vegetation. In the list proposed in the Memo by the Wadden Sea Academy, there are neither attributes for assessing effects on habitat types (intertidal and subtidal habitats). Adding these species and habitat types would be useful, because these are typical species in the Wadden Sea and of great importance from a management and protection perspective.

Evaluating integrity

Integrity is the most challenging aspect to evaluate. The HIA assessment does not give an indication about the severeness of an impact of integrity. A spatial scale related to a measure of impact on integrity would be helpful in this assessment. In addition, the definition of integrity can be clarified. In this HIA, we have formulated questions to help evaluate integrity. It would be helpful if the HIA methodology would give more tools and insight how to understand the definition of integrity and how to evaluate it. Hereby it would be useful to create not too much overlap with the impact assessment of the OUVs ecological processes and biodiversity, to avoid repetition in the HIA.

TERMINOLOGY

AC: Alternating Current. An electric current that periodically changes direction. Almost the entire electricity grid in the Netherlands uses this type of current.

Autonomous development: Autonomous developments result in changes within the planning area, which occur independently of the proposed activity and for which a decision has already been made. For example, when developments are established in a spatial plan and a permit has been granted.

Appropriate Assessment: An Appropriate Assessment (Natuurtoets in Dutch) is an assessment conducted to determine whether a plan, project, or activity could have negative effects on protected natural areas, such as Natura 2000 sites. This assessment is a requirement under the European Habitats Directive and is part of the permitting process for spatial developments in the Netherlands.

Autonomous processes: Autonomous processes are inevitable for the future state of the site's characteristics. This includes, for example, sea level rise and other consequences of climate change. Generally, these processes only lead to significant changes over an extended period of time.

Ballonplaat: A sandbank in the North Sea, approximately 4 kilometers north of Rottumerplaat. The area is relatively shallow and stable, and the location is being studied for potential tunnel entry/exit points.

Bufferzone: For World Heritage properties, a buffer zone is an area surrounding the World Heritage Site with legal and/or customary restrictions on its use and development to offer additional protection to the property.

Cable system: A bundle of electrical cables consisting of two parallel cable circuits in AC or one cable circuit and a fiber-optic connection in DC. It refers only to the power cables, not the platform or transformer/converter station.

Compensation: Measures taken to offset damage after applying mitigation measures. For example, planting new trees in place of those cut down.

Converter station: A station where direct current (DC) is converted to alternating current (AC) and adjusted to the appropriate voltage level.

Cumulative effects: The combined effects of various developments. These developments can occur within or outside the proposed activity.

DC: Direct Current. An electric current where the direction remains constant, as opposed to alternating current. The 525 kV cable systems operate on DC.

Entry point: The location where the cable system or hydrogen pipeline cross the primary dike and existing cables along the coast.

Entry point Eemshaven: The point where the tunnel begins at Eemshaven. This is where a shaft is located, allowing cable systems and/or pipelines to enter the tunnel.

Environmental Planning Act: The Omgevingswet (Environmental Planning Act) is a comprehensive law in the Netherlands that regulates the planning and management of the physical environment. It aims to simplify and streamline the regulatory process by consolidating and modernizing numerous laws and regulations related to spatial planning, environmental protection, infrastructure, and building permits.

Exit point: The point where the cable system and/or hydrogen pipeline exits to connect with the offshore infrastructure.

Gasunie: Gasunie is a network company for energy. Its subsidiary, HyNetwork Services, develops and manages the onshore and offshore hydrogen network in the Netherlands (Hydrogen Network Netherlands).

GW: Gigawatt. A unit of power equal to one billion watts. It is commonly used to measure large-scale power generation, such as the output of power plants or the energy consumption of entire cities or countries.

Habitat type: A specific type of ecosystem, either terrestrial or aquatic, with characteristic features.

HIA: Heritage Impact Assessment. A project-level assessment identifying and evaluating the potential effects of a proposed activity or project on the heritage or conservation values of a natural or cultural heritage site.

Hotspots: Locations with high ecological value.

ICCROM: International Centre for the Study of Preservation and Restoration of Cultural Property.

ICOMOS: International Council on Monuments and Sites.

IUCN: International Union for Conservation of Nature.

Impact: The result or effect of an activity or event on a given attribute, system, or environment.

Integrity: A measure of the wholeness and intactness of a heritage site, including its physical state, authenticity, and the preservation of its essential features.

IIA: Integrated Impact Assessment. An analysis of the environmental effects, costs, technical aspects, agriculture, planning, and future sustainability of the routes. A separate document for PAWOZ-Eemshaven.

KRW: The Water Framework Directive (KRW in Dutch) is a European regulation focused on maintaining and improving water quality, aiming to achieve "good status" for all water bodies by 2027.

kV: Kilovolt. A unit of electrical voltage, equal to 1,000 volts.

Mitigating measures: Actions taken to reduce or avoid negative effects from activities or physical interventions.

MW: Megawatt. A unit of power equal to one million watts, commonly used to measure the output of power plants or the power consumption of large systems.

N2000: Natura 2000 areas. Ecological network of protected zones designated under the EU Habitat and Birds Directives to preserve biodiversity.

NNN: National Ecological Network (Natuur Netwerk Nederland in Dutch). The national network of natural areas and corridors established by the Dutch government to promote biodiversity.

Offshore: Referring to areas located at sea, typically beyond the 6-mile zone, often in water depths exceeding 10 to 20 meters.

Onshore: Referring to land areas, as opposed to offshore.

PAWOZ: Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven. It is a program under the Dutch Environmental Law (Omgevingswet) that aims to plan and regulate the connection of offshore wind farms to the Dutch electricity grid. PAWOZ provides a framework for identifying suitable routes for the cables and infrastructure needed to connect wind farms located in the North Sea to the national grid.

PlanEIA: Environmental Impact Assessment for a plan or program.

Project decision: A project decision is a decision used in the Netherlands to facilitate complex projects of public interest. It serves as an instrument under the Environmental Law (Omgevingswet) and establishes the necessary rules for the execution, implementation, or maintenance of a project. The project decision can amend the environmental plan and includes the legal frameworks for the project, such as the identification of specific locations, routes, and other conditions. It replaces other instruments like integration plans, route decisions, and project plans.

ProjectEIA: An Environmental Impact Assessment for a project decision, focusing on more detailed information than a planEIA.

Proposed activity: A description of the activity that the proponent intends to carry out, including what will be built and how it will be installed.

Residual effects/impacts: Effects/impacts that remain even after mitigation measures have been applied.

Route: A possible layout for the cable systems and/or hydrogen pipelines from an offshore wind energy area to an onshore location for connecting it to the electricity or hydrogen network.

Statement of Outstanding Universal Value: The official statement adopted by the World Heritage Committee, summarizing why a property is considered to have OUV and detailing the required protection and management measures.

TenneT: The network operator in the Netherlands for electricity from 110 kV onwards, also managing offshore networks.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Hydrogen: A common chemical element and energy carrier. It is used to store and transport renewable energy, especially for heavy industry, large vehicles, and energy storage.

Hydrogen pipeline: Pipelines for transporting hydrogen gas. These can be newly constructed or repurposed pipelines.

Wider setting: Refers to the broader environment surrounding a World Heritage property, including elements like topography, infrastructure, land use, and social or cultural practices.

World Heritage Site: A cultural, natural, or mixed heritage site inscribed on the World Heritage List and considered to have Outstanding Universal Value for humanity.

Wantij: Is a Dutch word for a tidal channel. A tidal channel is an area between islands and the coast with tidal action but without strong currents.

REFERENCES

- Arcadis (2021). Passende beoordeling gasboring en gaswinning Ternaard. Referentie: D10020532:11.
- Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (*Uria aalge*), an auk seabird, reacts to underwater sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(6), 4069-4074.
- Baptist, M. J., & Leopold, M. F. (2010). Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis*, 152(4), 815-825.
- Bastmeijer, C. J., & Philippart, C. J. M. (2024). Toetsing van activiteiten aan de uitzonderlijke universele waarde (Outstanding Universal Value) van de Waddenzee als Werelderfgoed. Waddenacademie Memo 2024-01. Leeuwarden.
- Becker, B.H., Press, D.T. and Allen, S.G. (2011), Evidence for long-term spatial displacement of breeding and pupping harbour seals by shellfish aquaculture over three decades. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21: 247-260.
- Bedore, C. N., & Kajiura, S. M. (2013). Bioelectric fields of marine organisms: voltage and frequency contributions to detectability by electroreceptive predators. *Physiological and Biochemical Zoology*, 86(3), 298-311.
- Beukema, J. J., Flach, E. C., Dekker, R., Staring, M., (1999). A long-term study of the recovery of the macrozoobenthos on large defaunated plots on a tidal flat in the Wadden sea. *Journal of Sea research*, 42(3), 235-254.
- Beukema, J. J., & Dekker, R. (2020). Winters not too cold, summers not too warm: Long-term effects of climate change on the dynamics of a dominant species in the Wadden Sea: The cockle *Cerastoderma edule* L. *Marine Biology*, 167(44). <https://doi.org/10.1007/s00227-020-3659-1>
- Candolin, U., & Rahman, T., (2023). Behavioural responses of fishes to anthropogenic disturbances: Adaptive value and ecological consequences. *Journal of Fish biology*. 103(4) 773-783.
- Cervello, G., Olivier, F., Chauvaud, L., Winkler, G., Mathias, D., Juanes, F., & Tremblay, R. (2023). Impact of anthropogenic sounds (pile driving, drilling and vessels) on the development of model species involved in marine biofouling. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1111505. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1111505>.
- Common Wadden Sea Secretariat. (n.d.). Retrieved on 12 September 2024, from <https://www.waddensea-worldheritage.org/naturally-unique>.
- Compton, T. J., Holthuisen, S., Mulder, M., van Arkel, M., Schaars, L. K., Koolhaas, A., Dekinga, A., ten Horn, J., Luttikhuisen, P. C., van der Meer, J., Piersma, T., & van der Veer, H. W. (2017). Shifting baselines in the Ems Dollard estuary: A comparison across three decades reveals changing benthic communities. *Journal of Sea Research*, 127, 119-132. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.06.014>.
- Cremer, J. S. M., Brasseur, S. M. J. M., Meijboom, A., Schop, J., & Verdaat, J. P. (2017). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/428796>.
- Darby, J., Clairbaux, M., Bennison, A., Quinn, J., & Jessopp, M. (2022). Underwater visibility constrains the foraging behaviour of a diving pelagic seabird. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1978), 20220862.
- Dittmann, S., Günther, C-P., Schleier, U., 1991. Recolonization of tidal flats after disturbance. In: Dittmann, S. (Ed.), *The Wadden Sea Ecosystem: Stability, Problems and Mechanisms* (1999). Springer, Berlin.
- Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., & Embling, C. B. (2019). The effects of ship noise on marine mammals—A review. *Frontiers in Marine Science*, 6, 606.
- Erftemeijer, P. L. A., & Lewis, R. R. (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 52(12), 1553-1572. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.006>.

- Glorius, S. T. (2018). Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van referentiegebied Rottum: Tussenrapportage twaalf jaar na sluiting (najaar 2017). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. <https://doi.org/10.18174/466779>.
- Glorius, S. T., & Meijboom, A. (2020). Ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap in de geulen van het referentiegebied Rottum: Tussenrapportage 13 jaar na sluiting (najaar 2018). <https://doi.org/10.18174/519252>.
- Hermans, A., & Schilt, B. (2024, in prep.). Current state of knowledge Electromagnetic fields. Electromagnetic fields and the Marine Strategy Framework Directive Descriptor 11—Energy. Update 2024 [Final].
- Hutchison, Z. L., Secor, D. H., & Gill, A. B. (2020). The interaction between resource species and electromagnetic fields associated with electricity production by offshore wind farms. *Oceanography*, 33(4), 96-107.
- Kleijn, D. (2008). Effecten van geluid op wilde soorten-implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 gebieden (No. 1705). Alterra.
- Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & van der Winden, J. (2022). Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel, 1.
- Mikkelsen, L., Johnson, M., Wisniewska, D. M., van Neer, A., Siebert, U., Madsen, P. T., & Teilmann, J. (2019). Long-term sound and movement recording tags to study natural behavior and reaction to ship noise of seals. *Ecology and Evolution*, 9(5), 2588-2601.
- Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselkwaliteit (LNV) (2020). Leidraad toegangsbeperking.
- Mustafa, A. K., & van Engelen, T. E. (2024). PAWOZ PlanMER Vertroebelingsstudie (133960). Witteveen+Bos.
- National Grid Viking Link Ltd., & Energinet.dk. (2017). Appendix I - Cable Heating Effects – Marine Ecological Report. <https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/00002753.pdf>.
- Noordhuis, R., de Rijk, S., van Geest, G. J., Maarse, M. J., Vergouwen, S. A., & Boon, A. R. (2019). Klimaat Scan Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor het ecologisch functioneren van de Nederlandse Grote Wateren? Deltares.
- Nyqvist, D., Durif, C., Johnsen, M. G., De Jong, K., Forland, T. N., & Siple, L. D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine environmental research*, 155, 104888.
- Olivier, F., Gigot, M., Mathias, D., Jezequel, Y., Meziane, T., L'Her, C., Chauvaud, L., & Bonnel, J. (2023). Assessing the impacts of anthropogenic sounds on early stages of benthic invertebrates: The "Larvosonic system." *Limnology and Oceanography: Methods*, 21(2), 53–68. <https://doi.org/10.1002/lom3.10527>.
- Peralta, G., Pérez-Lloréns, J. L., Hernández, I., & Vergara, J. J. (2002). Effects of light availability on growth, architecture and nutrient content of the seagrass *Zostera noltii* Hornem. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 269(1), 9-26.
- Pondera (2023). Passende beoordeling Windpark Eemshaven West t.b.v. MER Windpark Eemshaven West. Referentie: 715071 | Definitief v2.0.
- Reise, K. (1985). Tidal flat ecology: An experimental approach to species interactions. Springer-Verlag.
- Rippen, A., Van der Zee, E., Fieten, N., Latour, J., & Wymenga, E. (2020). Review effecten natuurlijke bodemdynamiek en menselijke bodembegroei in de sublitorale Waddenzee (A&W-rapport 19-304). Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Royal HaskoningDHV (2021). Rapportage onderzoek innovatie doorkruising Waddengebied. Rapport: T&PBH9744R001F01.
- Schaffeld, T., Schnitzler, J. G., Ruser, A., Baltzer, J., Schuster, M., & Siebert, U. (2022). A result of accidental noise pollution: acoustic flowmeters emit 28 kHz pulses that may affect harbor porpoise hearing. *Frontiers in Marine Science*, 9, 892050.
- Soudijn, F. H., van Donk, S., Leopold, M. F., van der Wal, J. T., & Hin, V. (2022). Cumulative population-level effects of habitat loss on seabirds 'Kader Ecologie en Cumulatie 4.0'.
- Taal, M. D., Schmidt, C. A., Brinkman, A. G., Stolte, W., & Van Maren, D. S. (2015). Slib en primaire productie in het Eems-estuarium: Een samenvatting van vier jaar meten, modelleren, kennis bundelen en verwerven. Deltares, Imares, Rijkswaterstaat.
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380-391.

- The Integrated Management Plan for One Wadden Sea World Heritage (The SIMP). (2023). Common Wadden Sea Secretariat. <https://www.waddensea-worldheritage.org/system/files/KOL019%20-%20SIMP%20Report%20%28English%29%202023%20-%20digital.pdf>.
- Tulp, I., Chen, C., & Vrooman, J. (2022). The nursery function of the Ems estuary for fish. Wageningen Marine Research.
- Van der Heide, T., van Nes, E. H., Geerling, G. W., Smolders, A. J., Bouma, T. J., & van Katwijk, M. M. (2007). Positive feedbacks in seagrass ecosystems: implications for success in conservation and restoration. *Ecosystems*, 10(8), pp. 1311-1322.
- Van Roomen, M., Agblonon, G., Citegetse, G., Crowe, O., Langendoen, T., Nagy, S., Schekkerman, H. & van Winden, E. (2022). East Atlantic Flyway. In: Wadden Sea Quality Status Report. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 06.09.2022. Downloaded 12.02.2024. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/east-atlantic-flyway.
- UNESCO. (2023). Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention.
- UNESCO. Statement of Outstanding Universal Value Wadden Sea. Accessed on October 2024, <https://whc.unesco.org/en/list/1314/>.
- UNESCO, ICCROM, ICOMOS & IUCN. (2022). Guidance and toolkit for impact assessments in a World Heritage context.
- UNESCO Werelderfgoed! En nu? Een beknopte introductie voor provinciale en gemeentelijke beleidsmedewerkers. (2024). Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Dutch UNESCO Commission, Foundation World Heritage Netherlands. p. 8.
- Weilgart, L. I. N. D. Y. (2018). The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates. Report for OceanCare, Switzerland.
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA main-report (In Dutch: MER hoofdrapport).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Nature (In Dutch: MER deelrapport Natuur).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Seabed (In Dutch: MER deelrapport Bodem op Zee).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind Op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Stakeholder Management Plan (In Dutch: MER deelrapport Omgeving).
- Witteveen+Bos (2024). Programma Aansluiting Wind op Zee (PAWOZ) EIA sub-report Appropriate Assessment (In Dutch: Natuurtoets).
- Zhao, Y., Yang, B., Li, M., Xiao, R., Rao, K., Wang, J., Zhang, T., & Guo, J. (2019). Community composition, structure and productivity in response to nitrogen and phosphorus additions in a temperate meadow. *Science of the Total Environment*, 654, 863–871. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.155>.

