

4.5.2 Selectie van corridors

Voor de keuze van de in de Waddenzee in beschouwing te nemen corridors zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Wat betreft de route van de kabel door de Noordzee en over het vasteland worden op voorhand geen doorslaggevende verschillen in omstandigheden onderscheiden die tot een voorkeur voor het ene dan wel het andere tracé door de Waddenzee en de Noordzeekustzone leiden. Op basis van de algemene projectuitgangspunten bestaat uiteraard een voorkeur voor de kortste route, omdat kortere tracés in beginsel meer economisch en minder 'belastend' voor de omgeving zijn. Bij het zoeken naar een route door de Waddenzee en de Noordzeekustzone wordt evenwel de kwaliteit van de route door de Waddenzee - uit oogpunt van natuur en milieu - boven het algemene uitgangspunt van de lengte van de route geplaatst.
- De aankoppeling van de kabelverbinding op het Nederlandse 380 kV-koppelnets vindt plaats in Eemshaven; mogelijke aanlandingspunten voor de kabel bevinden zich dus in de nabijheid van Eemshaven.

In Eemshaven is een directe koppeling mogelijk aan de 380 kV-verbinding Zwolle-Eemshaven die tot het landelijke 380 kV-net behoort. Deze verbinding is in het begin van de jaren '90 aangelegd en geschikt om grote hoeveelheden elektrische energie uit het noorden van Nederland af te voeren. Directe koppeling op deze bestaande landelijke infrastructuur wordt verkozen boven een indirecte koppeling welke zou kunnen worden gerealiseerd door bijvoorbeeld de bouw van het convertorstation elders aan de Waddenzeekust en de aanleg van een nieuwe wisselstroomverbinding naar het 380 kV-net. Gebruik van bestaande 220 en 110 kV-netten is niet mogelijk, omdat geen van deze hoogspanningslijnen daarvoor over voldoende capaciteit beschikt.

- Uit oogpunt van natuur en milieu wordt de kabel in de Waddenzee en de Noordzeekustzone langs scheepvaartroutes gelegd (zonering). Dit uitgangspunt vindt zijn grond in de intentie om de wadplaten - die de hoogste bescherming genieten - te mijden en om de kabel en de aanlegactiviteiten te 'bundelen' met de menselijke activiteiten die plaats hebben in de Waddenzee en de Noordzeekustzone.

Eemshaventracé

Gelet op deze uitgangspunten spreekt het voor zich dat in het MER een route van de kabel door het Eemsestuarium rechtstreeks naar de Eemshaven wordt onderzocht. Voor het bepalen van de ligging van de corridor in het Eemsestuarium staat in beginsel de keuze open tussen de Osterems, het Randzelgat en de Oude Westereems. Van deze drie mogelijkheden is de keuze voor de Osterems weinig voor de hand liggend: bij een keuze voor de weinig bevaren geul door de Osterems moet de kabel namelijk een groot aantal kabels en leidingen tussen de Duitse waddenkust en Borkum kruisen, terwijl in de westelijke geulen van het Eemsestuarium een kabelroute zonder kruisingen kan worden ontworpen. Bovendien zijn de waterdiepten ten zuiden van de Ley ontoereikend voor de legvaartuigen. Om deze redenen wordt de Osterems op voorhand niet geschikt geacht voor de kabel.

Wat betreft de keuze tussen de twee resterende mogelijkheden Randzelgat en Oude Westereems is allereerst van belang dat er qua natuurwaarden tussen deze twee opties geen doorslaggevende verschillen worden gezien. Aan een eventueel kabeltracé door het Randzelgat kleven de volgende nadelen:

- het Doekegat moet nabij de Eemshaven worden gekruist. Het Doekegat is morfologisch zeer dynamisch en wordt veelvuldig gebaggerd ten behoeve van het scheepvaartverkeer;
- Borkum moet zeer dicht worden genaderd. De situatie is daar morfologisch eveneens zeer veranderlijk. Om de kabel hier, buiten de vaargeul, op een veilige diepte te leggen, kan niet worden volstaan met alleen *trenchen*, maar dient ook te worden gebaggerd. Dit baggeren in de directe nabijheid van de kustverdedigings- en havenwerken van Borkum wordt ongewenst geacht.

Hier staat tegenover dat een tracé door de Oude Westereems als nadeel heeft dat ten noordoosten van Rottumeroog een instabiel gedeelte moet worden doorkruist: het Horsborngat. Dit nadeel speelt over een beperkte lengte en weegt minder zwaar dan de kruising van het Doekegat en de dichte passage van Borkum.

Het verschil in morfologische instabiliteit wordt bij de keuze tussen het Randzelgat en de Oude Westereems doorslaggevend geacht. Het Doekegat zelf en de geul onmiddellijk ten westen van Borkum zijn morfologisch zeer veranderlijk. Ingrepen in de bodem moeten daar bij voorkeur worden vermeden. In verband hiermee is er voor gekozen om in het Eemsestuarium de corridor langs de Oude Westereems te bepalen. Deze route zal verder Eemshaventracé worden genoemd.

Warffumtracé en Lauwersoogtracé

In de nabijheid van Eemshaven bevinden zich voorts de volgende corridors voor de kabel door de Waddenzee die aan de uitgangspunten voldoen:

- langs de Lauwers, de scheepvaartroute naar de haven van Noordpolderzijl;
- via het Friesche Zeegat, de scheepvaartroute naar de haven van Lauwersoog.

De mogelijke tracés van de kabel gebundeld met deze scheepvaartroutes worden eveneens in het MER onderzocht. Ze worden respectievelijk Warffumtracé en Lauwersoogtracé genoemd. "Bundeling" met het zogenaamde F3-buisleidingen-tracé is niet gezocht, omdat dit tracé niet aan de hierboven beschreven uitgangspunten voldoet, er feitelijk nooit een leiding is gelegd en er geen aanwijzingen zijn dat dit wel gebeurt in de nabije toekomst. Ook "bundeling" met de NGT-leiding is niet onderzocht, omdat het tracé van deze leiding evenmin voldoet aan de bovengenoemde uitgangspunten.

Andere denkbare corridors

Meer naar het westen liggen de volgende scheepvaartroutes door de Waddenzee:

- het Borndiep, naar Holwerd;
- het Vlie en de Vliestroom, naar Harlingen.

Holwerd en Harlingen zijn, vergeleken met Lauwersoog, zo ver van Eemshaven of van andere denkbare aansluitpunten op het landelijke 380 kV-koppelnets verwijderd, dat de genoemde routes, in verband met de hierboven beschreven uitgangspunten, op voorhand niet voor verdere uitwerking zijn geselecteerd.

Meer ten oosten van het Eemsestuarium in de (Duitse) Waddenzee is, vanuit Eemshaven gezien, de eerste scheepvaartroute die langs het Busetief naar Norddeich. Aanlanding te Norddeich zou over land een vervolgracé Norddeich-Eemshaven met zich brengen, dat ofwel de Bocht van Watum en het Oost Friesche Gaatje zou moeten kruisen, ofwel de Dollard zuidelijk zou moeten ronden. Deze beide vervolgracés zijn, in vergelijking met de route via Lauwersoog, onevenredig kostbaar: de route via de Bocht van Watum en het Oost Friesche Gaatje als gevolg van de extra kruising van dit deel van de Eemsmonding en de route zuidelijk van de Dollard als gevolg van de lengte. Aanlanding te Norddeich is daarom op voorhand niet geselecteerd voor verdere uitwerking, evenmin als nog verder naar het oosten gelegen denkbare aanlandingspunten.

Corridor buiten de Waddenzee; aanlanding op de westkust

Voor de bepaling van de corridor naar de westkust worden in de Noordzee geen omstandigheden gezien die bepalend zijn voor de keuze van het aanlandingspunt. Het aanlandingspunt wordt dan ook primair bepaald door het hoogspanningsnet op land, door de traceringsmogelijkheden van de kabel over land en door de mogelijke aanlandingspunten.

Geen van de bestaande hoogspanningsverbindingen die tot aan de kust van Noord- of Zuid-Holland lopen is geschikt om elektriciteitstransporten mee te kunnen verzorgen van een omvang als voor de NorNed-verbinding. Het verzwaren van deze lijnen, en de andere voorzieningen in de hoogspanningsnetten die verzwaring met zich mee zou brengen, enkel ten behoeve van de NorNed-verbinding is uit economisch oogpunt niet realistisch. Hetzelfde geldt voor de aanleg van een geheel nieuwe wisselstroomverbinding naar de westkust.

"Aansluiten" bij bestaande plannen voor de nieuwbouw of verzwaring van hoogspanningsverbindingen naar de westkust is niet mogelijk omdat zulke voornemens niet bestaan. In verband hiermee kan de aanlanding op de Hollandse westkust niet worden gemaakt door de bouw van het convertorstation aan het "uiteinde" van een bestaande of geplande hoogspanningsverbinding die tot aan de westkust van ons land loopt. Bij aanlanding aan de westkust moet de NorNed-verbinding dan ook over land, rechtstreeks naar het bestaande ringvormige 380 kV-koppelnets worden gevoerd en moet het convertorstation nabij het 380 kV-koppelnets worden gebouwd om daarop aan te kunnen koppelen.

Als locaties voor het convertorstation komen het eerste die in aanmerking, die het dichtst bij de westkust zijn gelegen; globaal genomen het gedeelte Diemen-Ens van het 380 kV-koppelnets. Er van uitgaande dat het convertorstation - uit oogpunt van elektriciteitsvoorziening en uit oogpunt van planologie - dan bij voorkeur "gebundeld" met bestaande of reëel te verwachten nieuwe stations wordt gebouwd, komen in aanmerking de koppel- en transformatorstations Diemen en Ens en de plek van een toekomstig station nabij de Flevocentrale.

Voor de bepaling van het aanlandingspunt is er vanuit gegaan, dat de NorNed-kabel het best gebundeld kan worden met andere infrastructuur die op de westkust aanlandt.

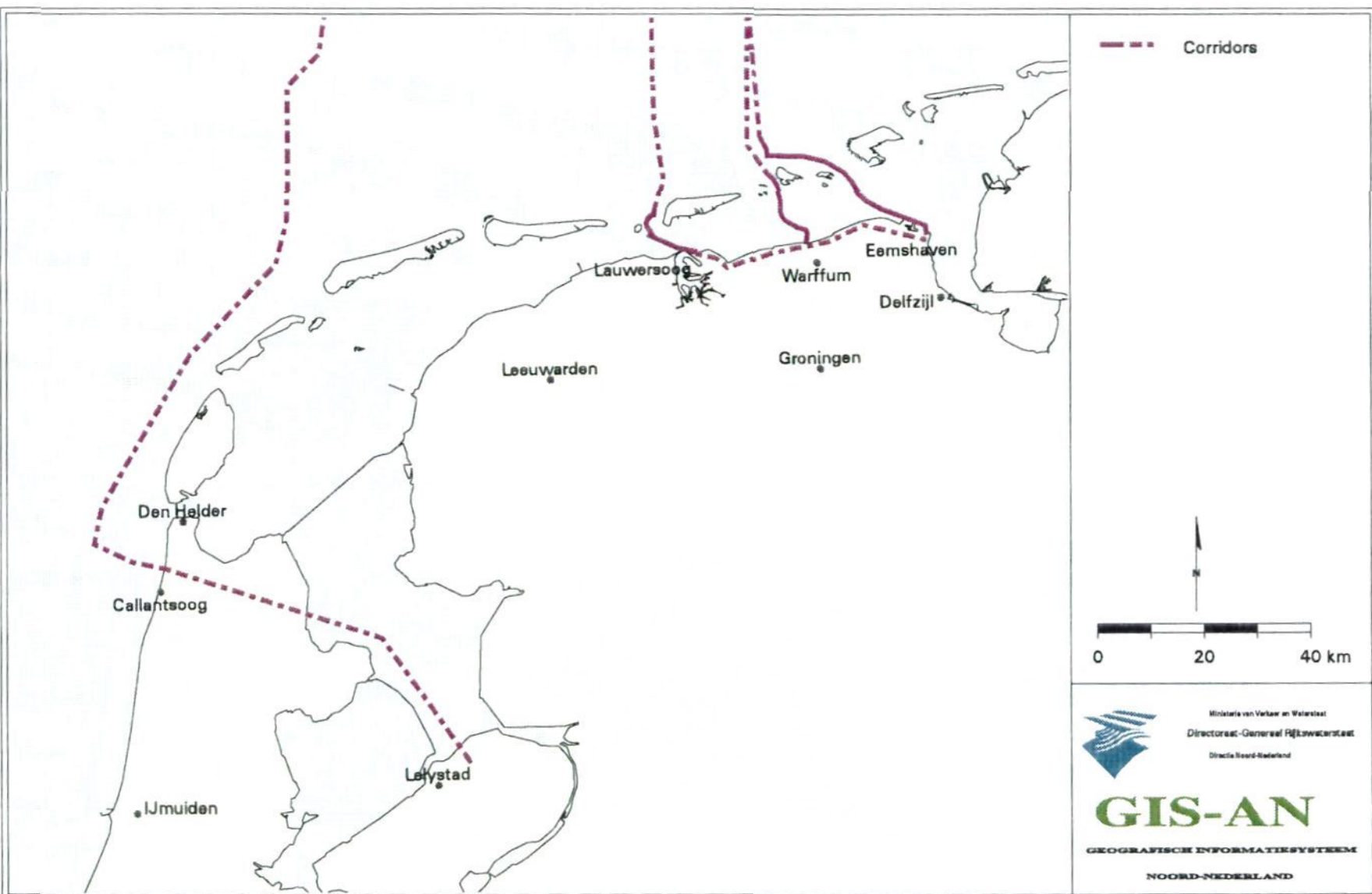
In Noord-Holland komen dan als aanlandingspunten in aanmerking van noord naar zuid: Callantsoog, Egmond aan Zee en IJmuiden.

Diemen blijkt dan het minst goed bereikbaar: via IJmuiden wordt het tracé onevenredig lang. Via Callantsoog of Egmond aan Zee is een tracé naar Diemen ofwel onevenredig duur (*bij kruising van de natte delen van Noord-Holland met een rechtstreeks tracé naar Diemen*) ofwel opnieuw onevenredig lang (*bij het leggen van de kabel om de natte gebieden heen*).