Annex(es)

ANNEX: OUTSTANDING UNIVERSAL VALUE CRITERIA, UNESCO

Table I.1 Overview of the ten criteria for OUV from the UNESCO Statement of Outstanding Universal Value

Box 3.1. Criteria for Outstanding Universal Value

The property should:

- i. represent a masterpiece of human creative genius;
- ii. exhibit an important interchange of human values, over a span of time or within a cultural area of the world, on developments in architecture or technology, monumental arts, town-planning or landscape design;
- iii. bear a unique or at least exceptional testimony to a cultural tradition or to a civilization which is living or which has disappeared;
- iv. be an outstanding example of a type of building, architectural or technological ensemble or landscape which illustrates (a) significant stage(s) in human history;
- v. be an outstanding example of a traditional human settlement, land-use, or sea-use which is representative of a culture (or cultures), or human interaction with the environment especially when it has become vulnerable under the impact of irreversible change;
- vi. be directly or tangibly associated with events or living traditions, with ideas, or with beliefs, with artistic and literary works of outstanding universal significance. (The Committee considers that this criterion should preferably be used in conjunction with other criteria);
- vii. contain superlative natural phenomena or areas of exceptional natural beauty and aesthetic importance;
- viii. be outstanding examples representing major stages of earth's history, including the record of life, significant on-going geological processes in the development of landforms, or significant geomorphic or physiographic features;
- ix. be outstanding examples representing significant on-going ecological and biological processes in the evolution and development of terrestrial, freshwater, coastal and marine ecosystems and communities of plants and animals; and/or
- x. contain the most important and significant natural habitats for in-situ conservation of biological diversity, including those containing threatened species of Outstanding Universal Value from the point of view of science or conservation.

Source: UNESCO, 2021.

[illegible][illegible]



ANNEX: UNESCO STATEMENT OF OUTSTANDING UNIVERSAL VALUE OF THE WADDEN SEA

“Brief synthesis

The Wadden Sea is the largest unbroken system of intertidal sand and mud flats in the world, with natural processes undisturbed throughout most of the area. The 1,143,403 ha World Heritage property encompasses a multitude of transitional zones between land, the sea and freshwater environment, and is rich in species specially adapted to the demanding environmental conditions. It is considered one of the most important areas for migratory birds in the world and is connected to a network of other key sites for migratory birds. Its importance is not only in the context of the East Atlantic Flyway but also in the critical role it plays in the conservation of African-Eurasian migratory waterbirds. In the Wadden Sea up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million pass through it each year.

Justification for the Outstanding Universal Criteria

Criterion viii): The Wadden Sea is a depositional coastline of unparalleled scale and diversity. It is distinctive in being almost entirely a tidal flat and barrier system with only minor river influences, and an outstanding example of the large-scale development of an intricate and complex temperate-climate sandy barrier coast under conditions of rising sea-level. Highly dynamic natural processes are uninterrupted across the vast majority of the property, creating a variety of different barrier islands, channels, flats, gullies, saltmarshes and other coastal and sedimentary features.

Criterion ix): The Wadden Sea includes some of the last remaining natural large-scale intertidal ecosystems where natural processes continue to function largely undisturbed. Its geological and geomorphologic features are closely entwined with biophysical processes and provide an invaluable record of the ongoing dynamic adaptation of coastal environments to global change. There are a multitude of transitional zones between land, sea and freshwater that are the basis for the species richness of the property. The productivity of biomass in the Wadden Sea is one of the highest in the world, most significantly demonstrated in the numbers of fish, shellfish and birds supported by the property. The property is a key site for migratory birds and its ecosystems sustain wildlife populations well beyond its borders.

Criterion x): Coastal wetlands are not always the richest sites in relation to faunal diversity; however, this is not the case for the Wadden Sea. The salt marshes host around 2,300 species of flora and fauna, and the marine and brackish areas a further 2,700 species, and 30 species of breeding birds. The clearest indicator of the importance of the property is the support it provides to migratory birds as a staging, moulting and wintering area. Up to 6.1 million birds can be present at the same time, and an average of 10-12 million each year pass through the property. The availability of food and a low level of disturbance are essential factors that contribute to the key role of the property in supporting the survival of migratory species. The property is the essential stopover that enables the functioning of the East Atlantic and African-Eurasian migratory flyways. Biodiversity on a worldwide scale is reliant on the Wadden Sea.

Statement of integrity

The boundaries of the extended property include all of the habitat types, features and processes that exemplify a natural and dynamic Wadden Sea, extending from the Netherlands to Germany to Denmark. This area includes all of the Wadden Sea ecosystems and is of sufficient size to maintain critical ecological processes and to protect key features and values.

The property is subject to a comprehensive protection, management and monitoring regime which is supported by adequate human and financial resources. Human use and influences are well regulated with clear and agreed targets. Activities that are incompatible with its conservation have either been banned or are heavily regulated and monitored to ensure they do not impact adversely on the property. As the property is surrounded by a significant population and contains human uses, the continued priority for the protection and conservation of the Wadden Sea is an important feature of the planning and regulation of use, including within land/water-use plans, the provision and regulation of coastal defences, maritime traffic and drainage. Key threats requiring ongoing attention include fisheries activities, developing and maintaining harbours, industrial facilities surrounding the property including oil and gas rigs and wind farms, maritime traffic, residential and tourism development and impacts from climate change.

Protection and management requirements

Maintaining the hydrological and ecological processes of the contiguous tidal flat system of the Wadden Sea is an overarching requirement for the protection and integrity of this property. Therefore, conservation of marine, coastal and freshwater ecosystems through the effective management of protected areas, including marine no-take zones, is essential. The effective management of the property also needs to ensure an ecosystem approach that integrates the management of the existing protected areas with other key activities occurring in the property, including fisheries, shipping and tourism.

The Trilateral Wadden Sea Cooperation provides the overall framework and structure for integrated conservation and management of the property as a whole and coordination between all three States Parties. Comprehensive protection measures are in place within each State. Specific expectations for the long-term conservation and management of this property include maintaining and enhancing the level of financial and human resources required for the effective management of the property. Research, monitoring and assessment of the protected areas that make up the property also require adequate resources to be provided. Maintenance of consultation and participatory approaches in planning and management of the property is needed to reinforce the support and commitment from local communities and NGOs to the conservation and management of the property. The State Parties should also maintain their commitment of not allowing oil and gas exploration and exploitation within the boundaries of the property. Any development projects, such as planned wind farms in the North Sea, should be subject of rigorous Environmental Impacts Assessments to avoid any impacts to the values and integrity of the property ([UNESCO](#))."

IV

ANNEX: HIA ASSESSMENT TABLE FOR PAWOZ

Table IV.1 presents the overall effects of proposed activities along the routes. This is a standard table from The Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context (Tool 3) adapted to PAWOZ. The table shows:

- 1 OUV criteria of the Wadden Sea.
- 2 Attributes that convey the OUV criteria of the Wadden Sea.
- 3 Description of potential impact based on findings of the PAWOZ EIA. The effects are described based on the installation of one cable system or one pipeline per year and after optimization of the route and application of mitigation measures.
- 4 Description of evaluation of impact, including description of frequency, duration and reversibility of action as well as reversibility, longevity, degree and quality of change. The evaluation of impact is scored from major positive impact, moderate positive impact, minor positive impact, neutral impact, moderate negative impact, to major negative impact.

Table IV.1 HIA assessment table for PAWOZ (routes for cable system or pipeline installation) in the Wadden Sea. *Only applicable for cable systems

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
			Once/ Intermittent/ Continuous	Short-term/ Long-term	Reversible/ Irreversible	Reversible/ Irreversible change	Temporary/ Permanent change	None/ Negligible/ Some/ Large change	Positive/ Negative change	Neutral/ Minor negative impact/ Moderate negative impact/ Major negative impact
viii) geological processes	Size of the area where sediment is deposited	- Sedimentation and erosion - Change in seabed levels - Change in waves and current dynamics								
	Quantity of river discharge	- Change in current dynamics - Change in salt gradients								
	Surface of areas with salt gradients	- Change in fresh water inflow from rivers and canals - Change in current dynamics								
	Rate of sea level rise	Sedimentation and erosion								

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
-	marine and brackish water areas	- Increase in optical disturbance and light - Increase in electromagnetic fields - Increase in underwater sound and vibrations								
	Number of species of breeding birds	- Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity								
	Fattening areas for migratory birds	- Change in substrate dynamics - Increase in above water sound and vibrations - Increase in optical disturbance and light - Increase in turbidity - Increase in sedimentation - Increase in underwater sound and vibrations								
	Roosting areas for migratory birds	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations	-	-	-	-	-	-	-	-
	Food supply for migratory birds	- Change in substrate dynamics - Increase in underwater sound and vibrations - Increase in turbidity								

OUV	Attribute	Description of impact	Frequency of action	Duration of action	Reversibility of action	Reversibility of change to the attribute	Longevity of change to the attribute	Degree of change to the attribute	Quality of change to the attribute	Evaluation of the impact
	Tranquility for migratory birds	- Increase in optical disturbance and light - Increase in above water sound and vibrations - Increase in underwater sound and vibrations								



ANNEX: CABLE SYSTEM AND PIPELINE INSTALLATION TECHNIQUES AT SEA AND LAND

Cable system installation techniques at sea

Deepwater trencher

In sufficient water depth, a cable-laying ship is used, which can be held in place by anchors or dynamic positioning. Several devices are used to bury cable systems in the seabed. Cable plows and jet sleds are dragged along the bottom by a ship or barge. An underwater trencher is a remotely operated underwater robot controlled from a ship. The trencher moves over the laid cable system and buries it, or the cable system is fed directly into the trencher from a barge or cable-laying ship. The seabed can be fluidized with water jets or mechanically opened to bury the cable.

Installation in deeper trenches with the Vertical Injector

A Vertical Injector is a cable burial device that can bury cable systems at relatively great depths in the seabed. It stands on a barge or vessel and consists of a relatively long metal "sword" that is pulled through the ground, taking the cable system with it. These swords can fluidize the seabed with water jets, vibrations, or mechanical excavation. A cable installation plow has a smaller sword mounted on a sled, which buries the cable system by being dragged through the ground. Plows can have water jets or mechanical excavation. The cable system can be pre-laid on the seabed or fed simultaneously from a barge or vessel during plow installation.

Dredging

In areas where there is insufficient depth for a cable-laying vessel, dredging is performed first to create a trench for the installation vessel. In sections where the required burial depth for the cable system is too great for specific burial equipment, a trench is dredged to a depth that allows the burial machine to bury the cable system to the appropriate depth.

Installation in shallow tidal flats

In shallow tidal flats and not too deep trenches, a special tidal trenching machine can be used. This machine moves over the tidal flat on tracks, bringing the pre-laid cable system to depth with a 'sword'. Burying can be done with water jets, vibrations, or mechanical excavation. First, the cable system is laid on the tidal flat using a shallow-draft barge or a tracked vehicle.

Crossing existing cable systems and pipelines

Various techniques are used to cross existing cable systems and pipelines, depending on the local context and agreements between TenneT and the owner of the cable system or pipeline.

Cable joints

Cable systems can typically be transported in lengths of up to 40 km. For longer distances, joints are used to connect two cable sections. A joint pit is dredged on the seabed where the joint is placed.

Cable system installation techniques on land

Open trenching

The standard method for installing cable systems on land is open trenching. This is the installation technique where a trench is dug, in which the cable systems are laid. Dewatering can be applied to keep the trench dry.

Horizontal Directional Drilling (HDD)

Where there is insufficient space or significant damage is expected, cable systems are installed using HDD. Primary dikes are crossed using HDD. During HDD, work is done at the entry and exit points. The installation consists of three steps:

- 1 The drilling rig is set up at the entry point.
- 2 The drilling is executed, and the casing pipes are pulled in. The casing pipes must be laid out as a single continuous string at the exit side beforehand.
- 3 The cable systems are pulled through the casing pipes.

Pipeline installation at sea

Deep water and deeper trenches

In sufficient water depth (at least 7 meters), a pipelaying ship with burial equipment is used. The ship can be held in place by anchors or dynamic positioning. The pipeline is first laid on the seabed and then buried using plows, fluidizing or spraying away the underlying ground, or mechanical digging arms. Cable plows and jet sleds are dragged along the bottom by a ship or barge.

Dredging

In sections of the route where there is insufficient depth for a pipelaying ship, dredging is performed first to create a trench for the installation vessel. In sections where the required burial depth for the pipeline is too great for the burial equipment, a trench is dredged first to a depth that allows the pipeline to be buried to the correct depth.

Installation in shallow tidal flats

In shallow tidal flats and not too deep trenches, a pipelaying ship cannot be used. Here, open excavation is applied. Open excavation is the most common method for laying pipelines on land. In shallow water and tidal flats, a construction like trench boxes or digging shields is used to stabilize the trench walls and keep the trench dry. The use of multiple HDDs from a wet environment to a wet environment is also being explored. This application of HDDs is less common and considered innovative.

Coastal crossings

For crossing the coast, a HDD from dry to wet is applied. Occasionally, a segment tunnel can also be used. There is a lot of experience with HDDs from land to land (such as crossing roads or waterways) or from land to sea for crossing sea defences. For PAWOZ, the use of segment tunnels is also being considered, requiring a large work area. Segment tunnel construction is complex and is only used when no alternative methods are possible.

Crossing existing cable systems and pipelines

Various techniques are used to cross existing cable systems and pipelines, depending on the local context and agreements between Gasunie and the owner of the cable system or pipeline.

Pipeline installation techniques on land

Open trenching

The standard method is that pipelines on land are installed using open trenching. This is the installation technique where a trench is dug, in which the pipelines are laid. Dewatering can be applied to keep the trench dry.

HDD

Where there is insufficient space or significant damage is expected, a press technique or HDD is used. This

method is employed for crossing primary dikes, watercourses, forests, railways, highways, provincial roads, other water management structures, nature reserves, pipelines, high-voltage cable systems, and pipelines, and archaeologically valuable areas.

Tunnel installation techniques

Installation of an entry point

The entry point on the Ballonplaat consists of a reclaimed work area within a seawall. The activities for the construction of the entry point include the following steps: dredging an access channel, constructing a seawall, sand reclamation, installing breakwaters, constructing a quay, and dredging the harbour basin. The goal is to complete the entry point within two summer seasons.

Tunnel construction

After the entry point is completed, shafts are built. From these shafts, tunnel pipes can be drilled at depth. The shaft is constructed using diaphragm walls. The construction of the entry point and the shaft takes about 3 years. Subsequently, additional shafts and tunnel pipes can be constructed. The construction of the shaft and the drilling of the first tunnel pipes at the Eemshaven exit point are carried out in a similar manner to those at the entry point.

The tunnel pipes are drilled from both sides: from the entry point and the exit point. The total construction time for a 27 km tunnel pipe is approximately 3 years, in addition to the construction time for the entry point and the shafts.

IV

BIJLAGE: CIRCULARITEIT



PROGRAMMA AANSLUITING WIND OP ZEE (PAWOZ) - EEMSHAVEN

Notitie Circulariteit

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

7 FEBRUARI 2025

Project
Opdrachtgever

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

Titel
Organisatie
Werkpakket
Onderdeel
Soort
Discipline
Status
Voortgangpercentage
Projectnummer
Document Referentie

Notitie Circulariteit
RHW - Combi RHDHV & W+B
2.8 MER - Circulariteit
GEN - General
RP - Report
MR - MER
A1 - Client accepted
100%
BI9148
BI9148-RHW-2.8-GEN-RP-MR-031743

Datum

7 februari 2025

Adres

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

INHOUDSOPGAVE

0	SAMENVATTING	5
	LIJST VAN AFKORTINGEN	7
	LIJST VAN BEGRIPPEN	8
1	ALGEMENE INTRODUCTIE	10
1.1	Waarom deze notitie?	10
1.2	Waar gaat circulariteit over?	10
1.2.1	Waarom is circulariteit belangrijk?	10
1.2.2	Welke onderdelen vallen onder circulariteit?	11
1.2.3	Wat is nodig voor meer circulariteit?	11
2	NATIONAAL EN INTERNATIONAAL BELEID	12
2.1	Europese doelen	12
2.2	Nationale doelen voor circulaire economie	13
2.2.1	Circulariteit als onderdeel van tenders	15
2.2.2	Circulariteit als onderdeel van milieueffectrapportage (MER)/IEA.	16
3	CIRCULARITEIT EN PAWOZ	18
3.1	Introductie	18
3.2	Welke methode is gehanteerd voor vergelijking van PAWOZ-routes op circulaire aspecten?	18
3.2.1	Onderdelen en materialen voor de infrastructuur van PAWOZ (Stap 1)	18
3.2.2	Activiteiten in levensfasen (Stap 2)	20
3.2.3	Hoe kan circulariteit bevorderd worden binnen PAWOZ en wat zijn mogelijk onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 3)	21
3.3	Welke onderscheidende circulaire aspecten worden gehanteerd voor de PAWOZ-routes? (Stap 4)	22
3.4	Hoe scoren de PAWOZ-routes op onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 5)	23
4	CONCLUSIES	28

5	VERVOLGSTAPPEN: TOEPASSING OP PAWOZ	30
5.1	Vervolg uitwerking op projectniveau en projectMER/IEA	30
5.1.1	Circulair ontwerpproces	30
5.1.2	Marktscan	32
5.1.3	Geleerde lessen	32
5.1.4	Kennisdeling	32
5.1.5	Informatiebeheer en monitoring	32
	Laatste pagina	45
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Interview Gasunie	2
II	Interview TenneT	2
III	Interview Tunnelsysteem-Ontwerpteam PAWOZ	2
IV	Overzicht van combinaties voor routes	3

SAMENVATTING

Deze Notitie Circulariteit maakt deel uit van de milieueffectrapportage (planMER) voor het Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ). Het thema Circulariteit is samen met Klimaatadaptatie en Biodiversiteit in de NRD benoemd als overige relevante thema's. Circulariteit (en Klimaatadaptatie en Biodiversiteit) zijn niet in het in de NRD uitgewerkte beoordelingskader opgenomen. Ze zijn kwalitatief uitgewerkt in het planMER voor PAWOZ. Deze notitie behandelt circulaire aspecten van de PAWOZ-routes en bijbehorende elektriciteits- en waterstofinfrastructuur van PAWOZ op planMER-niveau. Ook belicht de notitie op hoofdlijnen hoe in de toekomst bij het ontwerpen van genoemde infrastructuur circulariteit als mede-ontwerpfactor kan worden toegepast.