Ens en Flevo vergelijkend, is de route naar laatstgenoemde het kortst en daarom het meest aantrekkelijk. Gelet op de planologische inpasbaarheid van het tracé over land, komt Callantsoog als eerste in aanmerking als aanlandingspunt, omdat tussen Callantsoog en Medemblik - door de kop van Noord-Holland reeds een (buis-)leidingenzone bestaat waarin de kabel kan worden aangelegd. Planologische reserveringen in het IJsselmeer tussen Medemblik en Flevo of tussen Medemblik en Ens, zijn niet voorhanden. Er wordt van uitgegaan, dat de aanleg van de kabel in het IJsselmeer, door zorgvuldige keuze van het tracé in detail en door de inzet van gepast materieel niet in de weg wordt gestaan door de betekenis van het IJsselmeer voor de natuur, het milieu en het maatschappelijke gebruik (onder meer scheepvaart, recreatie, drinkwatervoorzieningen) en het in verband hiermee voor dit gebied gevoerd beleid. In de Noordzee volgt de corridor eerst aanwezige infrastructuur op een afstand van circa 7 tot circa 15 km van de kustlijn tussen Callantsoog en de Vliestroom (tussen Vlieland en Terschelling). Vandaar gaat de kabel vrijwel rechtstreeks in de richting van Noorwegen.

Op grond van de hierboven - samengevat weergegeven - afwegingen is het westkusttracé bepaald op Callantsoog-Medemblik-Flevo; in dit MER verder het Callantsoogtracé genoemd.

Figuur 4.5.2 geeft een overzicht van de geselecteerde corridors.



Figuur 4.5.2 Corridors

4.5.3 Traceringscriteria

Waddenzee

Het tracé van de NorNed-kabel binnen de geselecteerde corridors is in detail bepaald op basis van criteria van de initiatiefnemer en van de overheid en lettend op de belangen die verder binnen de corridors spelen (zie voor een uitgebreid overzicht annex 4.5). De criteria van de initiatiefnemer moeten onder meer de bedrijfszekerheid waarborgen. De criteria van de overheid (zie ook hoofdstuk 3) worden in hoofdzaak gevonden in de verschillende overheidsplannen. De overige belangen worden gevonden door inventarisatie binnen de corridors. Een beknopt overzicht van de meest bepalende traceringscriteria wordt gegeven in tabel 4.5.3.

criterium	uitwerking
zo direct mogelijke verbinding	een zo kort mogelijk tracé
bundeling met andere lijnvormige infrastructuur	nauwe bundeling met vaargeulen, bundeling met telecommunicatiekabels en buisleidingen op een afstand van 1.000 m
tracé buiten de vaargeulen	kruisingen van vaargeulen: bij voorkeur mijden; zoveel mogelijk onder een rechte hoek
ecologisch waardevolle gebieden en natuur-gebieden worden niet doorkruist of dicht genaderd	mijden van staats- en beschermde natuurmonumenten en gesloten gebieden
	afstand tot zeehondenligplaatsen minimaal 1.500 m
	afstand tot hoogwatervluchtplaatsen minimaal 500 m; afstand tot de laagwaterlijn zo groot mogelijk
	afstand tot spisulabanken zo groot mogelijk
	mijden van mossel- en kokkelbanken
	mijden van zeegrasgebieden en kwelders
risicovolle gebieden en objecten worden niet gekruist of dicht genaderd	mijden van morfologisch instabiele gebieden
	mijden van zand- en schelpenwingegebieden, bagger(stort)gebieden, ankergebieden en munitiestortplaatsen
	afstand tot zand- en schelpenwingegebieden in de Waddenzee en in de 3-mijlszone ten noorden van de eilanden minimaal 250 m, daarbuiten 1 zeemijl
	afstand tot (geplande) gas- en oliewinningsinstallaties minimaal 500 m
	mijden prospectieve gebieden gas- en oliewinning
mijden van archeologisch waardevolle gebieden	mijden van gebieden binnen de 4 m dieptelijn

Tabel 4.5.3 Meest bepalende traceringscriteria

Land

De tracés over land, tussen het aanlandingspunt en het convertorstation, worden in dit MER ontwikkeld en later ook vergeleken op "streekplan-niveau". De meest bepalende traceringscriteria worden in hoofdzaak aan de streekplannen ontleend, die integraal van karakter zijn en daardoor het beleid ten aanzien van natuur en milieu, *landbouw, ruimtelijke ordening, energie en infrastructuur enzovoorts geïntegreerd* verwoorden. Met name kunnen in dit kader worden genoemd het criterium van bundeling van infrastructuur en de criteria met betrekking tot landschap. Bundeling van infrastructuur wordt met de kabel nagestreefd door - waar mogelijk - het kabeltracé langs bestaande of geplande wegen, dijken, buisleidingen en dergelijke te leggen. Aan de criteria met betrekking tot het landschap in noord Groningen en de kop van Noord-Holland wordt voldaan door de kabelverbinding over land ook als kabel - dat wil zeggen ondergronds - uit te voeren. In tegenstelling tot bij 380 kV-wisselspanningsverbindingen is het voor de NorNed-verbinding technisch en economisch haalbaar om deze ondergronds aan te leggen.

Noordzee

De tracés in de Noordzee zijn in dit MER eveneens globaal ontwikkeld; met uitzondering van een deel van het Callantsoogtracé en de delen van het Lauwersoog- en het Eemshaventracé die onmiddellijk ten noorden van de waddeneilanden liggen.

De bepalende traceringscriteria in de Noordzee komen enerzijds voort uit de ecologie en anderzijds uit het gebruik van de Noordzee door de scheepvaart en voor de winning en het transport van olie, gas en zand. De visserij en de morfologie zijn niet bepalend voor het tracé; door de kabel op voldoende diepte in te graven wordt met deze aspecten rekening gehouden. Buiten de Noordzeekustzone zijn geen aanleidingen vanuit de ecologie, de scheepvaart en de delfstoffenwinning die rechtstreekse tracés naar Noorwegen in de weg staan. In de hierna volgende tracébeschrijvingen komen deze tracédelen dan ook verder niet aan de orde.

Het Callantsoogtracé voert de eerste circa 180 km (zie paragraaf 4.5.7) door een gebied dat relatief intensief wordt gebruikt voor onder meer kabels en leidingen en scheepvaart, zodat hier voor de tratering van de kabel de meest bepalende criteria zijn: de bundeling met bestaande infrastructuur, de vermijding van risicovolle gebieden, een goede kruising van scheepvaartroutes en ecologische aspecten. Onmiddellijk ten noorden van de waddeneilanden zijn voor de kabelroutes naar Lauwersoog, Warffum en Eemshaven de ecologie, de morfologische dynamiek en de scheepvaart de meest bepalende traceringscriteria.

4.5.4 Nadere selectie waddencorridors

De in de Waddenzee geselecteerde corridors zijn globaal getoetst aan de eisen van een minimale invloed op de ecologie en de natuur. Daarbij zijn de volgende vier criteria gehanteerd:

- a Staats- en beschermde natuurmonumenten en gesloten gebieden worden bij voorkeur gemedend; de afstand tot deze gebieden is voorts zo groot mogelijk.
- b De afstand van het te ontwikkelen tracé tot zeehondenligplaatsen is bij voorkeur minimaal 1.500 m.
- c De afstand van het te ontwikkelen tracé tot hoogwatervluchtplaatsen is bij voorkeur minimaal 500 m; de afstand tot de laagwaterlijn (LLWS 0 m) is bij voorkeur zo groot mogelijk.
- d Zeegrasgebieden en kwelders worden bij voorkeur niet doorkruist.

Het resultaat van deze eerste globale toetsing is weergegeven in tabel 4.5.4.

criterium	tracés		
	Lauwersoog	Warffum	Eemshaven
a mijden natuurmonumenten	--	--	-
b mijden zeehondenligplaatsen	-	--	-
c mijden hoogwatervluchtplaatsen	+	+ -	+
d mijden zeegrasgebieden en kwelders	++	--	++
totaal	+ -	--	+

Legenda

- ++ Voldoet zeer goed aan criterium; criterium vormt geen beletsel
- + Voldoet aan criterium; tracé inpasbaar
- + - Voldoet juist aan criterium; tracé inpasbaar
- Voldoet niet aan criterium; tracé moeilijk inpasbaar
- Voldoet niet aan criterium; tracé niet inpasbaar

Tabel 4.5.4 Toetsing van de Waddencorridors aan de criteria van de ecologie en de natuur

Op basis van deze tabel wordt geconcludeerd, dat de corridor naar Warffum veel minder geschikt is dan de corridors naar Lauwersoog en Eemshaven.

De corridor naar Warffum loopt via de gronden van de Lauwers, door de Lauwers tussen Simonszand en Rottumerplaat, en met de vaargeulen van het Boschgat en de Zuid-Oost Lauwers naar het aanlandingspunt bij Noordpolderzijl.

In de Waddenzee doorkruist de corridor nagenoeg over de gehele lengte het staatsnatuurmonument (criterium a) en het gebied waar volgens de verordening van de provincie Groningen geluidshinder moet worden voorkomen.

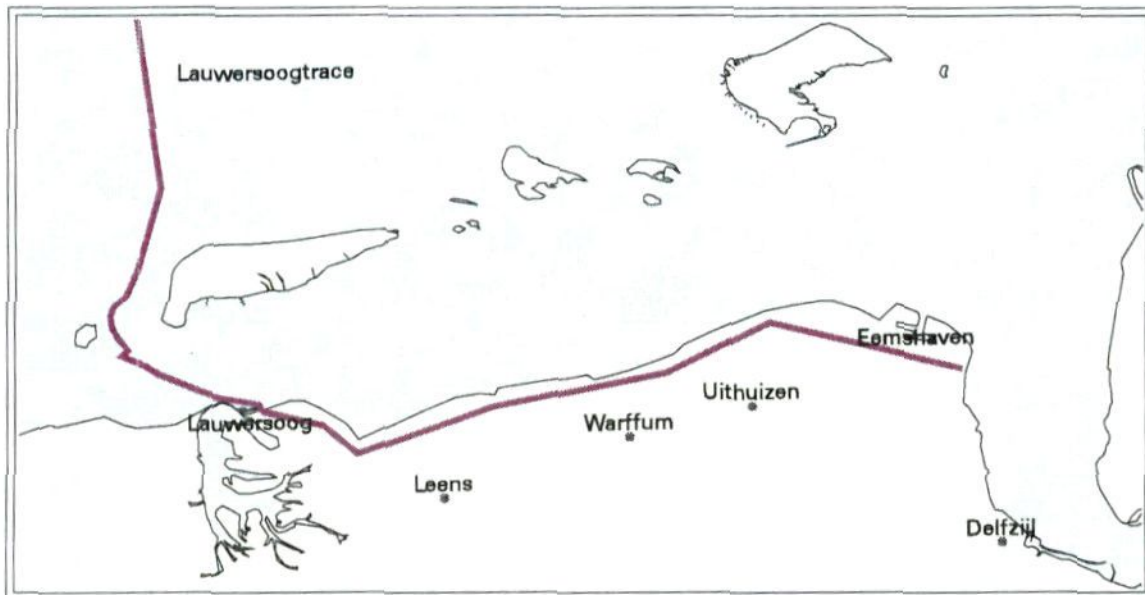
Aan beide zijden van de vaargeulen door de Gronden van de Lauwers, het Boschgat en de Zuid-Oost Lauwers bevinden zich op zeer korte afstand bovendien zeehondenligplaatsen. Een tracé langs de randen van deze vaargeulen zou voorts een aantal zeehondenligplaatsen doorkruisen, zodat de aanleg van de verbinding in de corridor een aanzienlijke verstoring veroorzaakt (criterium b).

Als de kabel zo nauw mogelijk met de vaargeulen door het Boschgat en de Zuid- Oost Lauwers wordt gebundeld, zou de aanleg op nog juist circa 500 m afstand van de hoogwatervluchtplaats bij Simonszand plaats hebben (criterium c).

De corridor doorkruist - om de kust te bereiken - over een grote lengte droogvallende wadplaten en kwelders. Tevens worden daarbij zeegrasgebieden doorkruist (criterium d).

In verband hiermee en omdat de corridors naar Lauwersoog en Eemshaven wél aan de criteria van ecologie en natuur voldoen, is op voorhand in de Warffumcorridor niet tot uitwerking van een tracé overgegaan.

4.5.5 Het Lauwersoogtracé



De corridor naar Lauwersoog loopt met de vaargeulen door het Westgat, tussen de Engelsmanplaat en Schiermonnikoog, en door de Zoutkamperlaag. Het aanlandingspunt bevindt zich op de noordoostelijke hoek van de haven van Lauwersoog, waarvandaan de kabel over land naar Eemshaven wordt gelegd. Daarbij wordt hij, nadat de zeewering ten zuiden van de haven is doorkruist, in de Marnewaard nauw gebundeld met de primaire zeewering en vervolgens, over het oude land, op afstand met de secundaire zeewering. Over het industrieterrein in Eemshaven verloopt het tracé via een leidingenstrook naar het aankoppelpunt, bij het bestaande 380 kV-station Eemshaven.

Aanvankelijk (zie Startnotitie) was er rekening mee gehouden, dat het tracé in de Lauwersoogcorridor door gebied van de gemeenten De Marne, Dongeradeel en Schiermonnikoog zou verlopen (in de Waddenzee). Het hieronder beschreven uiteindelijk ontwikkelde tracé doorloopt evenwel het gebied van de gemeente Dongeradeel niet en betreft alleen de gemeenten De Marne en Schiermonnikoog.

Het binnen de corridor, op basis van de traceringscriteria (zie onder meer tabel 4.5.3) ontworpen tracé naar Lauwersoog is weergegeven op schaal 1:25.000 op bijgevoegde tracétekening S988 Q103. In het onderstaande worden van het zeegedeelte van het tracé eerst de geografie en de morfologie en vervolgens de toetsing aan de uitgangspunten en de traceringscriteria besproken. Het landgedeelte van het tracé wordt daarna beschreven. De lezer wordt geadviseerd bij het lezen van de beschrijving, de kaarten te raadplegen.

Geologie en morfologie van het Lauwersoogtracé

Het tracé in de Noordzee verloopt vrijwel exact noord-zuid, tot het buigpunt bij KP 21 (het op de tracétekening aangegeven, afgeronde kilometerpunt 21), ten noordoosten van de betonde vaargeulen door de Gronden van het Plaatgat, het Westgat en de Zoutkamperlaag.

Vanaf daar ligt het tracé op een diepte van NAP -5 m. Het vervolgt westelijk langs Schiermonnikoog, ten oosten van, en gebundeld met, de uiterst mogelijke begrenzing van de vaargeul door de Gronden van het Plaatgat en het Westgat.

Bij KP 14 buigt het tracé in verband met een afname van de waterdiepte af naar het zuidwesten en vervolgt van KP 13 tot KP 10 nauw gebundeld met de betonde vaargeul door het Westgat en de Zoutkamperlaag.

Om kruisen van de droogvallende wadplaat bij de Kuipersplaat te voorkomen, kruist het tracé bij KP 10 onder een rechte hoek en over een lengte van circa 500 m de vaargeul door de Zoutkamperlaag.

Vanaf KP 9,5 ligt het tracé buiten, en gebundeld met, de betonde vaargeul in oostelijke richting tot KP 1, voorbij de ingang van de haven van Lauwersoog. Onder een hoek van ongeveer 45° wordt het aanlandingspunt op de noordoosthoek van het havengebied bereikt.