Circulariteit draait om het gebruiken van minder primair materiaal en het sluiten van de materiaalketen om afval en milieubelasting te verminderen.

Gasunie en TenneT zijn aangewezen partijen voor de aanleg van de kabelsystemen en waterstofleidingen voor PAWOZ. Interviews met Gasunie en TenneT hebben inzicht gegeven in hoe deze organisaties circulariteit (willen) integreren in hun projecten, dus ook voor de realisatie van infrastructuur binnen PAWOZ.

Onderscheidende aspecten

Op dit moment zijn de PAWOZ-routes nog slechts op globaal niveau bepaald. Op basis van de beschikbare informatie, zijn in deze notitie de onderscheidende aspecten voor circulariteit geïnventariseerd. De routes zijn vervolgens op basis van deze aspecten onderling vergeleken en gerankt.

Vanuit circulariteitsoogpunt worden voor de PAWOZ-routes de volgende onderscheidende aspecten gehanteerd:

- A. **Primair:** de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
- B. **Secundair:** aanlegtechniek met als subcriteria:
 - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
 - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
 - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Vergelijking en ranking van de routes

De mate van circulariteit (ranking) is gebaseerd op de lengte van de route en de gekozen aanlegtechniek. Een kortere route met ondiep aangelegde kabelsystemen of leidingen zal meer circulair zijn dan een langere route met dieper aangelegde kabelsystemen en leidingen. Het valt op dit moment buiten de scope om in alle gevallen vergelijkingen te kunnen maken. Indien relevant zal hiervoor een nader onderzoek, zo nodig inclusief LCA-impactanalyse, moeten worden uitgevoerd.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

Hieronder zijn de kortste routes en hierdoor, ten aanzien van het aspect 'lengte', de meest circulaire routes weergegeven voor respectievelijk kabelsystemen naar TNW en DDW en voor leidingen naar TNW. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengte van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 4.1 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B (91 km), de II: Oude Westereems route A1 (44 km) en de II: Oude Westereems landroute A (9 km) de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B (61km), de II: Oude Westereems route A1 (44 km) en de II: Oude Westereems route II A (9 km) de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW is.

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C (61 km), de II: Oude Westereems route (49 km) en de II: Oude Westereems route A (8 km) de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW is.

Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.

Ranking voor aanlegtechnieken op circulariteit (onderscheidend aspect B)

De mogelijke aanlegtechnieken zijn op basis van circulariteit als volgt gerangschikt:

- 1 Horizontal Directional Drilling (HDD): HDD scoort het hoogst op circulariteit vanwege minder grondverzet en lager energieverbruik, ondanks de grotere aanlegdiepte;
- 2 Sleuf/Open Ontgraving: Deze methode scoort gemiddeld op circulariteit, met meer vulmateriaalgebruik maar minder gespecialiseerde materialen dan HDD;
- 3 Tunnelsystemen: Tunnelsystemen scoren het laagst op circulariteit vanwege het grote grondverzet en de aanzienlijke hoeveelheid extra materiaal die nodig is.

Conclusies ten aanzien van combinaties van routelengte en aanlegtechniek

Voor combinaties van routelengte en aanlegtechniek kunnen de volgende (algemene) conclusies worden getrokken: kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen zijn aangelegd met HDD zijn over het algemeen meer circulair. Verdere analyse, inclusief levenscyclusanalyse (LCA), is nodig om de meest circulaire combinatie van routelengte en aanlegtechniek te bepalen.

Nuancering voor tunnelsystemen

Tunnelsystemen onder de Waddenzee kunnen nodig zijn om ecologische effecten te minimaliseren, ondanks hun lagere circulariteit. Deze systemen bieden voordelen zoals langere levensduur en betere terugwinbaarheid van materialen, wat hun circulariteit op lange termijn kan verbeteren. De huidige inschatting is echter dat in circulair opzicht de voordelen niet opwegen tegen de nadelen. Volgens deze inschatting biedt een tunnelsysteem dus een minder circulaire oplossing, dan de aanleg van een kabelsysteem of leiding in de zeebodem. Indien de X: Tunnel route (met tunnelsystemen) wordt gekozen, dan ligt de uitdaging vanuit circulair oogpunt in het optimaliseren van de tunnelconstructie en de benodigde materialen.

Toekomstige Stappen

In de projectMER-fase die volgt wordt het ontwerp verder uitgewerkt. Op basis hiervan kunnen meer circulaire maatregelen worden bepaald.

LIJST VAN AFKORTINGEN

AC	Alternating Current (wisselspanning). Wisselstroom is een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Vrijwel het hele elektriciteitsnet in Nederland maakt gebruik van dit type stroom
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CSRM	Critical and Strategical Raw Materials, (kritische en strategische grondstoffen); grond-stoffen die essentieel zijn voor de economie en strategische sectoren, maar die een hoog risico lopen op verstoring van de levering
DC	Direct Current (gelijkstroom)
DDW	Doordewind offshore windpark
EC	Europese Commissie
ECI	Environmental Cost Indicator (Milieukostenindicator, MKI)
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
EMVI	Economisch Meest Voordelige Inschrijving
EP	Europese Parlement
ETS	Emissions Trading System
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GIS	Geografische Informatie Systemen
HDD	Horizontal Directional Drilling. Oftewel: een gestuurde boring
IEA	Integrale Effectenanalyse
IMVO	Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
LCA	Levenscyclusanalyse
mer	Milieueffectrapportage (procedure)
MER	Milieueffectrapport (product)
MFA	Material Flow Analysis: materiaalstroomanalyse
MKI	Milieukostenindicator
NGT	Nationale Gastransportleiding
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030
OSS	Offshore Sub Station, platform op zee
PAWOZ	Programma Aansluiting Wind Op Zee
PE	Polyethyleen (PE),
PlanMER	PlanMER (Plan-Milieueffectrapportage) is een proces waarbij de milieueffecten van een voorgenomen plan of programma systematisch worden onderzocht en beoordeeld, om zo duurzame besluitvorming te bevorderen.
ROV	Remote Operated Vehicle
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
TNW	Ten Noorden van de Waddeneilanden offshore windpark
VKA	Voorkeursalternatief
WN	Waterstofnetwerk Nederland
XLPE	Cross-linked polyethyleen.

LIJST VAN BEGRIPPEN

Aspect (milieuaspect)	Een aspect/milieuaspect is een onderwerp dat binnen een MER wordt onderzocht. Bijvoorbeeld het aspect 'Bodem en Water'. Elk aspect is vertaald naar één of meerdere deelaspecten. Bijvoorbeeld het deelaspect 'Bodem' of 'Grondwater' binnen het aspect 'Bodem en water'.
Beoordelingskader	Lijst met daarin alle criteria die per (milieu)aspect onderzocht worden in het MER.
Beoordelingsschaal	Schaal die aangeeft hoe een criterium beoordeeld wordt in het MER. Deze schaal maakt onderscheid tussen positieve, neutrale en negatieve beoordelingen.
Circulariteit	Principes en praktijken die gericht zijn op het sluiten van materiaalkringlopen, minimaliseren van afval, en maximaliseren van hergebruik en recycling van materialen en grondstoffen.
Circulaire aspecten	Verschillende elementen en factoren binnen een systeem of proces die bijdragen aan het sluiten van materiaalkringlopen, het minimaliseren van afval, en het maximaliseren van hergebruik en recycling. Deze aspecten kunnen betrekking hebben op ontwerp, productie, gebruik, en eindelevensduur-management van producten en materialen, en omvatten zaken als materiaalkeuze, energie-efficiëntie, demontagegemak, en levensduurverlenging.
Circulaire economie	Dit is een economisch model dat gebaseerd is op de principes van circulariteit. Het gaat verder dan alleen het hergebruiken van materialen en richt zich op het herontwerpen van economische systemen om duurzaamheid en regeneratie te bevorderen. In een circulaire economie worden bedrijfsmodellen, productieprocessen, en consumentengedrag zo ingericht dat ze bijdragen aan het behouden van waarde binnen de economie door middel van hergebruik, reparatie, refurbishing, en recycling.
Circulaire maatregelen	Concrete acties en beleidsinitiatieven die gericht zijn op het toepassen van de principes van de circulaire economie. Deze acties kunnen variëren van het bevorderen van hergebruik en recycling van materialen, het optimaliseren van productieprocessen om afval te minimaliseren, en het stimuleren van circulair ontwerp, tot het invoeren van regelgeving die duurzame bedrijfsmodellen ondersteunt.
Circulaire ontwerpprincipes	Richtlijnen voor het ontwerpen van producten, systemen en infrastructuur met als doel het minimaliseren van afval en het maximaliseren van hergebruik en recycling. Deze principes omvatten het gebruik van duurzame en hernieuwbare materialen, het faciliteren van eenvoudige demontage, en het verlengen van de levensduur van producten door middel van reparatie en her-fabricage. Het uiteindelijke doel is om gesloten kringlopen te creëren waarin materialen continu worden hergebruikt, waardoor de druk op natuurlijke hulpbronnen en het milieu wordt verminderd.
Criterium	Een criterium is een maatstaf die gebruikt wordt om een (milieu)aspect of deelaspect in het MER te beoordelen. Bijvoorbeeld het criterium

‘Zetting’ om voor het deelaspect ‘Grondwater’ te beschrijven wat het effect is van grondwaterverlaging.

Gasunie	Gasunie is een netwerkbedrijf voor energie. Via Hynetwork Services (een 100% dochteronderneming van Gasunie) ontwikkelt Gasunie het waterstofnetwerk op land, Waterstofnetwerk Nederland. En Gasunie maakt zich klaar om ook het waterstofnetwerk op zee te ontwikkelen.
PlanMER	Het MER voor een plan of programma. PAWOZ-Eemshaven heeft een planMER.
Programma	Een programma is een instrument onder de Omgevingswet. Het vat het nieuwe beleid op hoofdlijnen samen en is kaderstellend (geeft de grenzen aan) voor nieuwe plannen of projecten. PAWOZ-Eemshaven resulteert in een programma. Dit is een notitie waarin beschreven staat welke routes wel/niet kunnen en een prioritering. Dit wordt ook het programma-beleidsdocument genoemd.
Primair materiaal	Grondstoffen die voor het eerst worden gewonnen en gebruikt in de productie van goederen en producten. Primair materiaal komt direct uit natuurlijke bronnen zoals mijnbouw, landbouw of bosbouw en heeft nog niet eerder een functionele levenscyclus doorlopen.
ProjectMER	Het MER voor een projectbesluit dat het vervolg kan zijn op PAWOZ-Eemshaven. Een projectMER kent een groter detailniveau dan een planMER.
Refurbishment	Het herstellen en/of opknappen van gebruikte producten om hun levensduur te verlengen.
Secundair materiaal	Grondstoffen die afkomstig zijn van hergebruikte of gerecyclede producten en materialen. In plaats van nieuw gewonnen primaire materialen, worden secundaire materialen teruggewonnen uit afvalstromen en opnieuw ingezet in productieprocessen.
Subcriterium	Een subcriterium is een specifieke maatstaf die wordt gebruikt om een deelaspect van een breder criterium in meer detail te beoordelen binnen het MER (Milieu Effect Rapportage).
TenneT	TenneT is in Nederland de beheerder van het elektriciteitsnet vanaf een spanningsniveau van 110 kV. Ook beheert TenneT het Net op zee.
Tie-in	(Koppeling voor waterstofleidingen) Een technische aansluiting die wordt gebruikt om een (nieuwe) waterstofleiding te verbinden met een (bestaand) leidingnetwerk of systeem.

1

ALGEMENE INTRODUCTIE

1.1 Waarom deze notitie?

Het doel van het Programma Aansluiting Wind Op Zee - Eemshaven (hierna: PAWOZ) is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen en leidingen in de Noordzee, het Waddengebied en op het vasteland aan te leggen. Op elke route zijn er uitdagingen, omdat er bepaalde regels gelden en er andere gebruikers zijn. Per route wordt onderzocht hoeveel beschikbare ruimte er is. En de routes worden geprioriteerd. Dit betekent dat de ene route de voorkeur krijgt boven een andere route. Als er in de toekomst windparken worden ontwikkeld, dan worden routes uit PAWOZ gebruikt om de windparken aan te sluiten. PAWOZ draagt zo bij aan het aansluiten van windparken op zee en daarmee aan het terugbrengen van de Nederlandse CO₂-uitstoot. Deze offshore windparken en/of nabij geplaatste elektrolyzers zijn gelegen op het noordelijke gedeelte van het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het thema Circulariteit is samen met Klimaatadaptatie en Biodiversiteit in de NRD benoemd als overige relevante thema's. Circulariteit (en Klimaatadaptatie en Biodiversiteit) zijn niet in het in de NRD uitgewerkte beoordelingskader opgenomen. Ze worden kwalitatief uitgewerkt in het planMER voor PAWOZ, deze notitie ziet alleen op het thema Circulariteit.

1.2 Waar gaat circulariteit over?

Circulariteit draait allereerst om het zoveel mogelijk hergebruiken van materialen en het sluiten van de keten. Met keten wordt bedoeld de volledige levenscyclus van een product of materiaal, van de winning van grondstoffen, productie en gebruik, tot en met de uiteindelijke verwerking en hergebruik van afvalstoffen. Dit betekent dat producten en grondstoffen zo veel mogelijk opnieuw worden gebruikt, gerepareerd, en gerecycled, zodat er zo min mogelijk afval en verspilling is. In een *circulaire economie* worden materialen die nu als afval worden beschouwd, hergebruikt, waardoor we minder nieuwe grondstoffen uit de aarde nodig hebben. Hiervoor is onder andere goede informatie nodig over de productiewijze, historie en/of samenstelling van materialen of onderdelen.

Ook de beschikbaarheid van materialen is een cruciaal aspect. Dit geldt met name voor de zogenaamde kritische en strategische materialen (Critical and Strategical Raw Materials, CSRMs). Voor deze materialen is de oorsprong en leveringszekerheid van groot belang, omdat de aanvoer bijvoorbeeld door geopolitieke redenen onder druk kan komen te staan. Bovendien zijn deze materialen relatief schaars, waardoor hergebruik extra belangrijk wordt. Steeds vaker wordt materiaal- of productinformatie verstrekt in de vorm van een materiaal- of productpaspoort.

1.2.1 Waarom is circulariteit belangrijk?

De aarde beschikt over eindige hoeveelheden materialen. Ook zijn er grenzen aan wat de planeet aan kan op het gebied van milieubelasting. Circulariteit speelt een cruciale rol doordat het hergebruiken van materialen de druk op natuurlijke hulpbronnen vermindert en de milieu-impact verkleint. Door circulaire processen toe

te passen, kunnen we de levensduur van materialen en onderdelen verlengen, wat leidt tot een duurzamer gebruik van beschikbare grondstoffen en een verminderde afhankelijkheid van nieuwe grondstoffen.

1.2.2 Welke onderdelen vallen onder circulariteit?

Circulariteit heeft verschillende facetten die samen bijdragen aan een duurzamer gebruik van hulpbronnen. Allereerst gaat het om het gebruik van primaire en secundaire materialen. Primaire materialen zijn nieuw gewonnen grondstoffen, terwijl secundaire materialen afkomstig zijn uit recyclingprocessen. Daarnaast spelen hulpstoffen een belangrijke rol. Dit omvat alle stoffen die nodig zijn bij de productie en het onderhoud van infrastructuur, zoals smeermiddelen en koelmiddelen. Tot slot zijn er de overige circulaire aspecten, waaronder energiegebruik, CO₂-emissies en andere vormen van milieubelasting, zoals de productie van (gevaarlijk) afval en geluid.