De bodem langs het Lauwersoogtracé bestaat voornamelijk uit zand en is daarom geen bepalende factor voor het vaststellen van het tracé. Plaatselijk bevatten de zandlagen veenbrokjes en klei- of leemfracties. Ononderbroken veenlagen komen in de bovenste lagen, die voor de aanleg van de verbinding van belang zijn, niet voor. De bovenste bodemlaag in de Zoutkamperlaag, met een dikte van 10 cm, bevat 50 - 70% slib.

Het gebied ten westen en zuidwesten van Schiermonnikoog is morfologisch zeer dynamisch, met ondiepe gebieden (platen) en getijdegeulen die zich zowel horizontaal als verticaal verplaatsen. Deze veranderingen zijn het gevolg van zandtransport door getijdenstromen. Door dit zandtransport verplaatst het buitengaatse geuleinde zich bovendien in oostelijke richting. Als de weerstand in de geul te groot wordt, breekt het water naar het westen door en begint het proces opnieuw.

Natuurgebieden en gebieden met ecologische waarde

De gehele Wadden- en Noordzee is in het SGR aangewezen als gebied behorende tot de ecologische hoofdstructuur. De NorNed-kabel kan dus niet buiten de EHS worden getraceerd.

Het tracé binnen het gebied van de PKB-Waddenzee, ten zuiden van KP 15,5, doorkruist geen beschermde natuurmonumenten of gesloten gebieden. Ten aanzien van het Staatsnatuurmonument Waddenzee geldt het volgende.

De binnengrenzen van het Staatsnatuurmonument Waddenzee worden gevormd door de betonde en/of bebakende vaargeulen. De kabel is juist buiten de vaargeul, langs de betonning getraceerd. Als gevolg daarvan is het tracé vanaf Lauwersoog tot aan de noordelijke begrenzing van het staatsnatuurmonument (dit is de begrenzing van de PKB-Waddenzee), langs de rand, aan de binnenzijde van het Staatsnatuurmonument Waddenzee getraceerd. Alleen tussen KP 0,5 en KP 2 en tussen KP 9,5 en KP 10 ligt het tracé buiten het gebied van het staatsnatuurmonument, als gevolg van een oversteek van de vaargeul door de Zoutkamperlaag. Vermijden van het staatsnatuurmonument is, mede gezien de andere traceringscriteria, niet mogelijk. Door de afstand van het tracé ten opzichte van de gevoelige gebieden in het staatsnatuurmonument zijn de feitelijke effecten verwaarloosbaar.

De afstand van het tracé tot de laagwaterlijn van droogvallende wadplaten is in het algemeen groter dan 500 m. Op een aantal plaatsen is dit niet het geval: tussen KP 3 en 8 (incidenteel circa 200 m, variërend tot 500 m), bij KP 10 (circa 250 m tot de laagwaterlijn van de wadplaten ten zuiden van het Gat van Schiermonnikoog) en tussen KP 11 en 12 (circa 200 m tot de laagwaterlijn van de Kuipersplaat). Een grotere afstand is daar niet realiseerbaar omdat het tracé dan in de vaargeul komt te liggen (KP 10 - 12) of te dicht een zandwingebied nadert (KP 3).

Langs het tracé bevinden zich binnen een afstand van 1.500 m enkele ligplaatsen waarop, solitair, zeehonden kunnen liggen. Het betreft de ligplaatsen bij de kop van Schiermonnikoog, Eilanderbult en de twee ligplaatsen op de Kuipersplaat. De eerste twee ligplaatsen worden tot op 1.000 m benaderd, de laatste twee tot 250 m. Bij de kop van Schiermonnikoog liggen circa 10 dieren, bij Eilanderbult enkele dieren en op de Kuipersplaat 20 tot 25 dieren. Op deze zeehondenligplaatsen worden geen zeehonden geboren of gezoogd. Het tracé passeert de hoogwatervluchtplaatsen voor vogels op het Rif en Engelsmanplaat op circa 1.400 respectievelijk circa 1.000 m. Aan de oostzijde van de vaargeul door de Zoutkamperlaag wordt de laagwaterlijn van enkele wadplaten incidenteel tot circa 200 m genaderd.

Langs het tracé komen noch gebieden met zeegras noch kwelders voor. Voorts komen langs het tracé geen spisulabanken of kokkelbanken voor.

Nabij KP 8, in de Zoutkamperlaag, doorsnijdt het tracé wel over een lengte van (circa 250 m) de noordoosthoek van een gebied dat als potentiële mosselbank is aangemerkt. Daarvoor hoeft het tracé vooralsnog niet te worden aangepast: als zich hier een mosselbank ontwikkelt, kan het tracé iets naar het noorden worden verplaatst zodat het gebied alsnog wordt gemedend.

Tracé in relatie tot andere objecten en menselijke activiteiten

Het risico op beschadiging van de kabel door menselijke activiteiten of door in het gebied aanwezige objecten moet zo klein mogelijk zijn. Voorts moet de verbinding menselijke activiteiten in het gebied zo min mogelijk hinderen. Bij de bepaling van het tracé is hiermee als volgt rekening gehouden.

In en bij de haven van Lauwersoog wordt periodiek gebaggerd om de waterdiepte van NAP -7 m te handhaven. Tussen KP 1 en KP 3 kruist het tracé over een lengte van circa 1.100 m een baggergebied ten westen van de haveningang; gedeeltelijk gebeurt dit in de betonde vaargeul door de Zoutkamperlaag.

Om beschadiging van de kabel door het baggeren te voorkomen, wordt hij beneden de gegarandeerde waterdiepte gelegd. Daarbij wordt in verband met de nauwkeurigheid van het baggerproces een extra ingraafdiepte van 0,5 m gehanteerd.

De vrijkomende baggerspecie wordt op enkele plaatsen in de Zoutkamperlaag, bij de betonde vaargeul, gestort. Het tracé "raakt" bij KP 8 een stortlocatie en passeert andere stortlocaties bij KP 6 en 7 op meer dan 250 m. Nergens wordt een baggerlocatie gekruist.

Ter hoogte van het westelijke gedeelte van het Rif bevindt zich op een afstand van circa 2,5 km ten westen van het tracé een voormalige munitiestortplaats. Deze is sinds de jaren '50 niet meer in gebruik. Bij het Ministerie van Defensie is niet bekend wat hier is gestort en hoe deze stortingen hebben plaatsgevonden. Noch bij het Ministerie, noch bij de Directie Noord-Nederland van Rijkswaterstaat is ooit de vondst van, of schade door, stortmateriaal gemeld. Het Ministerie adviseert niettemin het gebied te mijden.

Tussen KP 2,5 en KP 3,5 ligt het tracé op een afstand van circa 250 m parallel, ten zuiden van een zandwingebied. Het zandwingebied in de Glinder (ter hoogte van KP 7) ligt circa 1.000 m van het tracé.

Schelpenwingebieden worden door het tracé niet gekruist maar wel een aantal malen genaderd tot een afstand van minder dan 250 m. Bij KP 1 ligt het tracé over een lengte van circa 100 m minder dan 250 m van een wingebied; tussen KP 11 en 13 ligt het over een lengte van circa 1.500 m circa 75 tot 250 m ten oosten van het langwerpige wingebied in het Westgat en de Zoutkamperlaag. Andere schelpenwingebieden, in de Oort, het Brakzandstergat, de Groote Siege, het Gat van Schiermonnikoog en op de Wierumer Gronden, liggen op een afstand van meer dan circa 1.200 m van het tracé.

Een verschuiving van het tracé bij KP 1, tot meer dan 250 m afstand van de schelpenwinlocatie, stuit op het bezwaar dat het tracé dan dichterbij de ingang van de haven komt te liggen en over een grotere lengte door de vaargeul loopt. Hier is de dichte benadering van het schelpenwingebied verkozen boven de dichtere benadering van de haven.

In het Westgat en de Zoutkamperlaag (het tracédeel KP 11 en verder) kan het tracé niet op een afstand van meer dan 250 m ten westen van de schelpenwinlocatie worden geprojecteerd omdat dan, rekening houdend met de ligging van de vaargeul, de mosselbanken ten zuiden van Engelsmanplaat worden doorkruist, de hoogwatervluchtplaats van Engelsmanplaat tot 500 m wordt genaderd, het mosselzaadperceel ten oosten van Engelsmanplaat wordt doorkruist en de hoogwatervluchtplaats van het Rif tot een afstand van minder dan 500 m wordt genaderd. Dit laatste impliceert tevens dat de voormalige munitiestortplaats op het Rif dichterbij wordt genaderd. Een projectie van het tracé op meer dan 250 m afstand ten oosten van het schelpenwingebied is evenmin mogelijk omdat dan droogvallende wadplaten worden doorkruist. Hier is de dichte benadering van het schelpenwingebied verkozen boven het in mindere mate of niet voldoen aan de ecologische criteria. Indien en voor zover deze keuzes leiden tot economische schade bij de schelpenwinning, zal daarin - in overleg met de exploitant(en) - worden voorzien met een schadevergoeding ten laste van de initiatiefnemer.

Het Lauwersoogtracé kan niet zodanig worden gekozen dat de infrastructuur in de leidingenstraat tussen Lauwersoog en Schiermonnikoog en de NGT-gasleiding ten noorden van de eilanden worden gemedend. De kabel moet derhalve twee elektriciteitskabels (KP 4), twee gasleidingen (KP 5), een telecommunicatiekabel (KP 5) en de NGT-gasleiding (tussen KP 24 en 25) kruisen. In de Zoutkamperlaag en de Gronden van het Plaatgat moeten de buiten gebruik gestelde Rømø-telecommunicatiekabels nummers 1, 2 en 4 worden gekruist, bij KP 6,5 (tweemaal), KP 13 (tweemaal), KP 20 (eenmaal) en KP 22 (eenmaal). Deze kabels worden plaatselijk geruimd.

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) bereidt proefboringen voor ten noorden van de eilanden, in de Noordzeekustzone. Als deze succesvol zijn, wordt mogelijk een drooggasleiding van een nieuw satellietplatform Plaatgat A1 (ten noorden van Schiermonnikoog) naar het productieplatform (op AWG1 in het Pinkegat, ten noorden van Ameland) aangelegd. De NorNed-kabel kruist deze leiding dan tussen KP 20 en KP 21; de platforms zelf liggen meer dan 2 respectievelijk 10 km van het tracé. Afhankelijk van onder meer de resultaten van de proefboringen kan verder ten noorden van het Rif, op locatie Pinkegat A, een satellietplatform worden geplaatst; dit ligt dan op circa 5 km ten westen van het tracé. Tenslotte ligt het tracé bij KP 7 circa 600 m ten zuiden van de proefboorlocatie Roode Hoofd C, in de Glinder. Deze locatie wordt ook bij een succesvolle boring niet ontwikkeld met een productieplatform.

Het tracé is tussen KP 29 en 34 over een lengte van circa 5 km ten westen van een gepland ankergebied geprojecteerd. De afstand tot dit ankergebied bedraagt 1.100 tot 1.900 m.

Archeologisch en cultuurhistorisch belangrijke locaties langs het zeetracé

De omstandigheden in de geulen van het Lauwersoogtracé zijn gunstig voor het behoud van scheepswrakken en ander archeologisch waardevol materiaal. Niet van alle mogelijke objecten is de ligging bekend bij de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB). Tijdens het onderzoek dat aan de installatie van de kabel voorafgaat en bij de aanleg zal daarom in overleg met de ROB worden bewaakt of zich archeologisch waardevol materiaal in het tracé bevindt. Zonodig kan het beloop van de kabel daarop enigszins worden aangepast.

Het traject over land

Vanaf Lauwersoog wordt de kabel over een lengte van circa 50 km ondergronds aangelegd naar het HVDC-station in Eemshaven. Dit deel van het tracé is weergegeven op de kaart van het streekplan Groningen (zie bijgevoegde kaart 'Uitsnede streekplankaart Groningen'). De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- het tracé is bij voorkeur zo kort mogelijk;
- het tracé wordt zo mogelijk in overeenstemming met de in het streekplan neergelegde beleidskaders ontworpen, zodat de kabel bij voorkeur in gereserveerde leidingzones wordt geprojecteerd en zo mogelijk gebieden met een planologische aanduiding die zich niet goed verhoudt met (de aanleg van) de verbinding, worden vermeden.

Er is steeds nagegaan of de feitelijke situatie ter plekke van het tracé de mogelijkheden die het streekplan lijkt te bieden voor de aanleg van de kabel ook daadwerkelijk kent. In verband hiermee is de volgende beschrijving op onderdelen iets gedetailleerder dan de streekplankaart.

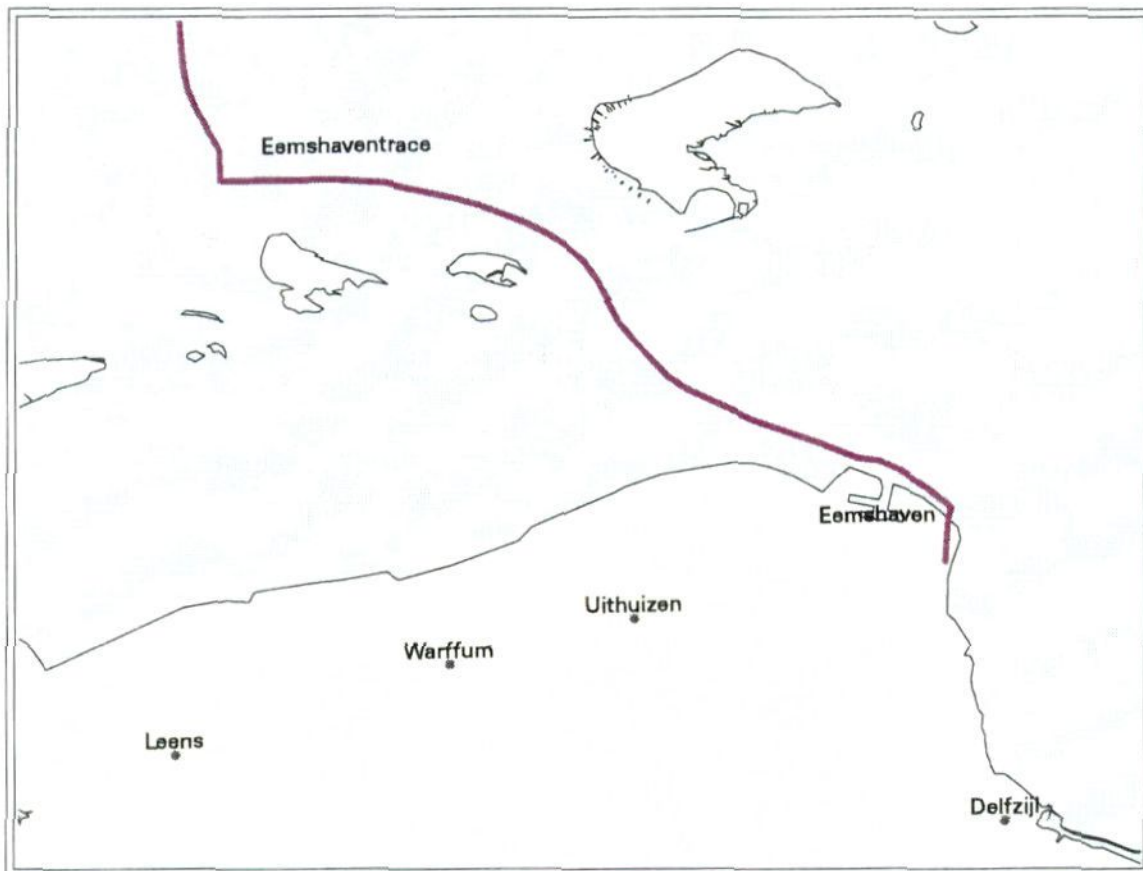
Door de verbinding tussen Lauwersoog en het station te Eemshaven ondergronds aan te leggen wordt voldaan aan het streekplanbeleid gericht op het "te behouden grootschalig open gebied". In de Marnewaard (op de streekplankaart oranje aangeduid als "militair gebruik richtinggevend") is de kabel tussen het militaire oefenterrein en de Waddenzeedijk gepland; er is voldoende ruimte om het natuurgebied Zoute Kwel te mijden.