1.2.3 Wat is nodig voor meer circulariteit?

Om circulariteit te bevorderen en duurzamer gebruik van hulpbronnen te realiseren, zijn verschillende strategieën en maatregelen van essentieel belang. Allereerst is circulair ontwerpen een cruciale stap. Circulair ontwerpen begint met preventie, dat wil zeggen voorkomen dat materialen/grondstoffen überhaupt nodig zijn. Hieronder valt ook het zoeken naar materiaal-arme(re) oplossingen. Deze benadering draagt bij aan de reductie van materiaalgebruik en onderdelen. Daarnaast worden producten en infrastructuur zodanig ontworpen, dat ze eenvoudig te demonteren en te recyclen zijn, waardoor materialen efficiënt kunnen worden hergebruikt en hoogwaardige verwerking na gebruik mogelijk wordt. Een volgende stap is het implementeren van circulair produceren. Dit betekent dat productieprocessen worden geoptimaliseerd om afval te minimaliseren en hergebruik te maximaliseren. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van gerecyclede materialen en duurzame productiemethoden. Dit valt onder de strategie van vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen. Verder is het implementeren van circulaire principes in alle fasen van de levenscyclus van infrastructuur van groot belang. Circulaire principes omvatten circulair bouwen, waarbij duurzame materialen worden gebruikt en constructies worden ontworpen met het oog op demontage en hergebruik. Ook circulaire bedrijfsvoering, onderhoud, reparatie en sloop spelen een essentiële rol. Door gedurende de hele levensduur van infrastructuur te zorgen voor duurzame en herbruikbare oplossingen, kan levensduurverlenging worden gerealiseerd.

Door consistent gebruik te maken van de vier belangrijke circulaire strategieën kan circulariteit worden bevorderd en kunnen we een belangrijke bijdrage leveren aan een circulaire economie, te weten:

- 1 reductie van materiaalgebruik en onderdelen;
- 2 vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen;
- 3 hoogwaardige verwerking na gebruik; en;
- 4 levensduurverlenging.

Voor een circulaire economie is transparantie cruciaal, vooral wat betreft de herkomst en samenstelling van materialen. Beschikbare informatie hierover helpt bij het maken van duurzame keuzes, waarborgt de kwaliteit en veiligheid van producten, en vergemakkelijkt recycling. Het Circulair Product Paspoort (CPP) speelt voor recycling een belangrijke rol door gedetailleerde informatie over een product, zoals gebruikte materialen en hergebruiksmogelijkheden, beschikbaar te maken. Daarnaast vraagt TenneT om grondstofpaspoorten om circulariteit inzichtelijk te maken, een initiatief dat zij delen met andere netbeheerders. Deze grondstofpaspoorten bieden inzicht in de herkomst en samenstelling van de gebruikte grondstoffen, wat essentieel is voor het bevorderen van een duurzame en circulaire economie. Het CPP en de grondstofpaspoorten samen bevorderen innovatie, traceerbaarheid en verantwoord gebruik van materialen, en ondersteunen beleidsvorming gericht op duurzaamheid.

NATIONAAL EN INTERNATIONAAL BELEID

De transitie naar een circulaire economie is een cruciaal onderdeel van duurzaamheidsbeleid op zowel nationaal als internationaal niveau. Deze notitie circulariteit belicht de relevante beleidskaders, wetgevingen, en plannen die de circulaire economie bevorderen, met een specifieke focus op de context van offshore windenergie en de bijbehorende infrastructuur. Dit hoofdstuk is van belang, aangezien het inzicht biedt in de bestaande en toekomstige richtlijnen die van invloed zijn op de ontwikkeling en exploitatie van offshore windparken, elektriciteitskabels, en waterstofleidingen. De relevantie van deze beleidskaders is dat ze de randvoorwaarden en stimulansen bepalen voor de circulaire principes die in het Programma van PAWOZ kunnen of moeten worden toegepast. Dit heeft direct invloed op de ontwerpkeuzes, materiaalgebruik, en de uiteindelijke milieu-impact van de infrastructuurprojecten.

Het hoofdstuk behandelt naast beleid ook wetgeving, strategische plannen, en programma's die bijdragen aan de circulaire economie. Dit geïntegreerde overzicht helpt om de samenhang tussen verschillende beleidsniveaus en sectorale initiatieven te begrijpen en hoe deze de doelstellingen van PAWOZ ondersteunen.

2.1 Europese doelen

Vanuit het Europese Parlement (EP) en de Europese Commissie (EC) is beleid geformuleerd met betrekking tot circulariteit, windenergie en offshore kabels en leidingen. Dit beleid is vooral stimulerend en nog weinig normatief of kaderstellend.

Europese plannen en wetgeving voor meer circulariteit

De Europese Unie (EU) heeft onder de noemer 'Fit for 55' beleid en wetgeving ontwikkeld met betrekking tot klimaat. Dit pakket aan maatregelen heeft invloed op materiaalgebruik, en omvat onder andere Emissions Trading System (ETS), Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) en 'duurzaam inkopen' (green procurement). Ook bevordert de EU duurzaamheid en circulaire economie via verschillende initiatieven, zoals de Europese Green Deal.

De EC heeft plannen om de circulaire economie te stimuleren door middel van beleid en wetgeving, ten aanzien van het bevorderen van hergebruik, recycling en duurzaam ontwerp. Hieronder volgen enkele illustratieve voorbeelden van Europese (beleids)plannen en wetgeving. Deze beleidsinstrumenten bevatten algemene circulaire principes, die ook van toepassing zijn op kabels en waterstofleidingen voor offshore windparken en elektrolyzers.

EC Actieplan voor de Circulaire Economie

De EC heeft een Circulaire Economie Actieplan opgesteld om de overgang naar een circulaire economie te versnellen. Dit plan bevat concrete maatregelen om duurzaamheid te bevorderen, zoals het verminderen van afval, het bevorderen van hergebruik en recycling, en het stimuleren van duurzaam ontwerp. Het actieplan omvat doelstellingen voor recyclingpercentages, het verminderen van stortplaatsafval en het bevorderen van ecodesign. Ecodesign betekent in dit geval, dat producten zo worden ontworpen dat ze langer meegaan, gemakkelijker kunnen worden gerepareerd en recyclebaar zijn.

Afvalbeheerwetgeving; Kaderrichtlijn Afvalstoffen

De EC heeft wetgeving aangenomen om afvalbeheer te verbeteren, zoals de Kaderrichtlijn Afvalstoffen en de Richtlijn Kunststofproducten voor eenmalig gebruik (Richtlijn EU 2019/904 Single-Use Plastics Directive, aangenomen in 2019). Deze wetgeving bevordert recycling en vermindert de impact van afval op het milieu. Volgens Kaderrichtlijn Afvalstoffen, Richtlijn 2008/98/EG) moet 70 % van bouw- en sloopafval gerecycled en nuttig worden toegepast. Hergebruik van elektriciteitskabels en waterstofleidingen van offshore windparken en elektrolyzers wordt op dit moment echter nog niet toegepast (2020). Technische complexiteit en hoge kosten van demontage en hergebruik maken het economisch minder aantrekkelijk zonder financiële prikkels. Daarnaast ontbreken duidelijke regelgeving en standaarden, wat implementatie bemoeilijkt. Kwaliteits- en veiligheidszorgen over hergebruikte materialen spelen ook een rol, evenals een gebrek aan bewustzijn en kennis binnen de industrie. Tot slot vormen logistieke uitdagingen bij het transporteren en verwerken van grote offshore componenten een bijkomende hindernis.

Financiële Instrumenten

De EC ondersteunt circulaire initiatieven via financieringsprogramma's, zoals het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) en het Horizon Europe-programma. Deze fondsen stimuleren projecten gericht op circulariteit en duurzaamheid.

Offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen

Specifiek Europees beleid gericht op circulariteit van offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen is er op dit moment nog niet. Toch worden deze onderwerpen besproken in het bredere kader van energie-infrastructuur en de energietransitie binnen diverse Europese beleidsfora en instellingen, zoals de Europese Commissie, het Europees Parlement, en in werkgroepen en commissies die zich richten op energie, milieu en duurzaamheid. Daarnaast kunnen ze ook aan bod komen in bijeenkomsten en conferenties georganiseerd door relevante Europese agentschappen en samenwerkingsverbanden tussen lidstaten.

De discussie over de circulariteit van offshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen wordt gevoerd door beleidsmakers, deskundigen en stakeholders uit verschillende sectoren, waaronder vertegenwoordigers van de Europese Commissie, leden van het Europees Parlement, nationale overheden, industrie-experts, milieuorganisaties, en academische onderzoekers. Deze diverse groep belanghebbenden werkt samen om richtlijnen en strategieën te ontwikkelen die de energietransitie ondersteunen en bijdragen aan duurzame energie-infrastructuur.

2.2 Nationale doelen voor circulaire economie

Nederland heeft de ambitie om in 2050 volledig circulair te zijn. Het circulaire-economiebeleid was tot op heden vooral gericht op vrijwilligheid en vrijblijvendheid. De Nederlandse overheid vindt dat meer richtinggevend en dwingende maatregelen nodig zijn. In het [Nationaal Programma Circulaire Economie 2023-2030](#) (NPCE) is daarom een mix van beprijzende, normerende en stimulerende maatregelen opgenomen.

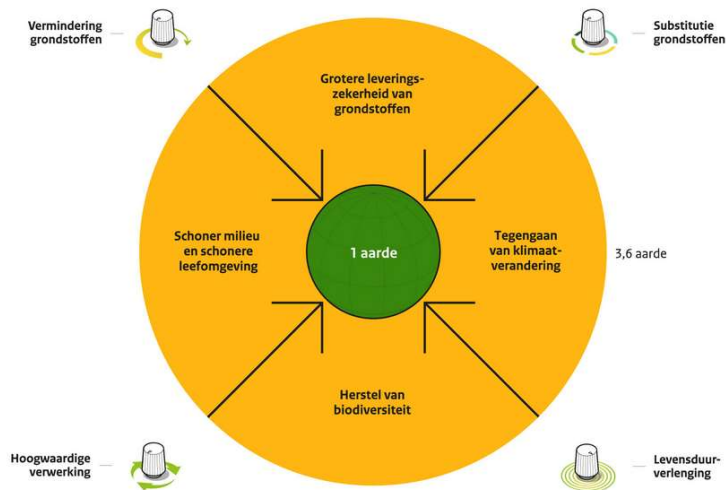
In het NPCE zijn vier belangrijkste strategieën genoemd om genoemde ambitie te halen, die consistent zijn met de in Hoofdstuk 3 voor PAWOZ gehanteerde circulaire strategieën:

- 1 reductie (vermindering) van materiaalgebruik (grondstoffen):
 - het verminderen van de Nederlandse grondstoffenvoetafdruk, zowel vanuit productie- als consumptieperspectief;
- 2 vervanging (substitutie) door meer circulaire materialen of onderdelen (grondstoffen):
 - het zoveel mogelijk vervangen van primaire grondstoffen door secundaire grondstoffen en duurzame hoogwaardige biograndstoffen. Of het gebruik van andere beschikbare grondstoffen met een lagere milieudruk;
- 3 levensduurverlenging:
 - het aansturen op een maximale levensduur voor producten en onderdelen, onder meer door hergebruik, refurbishment en reparatie;

4 hoogwaardige verwerking na gebruik:

- het verbeteren van schone, goed gesorteerde inzamelstromen en terugwinning van materialen om materialen tot op een gelijkwaardig niveau als het oorspronkelijke materiaal te recycleren.

Afbeelding 2.1 Circulaire strategieën. Legenda: Door het draaien aan de knoppen kunnen we de effecten van het grondstoffengebruik terugbrengen binnen de draagkracht van de aarde. Bron: NPCE



Het genoemde NPCE richt zich onder andere circulaire maatregelen met betrekking tot onshore en offshore windparken, inclusief de aansluitingen van deze windparken. Hierbij worden circulaire strategieën toegepast om de circulaire economie te bevorderen en de milieu-impact te verminderen. Het effectdoel voor windparken is bijdragen aan 2,2 Mton CO₂-reductie (scope 1 en 2) en bijdragen aan het verbeteren van de leveringszekerheid van de maakindustrie. Het NPCE wil de milieu-impact verminderen om bij te dragen aan een duurzamer, gezonder en veerkrachtiger toekomst voor mens en planeet.

Het NPCE noemt drie circulariteitsdoelen voor deze industrie-sector:

- 1 100 % secundair gebruik van windturbine-materialen in 2050;
- 2 verplichte toepassing van secundaire (gerecyclede) materialen in een windturbine;
- 3 verminderen inzet van primaire ('maagdelijke') materialen.

Het NPCE noemt de volgende hiervan afgeleide circulaire maatregelen met betrekking tot windenergie:

- 1 circulaire tendercriteria: de overheid zal circulariteit en Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen opnemen als kwalitatieve randvoorwaarde in tenders voor windenergie op zee. Er zal gestuurd worden op het gebruik van gerecyclede materialen in windturbines;
- 2 100 % traceerbaarheid van materialen: deze maatregel beoogt het bereiken van 100 % traceerbaarheid van materialen in waardeketens tegen 2030, wat bijdraagt aan de bevordering van circulaire praktijken;
- 3 samenhangend onderzoeksprogramma: een onderzoeksprogramma opgezet om circulariteit van hernieuwbare elektriciteit op zee te bevorderen, inclusief het recycleren van materialen en het hergebruiken van bestaande olie- en gasinfrastructuur;
- 4 inkoop circulaire windparken op land versnellen: Er wordt gewerkt aan het versnellen van de inkoop van circulaire windparken op land, waarbij een buyer-group is opgericht om een overkoepelende marktvisie en ondersteunend beleid te ontwikkelen;
- 5 afweging tussen circulariteit en CO₂-reductie: Er wordt gewerkt aan het ontwikkelen van een meetmethode om de milieu-impact van circulaire strategieën te bepalen en om een goede balans te vinden tussen circulariteit van materialen en CO₂-reductie;
- 6 harmonisatie van beleid inzake windenergie: Er wordt gestreefd naar harmonisatie van beleid binnen de windindustrie, zowel nationaal als internationaal, om de circulaire praktijken te bevorderen en efficiëntie te vergroten.

Hoewel deze maatregelen niet in alle gevallen direct betrekking hebben op elektriciteitskabels en waterstofleidingen, kunnen ze wel de circulariteit van deze onderdelen verbeteren. Deze maatregelen stimuleren hergebruik en recycling van materialen, creëren markten voor circulaire producten en diensten, ontwikkelen innovatieve oplossingen en technologieën, en harmoniseren beleid om uniforme circulaire praktijken te ondersteunen. De maatregelen 2, 3, 5 en 6 hebben betrekking op elektriciteits- of waterstofverbindingen van offshore windparken. Maatregel 1 richt zich voornamelijk op de windturbines en maatregel 4 is specifiek gericht op windparken op land.

Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI).

Voor infrastructuur is een concreet nationaal programma Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI). Dit programma richt zich niet specifiek op energie-infrastructuur, maar de elektriciteit- en waterstofnetwerken vallen hier ook onder. Het programma heeft als doel om onze infrastructuur tegen 2030 zo veel mogelijk klimaatneutraal en circulair aan te leggen en te onderhouden. Dit initiatief wordt gedreven door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat en ProRail. Het streven is om CO₂-uitstoot, fijnstof en stikstof te verminderen en het gebruik van primaire materialen te beperken.

Programma Schoon en Emissieloos Bouwen

Het programma Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) streeft naar een succesvolle transitie naar schoon en emissieloos bouwen in 2030 en daarna. In samenwerking met medeoverheden, marktpartijen en kennisinstellingen wordt één aanpak ontwikkeld voor de hele bouwsector. SEB ondersteunt overheden, marktpartijen en brancheorganisaties bij het schoner en emissieloos uitvoeren van bouw-, onderhouds- en sloopprojecten. Dit omvat ook de aanleg van offshore en onshore elektriciteitskabels en waterstofleidingen voor het transport van offshore geproduceerde elektriciteit en waterstof. In SEB zijn Gasunie en TenneT convenantpartners.

Groene netten

Het Nederlandse programma Groene netten is een samenwerkingsverband tussen verschillende infrastructuurbeheerders, waaronder ProRail, Rijkswaterstaat, KPN, Alliander, Enexis, TenneT, Gasunie en Stedin. Hun gezamenlijke doel is het realiseren van klimaatneutrale en circulaire infrastructuren. Ze zetten in op energiebesparing, het gebruik van honderd procent duurzame energie en het toepassen van circulaire principes in hun bedrijfsvoering. Bijvoorbeeld door het ontwikkelen van kabels met een lange levensduur en het circulair ontmantelen van oude kabels.

Circular Economy Strategy (CES) en Climate Transition Plan (CTP) van TenneT

TenneT heeft eind 2023 een Circular Economy Strategy (CES) opgesteld, wat in de komende jaren moet gaan leiden tot steeds meer circulair verantwoorde keuzes. In de CES staan drie circulaire principes: ontwerpen, inkopen en terugwinnen. Komende jaren worden doelstellingen en KPI's richting 2030 voor elke categorie activiteiten ontwikkeld, waarmee effectief kan worden gestuurd en resultaten kunnen worden gemonitord. In het interview (zie Bijlage: Interview TenneT) wordt gesproken over het Climate Transition Plan, wat een overkoepelend plan is.