In de gemeenten De Marne, Winsum en Eemsmond, is het tracégedeelte tussen de Marnewaard en de terreinen van de Eemshaven (paars op de streekplankaart, "werklocatie") geprojecteerd in gebied met de aanduiding "landbouw richtinggevend". Het agrarisch grondgebruik dat onder deze aanduiding wordt begrepen verhoudt zich goed met de aanwezigheid van de kabel, zij het dat de aanleg van de kabel - eenmalig - enige overlast met zich meebrengt. Globaal geschat zijn bij de aanleg van de kabel circa 250 grondeigenaren betrokken.

Gebieden op de kaart aangeduid als van betekenis voor de natuur worden vrijwel geheel gemeden; voor zover het agrarisch gebied ook praktisch van betekenis is voor vogels, kan daar bij de feitelijke aanleg van de kabel beperkt rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door het kiezen van een gunstig aanleg-tijdstip. Over zeer korte afstand worden strookjes met de aanduiding "landbouw en natuur in samenhang richtinggevend" door het tracé van de kabel gekruist. Deze aanduiding hangt samen met de aanwezigheid van oude dijken. Er is van uitgegaan dat de kabel niet in de op de streekplankaart aangegeven leidingstrook zal worden gelegd, omdat deze voor een aanzienlijk deel ook de aanduidingen "natuur richtinggevend" en "landbouw en natuur in samenhang richtinggevend" dragen; de "natuur-aanduidingen" in het streekplan worden zo maximaal ontzien.

In het gebied van de Eemshaven zal de kabel in de daar gereserveerde leidingenstroken worden gelegd. Archeologische waarden komen niet voor op de diepte van de kabel.

4.5.6 Het Eemshaventracé



De corridor naar Eemshaven kruist ten noorden van Rottumerplaat de vaargeulen van de Westereems en het Hubertgat. Vervolgens verloopt de corridor gebundeld met de vaargeulen door het Hubertgat en de Oude Westereems. Hierbij ligt de corridor juist ten zuiden van de vaargeulen. De kabel landt aan direct ten noordwesten van de golfbrekers van de koelwaterinlaat van de Eemscentrale. Daarvandaan loopt de kabel over het terrein van de Eemscentrale naar het convertorstation. Het tracé betreft, naast verdragsgebied, in de Waddenzee geen andere gemeenten dan Eemsmond.

Het binnen de corridor, mede op basis van de traceringscriteria ontworpen Eemshaventracé (zie tabel 4.5.3) is weergegeven op schaal 1:50.000 op los bijgevoegde tracétekening S988 S003. De beschrijving van dit tracé heeft dezelfde opzet als die van het Lauwersoogtracé.

Geologie en morfologie van het Eemshaventracé

Het tracé nadert vanuit de Noordzee de Waddenzee in vrijwel exact noord-zuidelijke richting en bereikt bij KP 43 de getijdegeulen van het Eemsestuarium. Om hier te kunnen voldoen aan het uitgangspunt om de kabel buiten de vaargeulen te leggen, terwijl het beloop daarvan voortdurend wijzigt, heeft het Duitse Wasser- und Schifffahrtsamt te Emden de uiterste begrenzingsen van de vaargeulen aangegeven. Deze zijn aangegeven op de eerdergenoemde kaart. Er is voor gekozen het tracé van de kabel langs de zuidzijde van het Hubertgat en het Horsborngat en langs de westzijde van de Oude Westereems en het Doekegat te leggen. Dit is mogelijk zonder dat conflicten met de natuurwaarden ontstaan, zoals hierna wordt beschreven; terwijl zo voorkomen wordt dat de kabel - getraceerd ten noorden van het Hubertgat en het Horsborngat en ten oosten van de Oude Westereems en het Doekegat - veelvuldig scheepvaartroutes, ankergebieden en morfologisch zeer instabiele gebieden zou moeten kruisen.

Tussen KP 43 en 40 en KP 37 en 36 worden de (uiterste mogelijke begrenzingsen van de vaargeulen in de) Westereems en het Hubertgat gekruist. Tussen deze twee oost-west georiënteerde geulen voert het tracé over de relatief ondiepe Ballonplaat. Het betonde gedeelte van de vaargeul in de Westereems, de huidige hoofdvaargeul voor scheepvaartverkeer, wordt door periodiek baggeren op een diepte van circa NAP -15 m gehouden; in de vaargeul in het Hubertgat is de diepte ter plaatse van het tracé NAP -15,5 tot -16,5 m; de minimale diepte bij de Ballonplaat is circa NAP -7,5 m.

Direct ten zuiden van de uiterste mogelijke begrenzing van de vaargeul in het Hubertgat (bij KP 36) buigt het tracé vrijwel haaks naar het oosten af. Ten zuiden van KP 22 bestaat het estuarium van de Eems uit gedeeltelijk droogvallende wadplaten en uit de getijdegeulen van de Oude Westereems en het Randzelgat. Het Randzelgat is de hoofdvaargeul voor verkeer naar de havens aan de Eems. Beide geulen, met een diepte van circa NAP -13,5 tot -17,5 m, lopen van het zuidoosten naar het noordwesten. Zij worden van elkaar gescheiden door een langgerekte ondiepte (de Meeuwenstaart). Het Eemsestuarium wordt begrensd door grote ondiepe gebieden die bij laag water droogvallen: het Horsbornzand en het Uithuizerwad in het zuiden en de Randzel in het noorden. Tussen KP 22 en 20 kruist het tracé over een lengte van circa 1,5 km een uitloper van het Horsbornzand (circa NAP -5,5 tot -6,5 m).

Het tracé verloopt juist buiten de vaargeulen in het Hubertgat, het Horsborngat en de Oude Westereems, langs de uiterste mogelijke begrenzingsen daarvan. Rottumeroog wordt tot op een afstand van 1.500 m gepasseerd. Bij KP 5 (de noordwesthoek van de Eemshaven) buigt het tracé in geringe mate naar het oosten af, voor de ingang van de haven langs tot het aanlandingspunt, liggend circa 3 km ten zuidoosten van de haveningang (direct ten noordwesten van de golfbrekers van de koelwaterinlaat voor de Eemscentrale). Mede omdat de vaargeul van het Doekegat in de toekomst kan verschuiven naar de haveningang, is het tracé op circa 400 m van de ingang geprojecteerd.

De bodem bestaat in vrijwel het gehele Eemsestuarium voornamelijk uit fijn zand met plaatselijke concentraties zeeklei en incidentele harde veenresten; hieruit volgen geen beperkingen voor de tracékeuze. De bodem in de vaargeul van het Doekegat is gelijk die in het Eemsestuarium, maar in de omgeving van de haveningang is kiezel aanwezig. De dijk bestaat bij het aanlandingspunt uit klei, aan weerszijden onderaan (boven en onder de waterlijn) verstevigd met stenen en asfaltbitumen. De bodem direct buiten de dijk bestaat uit zand en slib.

Het Eemshaventracé ligt in gebied dat morfologisch dynamisch is als gevolg van de interactie van golven en stromingen met het uit fijne sedimenten bestaande zeebed. Derhalve moet in het gehele gebied rekening worden gehouden met veranderingen van het bodemprofiel, waarbij de getijdegeulen en de platen daartussen zich horizontaal verplaatsen. Dit geldt in het bijzonder voor het morfologisch zeer dynamische gebied van het Horsborngat, waar het tracé dus buiten de uiterste mogelijke grenzen van de vaargeulen is geprojecteerd.

Ongeveer ten zuiden van KP 12 is sprake van een relatieve morfologische stabiliteit. Alleen bij de haveningang is sprake van lokale morfologische instabiliteit als gevolg van de aanwezigheid van de golfbrekers van de haveningang, die in de directe omgeving variabele erosiegaten veroorzaken. Deze instabiliteit en die van de Robbenplaat zijn bepalend voor de keuze van het aanlandingspunt. Mede in verband hiermee ligt het aanlandingspunt niet oostelijk van het koelwaterinlaatpunt

Natuurgebieden en gebieden met ecologische waarde

De gehele Wadden- en Noordzee is in het SGR aangewezen als gebied behorende tot de ecologische hoofdstructuur. De NorNed-kabel kan dus niet buiten de EHS worden getraceerd.

Het tracé naar het aanlandingspunt te Eemshaven doorkruist geen beschermde natuurmonumenten en in de Waddenzee gelegen gesloten gebieden. Het Staatsnatuurmonument Waddenzee wordt ter hoogte van het Horsborngat tussen KP 20 en 22 en nabij de aanlanding tussen KP 0 en 0,5 doorkruist. Tussen KP 20 en KP 22 volgt de kabel de oostgrens van het staatsnatuurmonument.

Ten noorden van KP 25 is de afstand tussen het tracé en de laagwaterlijn van de wadplaten meer dan 1.000 m. Tussen KP 22 en 16 loopt het tracé, op een afstand van circa 300 meter, parallel aan de oostelijke begrenzing van het jaarlijks tijdelijk gesloten natuurgebied ten oosten van Rottumeroog. Een grotere afstand tot dit gebied is niet realiseerbaar omdat de kabel dan in de vaargeul komt te liggen. Ten zuiden van KP 16 ligt het tracé op 200 tot 500 m van de laagwaterlijn en bij KP 9 wordt de laagwaterlijn tot circa 100 m genaderd. Door de morfologische dynamiek van het gebied kan de situatie voor het moment van aanleg nog enigszins veranderen.

Langs het tracé zijn op het zuidelijke deel van het Horsbornzand enkele solitaire zeehonden te verwachten tot op 750 m afstand van het tracé. Hier worden geen jongen geboren of gezoogd. Tussen KP 21 en KP 22 is de kortste afstand tussen de zeehondenligplaats langs het Sparregat ten oosten van Rottumeroog 1.250 m en is enige verstoring van zeehonden bij de ingang van het Sparregat mogelijk. Bij de zeehonden langs het Sparregat bevinden zich tussen half juni en de tweede helft van augustus ook zogende wijfjes met jongen. Hoewel de zogende wijfjes de rustige plaatsen opzoeken en vooral langs het zuidelijk deel van het Sparregat zullen liggen en weinig of niet bij de ingang, is verstoring van wijfjes met jongen in de zoogperiode niet geheel uit te sluiten. Dit zou consequenties kunnen hebben voor de populatie. De aanlegperiode kan echter buiten de zoogperiode worden gekozen waardoor verstoring van wijfjes met jongen vrijwel is uitgesloten. Dit zal ook het geval zijn indien de afstand tussen tracé en ligplaats op het tijdstip van uitvoering van de werkzaamheden zou zijn veranderd door natuurlijke verplaatsing van wadplaten. De afstand tussen het tracé en de zeehondenligplaatsen langs het Schild, tussen Rottumeroog en Rottumerplaat bedraagt meer dan 2.500 m. Steeds is de grootst mogelijke afstand gekozen tussen zeehondenligplaatsen en een kabeltracé buiten de vaargeulen.

De afstand van het tracé tot de hoogwatervluchtplaatsen voor vogels, bij Rottumeroog en Rottumerplaat, bedraagt meer dan 1,3 respectievelijk 2 km. Op enkele plaatsen nadert het tracé de laagwaterlijn tot op een afstand van 100 m. Gebieden met zeegras en kwelders komen langs het tracé niet voor. Het tracé doorkruist geen kokkelpercelen, of (bestaande of mogelijk toekomstige) mosselbanken. In het verleden kwamen spisulabanken voor ten noorden van Rottumerplaat en Rottumeroog, langs de zuidrand van het Hubertgat. Deze spisulabanken zijn verdwenen, maar vorming van nieuwe banken is mogelijk. De locaties van de spisulabanken zijn zeer veranderlijk, zodat kort voor de aanleg pas definitief kan worden bepaald of het nu geplande tracé zulke banken kruist.

Tracé in relatie tot andere objecten en menselijke activiteiten

De Westereems en het Randzelgat zijn de hoofdvaargeulen voor verkeer naar de havens van de Eems. Zij worden door periodiek baggeren op een diepte van NAP -15 m gehouden. Omdat het kruisen van deze vaargeulen niet kan worden vermeden, kunnen ook deze baggergebieden niet worden gemeden. De kabel wordt derhalve beneden de gegarandeerde waterdiepte gelegd om beschadiging door het baggeren te voorkomen. *Daarbij wordt in verband met de nauwkeurigheid van het baggerproces een extra ingraafdiepte van 0,5 m gehanteerd.*

In de toekomst kan het Hubertgat de hoofdvaargeul naar de havens worden. Ook hier moet de ingraafdiepte dus worden bepaald op basis van een waterdiepte van NAP -15 m. Momenteel is de waterdiepte op de plaats van de kruising circa NAP -16,5 m. Ter hoogte van KP 15 en tussen KP 43 en 44 kruist het tracé over een lengte van circa 250 respectievelijk circa 500 m twee baggerstortgebieden, waar voornamelijk specie afkomstig van onderhoudswerkzaamheden wordt gestort. Dit vormt geen bezwaar voor het tracé. Tussen KP 8 en 10 is het tracé aan de rand van een baggerstortgebied geprojecteerd. Ook hier zijn geen problemen te verwachten.

Het tracé passeert op voldoende ruime afstand een voormalige munitiestortplaats van de Duitse marine in de Westereems (ten noorden van de Ballonplaat). Deze stortplaats wordt inmiddels zelfs niet meer op hydrografische kaarten aangegeven.