2.2.1 Circulariteit als onderdeel van tenders

Circulariteit in windkavel-tenders

De Nederlandse overheid (RVO) heeft het thema circulariteit voor het eerst geïntroduceerd in de tender voor de kavels Alpha en Beta van het offshore windpark IJmuiden Ver. In de tender waren criteria opgenomen om meer inzicht te krijgen in de circulaire situatie van het te bouwen windpark, inclusief de zogenaamde Inter Array (IA) elektriciteitskabels. Concreet betekent dit dat initiatiefnemer werd gevraagd inzicht te bieden in de circulaire kenmerken van de gebruikte materialen en onderdelen, en ook in de toegepaste circulaire maatregelen voor het windpark. De gevraagde aanlevering van circulaire informatie had betrekking op de hoeveelheden van de ingezette materialen, het aandeel hergebruikte materialen of onderdelen, de herkomst van de gebruikte materialen en de uitstoot van CO₂ voor de materialen en onderdelen. Tevens werd gevraagd per levensfase voor gedefinieerde onderdelen van het windpark circulaire maatregelen aan te geven. Deze maatregelen moesten voor vier circulaire ontwerpstrategieën worden beschreven, zoals

genoemd in paragraaf 1.2.3. In deze tender waren geen eisen opgenomen ten aanzien van ambities of minimaal te behalen circulariteitsdoelen.

Standaardisatie en duurzaamheid in windenergie

TenneT heeft ervoor gekozen om het 2 GW-concept toe te passen op de elektrische verbindingen voor het ontsluiten van windparken verder uit de kust dan 100 km vanwege het beperken van transportverliezen. Dit is ook meer duurzaam. Hoewel duurzaamheid niet de oorspronkelijke reden was voor de standaardisatie van het 2 GW-concept, heeft het een gunstig effect op het gebruik van materiaal en onderdelen. Het belangrijkste voordeel is dat de gelijkstroomverbinding (DC) minder transportverliezen heeft.

Het standaard ontwerpconcept betekent dat er niet telkens opnieuw een uniek ontwerp wordt gemaakt. Voor opeenvolgende projecten worden 'lessons learned' toegepast, wat leidt tot verbeteringen. Hierbij spelen circulariteit en duurzaamheid een steeds belangrijkere rol. Een ander voordeel van standaardisatie is dat reserveonderdelen nu voor meerdere projecten kunnen worden gebruikt. Dit is circulariteit 'pur sang'.

Voor de 700 MW-AC-platforms en AC-kabelsystemen begon TenneT in de loop van de eerste projecten toe te werken naar een standaard. Mocht het noodzakelijk zijn dat TNW elektrisch ontsloten wordt, dan wordt een standaard ontwerp gebruikt en worden 'lessons learned' toegepast. Dit past bij circulaire ontwerpprincipes, waarbij de 2 GW-DC-verbinding een meer circulair ontwerp is dankzij standaardisatie.

Circulariteit in net op zee-tenders

Circulariteit neemt ook in tenders voor elektriciteitsnetten op zee een steeds belangrijkere plaats in. Zo heeft TenneT vanaf 2021 de milieukostenindicator (MKI of ECI) in alle 2 GW offshore tenders voor kabels en platforms al een kwantitatief EMVI-criterium toegepast, zowel in Nederland als in Duitsland.

Circulariteit in de tender voor IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I

Op het moment van schrijven is er nog geen nadere informatie over verdere voor windparken te behalen doelen of toe te passen maatregelen ten aanzien van circulariteit. In een kamerbrief van 31 mei 2024 gaf de toenmalig minister van EZK aan, dat hij voornemens is voor de tenders voor de offshore windparken IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I een opzet te kiezen met een vergelijkende toets en een financieel bod. Hierbij is, naast ecologie, IMVO en systeemintegratie, circulariteit genoemd als een van de onderwerpen voor de vergelijkende toets.

2.2.2 Circulariteit als onderdeel van milieueffectrapportage (MER)/IEA.

Circulariteit wordt tegenwoordig veelal als aanvullend duurzaamheidsthema opgenomen in milieueffectrapportages/IEA's voor net-op-zee-projecten. Routes kunnen op onderscheidende aspecten van dit thema worden beoordeeld. Hierdoor kan voor deze aspecten een vergelijking tussen de routes worden gemaakt.

Circulariteit als beoordelingscriterium in een MER verschilt van de traditionele milieueffecten omdat het zich richt op de levenscyclus van materialen en hulpbronnen. Het doel van circulariteit is om afval te minimaliseren en het gebruik van nieuwe grondstoffen te beperken door hergebruik, reparatie, en recycling te bevorderen om uiteindelijk daarmee bij te dragen aan een lagere ecologische footprint. Circulariteit gaat dus minder over specifieke lokale, ruimtelijke en milieueffecten, maar meer over systemische veranderingen die leiden tot een duurzamer gebruik van hulpbronnen in de gehele keten van winning van grondstoffen tot en met het einde van levenscyclus en hopelijk de start van een nieuwe (cradle-to-cradle).

Bij het opnemen van circulariteit als beoordelingscriterium in een MER, worden geen directe milieueffecten gemeten, maar wordt geëvalueerd hoe goed alternatieven bijdragen aan een circulaire economie. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat een alternatief hoger scoort als het materialen gebruikt die gemakkelijk te recycleren zijn of als het ontwerp zodanig is dat onderdelen eenvoudig vervangen of gerepareerd kunnen worden. Tevens wordt de aandacht gevestigd op de wijze waarop in de volgende (project)-fase gewerkt kan worden aan een zo circulair mogelijke toepassing / uitvoering.

Opmerking

Voor het planMER voor PAWOZ is circulariteit in paragraaf. 5.2.1.3 van de NRD als een 'overig relevant thema' benoemd. Er is in de NRD geen beoordelingscriterium uitgewerkt. Conform de NRD wordt circulariteit in Hoofdstuk 3 kwalitatief uitgewerkt.

3

CIRCULARITEIT EN PAWOZ

3.1 Introductie

Het doel van PAWOZ is om te onderzoeken waar voldoende ruimte is om kabelsystemen, leidingen en de bijbehorende stations in de Noordzee, het Waddengebied en op het vasteland aan te leggen. Het gaat in elk geval om de ruimte voor het aansluiten van TNW en DDW. En verder is onderzocht hoeveel ruimte er nog meer is voor de ontsluiting van toekomstige windparken. Circulariteit wordt in deze notitie als extra duurzaamheidsthema gebruikt om in het planMER/IEA PAWOZ-routes te vergelijken.

De partijen die circulaire maatregelen voor PAWOZ kunnen toepassen zijn in eerste instantie de initiatiefnemers Gasunie voor de waterstofleidingen en TenneT voor de kabelsystemen. Beide partijen zullen derden inhuren voor de levering en de aanleg van de infrastructuur. Met beide bedrijven zijn interviews gehouden. Hierbij is informatie verkregen over op welke wijze beide organisaties, zowel algemeen als binnen PAWOZ, invulling willen geven aan circulariteit. Ook is gesproken met een vertegenwoordiger van het ontwerpteam voor de tunnelopties. Korte weergaven van de interviews zijn opgenomen in de [Bijlagen](#). Voor zover van toepassing voor PAWOZ is genoemde informatie van de interviews in de Hoofdstukken 3 en 4 van deze notitie verwerkt.

3.2 Welke methode is gehanteerd voor vergelijking van PAWOZ-routes op circulaire aspecten?

Gehanteerde methode in 5 stappen

Om de PAWOZ-routes op circulariteit te vergelijken, zijn de volgende stappen doorlopen:

- **stap 1:** paragraaf 3.2.1 beschrijft de verschillende onderdelen en materialen van de elektrische- en waterstofverbindingen;
- **stap 2:** een beschrijving van de bij de infrastructuur behorende activiteiten in de verschillende levensfasen is gegeven (zie 3.2.2);
- **stap 3:** de onderscheidende circulaire aspecten zijn geïdentificeerd aan de hand van de vier gangbare circulaire strategieën, zoals beschreven in paragraaf 1.2.3 (zie 3.2.3);
- **stap 4:** op basis hiervan zijn de voor de PAWOZ-routes te hanteren onderscheidende circulaire aspecten bepaald (zie 3.3);
- **stap 5:** met de onderscheidende circulaire aspecten zijn de meest circulaire routes (top 3) bepaald. Hiermee wordt inzicht geboden in welke combinaties van PAWOZ-routes en aanlegtechnieken het meest circulair zijn (zie 3.4).

3.2.1 Onderdelen en materialen voor de infrastructuur van PAWOZ (Stap 1)

Deze paragraaf inventariseert de (mogelijke) onderdelen en toegepaste materialen die nodig zijn voor de PAWOZ-infrastructuur om op de Noordzee geproduceerde elektriciteit en waterstof te transporteren. De onderdelen worden beschreven in Hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit van het MER-hoofdrapport. Hieronder wordt besproken welke materialen en onderdelen hiervoor gebruikt worden.

Kabelsystemen

Kabelsystemen voor export van elektriciteit vanaf een offshore windpark bestaan uit verschillende lagen en materialen. De kern bestaat uit een geleider, meestal gemaakt van koper of aluminium, die verantwoordelijk is voor het geleiden van elektriciteit. Rondom de geleider bevindt zich isolatiemateriaal, vaak polyethyleen (PE) of cross-linked polyethyleen (XLPE), dat zorgt voor elektrische isolatie. Om elektromagnetische interferentie te verminderen, wordt de kabel afgeschermd met koperen of aluminium tapes of vlechten. Daarnaast is de kabel voorzien van een beschermende mantel van polyethyleen of PVC, die bescherming biedt tegen externe invloeden. Soms wordt er ook een wapeningslaag toegevoegd, bestaande uit staal- of glasvezeldraden, voor extra mechanische bescherming. Deze opbouw zorgt ervoor dat de elektriciteit efficiënt en betrouwbaar van de offshore windturbines via het platform (OSS) naar het vasteland wordt getransporteerd.

Offshore platforms en converter/transformatorstations

Offshore platforms en converter/transformatorstations dienen als tussenstations waar de opgewekte elektriciteit van de windturbines wordt verzameld, geconverteerd of getransformeerd, en vervolgens via onderzeese kabelsystemen naar het vasteland wordt getransporteerd. Deze platforms bevatten verschillende essentiële onderdelen en systemen, zoals transformatoren, converters, schakelapparatuur, koelsystemen, beveiligings- en controlesystemen, en funderingen van staal.

De belangrijkste materialen die voor deze infrastructuur nodig zijn, omvatten staal voor de fundering en structurele elementen van het platform, koper voor transformatoren, converters en bekabeling vanwege zijn uitstekende geleidingseigenschappen, en aluminium als een lichter alternatief voor koper en staal in sommige structurele componenten. Voor circulariteit is het belangrijk dat deze materialen en componenten herbruikbaar of recyclebaar zijn. Staal en aluminium zijn beide goed recyclebaar en kunnen meerdere keren worden hergebruikt zonder kwaliteitsverlies. Koper heeft een hoge recyclebaarheid en is waardevol in de schrootmarkt. Innovaties in het gebruik van milieuvriendelijke en recyclebare isolatiematerialen kunnen bijdragen aan de circulariteit.

Waterstofleidingen

Een offshore waterstofpijpleiding van circa 48 inch bestaat uit verschillende lagen. De binnenzijde is gemaakt van hoogwaardig staal met een binnenlaag van speciale coating om waterstofbroosheid te voorkomen. Daaromheen zit een anti-corrosielaag van bitumen- of epoxycoating, beschermd door een isolerende laag van polyurethaan of polyethyleen schuim. De buitenste laag is van polyethyleen of polypropyleen voor fysieke bescherming, soms aangevuld met een betonnen mantel voor stabiliteit op de zeebodem. Deze opbouw zorgt voor veilige en efficiënte waterstoftransport van zee naar land. Ook hier is het van belang om aandacht te besteden aan de afval- en schrootketen, zodat materialen na gebruik kunnen worden gerecycled en terug naar de hoogovens kunnen worden gebracht.

Koppelpunten (tie-in) waterstofleiding

Een koppelpunt, of 'tie-in', voor waterstofleidingen bestaat uit stalen flensverbindingen voor een stevige waterstofleiding-verbinding met bouten en moeren. Afsluiters zoals kogelkranen regelen de waterstofstroom, terwijl afdichtingen lekken voorkomen. Bochten en T-stukken bieden flexibiliteit in leidingontwerp. Meet- en regelapparatuur zoals druk- en temperatuursensoren bewaken de leidingprestaties. Een koppeling van (waterstof)gasleidingen kan ook bovenwater gefaciliteerd worden via een offshore platform. Genoemde onderdelen zijn overwegend gemaakt van staal.

Tunnelsystemen voor kabelsystemen of waterstofleidingen

Voor kabelsystemen en waterstofleidingen moeten aparte tunnelsystemen worden aangelegd. Een optie is hiervoor een of meerdere betonnen tunnelbuizen van circa 5,5 m diameter en een wanddikte van circa 35 cm onder de Waddenzee aan te leggen. Voor PAWOZ bestaat de scope van een tunnelsysteem voor het ontsluiten van windparken TNW en DDW uit:

- een buis met een 2 GW-kabelsysteem;
- een tweede buis met een 2 GW-kabelsysteem;
- een derde buis met een waterstofleiding.

De tunnelbuizen voor kabelsystemen bevatten aan weerszijden rails, waarover deze kabelsystemen via geleidingswielen naar binnen worden gereden. Voor de waterstofleidingen zijn er rails op de bodem van de tunnelbuizen. De waterstofleidingen worden over deze rails naar binnen gereden, en er is ruimte voor een tweede waterstofleiding indien nodig. Alle tunnelsystemen (kunnen) worden uitgerust met luchtbehandelingssystemen en conditiebewakingsapparatuur om de operationele omstandigheden te optimaliseren en de infrastructuur te monitoren. Deze opzet zorgt voor een veilige en efficiënte transportroute voor zowel elektriciteit als waterstof. De leidingen zijn geconditioneerd wat resulteert in minder storingen (hogere beschikbaarheid) en minder noodzaak tot vervanging van kabelsystemen of leidingen (langere levensduur). Het intredepunt op de Ballonplaat en het aanlandingspunt op het vasteland vereisen aanzienlijke hoeveelheden materiaal en werkzaamheden. Het is ook hier van belang om materialen te kiezen die goed recyclebaar zijn en aandacht te besteden aan de afval- en schrootketen, zodat gebruikte materialen terug naar de hoogovens kunnen worden gebracht voor hergebruik.

3.2.2 Activiteiten in levensfasen (Stap 2)

Hieronder volgen mogelijke activiteiten per levensfase van onderdelen voor de PAWOZ-infrastructuur. Voor een uitgebreide beschrijving van de onderdelen verwijzen we naar Hoofdstuk 4 van het MER-hoofdrapport.

Ontwerpfase

Als aangegeven verloopt het ontwerp van de elektrische- en waterstofverbindingen voor PAWOZ in verschillende stappen. In de planfase ligt de focus op het bepalen van de kansrijkheid van routes uit een reeks PAWOZ-routes. In de projectfase kunnen een of meerdere routes in meer detail uitgewerkt, waarbij circulaire aspecten, zoals gebruik van minder of gerecycled materiaal, of hergebruik van onderdelen in het ontwerp kunnen worden meegenomen.

In de ontwerpfase is ook de inkoopfase van groot belang. Door strikte eisen te stellen aan de duurzaamheid en herkomst van materialen, evenals aan de methoden van productie en levering, kan de circulariteit van de infrastructuur aanzienlijk worden verbeterd. Dit kan bijvoorbeeld inhouden dat er specifiek wordt gekozen voor leveranciers die gerecyclede materialen gebruiken, of dat er voorkeur wordt gegeven aan lokale producenten om de ecologische voetafdruk van transport te verminderen.

Productiefase

In deze fase worden de onderdelen en/of subonderdelen voor het bovengenoemde ontwerp geproduceerd of hergebruikt. De productie kan in circulair opzicht geoptimaliseerd worden, bijvoorbeeld door een proces te ontwikkelen met minder (productie)afval, minder materiaalinzet en/of minder en/of schoner energiegebruik.

Aanlegfase kabelsystemen en leidingen

Ten aanzien van de aanlegfase beperkt deze notitie zich tot de aanleg van kabelsystemen en leidingen. Het voornemen is breder en omvat ook platforms, stations en dergelijke. Genoemde beperking is echter gemaakt, omdat in deze fase alleen voor kabelsystemen en leidingen onderscheidende circulaire aspecten voor de PAWOZ-routes bepaald kunnen worden.

De aanleg van de kabelsystemen en leidingen voor een offshore windpark naar land is in drie onderdelen te verdelen: (1) onderdeel door de Noordzee, (2) onderdeel door de Waddenzee en (3) onderdeel op het vasteland. Voor de aanleg- en installatietechnieken verwijzen wij naar het MER hoofdrapport en de Notitie Routeontwikkeling, Bijlage 2.

Operationele en onderhoudsfase

Offshore kabelsystemen en waterstofleidingen worden regelmatig gecontroleerd en onderhouden om hun betrouwbaarheid te waarborgen. Monitoring van de operationele parameters zoals druk, temperatuur en stroomsterkte zijn van belang om de goede en veilige werking te waarborgen. Ook is er monitoring om de veiligheid van de kabelsystemen en leidingen vanuit oogpunt van defensie en terrorismebestrijding te waarborgen. Vernieling of vernietiging van infrastructuur door sabotage is zeer onvriendelijk voor de

circulariteit van de infrastructuur, en kan ook leiden tot stilstand van windparken, waardoor hernieuwbare energie van één of meerdere windparken niet benut kan worden. Verder vinden inspecties met ROV's en sonar plaats voor het identificeren van schade, corrosie of andere problemen. Reparaties worden waar nodig uitgevoerd. Op zee gebeurt dat door duikteams en/of onderhoudsschepen. Onderhoud omvat ook schoonmaak en integriteitstests om de operationele veiligheid te waarborgen. Zorgvuldige operationele uitvoering en regelmatig onderhoud bevorderen betere circulariteit. Hierdoor zal het aantal reparaties en vervangingen worden verminderd. Dit zal tevens de levensduur verlengen.