Zand- en schelpenwingebieden komen langs dit tracé niet voor. De ankergebieden (de overslagzones of reden in de Oude Westereems en het Randzelgat en het geplande ankergebied ten noorden van Schiermonnikoog) liggen op meer dan 1.250 m van het tracé.

Het tracé ligt vanaf KP 24 (Horsborngat) tot KP 36 (Hubertgat) parallel aan en ten noorden van de NGT-gasleiding. De afstand tussen het tracé en de gasleiding is overal groter dan 500 meter, behalve tussen KP 24 en 26 (130 tot circa 200 m, over een lengte van circa 1.250 m) en bij KP 36 (350 m). Het is niet mogelijk de NorNed-verbinding op een afstand van circa 1 km met de gasleiding te bundelen omdat het tracé dan over een grote lengte in de vaargeul komt. Genoemde afstanden zijn in de praktijk voldoende voor het ongehinderd gebruik en onderhoud van zowel de leiding als de kabel; ook voor het aanleggen van de kabel zijn deze afstanden niet bezwaarlijk. Bij KP 51 wordt de telecomleiding TAT 10/D gekruist.

De NAM bereidt proefboringen in het Eemsestuarium voor. Twee van de drie boorlocaties bij het Hubertgat die bij een succesvolle proefboring mogelijk als exploitatielocaties zullen worden ontwikkeld (Ballonplaat A en Hubertplaat D) liggen op afstanden van meer dan 1.000 m van het tracé. Een derde proefboring (mogelijk exploitatielocatie) (Rottumeroog II-F) ligt op circa 250 m van het Eemshaventracé. De precieze ligging van dit tracé en de aan te houden onderlinge afstand is in overleg met de NAM vastgesteld. De kabel passeert ten zuiden van deze locatie om interferentie met NAM-activiteiten te vermijden. Als de proefboringen succesvol zijn, wordt mogelijk een drooggasleiding aangelegd tussen de daar te realiseren productieplatforms. Tussen de platforms bij Ballonplaat A en de NGT-leiding wordt dan mogelijk ook een leiding gelegd. Een kruising van de NorNed-kabel en deze leiding (bij KP 31-32) kan door een tracéverandering niet worden voorkomen.

Tussen KP 17 en 18 ligt het tracé langs de rand van de proefboorlocatie Rottumeroog I-B. Deze proeflocatie brengt geen beperkingen ten aanzien van de tracering van de NorNed-kabel met zich mee. De proefboring vindt naar de huidige verwachting niet gelijktijdig met de installatie van de NorNed-kabel plaats. Bij een succesvolle boring vindt eventuele gaswinning vanaf een plek elders plaats.

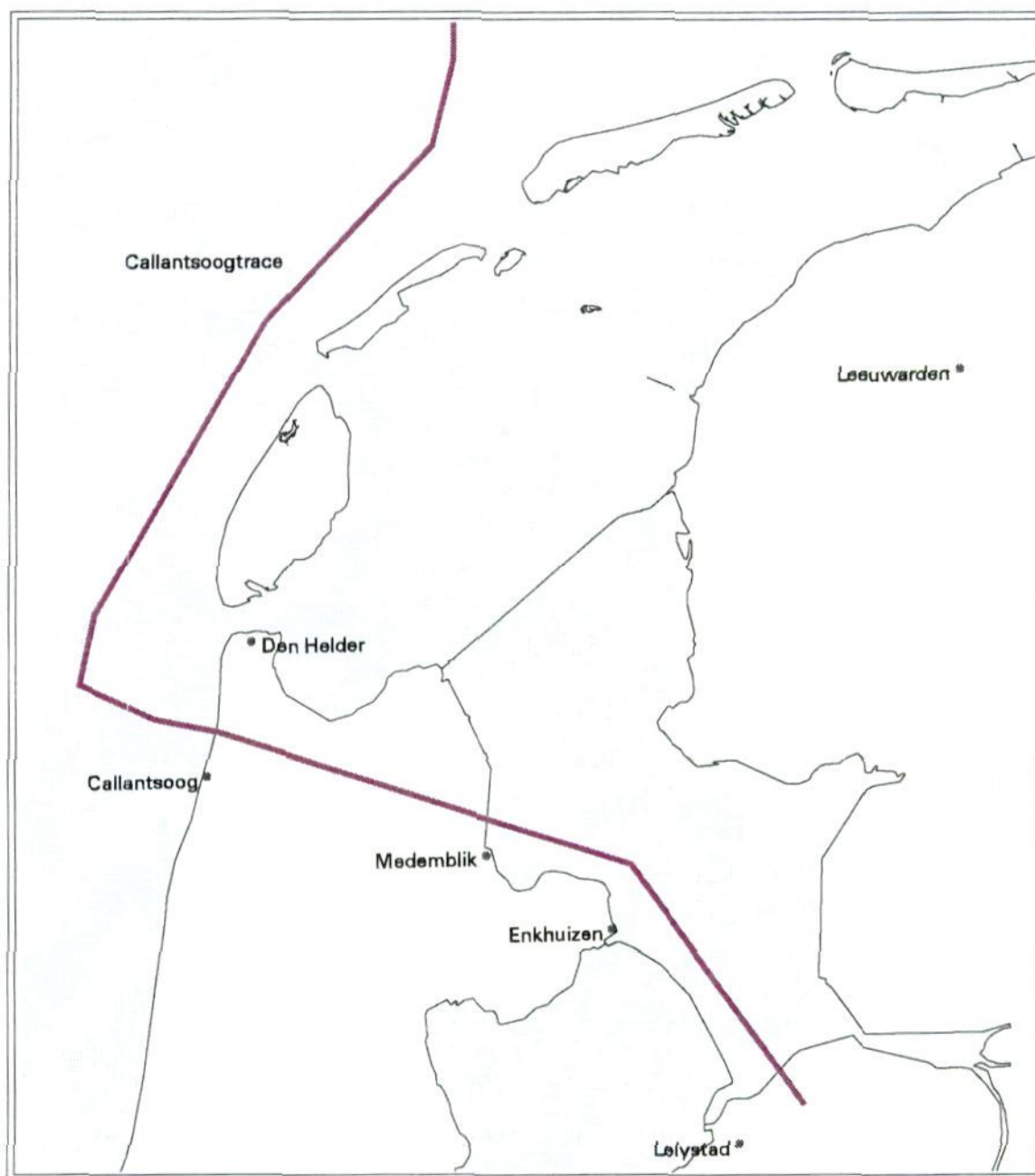
Archeologisch en cultuurhistorisch belangrijke locaties langs het zeetracé

Ook de omstandigheden rond het Eemshaventracé zijn gunstig voor het behoud van scheepswrakken en ander archeologisch waardevol materiaal. De archeologische belangen worden in het Eemsestuarium zowel behartigd door de ROB als door het *Institut für Denkmalpflege van het Niedersächsisches Landesverwaltungsamt*. Beide hebben afgesproken de behartiging van de belangen bij het NorNed-project over te laten aan de ROB. Ook voor dit tracé is de ligging van alle mogelijke objecten niet bekend. Tijdens het onderzoek dat aan de installatie van de kabel voorafgaat en bij de aanleg zal daarom in overleg met de ROB worden bewaakt of zich archeologisch waardevol materiaal in het tracé bevindt. Zo nodig kan het beloop van de kabel daarop enigszins worden aangepast.

Het traject over land

De kabel loopt, na aanlanding direct ten noordwesten van de koelwaterinlaat van de Eemshavencentrale, 2 km over een terrein van de centrale naar het convertorstation nabij het 380 kV-station Eemshaven.

4.5.7 Het Callantsoogtracé



De corridor naar Callantsoog verloopt vanuit het noorden als volgt. In de Noordzee ten noorden van de waddeneilanden loopt het tracé van de kabel gebundeld met de telecommunicatieleiding tussen Egmond aan Zee en Fano. Ongeveer 6 km ten noorden van Vlieland buigt het tracé af naar het zuidwesten en volgt dan de kustlijn van de waddeneilanden en Noord-Holland, grotendeels ten zuidoosten gebundeld met de NOGAT-buisleiding. Ten westen van Callantsoog kruist het tracé vervolgens deze leiding en loopt het gebundeld daarmee in oostelijke richting tot het aanlandingspunt in de gemeente Zijpe. Bij dit tracé hoort het invoedingspunt ten noorden van Lelystad, aan de rand van de Flevopolder nabij de Flevocentrale. Het tracé vanaf Callantsoog verloopt, gebundeld met landelijke en regionale buisleidingenzones, tussen Callantsoog en Medemblik, en volgt een zo kort mogelijk traject door het IJsselmeer.

Het binnen de corridor, mede op basis van de traceringscriteria ontworpen Callantsoogtracé (zie tabel 4.5.3) is weergegeven op schaal 1:150.000 op bijgevoegde tracétekening S988 Q101. Het tracé wordt analoog aan de tracés door de wadden beschreven. De trajecten over land en door het IJsselmeer worden eveneens besproken.

Geografie en morfologie van het Callantsoogtracé

Van KP 118, waar de telecommunicatieleiding van Egmond aan Zee naar Fano (Denemarken) wordt gekruist, ligt het tracé tot KP 82 op een afstand van 1.500 tot 2.000 m ten oosten van, en gebundeld met, deze leiding. Tussen KP 105 en 87 worden daarbij de scheepvaartroutes van de OFF Vlieland TSS - behorende tot het scheepvaartverkeer scheidingsstelsel - gekruist. Vanaf KP 82 loopt de NorNed-kabel op circa 6 km van Vlieland en Texel naar het zuidwesten. Tussen KP 55 en KP 20 ligt het tracé op 1.000 tot 1.300 m ten oosten van, en gebundeld met, de NOGAT-aardgasleiding van platform L15-FA (in block L15) naar Callantsoog. Dan buigt het tracé in zuidelijke richting enigermate van de NOGAT-leiding af. Tussen KP 14 en 15 kruist het tracé drie nauw gebundelde gasleidingen die vrijwel haaks met de kust vanaf Callantsoog naar de prospects op het Continentale Plat lopen. Vanaf KP 14 wordt de kabel op een afstand van 100 tot 450 m ten zuiden van, en nauw gebundeld met, deze leidingen in oostelijke richting naar het aanlandingspunt gelegd. Het aanlandingspunt bevindt zich circa 5 km ten noorden van Callantsoog, circa 200 m ten zuiden van de zuidelijkste van de drie aardgasleidingen.

Teneinde toekomstige aanlandingen van kabels en leidingen niet onmogelijk te maken is het tracé niet verder van de leidingen geprojecteerd.

De bodem op het Callantsoogtracé bestaat voornamelijk uit zand. Veenlagen zijn aanwezig in de omgeving van de kruising van het duingebied. Op circa 4 km uit de kust bevindt zich vlak onder de bodem ook een veenlens van beperkte omvang. De geologische situatie is geen reden het tracé aan te passen. De 2 tot 3 km brede kustzone ten noorden van Callantsoog en de buitendelta van het Schulpengat zijn morfologisch zeer dynamisch als gevolg van de zeer sterke stromingen door het Marsdiep, tussen Den Helder en Texel. De vaargeul in het Schulpengat wordt door baggeren op diepte gehouden. Om deze redenen wordt het kruisen van deze gebieden vermeden; de NorNed-kabel wordt met de zuidkant van de leidingenstrook gebundeld.

Ten westen van Texel kruist het tracé een gebied met zandgolven en zandbanken, die instabiel zijn en zich langzaam verplaatsen. Deze kruising is niet te vermijden omdat de NorNed-kabel dan verder naar het westen in zandwingebieden of in het scheepvaartverkeersscheidingsstelsel zou komen te liggen. De morfologische veranderingen in het gekruiste gebied zijn veel minder groot dan die in de kustzone. Het probleem is dan ook beperkt. Het Callantsoogtracé kruist in de 12-mijlszone vijf kabels en leidingen die in gebruik zijn. De NorNed-kabel kan worden gebundeld met de telecommunicatieleiding naar Fano, de NOGAT-gasleiding en de leidingenstrook naar Callantsoog. Deze bundeling heeft de volgende voordelen:

- de verbinding vraagt minder ruimte en het gebied dat wordt gepasseerd wordt niet versnipperd;
- zandwingebieden, mijnbouwlocaties en scheepvaartroutes worden grotendeels gemeden, waardoor tevens de kans op beschadiging van de kabel na de aanleg wordt vermindert;
- de kustzone en het gebied van het Schulpengat, ecologisch van belang, worden niet op extra plaatsen doorkruist, hetgeen de schade aan het milieu vermindert.

Natuurgebieden en gebieden met ecologische waarde

De Noordzee is in het SGR aangewezen als gebied behorende tot de ecologische hoofdstructuur. De NorNed-kabel kan dus niet buiten de EHS worden getraceerd.

Langs het Callantsoogtracé bevinden zich geen staats- of beschermde natuurmonumenten en derhalve ook geen gesloten natuurgebieden. De buitendelta's bij de waddeneilanden en de Hollandse kustzone worden in de toekomst vermoedelijk tot de -10 m dieptelijn als staatsnatuurmonument aangewezen. Voor Noorderhaaks zijn deze plannen reeds vergevorderd. Voor het tracé worden gebieden met een diepte van minder dan 15 m (vooral de kustzone en de buitendelta van het Schulpengat) derhalve gemeden. Het tracé loopt op een afstand van meer dan 6 km ten westen van de laagwaterlijn van Noorderhaaks.

Het tracé nadert nergens de laagwaterlijn van droogvallende platen. Langs het tracé komen geen zeehondenligplaatsen, hoogwatervluchtplaatsen voor vogels, zeegrasgebieden, kwelders, mosselbanken of kokkelpercelen voor. Spisula-concentraties zijn er wel, maar omdat de locaties daarvan vaak veranderen, kan pas met onderzoek bij de aanleg van de verbinding worden vastgesteld of het tracé deze kruist.

Tracé in relatie tot andere objecten en menselijke activiteiten

Langs het tracé bevinden zich verscheidene zandwingebieden: bij KP 70 op circa 2,5 km ten noordwesten van het tracé (locatie L12A in de Westergronden ten westen van Vlieland) en tussen KP 33 en 45 op afstanden van 750 tot 1.000 m en circa 1.750 m parallel aan het tracé (locaties L14 bij KP 40 - 44,5 respectievelijk L17A bij KP 33 - 40). Door het tracé zoveel mogelijk met andere infrastructuur te bundelen, worden de beperkingen die aan de zandwinning worden gesteld aanzienlijk verminderd. Het is niet zinvol het tracé zo aan te passen dat de kabel verder van de huidige wingebieden komt te liggen, omdat dan minder met andere leidingen kan worden gebundeld, hetgeen de kans dat toekomstige wingebieden worden gekruist juist vergroot.