Verwijderingsfase

Offshore kabelsystemen en waterstofleidingen kunnen worden verwijderd door gebruik te maken van geavanceerde technologieën en methoden. Voor kabelsystemen kunnen speciale kabelsnijders en onderwaterrobots (ROV's) worden ingezet om de kabelsystemen op de zeebodem te lokaliseren en veilig te verwijderen. Naar verwachting zal in de vergunning worden opgenomen dat kabelsystemen verwijderd moeten worden na buitengebruikstelling, tenzij de milieueffecten daarvan te groot zijn. Kabelsystemen die diep zijn begraven kunnen moeilijk te verwijderen zijn, waardoor de kosten en milieueffecten mogelijk hoger uitvallen. In dergelijke gevallen kan het laten liggen van de kabelsystemen een betere optie zijn, totdat materialen dermate veel waard worden of beleid/wetgeving het opruimen verplichten.

Voor platforms is het momenteel nog niet duidelijk hoeveel verwijderd moet worden: alles, tot enkele meters in de bodem of enkele meters boven de zeebodem. Een kwestie die hierbij ook een rol speelt, is dat de jacket-constructie van de platforms door marien leven wordt bedekt en in de loop van minimaal 4 decennia veel ecologische waarde kan creëren, die niet zomaar vernietigd moet of kan worden.

Voor waterstofleidingen kunnen vergelijkbare technieken worden toegepast, waarbij ook speciale graafmachines worden gebruikt om de leidingen te verwijderen. In de toekomst wordt verwacht dat technologische ontwikkelingen de verwijdering van offshore infrastructuur verder zullen verbeteren. Dit kan onder meer gaan om verbeterde robotica, autonome systemen en geavanceerde materialen die milieuvriendelijker zijn. Eenvoudige en zo volledig mogelijke verwijdering bevordert de kansen voor circulaire verwerking en/of hergebruik.

3.2.3 Hoe kan circulariteit bevorderd worden binnen PAWOZ en wat zijn mogelijk onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 3)

Circulariteit richt zich op het duurzaam gebruik van grondstoffen en minimale emissies. Om circulariteit te bevorderen bestaan vier belangrijke circulaire strategieën, zoals reeds genoemd in paragraaf 1.2.3.

De PAWOZ-routes van PAWOZ zijn nog slechts in concept gedefinieerd in de vorm van corridors en componenten op een GIS-kaart. Hieronder is beschreven hoe deze circulaire strategieën in deze situatie toegepast kunnen worden. Er is nog geen informatie over de feitelijke uitvoering aangaande te gebruiken materialen en (on)geplande werkzaamheden.

Hierdoor is er slechts een beperkt aantal onderscheidende circulaire aspecten gebaseerd op de vier genoemde circulaire strategieën:

- 1 reductie van materiaalgebruik en onderdelen: voor PAWOZ kan reductie van materiaalgebruik en onderdelen als volgt bereikt worden:
 - voor kortere routes zijn minder materiaal en hulpstoffen nodig en treden minder emissies op. Dus hoe korter de route, des te meer circulair deze route is;
 - de wijze waarop de elektrische- en waterstofverbindingen zullen worden aangelegd heeft invloed op de mate van circulariteit. In het algemeen geldt dat hoe dieper de kabelsystemen en leidingen worden aangelegd, des te meer grondverzet nodig is, waarbij ook zwaarder materieel en hulpstoffen nodig zijn. Aanlegtechnieken waarbij de kabelsystemen en leidingen dieper worden gelegd zijn hierdoor minder circulair. In geval van een tunnelsysteem is naast meer grondverzet ook de inzet van nog zwaarder aanlegmaterieel nodig. Daarnaast is nog zeer veel additioneel materiaal (beton en

- staal) nodig. Dit is een groot circulair nadeel. Hier staan weliswaar circulaire voordelen van betere terugwinbaarheid en levensduurverlenging van kabelsystemen en leidingen tegenover;
- vermindering van materiaalinzet voor koppelingen (tie-in's): per route is de inzet van materiaal tevens afhankelijk van het aantal en type koppelingen of tie-in's;
 - in hoeverre andere besparingen van materialen mogelijke en wenselijk zijn zal afhangen van het nog te bepalen ontwerp. Hierover kan in deze fase dus nog geen inzicht worden geboden;
- 2 vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen:
 - gebruik maken van bestaande infrastructuur: waar mogelijk kan voor PAWOZ zowel op de Noordzee, op de Waddenzee en op land, in plaats van alle leidingen nieuw te bouwen, gebruik gemaakt worden van (delen van) bestaande leidingen en/of infrastructuur. Voor transport van elektriciteit zijn in dit gebied geen (geschikte) bestaande kabels. Er zijn wel bestaande aardgasleidingen die omgebouwd zouden kunnen worden voor waterstoftransport. Recentelijk is een studie gestart om de mogelijkheden voor hergebruik van aardgasleidingen, waaronder via de NGT-leiding door de Waddenzee, te onderzoeken. De eerste resultaten zullen eind 2024, begin 2025 beschikbaar komen;
 - in hoeverre vervanging door meer circulaire materialen of onderdelen mogelijk en haalbaar is, zal eveneens afhangen van het nog te bepalen ontwerp. Hierover kan in deze fase dus nog geen inzicht worden geboden;
 - 3 hoogwaardige verwerking na gebruik: in hoeverre hoogwaardige verwerking van onderdelen of materialen na gebruik mogelijk en haalbaar is, zal mede afhangen van het nog te bepalen ontwerp. De hoofdbestanddelen van kabelsystemen en leidingen zijn koper, eventueel aluminium, en staal. Deze materialen zijn na terugwinning (bijvoorbeeld in geval van kabelsystemen en leidingen in tunnelsystemen, of na (mogelijk verplichte) verwijdering uit de bodem) uitstekend hoogwaardig te verwerken. Op dit moment is echter nog geen informatie bekend over de materiaal-samenstelling en configuratie van kabelsystemen en leidingen. Hierdoor kan ook nog geen nader inzicht worden geboden over mogelijke hoogwaardige verwerking na gebruik;
 - 4 levensduurverlenging: In het ontwerp van de elektrische- en waterstofverbindingen kan gekozen worden voor een langere dan gebruikelijke levensduur. Ook kan, bijvoorbeeld in geval van kabelsystemen en leidingen, in één of meer tunnelsystemen, door betere conditionering een langere levensduur van toepassing zijn. Onderhoud en goed beheer in de operationele fase zijn eveneens van invloed op het halen van de levensduur en kunnen bijdragen aan verlenging hiervan. Op dit moment is hierover echter nog geen informatie beschikbaar.

Ontwerpkeuzes zoals levensduurverlenging door dieper begraven en het gebruik van hoogwaardige materialen zijn nog niet vastgesteld. Ook hergebruik van materialen en/of onderdelen wordt nog onderzocht.

3.3 Welke onderscheidende circulaire aspecten worden gehanteerd voor de PAWOZ-routes? (Stap 4)

In de voorgaande paragraaf is weergegeven op welke wijze circulariteit van de PAWOZ-routes kan worden bevorderd. Hierbij zijn voor de onderscheidende circulaire aspecten effecten bepaald. Hieronder volgt een overzicht.

Vanuit circulariteitsoogpunt worden voor de PAWOZ-routes de volgende *onderscheidende aspecten* gehanteerd:

- A. **Primair:** de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
- B. **Secundair:** aanlegtechniek met als subcriteria:
 - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
 - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
 - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Opmerkingen

Infrastructurele onderdelen die voor alle routes nodig zijn, zoals hoogspanningsstations en waterstof aanlandingsstations, zijn buiten beschouwing gelaten, omdat ze in circulair opzicht geen onderscheidende effecten opleveren voor de PAWOZ-routes.

Het aantal en type koppelingen voor elke PAWOZ-route verschilt enigszins, bijvoorbeeld als gevolg van de lokale kenmerken (zoals een wadplaat of geul) waar de route overheen loopt. Dit is nader beschreven in het deelrapport Techniek. Wij schatten echter in dat deze verschillen voor de routevergelijking in circulair opzicht in deze fase nog niet of nauwelijks onderscheidend zijn. Deze koppelingen kunnen, afhankelijk van nog te maken ontwerpkeuzen, meer of minder circulair ontworpen en uitgevoerd worden. Hergebruik van bestaande (aardgas)leidingen is, in afwachting van nadere informatie, vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

Het beoordelingskader (tabel 5-3) in de NRD bevat geen beoordelingscriterium of beoordelingskader voor 'Circulariteit', maar bestaat uit een toelichtende paragraaf (paragraaf 5.2.1.3) waarin aangegeven wordt dat er 'overige relevante thema's zijn: Circulariteit, klimaatadaptatie en biodiversiteit. Het NRD geeft verder aan, dat deze thema's in het MER op een kwalitatieve manier in beeld gebracht dienen te worden. In lijn hiermee worden in deze notitie PAWOZ-routes vergeleken en gerankt op basis hiervan eerdergenoemde onderscheidende aspecten ten aanzien van circulariteit.

De vergelijking op basis van circulaire onderscheidende aspecten is uitgevoerd aan de hand van Tabel 3.1.

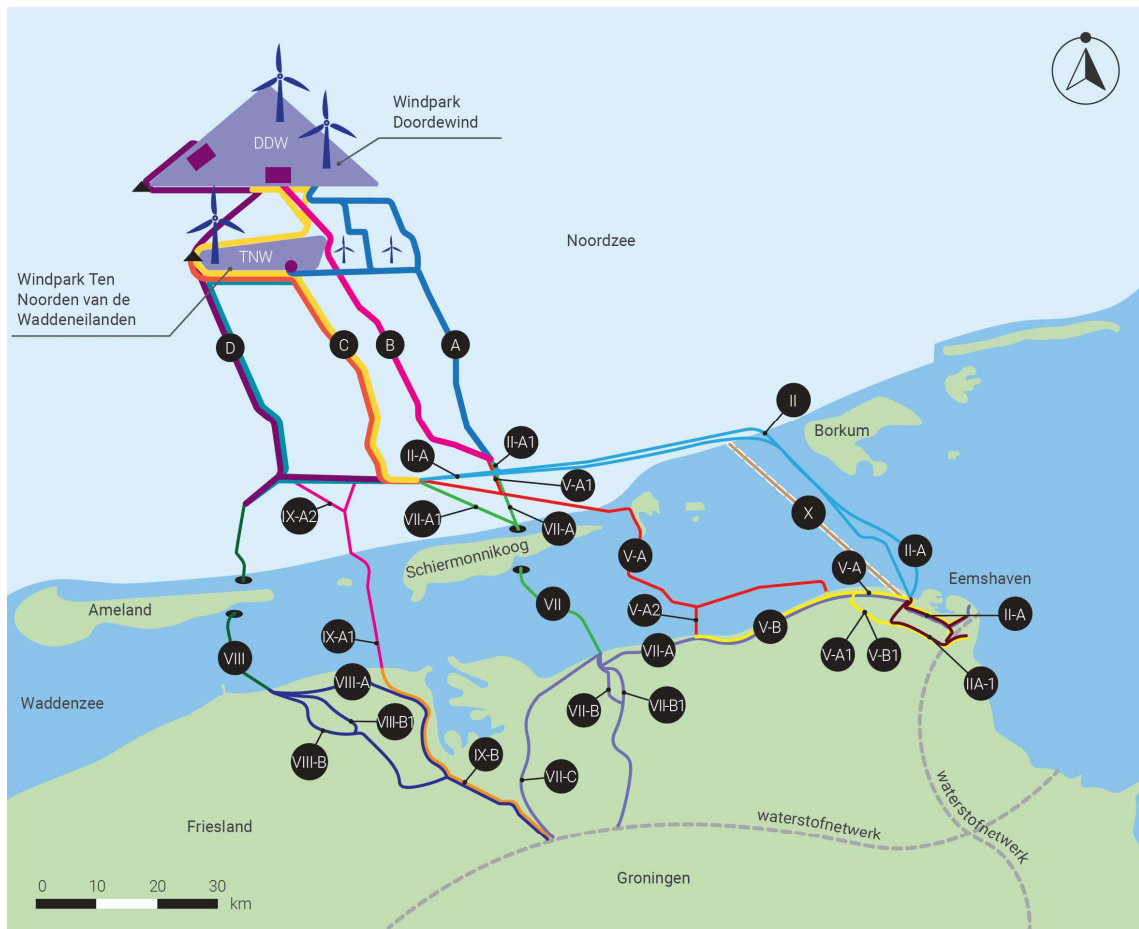
Tabel 3.1 Vergelijking van PAWOZ-routes op basis van onderscheidende circulaire aspecten.

Score	Wanneer toegekend
	route is op dit aspect in circulair opzicht minder wenselijk
	route voldoet op dit aspect in circulair opzicht het beste

3.4 Hoe scoren de PAWOZ-routes op onderscheidende circulaire aspecten? (Stap 5)

De PAWOZ-routes worden in eerste instantie op circulariteit vergeleken en gerangschikt op basis van hun lengte. De routes zijn onder te verdelen in routegedeelten over de Noordzee (Noordzeeroutes), routegedeelten door de Waddenzee (Waddenzeeroutes) en routegedeelten over het vasteland (landroutes) naar respectievelijk transformator- en converterstations (kabelsystemen) en het Waterstofnetwerk Nederland (WN) (leidingen). Over de Noordzee lopen vier routes: A, B, C en D. Door de Waddenzee lopen diverse routes, waarbij in theorie met elke Waddenzeeroute alle vier de Noordzeeroutes aangesloten kunnen worden op land.

Afbeelding 3.1 Overzichtskaart van de geoptimaliseerde 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

Waddenzee routes leidingen

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

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

Verder zijn voor kabelsystemen PAWOZ-routes te onderscheiden: (1) van land naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) en (2) van land naar windpark Doordewind (DDW). Voor leidingen zijn PAWOZ-routes beschouwd van land naar windpark Ten Noorden van de Wadden. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengtes van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

In onderstaande tabellen zijn per Noordzeeroute (A t/m D) de korte routes bepaald naar windparken TNW en DDW. Vervolgens zijn hiervan achtereenvolgens voor kabelsystemen naar TNW en DDW en leidingen naar TNW de kortste en hierdoor ten aanzien van het aspect 'lengte' meest circulaire route aangegeven.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 3.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Tabel 3.2 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Doordewind (DDW)						
A	94	II A1	44	II A	9	146
B	91	II A1	44	II A	9	144
C	112	II A	50	II A	9	170
D	125	II A	50	II A	9	183

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 3.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW betreft.

Tabel 3.3 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	121
B	61	II A1	44	II A	9	114
C	61	II A	50	II A	9	119
D	80	II A	50	II A	9	138

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Uit Tabel 3.4 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C, de II: Oude Westereems route en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW betreft.

Tabel 3.4 Overzicht route-combinaties Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
C*	61	II	49	II A	8	118
D	79	II	49	II A	8	135

* Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.

Ranking op circulariteit voor aanlegtechnieken

Op basis van eerdergenoemde circulaire onderscheidende aspecten is in tweede instantie de ranking vanuit circulair oogpunt voor de aanlegtechnieken bepaald, zoals weergegeven in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Ranking op circulariteit van aanlegtechnieken op basis van de criteria: a) diepte, b) hoeveelheid grondverzet en c) inzet materiaal

Aanlegtechniek	Diepte aanleg	Hoeveelheid grondverzet	Extra materiaal inzet	Ranking (K)	Ranking (L)
Sleuf / open ontgraving	0 - 5 meter	midden	laag	2	2
HDD-boring	5 - 25 meter	laag	midden	1	1
Tunnelsysteem	circa 35-45 meter	hoog	hoog	3	3

HDD-boringen hebben, ondanks de grotere aanlegdiepte, minder grondverzet met een lagere energieverbruik dan een sleuf/open ontgraving. Een HDD-boring vereist over het algemeen meer gespecialiseerde materialen dan een open ontgraving, vooral door de noodzaak van boorvloeistoffen en mogelijk buisvoering. Open ontgravingen daarentegen gebruiken meer vulmateriaal om de sleuf aan te vullen. Hierdoor kan gesteld worden dat een HDD-boring een meer circulaire aanlegmethode is dan een sleuf/open ontgraving. Toepassing van tunnelsystemen zijn minder circulair dan een HDD-boring of sleuf/open ontgraving, met name vanwege meer grondverzet op grotere diepte en de benodigde hoeveelheid extra materiaal.

Voor zover haalbaar, volgt voor bovengenoemd routes vanuit circulariteit via bovenstaande tabel een voorkeur voor de wijze van aanleg.

Ranking op circulariteit voor combinatie routelengte en aanlegtechniek

Voor beoordeling op circulariteit moeten routes beoordeeld worden op combinatie van routelengte en aanlegtechniek. Zoals aangegeven zal een kortere route met kabelsystemen of leidingen aangelegd met HDD-boringen meer circulair zijn dan kabelsystemen en leidingen met een langere route en sleuf/open ontgravingen. Op dit moment ontbreekt echter informatie om in alle gevallen een dergelijke vergelijking te kunnen maken. Zo kan een langere route met HDD-boringen meer circulair zijn dan een kortere route met sleuf/open ontgravingen. Indien relevant zal hiervoor een nader onderzoek, zo nodig inclusief LCA, moeten worden uitgevoerd.