Tussen KP 19 en 21 kruist het tracé over een lengte van circa 1,5 km de noordwesthoek van een zandwingebied (locatie Q2A); in zuidelijke richting neemt de afstand tot het ten westen van dit zandwingebied gelegen tracé tot KP 16 toe tot circa 600 m. Het is niet gewenst het tracé te verplaatsen tot een afstand van meer dan een zeemijl van Q2A om de volgende redenen:

- projectie van de verbinding aan de westzijde van de NOGAT-leiding zou leiden tot twee extra kruisingen van pijpleidingen en tot het kruisen van de zandwingebieden L12A en L14;
- projectie van de verbinding op een grotere afstand ten oosten van de NOGAT-leiding zou een aanzienlijk mindere bundeling daarmee impliceren en zou bovendien leiden tot het kruisen van het morfologisch dynamische Schulpengat en een confrontatie met veel, mogelijk archeologisch waardevolle, scheepswrakken.

Het tracé doorkruist geen baggergebieden, met uitzondering van de geulen van de OFF Vlieland TSS, tussen KP 103 en 87. Ook baggerstortgebieden, munitiestortplaatsen en ankergebieden komen langs het tracé niet voor. In de directe omgeving van het tracé bevinden zich geen schelpenwingebieden. Het wingebied in de Gronden van Stortemelk tussen Vlieland en Terschelling ligt op een afstand van meer dan 3 km ten oosten van het tracé.

Binnen de 12-mijlszone kruist het tracé bij KP 15 de "aanlandingsbundel" van drie buisleidingen en voorts de telecommunicatiekabel tussen Egmond aan Zee en Terschelling (bij KP 84), alsmede de NGT-gasleiding (bij KP 86). De drie leidingen van de aanlandingsbundel moeten worden gekruist om de morfologisch instabiele gebieden ten noorden van de bundel te vermijden. Deze kruising vindt plaats ten oosten van gasput Q02-2, waardoor een toekomstige verbindingsleiding tussen deze put en gasput Q01-2 niet gekruist hoeft te worden. De andere verbindingen lopen van de kust naar het westen en kunnen daarom niet worden vermeden. Bij de bepaling van het tracé is rekening gehouden met de genoemde gasleiding tussen de gasputten Q01-2 en Q02-2 en met de ontwikkeling van de prospectieve olie- en gaswinningsgebieden in blocks L9 en L12, ten noorden en noordwesten van Vlieland. Het tracé kruist deze gebieden niet. Verder is de afstand van het tracé tot bestaande olie- en gaswinningsinstallaties minimaal 500 m.

Het tracé ligt gedeeltelijk in militair restrictiegebied (ex art. 12 Mijwet Continentaal Plat). Dit gebied strekt zich uit van Egmond aan Zee tot ongeveer halverwege Texel, over een afstand van circa 55 km. Voorts doorsnijdt het tracé ter hoogte van Vlieland een sector waarin schietoefeningen vanuit vliegtuigen plaatsvinden. De risico's als gevolg van de doorkruising van deze gebieden zijn beperkt. De aanleg en de aanwezigheid van de NorNed-kabel in deze gebieden is niet bezwaarlijk; de plannen worden onder meer met het Ministerie van Defensie afgestemd.

Archeologisch en cultuurhistorisch belangrijke locaties langs het zeetracé

De omstandigheden voor het bewaren van archeologische resten op het tracé zijn slecht. Historische scheepswrakken in het gebied bevinden zich aan bodemoppervlak en zullen tijdens het onderzoek dat aan de installatie van de kabelverbinding voorafgaat, in samenwerking met de ROB, in kaart worden gebracht. Het tracé kan op grond daarvan in details worden aangepast.

Het traject over land en door het IJsselmeer

Vanaf het aanlandingspunt wordt de kabel over een lengte van circa 35 km zoveel mogelijk met bestaande infrastructuur gebundeld en in de planologisch vastgestelde leidingstraten gelegd (zie bijgevoegde kaart "Uitsnede streekplankaart Noord-Holland"). De kabel kruist in de leidingstrook over een lengte van circa 500 m de duinrand van Callantsoog. In het streekplan van de provincie Noord-Holland is deze duinrand aangeduid als natuurgebied, in het kader van de NB-wet is deze strook tevens als Staatsnatuurmonument aangewezen. Het tracé loopt daarna in de reeds planologisch gereserveerde leidingstroken tot Medemblik. Het doorkruist daarbij voornamelijk agrarisch gebied dat gedeeltelijk is aangeduid als bollenconcentratiegebied. (Ook bij dit tracé zijn globaal geschat circa 250 grondeigenaren betrokken). Juist achter de duinen en tussen Den Helder en Schagen is het gebied waar de buisleidingenzone doorheen voert over geringe afstand nader aangeduid als "van bijzondere betekenis voor natuur, landschap en bodem, tevens consolideringsgebied". Het Waardkanaal ten noorden van Winkel is aangeduid als provinciale ecologische verbindingzone.

Vanaf Medemblik is een tracé (circa 40 km) door het IJsselmeer gepland. Het tracé loopt vanaf Medemblik in oostelijke richting tot aan een punt ten noordoosten van Andijk en dan met een rechte lijn, haaks op de Flevopolderdijk tot het geplande convertorstation ten noorden van Lelystad nabij de Flevocentrale (zie bijgevoegde kaart "Uitsnede streekplankaart Flevoland").

Op grond van de aanwezigheid van natuurgebieden met een internationale betekenis is het gehele IJsselmeer aangeduid als kerngebied in de Ecologische Hoofdstructuur. De bescherming die deze gebieden van rijkswege genieten, houdt onder meer in dat voor de natuur ongewenste (onomkeerbare) veranderingen in de abiotische situatie en ruimtelijke structuur moeten worden voorkomen. In hoofdstuk 3 en 8 is toegelicht dat de aanleg en de aanwezigheid van de kabel niet strijden met het beleid voor het IJsselmeer. Hierbij wordt opgemerkt dat, door de geringere dynamiek van het IJsselmeer, het relatief (in vergelijking tot de Waddenzee) eenvoudig is een tracé te ontwikkelen waarbij geen belangrijke natuurwaarden worden aangetast.

Het voorgenomen natuurontwikkelingsproject "Enkhuizerzand" bij de Houtribdijk, dat voorziet in de aanleg van een aantal eilandjes met natuur- en recreatiedoelstellingen, staat het tracé van de NorNed-kabel niet in de weg.

In het IJsselmeer kruist het tracé de scheepvaartroute van Enkhuizen naar de Lorentzsluizen in de Afsluitdijk (ten noorden van Enkhuizen) en de route van de Houtribsluizen bij Lelystad naar Urk (ten noorden van Lelystad). Ten noorden van Lelystad doorkruist het tracé een aantal voormalige zandwingebieden; ook dat staat het tracé niet in de weg.

Externe eisen en aanbevelingen tot de tracering en installatie

herkomst	uitgangspunten	specificatie uitgangspunten	Noordzee	Waddenzee /Eems	
				L	E
Waterschap Noorderzijlvest	kruising dijk conform pijpleidingcode	werken mogen niet worden uitgevoerd in de periode 1-10/1-05 <i>aanleg kabelverbinding in zeedijk boven ontwerp-niveau en met het talud mee</i> gronddekking 0,8-1,0 m	-	X	-
Havenschap Delfzijl/Eemshaven	geen specifieke eisen	dijkkruising volgens pijpleidingcode land-tracé via utilities corridor	-	-	X
Rijkswaterstaat Directie Noordzee	<i>minimalisatie ruimtebeslag kabelverbinding ten aanzien van huidige en eventueel toekomstige zandwingebieden</i>	<i>bundeling kabeltracé met andere lijnvormige infrastructuur; op 1 zeemijl afstand van zandwingebieden</i>	X	-	-
Rijkswaterstaat Directie Noord- Nederland	<i>geen beïnvloeding van magnetische kompassen door de NorNed-kabel- verbinding</i>	<i>aanleg buiten vaargeul of met onderlinge afstand minder dan 5 m; kruising vaargeul loodrecht</i>	-	X	X
	vermijden zand- en schelpwingebieden	tracering op 250 m afstand; bij doorkruisen wingebieden, dekking van vele meters	-	X	X
	rekening houden met huidige en toekomstige onderhoudsbagger- werkzaamheden	aanleg kabelverbinding onder streefdiepte	-	X	X
	afstemming concessie-houders olie- en gaswinning	overleg met NAM en NAM/Mobil noodzakelijk	-	X	X

herkomst	uitgangspunten	specificatie	Noordzee	Waddenzee /Eems	
				L	E
Rijkswaterstaat Directoraat Generaal Scheepvaart en Maritieme zaken	dekkingseis kabelverbinding Continentaal Plat	minimale dekking 0,20 m	X	-	-
	minimalisatie ruimtebeslag <i>kabelverbinding ten opzichte van huidige en eventueel toekomstige mijnbouwactiviteiten</i>	tracering op 500 m afstand van huidige en <i>binnenkort te realiseren gas- en oliewinningsinstallaties; vermijden van prospectieve gebieden voor gas- en oliewinning</i>	X	X	X
	scheepvaart	vermijden anker-gebieden; <i>zoveel mogelijk loodrecht doorkruisen van vaargeulen; aanleg kabelverbinding beneden onderhouds-baggerdiepte vaargeulen</i>	X	X	X
WSA Emden en WSD Nord-West	ongestoorde uitvoering onderhouds-baggerwerkzaamheden in huidige en eventueel toekomstige vaargeulen	aanleg kabelverbinding minimaal 2 m onder diepste punt van de laatste 40 jaar	X	-	X
	begraafeis overige gedeelten	zodanig dat het optreden van "free span" voorkomen wordt	-	-	X
	kabelverbinding mag in verdragsgebied niet over bestaande pijpleiding heen worden gelegd, kruising dient onderdoor plaats te vinden	kabelverbinding kruist binnen het verdragsgebied geen andere leidingen, maar rekening dient te worden gehouden met mogelijk toekomstige NAM-leidingen	-	-	X
	geen beïnvloeding magnetische kompassen door de NorNed-kabelverbinding	aanleg buiten vaargeul of met onderlinge afstand minder dan 5 m; kruising vaargeul loodrecht	X	-	X
Provincie Groningen	waarborgen stabiliteit talud havendam Lauwersoog	<i>tijdelijke damwand ter plaatse van teen havendam op haventerrein aanleg strook tussen weg en havendam</i>	-	X	-

herkomst	uitgangspunten	specificatie	Noordzee	Waddenzee /Eems	
				L	E
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Noord-Nederland	vermijden Staats- en beschermde natuurmonumenten en gesloten gebieden	maximaliseren afstand tot deze gebieden waarvan de grens wordt gevormd door de betonning; geen doorkruising van gesloten gebieden	-	X	X
	minimalisatie verstoring flora en fauna tijdens hiervoor gevoelige perioden ten gevolge van aanlegwerkzaamheden	geschikte keuze tijdstip van aanleg kabelverbinding	-	X	X
	vermijden zeehonden ligplaatsen	maximaliseren afstand tot deze gebieden, met een minimum van 1.500 m	-	X	X
	waarborgen goede waterkwaliteit	minimaliseren baggerwerk in verband met zwevend stof gehalte	-	X	X
	vermijden vogelgebieden (broed-, rust-, foerageer-, migratie- en overwinteringsgebieden)	maximaliseren afstand tot hoogwatervluchtplaatsen met een minimum van 500 m; bij voorkeur ook maximalisatie afstand tot laagwaterlijn	-	X	X
	vermijden schade aan mossel- en kokkelconcentraties	vermijden doorkruising mossel- en kokkelbanken; minimaliseren baggerwerk in verband met zwevend-stofgehalte	-	X	X
	vermijden Spisulaconcentraties	maximaliseren afstand tot gebieden waar Spisulaconcentraties voorkomen; minimaliseren baggerwerk in verband met zwevend-stofgehalte	-	X	X
	vermijden schade aan overige bodemfauna en zooplankton	minimaliseren baggeren	-	X	X
	vermijden schade aan algen en wieren	minimaliseren baggeren	-	X	X
	vermijden schade aan zeegras en kweldervegetatie	vermijden doorkruising van deze gebieden	-	X	X

herkomst	uitgangspunten	specificatie	Noordzee	Waddenzee /Eems	
				L	E
Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)	vermijden archeologische vindplaatsen van historische scheepswrakken	archeologisch niet gevoelige gebieden (Noordzee): aanpassen detailroute indien uit survey bedreiging van een vindplaats blijkt	X	-	-
		archeologisch waardevolle gebieden (geulen Waddenzee binnen 4 m diepte-lijn): idem, begeleiding kabelaanleg door archeologische survey met een archeologische duikploeg	-	X	X
		melden survey-resultaten met eventuele vindplaatsen bij ROB	X	X	X
PTT	geen interferentie NorNed-kabelverbinding en telefoonkabels	indien praktisch uitvoerbaar loodrechte kruising telefoonkabels	X	X	-
	na aanleg voldoende ruimte overhouden voor reparatie-/ruimingswerkzaamheden	indien de NorNed-kabelverbinding parallel loopt aan telecomkabels moet dit geschieden op een afstand van tenminste 1000 m	X	X	-
NAM/overige concessiehouders	vermijden platforms	tracering op 500 m afstand van huidige en binnenkort te realiseren gas- en oliewinningsinstallaties; vermijden van prospectieve gebieden voor gas- en oliewinning	X	X	X
	vermijden kruisingen	minimaliseren aantal kruisingen	X	X	X

herkomst	uitgangspunten	specificatie	Noordzee	Waddenzee /Eems	
				L	E
Gasunie	openhouden mogelijkheid tot aanleg transportleiding in de vaarweg naar Lauwersoog	zodanige projectie kabelverbinding dat aanleg van de transportleiding in de toekomst mogelijk blijft	-	X	-
N.V. Gasbedrijf Noord-Oost Friesland	geen belemmering van werkzaamheden ten behoeve van periodiek verdiepen Gasleiding Schiermonnikoog	niet nader gespecificeerd	-	X	-
	geen interferentie kabelverbinding en kathodisch beschermde stalen leidingen naar Schiermonnikoog	niet nader gespecificeerd	-	X	-
NUON regio Noord	waarborging ongestoorde ligging en goede bereikbaarheid van de twee kabels naar Schiermonnikoog	niet nader gespecificeerd	-	X	-

5 DE BESTAANDE TOESTAND EN DE ONTWIKKELING VAN HET MILIEU

5.1 Inleiding

5.1.1 De afbakening van het te bestuderen gebied

Voor dit MER is het te bestuderen gebied verdeeld in Waddenzee/Eems en het overig te bestuderen gebied.

Het gebied Waddenzee/Eems omvat:

- a het gebied waarop de Planologische Kernbeslissing Waddenzee betrekking heeft;
- b het gebied waarop het Eems-Dollardverdrag van toepassing is.

Als westelijke "begrenzing" is 6° oosterlengte, 1,5 km ten oosten van Ameland, aangehouden. Deze grens is gekozen omdat de afstand tot het Lauwersoogtracé zó groot is dat ten westen daarvan geen gevolgen voor het milieu worden verwacht.

De oostelijke grens van het gebied Waddenzee/Eems valt samen met die van het gebied waarvoor het Eems-Dollardverdrag geldt, en ligt in het Randzelgat, op de dieptelijn van 6 meter. Deze grenzen zijn weergegeven in figuur 1.2.

Het overig te bestuderen gebied omvat:

- a delen van de Noordzee in de 12-mijlszone, langs de beschouwde tracés;
- b een strook langs de landtracés;
- c een strook langs het Callantsoogtracé door het IJsselmeer.

De Noordzeekustzone bij Schiermonnikoog, Rottumerplaat en Rottumeroog valt buiten het PKB-gebied Waddenzee, maar is hydrologisch, geomorfologisch en ecologisch met de Waddenzee verbonden. Omdat de gevolgen van menselijk ingrijpen in dit gebied het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee kunnen beïnvloeden, is een strook tot 12 zeemijlen uit de kust (ongeveer de zuidelijke grens van het verkeersscheidingsstelsel Terschelling - German Bight) in de beschrijving opgenomen. Ook eventuele gevolgen voor het milieu buiten dit gebied worden beschreven.

5.1.2 Algemene beschrijving van het te bestuderen gebied

Het waddengebied

De Nederlandse Waddenzee maakt deel uit van het waddengebied dat zich uitstrekt van Nederland tot Esbjerg in Denemarken. In de Regionota Waddenzee/Eems-Dollard (1992) wordt de Waddenzee beschreven als een uniek natuurgebied dat als *wetland* van internationaal belang is. Het is een van de belangrijkste gebieden ter wereld voor wadvogels, en het is veruit het belangrijkste doortrek- en ruigebied voor steltlopers op de Oost-Atlantische vliegroute. Het is ook van zeer groot belang voor onder andere pleisterende, ruiende en overwinterende ganzen, eenden, meeuwen en sterns. In het Nederlandse waddengebied kunnen in de trektijd 600.000 - 800.000 steltlopers verblijven; in de winter kunnen er zich 200.000 - 270.000 ganzen en eenden bevinden, en aan het eind van de zomer meer dan 250.000 meeuwen en sterns [Melftofte et al., 1994].

De Nederlandse Waddenzee is een dynamisch getijdengebied waar onder invloed van water en wind sedimentatie en erosie plaatsvinden. Het gebied beslaat een oppervlak van 2.800 km², waarvan ongeveer de helft bestaat uit een complex van uitgestrekte platen en slikken die afwisselend onderlopen en droogvallen en van elkaar worden gescheiden door niet droogvallende geulen. Tussen de Waddenzee en de Noordzee bevindt zich een reeks barrière-eilanden en zandbanken. De beide zeeën staan door zeegaten tussen de eilanden met elkaar in verbinding. Door deze zeegaten stromen de achter de eilanden gelegen kombergingsgebieden vol en leeg. Dit gaat gepaard met sterke getijdenstromen, die de geomorfologie van de Waddenzee (door de toe- en afvoer van sediment) bepalen. De scheiding tussen kombergingsgebieden wordt gevormd door wantijen. Daar is de stroomsnelheid laag en daardoor sedimenteert er veel materiaal. De ligging en de overige kenmerken van geulen en krekken worden hoofdzakelijk beïnvloed door de getijdenstroming; de randen van de wadplaten ondergaan vooral invloed van de golfslag.

De Waddenzee is rijk aan organisch materiaal en voedingsstoffen, en kent daardoor een grote biologische rijkdom. Zowel het aantal soorten als het aantal individuen per soort is groot. Het gebied speelt een belangrijke rol als "kinderkamer" voor een groot aantal in de Noordzee levende vissen zoals *schol*, *tong*, *bot*, *haring*, *kabeljauw* en *wijting*. De wadden zijn ook rijk aan schelpdieren, kreeftachtigen en wormen; mede daardoor zijn ze als rust- en foerageergebied van groot belang voor zeehonden en broed- en trekvogels.

Het waddengebied wordt ervaren als een gebied van bijzondere landschappelijke schoonheid. Het weidse karakter, de vrije, goeddeels ongeschonden horizon, het vrije spel der elementen, de voortdurende wijziging van de grenzen van land en water en de grote vormenrijkdom bieden de mogelijkheid tot het opdoen van wisselende en boeiende ervaringen en zijn wezenlijke kenmerken van het gebied. Essentieel is dat de invloed van de menselijke activiteiten op het landschap in het niet zinkt bij het stempel dat de natuurlijke elementen op de Waddenzee drukken. Het landschap kenmerkt zich door zijn vrijwel ongeschonden en open karakter. Van wezenlijk belang is voorts de in het gebied heersende rust. Een gebied van een dergelijke omvang, waarin de mens zijn verbondenheid met natuur en landschap ten volle kan ervaren, is uniek in Nederland [Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1993].

De Waddenzee is primair een natuurgebied. Daarnaast wordt de Waddenzee gebruikt voor onder meer scheepvaart, beroepsvisserij, recreatie, het winnen van oppervlaktedelfstoffen en militaire activiteiten. De aanwezigheid van scheepvaart is daarmee onlosmakelijk verbonden.

De Noordzeekustzone

De Noordzee is een ondiepe kustzee op het Continentaal Plat van Noordwest-Europa. Het gebied tot 12 mijl ten noorden van de waddeneilanden loopt ongeveer tot de dieptelijns van 20 m. Tussen de Noordzeekustzone en de Waddenzee bestaan nauwe relaties. Dit geldt met name voor de bodem, het water, het ecosysteem en het natuurschoon. In dit gebied bevindt zich een aantal zandbanken die worden doorsneden door de ebdelta's en de vloeddelta's van de geulen tussen de waddeneilanden. In dit gebied is de diepte zeer variabel (0 - 25 m onder NAP). Daarnaast vinden ook in de Noordzeekustzone maatschappelijke activiteiten plaats. Ook de Noordzeekustzone kenmerkt zich door een weidse, goeddeels ongeschonden horizon, echter met aanwezigheid van grote zeeschepen en infrastructuur zoals booreilanden.

De landtracés

Bij aanleg van de verbinding via het Lauwersoogtracé wordt de kabel tussen het aanlandingspunt bij Lauwersoog en Eemshaven ondergronds gelegd. Het eerste deel van het tracé ligt aan de rand van het Lauwersmeergebied. Daarna vervolgt het door de polders langs de noordkust van Groningen. Dat zijn voor het grootste deel bedijkte landaanwinningen. De bodem bestaat er voornamelijk uit jonge zeeklei en wordt gebruikt voor akkerbouw of als grasland. In dit zeer open dijkenlandschap zijn de verkavelingsstructuur en de opstreckende dijken de karakteristieke elementen. Het gebied is vooral voor vogels van belang.

Het landgedeelte van het Eemshaventracé is zeer kort. De kabel komt vanaf het aanlandingspunt door het industriegebied Eemshaven te liggen, langs het terrein van de elektriciteitscentrale.

Het tracé dat de Waddenzee geheel mijdt, heeft zijn aanlandingspunt bij Callantsoog. *De duinen bij Callantsoog behoren tot de ecologische hoofdstructuur: ze hebben een grote natuurwetenschappelijke waarde en een grote belevingswaarde voor de mens.* Voor het traject over land, van Callantsoog naar Medemblik, wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij bestaande infrastructuur in planologisch reeds vastgelegde leidingstroken. In het algemeen is hier sprake van open polderlandschap met kleine woonkernen en lintvormige begroeiing.

Vanaf Medemblik doorsnijdt het tracé het IJsselmeer. Dat is van grote betekenis als doortrek- en overwinteringsgebied voor watervogels, door de grote rijkdom aan vissen en bodemdieren en doordat er voldoende rust heerst. Ook het IJsselmeer kenmerkt zich door een weids, open karakter en een goeddeels vrije horizon, waarbij de kleinschalige menselijke activiteiten in het niet lijken te verdwijnen. De aanwezigheid van scheepvaart is onlosmakelijk verbonden met multifunctionele grote wateren zoals het IJsselmeer.

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de voor het NorNed-project meest relevante kenmerken van het waddengebied alsmede van de Noordzeekustzone en de landgedeelten.

Het gaat daarbij om:

- de bodem (samenstelling en geomorfologie);
- het water (hydrografie);
- het ecosysteem (flora en fauna); en
- het maatschappelijk belang.

5.2 De bodem

5.2.1 De bodem van de Waddenzee

De morfologie

Van de Noordzee naar het vasteland gezien omvat het waddengebied drie kenmerkende geomorfologische zones [Dijkema, 1980]:

- a een zone van barrière-eilanden met zandstranden, duinen en kwelders, van elkaar gescheiden door zeegaten met een ebdelta en een vloeddelta;
- b wadden: relatief ondiepe gebieden, doorsneden door vertakte geulen en kreken, waarin bij laag water platen droogvallen en waarin langs de eilanden en de kust van het vasteland veelal smalle stroken kwelder liggen;
- c de kust van het vasteland.

De ligging van de eilanden en de zeegaten is tegenwoordig relatief stabiel, vooral omdat de mens de plaats van de eilanden heeft gefixeerd door bedijking, duinbeheer en het onderhoud van vaargeulen. De belangrijkste geulen in het te bestuderen gebied zijn het Pinkegat en de Zoutkamperlaag (ten westen van Schiermonnikoog), de Eilanderbalg en het Boschgat (ten westen van Rottumerplaat), en de Oude Westereems en het Randzelgat (ten westen van Borkum).



De morfologie van het waddengebied heeft een sterk dynamisch karakter. De belangrijkste natuurlijke factoren die de morfologie beïnvloeden, zijn golven (windafhankelijk) en stroming (getij-afhankelijk). Met name in de buitenste delta's vinden cyclische processen plaats: karakteristieke geomorfologische structuren, zoals wadplaten en eilanden, verdwijnen op de ene plaats en ontstaan op een andere. De *erosie- en sedimentatiepatronen rond de Noordzeekust van de eilanden worden beïnvloed door de 18,6 jaar durende cyclus in het getij* [Anon., 1991; Oost & De Haas, 1993a, b].

De in morfologisch opzicht meest dynamische gebieden zijn: zanddelta's waar de zandbanken en wadplaten continu onderhevig zijn aan veranderingen als gevolg van golven en stroming; delen van de grotere geulen, die zich als gevolg van de erosie door onder andere getijdenstromingen verplaatsen.

De bodemgesteldheid

De meeste sedimentsoorten in het waddengebied zijn afkomstig uit de Noordzeekustzone. In de wadden is sprake van netto sedimentatie [Eisma, 1980; Dronkers, 1984]. De sterke vloedstroom voert zand en slib het waddengebied in, waarna de deeltjes bij de verminderde stroomsnelheid tijdens de kentering sedimenteren. Omdat de ebstroom minder sterk is, wordt een deel van het afgezette sediment niet opnieuw gesuspendeerd, en blijft in het waddengebied achter, met name boven de dieptelijn van 5 meter [De Jong et al., 1993].

De belangrijkste natuurlijke factor die de bodemgesteldheid beïnvloedt, is de stroomsnelheid; ook de wind (die golven veroorzaakt) en biologische processen spelen een rol. *Deze factoren kunnen zowel grote als kleine fluctuaties veroorzaken en zijn niet overal even belangrijk.* In geulen en krekken is de stroming het belangrijkste, maar aan de rand van wadplaten zijn dat de golven; op droogvallende wadplaten spelen beide een rol. Met name op vrij beschut liggende wadplaten wordt de bodemgesteldheid ook beïnvloed door omwoeling door het zoöbenthos (bioturbatie). [Reineck, 1980].

In gebieden met hoge stroomsnelheden treft men alleen grove sedimenten aan, in gebieden met lage stroomsnelheden juist een slibrijk sediment [Reineck, 1980; Eisma, 1980].

Op de platen en aan de randen van de geulen komen *filterfeeders* massaal voor, bijvoorbeeld mossel- en kokkelbanken. Zij filtreren grote hoeveelheden zwevend materiaal uit het water en scheiden dit in de vorm van (pseudo-)faeces af; daarmee beïnvloeden ze het sedimentatieproces in belangrijke mate [Dankers et al., 1989; Dankers & Koefemaij, 1989; Dijkema, 1991].

Het grootste deel van de bodem van de Waddenzee bestaat uit relatief fijnkorrelig zand [Dankers, 1978]. Dieper in de bodem komen restanten van vroegere klei-afzettingen en veenpakketten voor, maar de bodem bestaat voornamelijk uit holocene en pleistocene zandafzettingen. In de wadden worden vijf bodemsoorten aangetroffen die verschillen voor wat hun sedimentsamenstelling betreft:

- *grove sedimenten in de geulen*: bij zeer hoge stroomsnelheden bezinkt alleen zeer grof materiaal, zoals schelpengruis; elders worden ook grofzandige formaties afgezet;
- *zandige wadplaten*: in het algemeen wordt de korrelgrootte van het sediment groter naarmate men dichterbij het vasteland komt;
- *slibrijke (wantij-)gebieden op de wadplaten*;
- *zeer slibrijke landaanwinningswerken bij de kust van het vasteland*; en
- *kwelders*; kwelders bij het vasteland zijn vaak slibrijker dan bij de eilanden.

Het gehalte organisch materiaal in het sediment hangt in sterke mate samen met de korrelgrootte [Van Straaten, 1964; Reineck, 1980]: hoe kleiner de korrelgrootte, hoe meer organisch materiaal. Dat betekent onder andere dat het sediment in slibrijke gebieden veel organisch materiaal bevat, in diepe geulen juist weinig. Door de bacteriële mineralisatie van organisch materiaal in de anaërobe laag van de bodem ontstaan gereduceerde (zuurstofbindende) verbindingen, zoals FeS, FeS₂ en het giftige H₂S. De concentratie van deze stoffen is dus het grootst in slibrijke gebieden.

De kwaliteit van de bodem

Zowel op als in de bodem leven veel organismen, voor wie het sediment een belangrijke habitat is. Als dat is vervuild, heeft dat dus gevolgen voor deze organismen, en door bio-accumulatie ook voor hun predatoren (vissen, vogels en zeezoogdieren). De bodemkwaliteit heeft ook invloed op de waterkwaliteit: door diffusie kunnen stoffen die zich in de bodem bevinden in het water terechtkomen, met name wanneer de bodem fysiek wordt verstoord [Kramer et al., 1989].

De kwaliteit van de bodem is afhankelijk van de omvang en de locatie van bronnen van vervuiling, van de samenstelling van het sediment, van het weer en de stroomsnelheid van het water, en van accumulatie en bioturbatie en de mate waarin sediment opnieuw in suspensie gaat.