Nuancering van circulaire aspecten voor tunnelsystemen

Voor PAWOZ wordt overwogen om tunnelsystemen onder de Waddenzee door aan te leggen. Het aanleggen van tunnelsystemen is veel duurder en zal in alle gevallen leiden tot meer grondverzet en inzet van meer materiaal. Zoals aangegeven is dit vanuit circulariteitsoogpunt niet gunstig. Indien dit echter de

enige overgebleven mogelijkheid is, kunnen deze tunnelsystemen gezien worden als een 'noodzakelijke mitigerende maatregel'. In dat geval kan vanuit circulariteitsoogpunt vervolgens onderzocht worden hoe deze tunnelsystemen zo circulair mogelijk kunnen worden gebouwd en/of kunnen functioneren. Tunnelsystemen hebben enkele circulaire voordelen ten opzichte van andere aanlegtechnieken. De kabelsystemen en leidingen bevinden zich in een geconditioneerde ruimte en zijn goed bereikbaar voor onderhoud. Ze hebben hierdoor naar verwachting een langere levensduur. Ook zijn deze voorzieningen relatief gemakkelijk weer uit de tunnelsystemen te halen voor hergebruik of recycling.

Vervolgfase

In de projectfase zal het ontwerp verder worden uitgewerkt. In deze fase zal 'circulair ontwerpen', dat wil zeggen ontwerpen volgens circulaire ontwerpprincipes, kunnen bijdragen aan een meer circulair resultaat. We gaan hier in Hoofdstuk 4 nader op in.

4

CONCLUSIES

In het kader van PAWOZ zijn verschillende routes voor kabelsystemen en waterstofleidingen geëvalueerd op basis van hun circulariteit.

Voor het thema Circulariteit is in het NRD geen beoordelingskader gegeven. In deze notitie zijn onderscheidende circulaire aspecten op basis van op dit moment beschikbare informatie bepaald. Aan de hand van deze onderscheidende aspecten zijn de PAWOZ-routes onderling vergeleken en is per onderdeel een ranking bepaald.

Hierbij zijn de volgende onderscheidende circulaire aspecten gehanteerd:

- A. **Primair:** de lengte van de route. De lengte is in eerste instantie maatgevend voor circulariteit, omdat, zoals eerder aangegeven, voor een kortere route minder materiaal en werkzaamheden nodig zijn;
- B. **Secundair:** aanlegtechniek met als subcriteria:
 - (a) de diepte waarop de aanlegtechniek de infrastructuur voor deze route zal plaatsen;
 - (b) de hoeveelheid te verzetten grond;
 - (c) de hierbij in te zetten extra hoeveelheid materiaal.

Meest circulaire PAWOZ-routes o.b.v. lengte van de route (onderscheidend aspect A)

Onderstaande tabellen 4.1 t/m 4.3 geven per PAWOZ-route de kortste routes en hierdoor ten aanzien van het aspect 'lengte' meest circulaire route aan voor respectievelijk kabelsystemen naar TNW en DDW en voor leidingen naar TNW gegeven. Bijlage IV geeft een overzicht van de lengtes van de verschillende gedeelten, alsook de totale lengte van deze PAWOZ-routes.

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Uit Tabel 4.1 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 144 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar DDW betreft.

Tabel 4.1 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Doordewind (DDW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Doordewind (DDW)						
B	91	II A1	44	II A	9	144

Meest circulaire PAWOZ-route voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Uit Tabel 4.2 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute B, de II: Oude Westereems route A1 en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 114 km) en dus meest circulaire route voor kabelsystemen naar TNW betreft.

Tabel 4.2 Overzicht route-combinaties voor kabelsystemen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
B	61	II A1	44	II A	9	114

Meest circulaire PAWOZ-route voor leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Uit Tabel 4.3 blijkt dat de PAWOZ-route bestaande uit Noordzeeroute C, de II: Oude Westereems route II en de II: Oude Westereems landroute A de kortste (totaal 118 km) en dus meest circulaire route voor leidingen naar TNW betreft.

Tabel 4.3 Overzicht route-combinaties Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Routedeel	Lengte (km)	Totale lengte (km)
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
C	61	II	49	II A	8	118

* Hoewel de X: Tunnel route in lengte korter is dan de bovengenoemde kortste route, zal deze naar verwachting toch minder circulair zijn door de bijbehorende aanlegtechniek en grote hoeveelheid extra benodigd materiaal.

Ranking op circulariteit voor aanlegtechnieken (onderscheidend aspect B)

De aanlegtechnieken zijn als volgt gerangschikt op circulariteit:

- 1 Horizontal Directional Drilling (HDD): HDD scoort het hoogst op circulariteit vanwege minder grondverzet en lager energieverbruik, ondanks de grotere aanlegdiepte;
- 2 Sleuf/Open Ontgraving: Deze methode scoort gemiddeld op circulariteit, met meer vulmateriaalgebruik maar minder gespecialiseerde materialen dan HDD;
- 3 Tunnelsystemen: Tunnelsystemen scoren het laagst op circulariteit vanwege het grote grondverzet en de aanzienlijke hoeveelheid extra materiaal die nodig is.

Conclusies ten aanzien van combinaties van routelengte en aanlegtechniek:

- kortere routes waarbij kabelsystemen of leidingen zijn aangelegd met HDD-boringen zijn over het algemeen meer circulair;
- verdere analyse, inclusief levenscyclusanalyse (LCA), is nodig om de meest circulaire combinatie van routelengte en aanlegtechniek te bepalen.

Nuancering voor tunnelsystemen:

- tunnelsystemen onder de Waddenzee kunnen nodig zijn om ecologische effecten te minimaliseren, ondanks hun lagere circulariteit;
- tunnelsystemen bieden voordelen zoals langere levensduur en betere terugwinbaarheid van materialen, wat hun circulariteit op lange termijn kan verbeteren;
- de huidige inschatting is echter dat in circulair opzicht de voordelen niet opwegen tegen de nadelen. Volgens deze inschatting biedt een tunnelsysteem dus een minder circulaire oplossing, dan de aanleg van een kabelsysteem of leiding in de zeebodem.

VERVOLGSTAPPEN: TOEPASSING OP PAWOZ

5.1 Vervolg uitwerking op projectniveau en projectMER/IEA

Het ontwerp wordt in de volgende fase (ProjectMER) nader uitgewerkt naar een detailontwerp. Bij voorkeur wordt dit ontwerp zo circulair mogelijk. Hieronder wordt op hoofdlijnen aangegeven hoe een circulair ontwerp tot stand kan komen.

5.1.1 Circulair ontwerpproces

Voor deze uitwerking kunnen de vier eerdergenoemde circulaire ontwerp strategieën worden toegepast (zie paragraaf 1.2.3).

Zoals aangegeven kunnen circulaire maatregelen elkaar soms ook tegenwerken. Een leiding kan bijvoorbeeld voor een langere levensduur ontworpen worden door een grotere wanddikte te kiezen. Deze keuze betekent echter meer materiaalgebruik. Bruikbare hulpmiddelen voor analyse van de totale circulaire effecten zijn een 'levenscyclusanalyse' (LCA) en een 'materiaalstroomanalyse' (in het Engels bekend als Material Flow Analysis, MFA). Desgewenst kunnen de uitkomsten van analyses uitgedrukt worden in circulaire indicatoren, zoals ECI (Environmental Cost Indicator).

In de ECI worden onder andere meegenomen: grondstoffen en gevaarlijke stoffen, energieverbruik, afvalbeheer, watergebruik, emissies, levensduur, transport, productiemethoden en verwijdering bij einde levensfase.

1. Reductie van materiaalgebruik en onderdelen

Zoals eerder aangegeven kan reductie van materiaalgebruik (en benodigde hulpstoffen voor de kabelsystemen en leidingen) en onderdelen met name bereikt worden door een zo kort mogelijke route te kiezen. De nadere ontwerpkeuzen voor de uitvoering en de toe te passen aanlegtechniek heeft eveneens een grote invloed op de hoeveelheden benodigd materiaal en hulpstoffen. Voorbeelden zijn:

- a. uitwisselbare reserveonderdelen: één van de doelstellingen van het 2 GW-concept van TenneT is dat reserveonderdelen voor meerdere projecten gebruikt kunnen worden. Dit vermindert de noodzaak om deze componenten in grote aantallen te produceren en op voorraad te houden;
- b. ontwerpen met minder materiaal: bij het optimaliseren van het ontwerp van een tunnelsysteem moet als randvoorwaarde worden meegenomen dat het materiaalgebruik geminimaliseerd wordt, vanzelfsprekend rekening houdend met technische en veiligheidseisen en in relatie tot een lange levensduur.

2. Vervanging materialen en onderdelen

In de projectfase kan ook verder gekeken worden naar mogelijkheden om in het ontwerp materialen te vervangen door een meer circulaire vorm of soort materiaal. Ook draagt vervanging door niet kritieke of strategische materialen (CSR) bij aan circulariteit. Voorbeelden zijn:

- a. toepassing van kabelsystemen en leidingen die geheel of gedeeltelijk zijn geproduceerd met gerecycleerd staal (schroot) of koper. Dit vermindert de vraag naar nieuwe grondstoffen en bevordert een circulaire economie;

- b. substitutie van materialen: onderzoek naar en implementatie van alternatieve materialen die beter beschikbaar en/of recyclebaar zijn, en/of een lagere milieubelasting hebben, zoals aluminium in plaats van koper en groen staal in plaats van traditioneel staal. Groen staal is staal geproduceerd met een lagere CO₂-uitstoot;
- c. hergebruik van bestaande (aardgas)leidingen valt ook onder deze categorie. Hierover is op dit moment nog geen informatie beschikbaar;
- d. aanleg van een tunnelsysteem: hoewel een tunnelsysteem zoals hier aangegeven in circulair opzicht niet de voorkeur geniet, kennen hierin geplaatste kabelsystemen en leidingen een langere levensduur en kunnen gemakkelijk en onbeschadigd worden verwijderd, waardoor zelfs volledige terugwinning mogelijk is. De overgebleven (lege) tunnelsystemen kunnen desgewenst worden hergebruikt voor een zelfde of een ander doel (zoals hergebruik voor van datakabels of CO₂-transport);
- e. ook meer circulair is het gebruik van duurzame brandstoffen tijdens de aanleg, zoals biodiesel of waterstof in plaats van fossiele brandstoffen;
- f. vervangen SF₆-gas: dit gas wordt in hoogspanningsinstallaties wordt vanwege zijn uitstekende isolerende en vlamboogdovende eigenschappen, is ook de stof met het hoogst bekende aardopwarmingsvermogen (global warming potential – GWP) van ongeveer 23.500 én een zeer lange atmosferische levensduur van meer dan 3.000 jaar. TenneT streeft er daarom naar om het gebruik van SF₆ op de lange termijn en de uitstoot van SF₆ op korte termijn te verminderen door deze te vervangen door minder schadelijke stoffen.

3. Hoogwaardige verwerking na gebruik

Meer circulaire waarde kan verder bereikt worden door te zorgen voor hoogwaardige verwerking van onderdelen of materialen die tijdens of aan het einde van de levensduur uit functie genomen worden. Hiervoor zijn enkele opties:

- a. terugwinning van materialen: ontwikkeling van processen, technieken en infrastructuur voor het efficiënt demonteren en recyclen van kabelsystemen en waterstofleidingen aan het einde van hun levensduur, waarbij waardevolle materialen zoals koper en staal worden teruggewonnen voor hergebruik;
- b. om dit te vergemakkelijken kan in het ontwerp gezorgd worden voor goede/betere losmaakbaarheid van onderdelen en/of scheidbaarheid van materialen;
- c. standaardisatie is van belang om afgedankte onderdelen na een opknapbeurt weer te kunnen hergebruiken, mogelijk in een ander project of als humanitaire hulp in andere landen.

4. Levensduurverlenging

In het ontwerp kunnen keuzes gemaakt worden waardoor een langere levensduur haalbaar is. Voorbeelden hiervan zijn:

- a. dieper begraven van kabelsystemen en leidingen: door kabelsystemen en leidingen dieper te begraven worden ze langere tijd beschermd tegen externe invloeden zoals scheepsankers en visserijactiviteiten. Dit kan bijdragen aan het verlengen van de levensduur. Kanttekening is dat het aanleggen op grotere diepte onder andere meer energie (hulpstoffen) kost en ook dat ook het terugwinnen bemoeilijkt wordt. Een optimale diepteligging kan door nadere analyse bepaald worden;
- b. preventief onderhoud: Implementatie van monitoringsystemen voor vroegtijdige detectie van slijtage en schade, waardoor tijdig onderhoud kan plaatsvinden en de levensduur van de kabelsystemen, leidingen en componenten wordt verlengd;
- c. geavanceerde coatings en materialen: gebruik van speciaal ontwikkelde coatings en andere beschermende materialen kunnen de duurzaamheid en de levensduur van de leidingen vergroten. In coatings worden vaak kritische en strategische materialen (CSRM) zoals zware metalen toegepast. Dit is in circulaire opzicht een nadeel. Ook hier geldt dat onderzocht kan worden hoe het ontwerp over de hele levenscyclus in zijn totaliteit zo circulair mogelijk gemaakt kan worden;
- d. aanleg van een tunnelsysteem: de kabelsystemen en leidingen in de tunnelsystemen liggen in een geconditioneerde ruimte. Hierdoor zal de levensduur van de kabelsystemen en leidingen van naar verwachting kunnen toenemen. De tunnelsystemen zelf hebben een basislevensduur van 120 jaar. Deze levensduur kan door ontwerpkeuzen nog worden verlengd. Door een grotere wanddikte te kiezen, kan de levensduur bijvoorbeeld worden verlengd tot 400 jaar. Verwijdering van een tunnelsysteem ligt niet voor de hand. In de meeste gevallen wordt voor de tunnelsystemen een waardevolle nieuwe bestemming gevonden (grote toekomstvastheid). Dat zou dezelfde bestemming kunnen zijn, of als doorvoerfaciliteit voor datakabels of CO₂-transport.

5.1.2 Marktscan

Het uitvoeren van een marktscan om beschikbare en haalbare circulaire maatregelen te inventariseren voor de aanleg en het beheer van infrastructuur voor kabelsystemen en waterstofleidingen kan beginnen met een literatuuronderzoek en een technische inventarisatie. Hierbij worden de huidige stand van de techniek, gebruikte materialen en methoden, en innovaties zoals hergebruik van kabels en biobased materialen bestudeerd. Vervolgens wordt een risicoanalyse en veiligheidsbeoordeling uitgevoerd om mogelijke veiligheidsrisico's van circulaire maatregelen te identificeren en te mitigeren, waarbij certificerings- en keuringsprocedures worden geëvalueerd.

Een volgende stap kan zijn het nagaan van de operationele efficiëntie van apparatuur bij gebruik van circulaire materialen op basis van efficiencymetingen en analyse van onderhoudsbehoeften en levensduur. Hierbij worden mogelijkheden voor optimalisatie en prestatie-evaluatie van circulaire oplossingen onderzocht. Daarnaast wordt de leveringszekerheid en schaalbaarheid van circulaire maatregelen geanalyseerd door de betrouwbaarheid van materialen en componenten te evalueren en samen te werken met leveranciers om continuïteit te waarborgen.

Tot slot is een kosten-batenanalyse relevant om inzicht te krijgen in de economische haalbaarheid van circulaire maatregelen. Dit omvat het berekenen van initiële investeringskosten, operationele kosten en onderhoudskosten, en het vergelijken van de totale kosten met traditionele oplossingen over de levenscyclus van de infrastructuur. Hierbij kan ook gekeken worden naar mogelijke financieringsconstructies en economische incentives waarmee inzicht kan worden verkregen in de haalbaarheid en voor- en nadelen van circulaire maatregelen voor de infrastructuur van kabelsystemen en waterstofleidingen. Zo kunnen weloverwogen beslissingen worden genomen over toe te passen circulaire maatregelen.

5.1.3 Geleerde lessen

Door het toepassen van circulaire maatregelen in de infrastructuur voor het transport van met offshore wind geproduceerde elektriciteit en waterstof naar land, zullen waardevolle lessen worden geleerd. Deze lessen zijn essentieel voor het verbeteren en optimaliseren van duurzame infrastructuur. Bijvoorbeeld, het kiezen en toepassen van duurzame materialen zoals hernieuwbare en gerecyclede materialen biedt inzicht in hun prestaties, duurzaamheid, en levensduur. Dit draagt bij aan een beter begrip van welke materialen het meest geschikt zijn voor langdurig gebruik in een maritieme omgeving, wat cruciaal is voor het verlagen van milieu-impact en het bevorderen van circulariteit binnen de sector hernieuwbare energie.

5.1.4 Kennisdeling

Het delen van geleerde lessen draagt ook bij aan de ontwikkeling van circulariteit. Zo kan een grotere groep mensen of bedrijven betere circulaire maatregelen nemen. Dit levert een positieve bijdrage aan te boeken resultaten op het gebied van circulariteit.

5.1.5 Informatiebeheer en monitoring

Het is van groot belang om ten behoeve van circulariteit gegevens over het ontwerp en de resultaten in de verschillende levensfasen van een project te monitoren en te analyseren. Door deze informatie systematisch bij te houden, kunnen waardevolle inzichten worden verkregen die bijdragen aan het verbeteren van toekomstige ontwerpen en processen. Tijdens de uitvoering van een project is het essentieel om circulaire informatie nauwkeurig te registreren. Dit omvat niet alleen de gebruikte materialen en technieken, maar ook de methoden die zijn toegepast om hergebruik en recycling te bevorderen.

Daarnaast is het cruciaal om te monitoren in hoeverre de geïmplementeerde circulaire strategieën daadwerkelijk effectief zijn. Door deze monitoring kunnen eventuele knelpunten en succesfactoren worden geïdentificeerd, wat leidt tot een continue verbetering van de circulaire aanpak. Op deze manier draagt het verzamelen en analyseren van gegevens bij aan een steeds duurzamere en efficiëntere realisatie van projecten, waarbij de principes van circulariteit optimaal worden benut.

Bijlagen

BIJLAGE: INTERVIEW GASUNIE

Circulaire doelen Gasunie en relatie tot waterstofnetwerk PAWOZ

Gasunie heeft algemeen beleid om haar activiteiten meer circulair te laten worden. Dit beleid is nog in ontwikkeling en zal in de komende tijd nog worden aangescherpt.

Afbeelding I.1 Overzicht van Gasunie's aanpak van circulariteit.



(Bron: [#19_NL_Circulariteit_in_staal.JPG \(1920×1268\) \(publicatiesgasunie.nl\)](#))

Tijdens een interview met Gasunie is inzicht verkregen in de circulaire bedrijfsdoelen. Gasunie heeft zich het volgende doel gesteld:

Het beperken van de milieu-impact van onze processen, producten en diensten via de principes van circulaire economie. Onze primaire focus ligt op staal, dat zowel de belangrijkste bron van input als afval is in onze organisatie.

Gasunie maakt dit doel concreet via de volgende circulaire subdoelen en/of maatregelen (ook van toepassing voor PAWOZ):

- repurpose aardgasleidingen: Gasunie gaat voor het PAWOZ-plangebied in Noord Nederland onderzoeken of bestaande aardgasleidingen (op land) voor waterstof gebruikt kunnen worden. Gasunie streeft er naar op land 70 %-80 % van het waterstoftransport via bestaande leidingen uit aardgasdomein te laten verlopen. Hiervoor moet Gasunie deze leidingen herbestemmen. Dit levert voor deze leidingen

een verlengde levensduur op. Ook bespaart hergebruik forse investeringen die anders voor nieuwbouw moeten worden gepleegd;

- b. circulair inkopen: Gasunie streeft naar toepassing van gerecycled materiaal in het gasnet. Het gasnet bestaat voornamelijk uit stalen buizen. De focus ligt op staal. Gasunie gebruikt circa 75.000 ton staal per jaar voor de aanleg van nieuwe leidingen. Voorlopig blijven buizen van staal. Mogelijkheden voor toepassing van groen staal en meer schroot worden in overleg met staalleveranciers in kaart gebracht. Ook wordt onderzocht of dit meer circulaire staal of commercieel en technisch haalbaar is. Een eerste batch van emissievrij staal is gepland in 2027. Het gaat om leidingen met gezamenlijke lengte van 60-70 km en een totale massa van 25.000 ton. Gasunie zal EPD's (Environmental Product Declaration) als inkoopvoorwaarde stellen, om beter inzicht te hebben in de circulaire eigenschappen van geleverde materialen. Deze documenten moeten bij voorkeur gecertificeerd zijn door een officiële certificerende instantie, zoals DNV of TÜV. Ook laat Gasunie recyclebaarheid aan einde levensduur meewegen, (up-/downgraden wordt nog niet beschouwd). Hierbij speelt financieel haalbaarheid een rol. Stalen buizen zijn vrijwel geheel oneindig te recyclen (alleen de coating eraf halen). Dit geldt voor de bulk van de onderdelen die Gasunie toepast, zoals buizen en afsluiters;
- c. herinzet van assets, refurbishen: Gasunie streeft naar opnieuw inzetbaar maken van onderdelen. Dit levert in de praktijk versnelling op en is vaak ook goedkoper. Nieuwe leidingen/onderdelen hebben veelal een langere levertijd. Gasunie heeft hiervoor diverse activiteiten opgezet, zoals voor borging van de gewenste kwaliteit. Hiervoor is het belangrijk producten op grond van historie te kunnen onderscheiden (oud vs nieuw). De hergebruikte onderdelen moeten tevens voldoen aan de systeemeisen;
- d. afval recycling: recyclet Gasunie zorgt ervoor dat onderdelen, zoals metalen buizen na gebruik via daartoe gespecialiseerde bedrijven zo hoogwaardig mogelijk worden gerecycled. Dit geldt ook voor kantoorafval. Hiervoor zijn enkele additionele processen ingeregeld, zoals schoonmaken van buizen. Gasunie wil zorgen dat stromen zo goed mogelijk worden ingezet voor nieuwe producten. Zo wordt de lineaire keten verder gesloten.

Qua ontwerp zijn er verschillende mogelijkheden, elk met voor- en nadelen voor verschillende thema's. Op de Noordzee kan een waterstofleiding begraven worden, waardoor deze stabiel en beschermd ligt. Aan het einde van de levensduur is het relatief lastig om deze leiding weer te verwijderen (bijvoorbeeld om deze en te hergebruiken). Een alternatieve mogelijkheid is de leiding met een betonnen omhulsel op de zeebodem te leggen. De leiding is dan ook beschermd en kan relatief gemakkelijk worden verwijderd. Nadere analyse zal moeten uitwijzen welke oplossing de meeste voordelen oplevert, danwel de beste keuze is.



BIJLAGE: INTERVIEW TENNET

Circulaire doelen TenneT en relatie tot elektriciteitsnetwerk PAWOZ

TenneT heeft lange termijn doelen vastgesteld op het gebied van de circulaire economie, klimaat en natuur, die gekoppeld zijn aan de Duurzame Ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties.

TenneT heeft concreet beleid en methodieken om circulariteit te bevorderen. Dit is onder andere vastgelegd in TenneT's [Climate Transition Plan](#). In dit plan stemt TenneT zijn bedrijfsactiviteiten af op wereldwijde klimaatdoelen. Hierdoor draagt TenneT bij aan het beperken van de wereldwijde opwarming tot maximaal 1,5 graden Celsius tegen 2050. Wat betreft circulariteit streeft TenneT naar een circulaire benadering door schaarse materialen minder te gebruiken, materialen te hergebruiken en afval te minimaliseren. TenneT heeft circulariteitseisen opgenomen in zijn aanbestedingprocedures. Leveranciers moeten bijvoorbeeld aantonen welk percentage van hun materialen gerecycled is. TenneT meet ook de klimaatimpact van hun eigen activiteiten. Het grootste deel van hun CO₂-voetafdruk wordt veroorzaakt door energieverlies in hun netwerk. TenneT streeft ernaar om tegen 2025 klimaatneutraal te zijn door initiatieven gericht op energie-efficiëntie en het minimaliseren van verliezen.

Ook in TenneT's *Corporate Social Responsibility* (CSR) ambitieplan 2025 heeft TenneT ambities opgenomen ten aanzien van circulariteit. TenneT wil zijn impact op zowel het gebruik van nieuw koper als op het gebied van niet-hernieuwbaar afval verminderen met 25 %.

Om haar circulaire beleid beter meetbaar te maken hanteert en ontwikkelt TenneT zogenaamde 'Key Performance Indicators' (KPI's). Deze KPI's geven aan welke kwantitatieve doelen ten opzichte van de huidige situatie gehaald moeten worden in 2030. Deze KPI's hebben onder andere betrekking op bereiken van een CO₂-reductie in de gehele leveringsketen. TenneT heeft ervaring met het toepassen van *levenscyclusanalyse* (LCA) en de *Environmental Cost Indicator* (ECI) in offshore projecten en tenders. Ook in de MER studies van TenneT op land wordt klimaatimpact en circulariteit al beoordeeld en meegenomen als criterium.

Ten aanzien van circulariteit heeft TenneT de volgende bedrijfsdoelen (waar mogelijk ook van toepassing voor PAWOZ):

- a. **circulair ontwerpen:** in het ontwerpproces gebruikt TenneT onder andere de Environmental Cost Indicator (ECI) als sturingsmiddel voor circulariteit. In de ECI zitten meerdere circulaire aspecten, waardoor circulariteit in een bredere context wordt beschouwd. ECI wordt bijvoorbeeld toegepast voor circulair ontwerpen van kabelplatforms (offshore substation). Op zee is de huidige praktijk om kabels en/of leidingen te begraven ten behoeve van een langere levensduur en minder Operation & Maintenance activiteiten (zie ook onder 'Circulaire verwerking'). Een voorbeeld van het ontwerpen van circulaire kabelroute op land is het vergelijken van een 'open ontgraving' met een Horizontal Directional Drilling (HDD) methode. De HDD-kabelroute kan korter zijn, maar andere impacts hebben, waardoor er kantelpunten kunnen zijn richting de ene of de andere oplossing. Daarbij kijkt TenneT naar de lokale situatie, maar neemt bij keuzes ook de gehele route in beschouwing;
- b. **circulair inkopen:** hiervoor heeft TenneT een inkoopbeleid geformuleerd, waarbij circulariteit een belangrijke beoordelingsfactor is. TenneT werkt aan het verminderen van de impact op het milieu die ontstaat, bij het aanleggen, onderhouden en vervangen van hun infrastructuur en de materialen die hiervoor nodig zijn. Daarbij wordt ECI als een kwantitatief tender criterium gebruikt bij alle 2 GW offshore tenders, en wordt ook steeds vaker toegepast bij onshore projecten;

- c. **circulaire verwerking:** terugwinning en/of circulaire verwerking van kabels en/of leidingen bij einde levensduur is in ontwikkeling. Op dit moment worden de kabels en leidingen nog niet hergebruikt. Voor kabels en leidingen op zee wordt nagegaan of deze dieper gelegd moeten worden om de levensduur te verlengen en O&M activiteiten te verminderen. Het is relatief lastig en vanuit ecologie bezwaarlijk om op kabels en leidingen op zee weer op te graven. Materiaal schaarste maakt terugwinning van materialen van met name kabels (vanwege het koper) echter in toenemende mate interessant.

Om bovengenoemde doelen te realiseren doorloopt TenneT thans een implementatietraject, waarbij sommige doelen al zijn gerealiseerd, andere zijn in ontwikkeling.



BIJLAGE: INTERVIEW TUNNELSISTEEM-ONTWERPTEAM PAWOZ

Onderstaande informatie is verkregen tijdens een interview met een vertegenwoordiger van het ontwerpteam voor eventuele tunnelsysteemopties voor PAWOZ.

Tunnelopties in PlanMER/IEA voor PAWOZ

Binnen het planMER/de IEA voor PAWOZ zijn PAWOZ-routes onderzocht voor kabelsystemen en leidingen, inclusief bijbehorende infrastructuur. Deze infrastructuur is nodig voor het aan land brengen van de elektriciteit en/of waterstof geproduceerd met de windenergie afkomstig van onder andere de toekomstige offshore windparken Ten Noorden van de Waddeneilanden (TNW, 700 MW) en Doordewind (DDW, 4.000 MW). Bij TNW is gepland een 500 MW waterstoffabriek (Demo 2) op zee te bouwen. In dit kader wordt voor het kruisen van de Waddenzee onder andere gekeken naar tunnelsysteemopties (de X: Tunnel route). De X: Tunnel route heeft een lengte van ongeveer 26 km. Het intredepunt Noordzee ligt op de Ballonplaat, ten noorden van Rottumerplaat en ten westen van Borkum. Vanaf de Noordzeeroutes volgen de kabelsystemen en leidingen de II: Oude Westereems route naar het intredepunt op de Ballonplaat, gesitueerd ten noorden van het Waddeneiland Rottumerplaat. Vanaf het intredepunt lopen maximaal zeven tunnelbuizen in een rechte lijn naar het aanlandingspunt in of nabij de Eemshaven.

Ontwerp en aanleg van tunnelsystemen

Voor kabelsystemen en waterstofleidingen moeten aparte tunnelsystemen worden aangelegd. Een optie is hiervoor een of meerdere betonnen tunnelsystemen van circa 5,5 meter diameter en een wanddikte van circa 35 cm onder de Waddenzee aan te leggen. De aanleg van een tunnelsysteem begint met de bouw van een hoefijzervormige dam in de Noordzee op de *Ballonplaat*. Binnen deze dam wordt een bouwterrein opgespoten, waarin een schacht wordt geplaatst van waaruit een tunnelgang wordt gegraven. Tegelijkertijd wordt er op het vasteland een vergelijkbare schacht gemaakt. De twee tunnelgangen worden naar elkaar toe geboord en komen samen op een afgesproken punt. In de tunnelgang worden de betonnen tunnelsegmenten en overige toebehoren geplaatst, waarna de kabelsystemen en/of waterstofleidingen aangebracht worden. De tunnelsystemen komen op een diepte van ongeveer 35 meter onder de zeebodem.

De tunnelbuizen voor kabelsystemen bevatten aan weerszijden rails, waarlangs een of twee kabelsystemen via geleidingswielen naar binnen worden gereden. Voor de waterstofleidingen zijn er rails op de bodem van de tunnelbuizen. De waterstofleidingen worden over deze rails naar binnen gereden. Er is ruimte voor een tweede waterstofleiding, indien nodig. Alle tunnelsystemen (kunnen) worden uitgerust met luchtbehandelingssystemen en conditiebewakingsapparatuur om de operationele omstandigheden te optimaliseren en de infrastructuur te monitoren. De tunnelsystemen zijn toegankelijk voor onderhoud en reparaties aan de infrastructuur. De tunnelsystemen worden voortdurend geventileerd en/of gekoeld en beveiligd. Meer technische informatie is te vinden in het deelrapport Techniek. Er wordt nu vanuit gegaan dat 1 energiedrager (kabelsysteem/leiding) per tunnelbuis zal worden toegepast.

Kosten en duurzaamheid

Tunnelsystemen vragen een aanzienlijk grotere investering en materiaalinzet dan andere aanlegtechnieken (en ongunstig voor circulariteit), zoals aanleg met een open ontgraving of HDD-boring. Daar staat tegenover dat door tunnelsystemen de ecologische waarden van Waddenzee minimaal aangetast worden. Ook bieden tunnelsystemen een langdurige en toekomstbestendige verbindingsmogelijkheid en circulaire voordelen. Tunnelsystemen maken onderhoud en conditionering mogelijk, waardoor de kabelsystemen en leidingen in zeer goede staat gehouden kunnen worden. Ook zijn de kabelsystemen en leidingen aan het einde van de

levensduur gemakkelijk en volledig terug te winnen en te recyclen of her te gebruiken. De tunnelsystemen hebben, afhankelijk van ontwerpkeuzen, een levensduur van 120 tot 400 jaar en kan aan het einde van de levensduur van de kabelsystemen en leidingen (na meer dan 40 jaar) nog voor eenzelfde doel, of voor een ander doel hergebruikt worden, zoals huisvesting van een of meer datakabels. De levensduur van de tunnelsystemen is met maatregelen (zoals coating of plaatsing of vervanging van binnenschalen) in principe nog met een oneindige periode te verlengen.

IV

BIJLAGE: OVERZICHT VAN DE COMBINATIES VOOR ROUTES

Tabel IV.1 Overzicht route-combinaties

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
<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

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>
				II A1	14	188
		V A	45	V A	17	187
				V A1	19	189
		V A2	36	V B	27	188
				V B1	29	189
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	191
				VII A Roodeschool	39	192
Naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW)						
A	68	II A1	44	II A	9	121
				II A1	14	126
		V A1	41	V A	17	127
				V A1	19	129
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	133
				VII A Roodeschool	39	135
B	61	II A1	44	II A	9	114
				II A1	14	119
		V A1	41	V A	17	120
				V A1	19	122
		VII A1	27	VII A Oostpolder	37	126
				VII A Roodeschool	39	128
C	61	II A	50	II A	9	119
				II A1	14	124
		V A	45	V A	17	123
				V A1	19	125
		V A2	36	V B	27	124
				V B1	29	125
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	39	129
D	80	II A	50	II A	9	138
				II A1	14	143
		V A	45	V A	17	142
				V A1	19	144
		V A2	36	V B	27	143

Noordzeeroutes		Waddenzeeroutes		Landroutes		
<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Routedeel</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Totale lengte (km)</i>
				V B1	29	144
		VII A	29	VII A Oostpolder	37	146
				VII A Roodeschool	39	147
Leidingen naar windpark Ten Noorden van de Wadden (TNW) (Gasunie)						
C	61	II	49	II A	8	118
				II A1	11	121
	61	VII	29	VII A Oostpolder	37	127
				VII A Roodeschool	37	127
				VII B	16	106
				VII B1	17	107
				VII C	20	110
	56	IX A1	22	IX B	23	101
D	79	II	49	II A	8	135
				II A1	11	139
	79	VII	29	VII A Oostpolder	37	144
				VII A Roodeschool	37	145
				VII B	16	124
				VII B1	17	125
				VII C	20	128
	65	VIII	23	VIII A	32	121
				VIII B	29	117
				VIII B1	29	117
	73	IX A1	22	IX B	23	118
	67	IX A2	25	IX B	23	115