De meeste verontreinigingen komen door het lozen van afvalwater en industrieel afval in de Waddenzee terecht. *Het storten van vervuild baggermateriaal uit havens is een andere belangrijke oorzaak van vervuiling* [Van Meerendonk et al., 1988; De Jonge & Van Meerendonk, 1990]. In de afgelopen jaren is de hoeveelheid vervuilende stoffen die in de Waddenzee terecht komt wel aanmerkelijk afgenomen maar niet tot nul gereduceerd, dus de belasting neemt in absolute zin nog steeds toe.

Er is een correlatie tussen het percentage fijn sediment en de concentratie van de verontreinigingen: veel contaminanten zijn vooral gebonden aan fijne organische slibdeeltjes [Kramer et al., 1989]. Daardoor is de concentratie verontreinigingen in slibrijke gebieden, zoals wantijen, groter dan in grove sedimenten, zoals in geulen.

De verspreiding en de verdunning van verontreinigingen als gevolg van resuspensie hebben geleid tot een afname van de concentratie contaminanten in jonge sedimenten; die is echter kleiner dan de afname van de concentratie in het water. Veranderingen in de bodemkwaliteit vertonen een vertraagde respons ten opzichte van het water [Duijts & Misdorp, 1990].

De invloed van baggeren op de bodemgesteldheid

Baggeren verstoort het sediment. Bij het baggeren zelf wordt sediment opgewerveld en neemt de hoeveelheid gesuspendeerd en opgelost materiaal toe; bij het storten van baggerspecie gaat ook materiaal in suspensie en daardoor kan de specie deels ergens anders dan op de stortplaats neerslaan. Dit kan leiden tot recirculatie, waarbij een deel van de baggerspecie neerslaat op de oorspronkelijke baggerlocatie (secundaire depositie). Bij beide stappen worden de aan het sediment geadsorbeerde verontreinigingen opnieuw over het ecosysteem verdeeld. Meestal is dit lokaal van aard. De specifieke ecologische gevolgen hiervan worden beschreven bij de betreffende biotische groepen.

5.2.2 De bodem van de Noordzee (kustzone)

De morfologie

Het huidige profiel van de Noordzeebodem is hoofdzakelijk ontstaan in de laatste 300.000 jaar (pleistoceen en holoceen). De ijstijden en de bijbehorende fluctuaties van de zeespiegel speelden een belangrijke rol. Als de zeespiegel laag was, zetten rivieren klei en zand af. De grenzen van de ijsmassa's hebben hun sporen nagelaten in de vorm van grondmorenen (grind, zand en klei) en smeltwaterafzettingen (zand, grind en steen). De Klaverbank (ten zuiden van de Doggersbank en buiten de 12-mijlszone) met zijn grind- en steenfracties is een overblijfsel van een stuwwal. De ondiepe zandbanken en de stranden langs de kust zijn jonge formaties, gevormd door getij en golven. Zij bestaan uit omgewerkt dekzand (uit het late pleistoceen) en uit zand dat door het zeewater is aangevoerd. [Bergman et al., 1991].

In de zeegaten tussen de waddeneilanden bevinden zich ebdelta's. Dat zijn waaivormige gebieden waar zich aan de zeewaartse kant sediment ophoopt. Het getij en het weer kunnen aanzienlijke morfologische veranderingen in deze buitendelta's veroorzaken. Aan de oostzijde van de ebdelta's bevinden zich richels met een lengte van ongeveer 1 km, een hoogte van 2 m en een golflengte van circa 500 m. De onderzeese oever ligt bij de eilanden ongeveer op de dieptelijn van 20 m die ook de grens van het overige te bestuderen gebied is. Brandingsruggen, meestal 1 - 2 m hoog, 100 m breed en maximaal enkele kilometers lang, liggen parallel aan de kust, tot de dieptelijn van 10 m [Van Alphen & Damoiseaux, 1987].

De Noordzeekustzone is in morfologisch oogpunt een zeer dynamisch gebied [Kingo Jacobsen, 1980]. In de kustzone vindt netto zandtransport plaats tot een diepte van 18 m als gevolg van golving en stroming [Mecari, 1971].

De bodemgesteldheid

Door de geomorfologische processen in het verleden is in de Noordzee een mozaïekachtig patroon van grind, zand en slibafzettingen ontstaan. Dit patroon is vrij stabiel. Rivieren voeren nauwelijks nog zand en kiezel aan. De golven en stromingen in de Noordzee zijn niet sterk genoeg om kiezel te verplaatsen, temeer omdat vrijwel alle kiezel op een diepte van 30 m of meer ligt; men neemt ook aan dat het de laatste 7.000 jaar niet is verplaatst [Bergman et al., 1991]. Zand wordt alleen in gebieden met sterke getijdenstromen of golven verplaatst, en alleen boven zandbanken of in de branding komt het in "suspensie" [Eisma & Gieskes, 1977]. Bij stormen wordt zand soms over aanzienlijke afstanden verplaatst. Omdat in het gebied westenwinden overheersen, vindt door de golven een netto zandtransport in oostelijke richting langs de kust plaats [Reineck, 1980].

De bodem in de Noordzeekustzone bestaat grotendeels uit fijnzandig tot zeer fijnzandig sediment [Schüttenhelm, 1980], en bevat kleine hoeveelheden slib en klei [Huys et al., 1990]. De mediane korrelgrootte is 100 - 200 μm [RGD, 1986; Van Scheppingen & Groenewold, 1990]. Lokaal komen geërodeerde veenpakketten voor. De hoeveelheid slibdeeltjes ($< 50 \mu\text{m}$) varieert van 3,1 - 10% bij de getijdekanalen tot minder dan 3% bij de eilanden. Het gehalte organisch materiaal van de bodem varieert tussen 0,40% bij Ameland tot 0,1% bij Schiermonnikoog en Rottumerplaat en komt grotendeels overeen met het slibgehalte van de bodem [Van Scheppingen & Groenewold, 1990].

De kwaliteit van de bodem

Rivieren, met name de Rijn en de Maas, zijn belangrijke toevoerbronnen van vervuilende stoffen in de Noordzee. In de Noordzee worden verontreinigingen verder getransporteerd door de reststroom (zie paragraaf 5.3.3) in noord-noordoostelijke richting, die daardoor een belangrijke rol speelt. Er worden regelmatig op een aantal plaatsen in de Noordzee gehaltes zware metalen en organische microverontreinigingen gemeten [Rijkswaterstaat, 1996a], maar er zijn niet voldoende gegevens beschikbaar om algemene uitspraken over de kwaliteit van de bodem te doen. De concentraties van eventuele verontreinigingen in het sediment worden door de voorgenomen activiteit vrijwel niet beïnvloed. De lokale verstoring van de bodem is gering. Derhalve wordt de kwaliteit van de bodem niet nader beschreven.

5.2.3 De bodem van de landtracés

Het landgedeelte van het Lauwersoogtracé loopt tot aan het industrieterrein de Eemshaven door polders met een bodem van jonge zeeklei. Het industrieterrein van de Eemshaven is een met zand opgespoten terrein. Het landgedeelte van het Eemshaventracé loopt alleen over dit opgespoten gebied. Het landgedeelte van het Callantsoogtracé gaat met een boring door de zandbodem onder de duinen. Daarna loopt het tracé tot het tot aan de Wieringermeer door vaaggronden bestaande uit jonge zeeklei op een diepere veenbodem. De bodem van de Wieringermeer bestaat uit oude zeeklei. De bodem van het IJsselmeer bestaat tussen Medemblik en Enkhuizen uit kleihoudend zand, bedekt met een sliklaag. Langs de Houtribdijk bestaat de bodem voornamelijk uit kleiarm zand.

5.3 Het water

5.3.1 De hydrografie van de Waddenzee

De gemiddelde getijdeverschillen in het waddengebied bedragen 1,8 - 2,6 m [Dijkema et al., 1989]. Het getij zorgt voor een zeer dynamisch milieu met sterk wisselende omstandigheden. Het getijdevolume, de hoeveelheid water die wordt verplaatst, is met name afhankelijk van astronomische en meteorologische omstandigheden (eb en vloed onder invloed van de maancyclus, windsnelheid en luchtdruk). Bij springtij, als de aantrekkingskracht van de zon en de maan elkaar versterken, is het getijdevolume het grootst; bij doodtij zijn de krachten tegengesteld gericht en is het getijdevolume het kleinst.

Bij hoog water bestaat 45% van het water in de Waddenzee uit door het laatste getij aangevoerd Noordzeewater; daardoor wordt het water in het gebied continu "ververst" [Rijkswaterstaat, 1989]. De verblijftijd van het water is de tijd die het gemiddeld duurt voordat water dat zich op een bepaalde plaats bevindt de Waddenzee heeft verlaten. Deze verblijftijd is afhankelijk van de afstand tot de Noordzee en van de stroming, die door onder andere de wind en het spuien van zoet water wordt beïnvloed; hij varieert van enkele dagen tot enkele weken.

De stroomsnelheid van het water heeft een grote invloed op de fysische en biologische processen in het gebied. De hoeveelheid water die wordt verplaatst en de morfologie van het gebied (bijvoorbeeld de grootte van de geulen) spelen daarbij een belangrijke rol: in een smalle, ondiepe geul is de stroomsnelheid groter dan in een diepe, brede geul. De hoogste stroomsnelheden worden gemeten in de bovenste waterlagen en midden in de geulen. Bij de oever en net boven de bodem zijn ze lager [Rijkswaterstaat, 1989]. Onder normale omstandigheden bedraagt de stroomsnelheid in de zeegaten zo'n 1,5 - 2,0 m/s, maar tijdens een storm kan dat veel meer zijn; bij zware storm zijn wel stroomsnelheden van 3,0 m/s gemeten. De stroomsnelheden op de wadplaten liggen stukken lager en variëren tussen 0,3 en 0,5 m/s; zij kunnen tijdens stormen oplopen tot 1,5 m/s [Rijkswaterstaat, 1989].

Het zoutgehalte van het water in de Waddenzee, dat rond de 2,5-3,0% schommelt, vertoont grote verschillen in ruimte en tijd. Ten eerste wordt op een aantal plaatsen in het te bestuderen gebied zoet water toegevoerd. Vanaf de waddeneilanden worden relatief kleine hoeveelheden zoet oppervlaktewater gespuid. Grotere hoeveelheden worden gespuid via het Lauwersmeer (45 m³/s), de Westerwoldsche Aa (10 m³/s) en in de omgeving van Delfzijl (16,3 m³/s). De toevoer via de Eems is niet exact bekend, maar wordt geschat op gemiddeld 106 m³/s [Rijkswaterstaat, 1989].

Verder bevindt zich bij hoog water meer Noordzeewater in het gebied. Omdat Noordzeewater zouter is (ongeveer 3,5%), is de saliniteit in de Waddenzee bij hoog water dus hoger dan bij laag water [Rijkswaterstaat, 1993b].

5.3.2 De kwaliteit van het water in de Waddenzee

De kwaliteit van het water in de Waddenzee wordt bepaald door de kwaliteit van het Noordzeewater en door het spui- en afvalwater dat van het vasteland afkomstig is. De invloed van de Noordzee is in het te bestuderen gebied het grootst, maar op sommige plaatsen is de invloed van spui aanzienlijk [Anon., 1991; De Jong et al., 1993].

Het zwevend-stofgehalte

Met zwevend stof worden deeltjes bedoeld die in het water zijn gesuspendeerd en het water troebel maken. Het kan organisch materiaal zijn, of slib of ander sediment. De deeltjesgrootte is 0,45 - 0,70 μm . Als maat voor de troebelheid wordt meestal het doorzicht genomen: de hoeveelheid licht die in het water doordringt. Die is met name belangrijk voor de primaire producenten, want die hebben licht nodig om te groeien. De troebelheid houdt verband met de hoeveelheid zwevend stof en met de deeltjesgrootte daarvan [Postma, 1961]. Het zwevend-stofgehalte of ZSG wordt bepaald door fysische, biologische en antropogene factoren.

De belangrijkste fysische factoren die de troebelheid beïnvloeden zijn de morfologie en de samenstelling van de bodem, de stroomsnelheid en de stroomrichting van het water, de grootte van de gesuspendeerde deeltjes, het getij, de toevoer door rivieren en de golfbeweging. Zij hangen nauw met elkaar samen en bepalen de erosie- en sedimentatieprocessen; daardoor hebben ze grote invloed op het ZSG.

Bij hoog water is het ZSG lager dan bij laag water, omdat het Noordzeewater een lager gemiddeld ZSG heeft (40 mg/l) dan het afgaand water dat van de slibrijke wadplaten afkomstig is (120 mg/l) [Postma, 1954; Essink & van den Wijngaarden, 1985; Rijkswaterstaat, 1992]. Door het dynamisch karakter van de Waddenzee is het ZSG er van nature hoog, en de doorzichtdiepte is daardoor klein. De natuurlijke variatie van het ZSG in ruimte en tijd is echter groot: bij rustig weer is het gehalte zwevend stof 25 - 50 mg/l, bij wind 100 - 200 mg/l, bij storm tot 500 mg/l en bij zware storm zelfs 800 - 1.000 mg/l [Essink & van den Wijngaarden, 1985].

Twee biologische factoren hebben grote invloed op het ZSG: de aanwezigheid van zeegrasvelden en de aanwezigheid van bentische *filterfeeders* (met name schelpdieren) in grote populatiedichtheden. Zeegrasvelden verlagen de stroomsnelheid van het water, waardoor de sedimentatie toeneemt en het ZSG daalt [Short & Short, 1984]. *Filterfeeders* filtreren zwevend stof uit het water, en scheiden dit in organisch materiaal en onverteerbaar materiaal. Het organische materiaal wordt door de dieren opgenomen en de rest wordt grotendeels uitgescheiden in de vorm van pseudofaeces. Deze coaguleren vaak tot zwaardere deeltjes, die minder makkelijk opnieuw in suspensie worden gebracht. In de Waddenzee kunnen grote populaties *filterfeeders* het ZSG sterk verlagen [Verweij, 1952; Kamps, 1956; Verhagen, 1982; Eisma, 1986; Dankers & Koefemaaij, 1989; Eisma et al., 1991].

Het winnen van zand en het uitbaggeren van geulen verhogen het ZSG doordat er sediment bij wordt opgewerveld [Van der Veer, 1979b; Rijkswaterstaat, 1987; Louisse, 1987]. Een dergelijke toename van het ZSG kan tot 2 km stroomafwaarts worden waargenomen [Van Ierland, 1979]. De mate waarin het ZSG wordt verhoogd, wordt bepaald door het baggervolume en de periode waarover wordt gebaggerd. Ook door de visserij wordt het ZSG verhoogd. Boomkorren ploegen de bodem om [Dankers et al., 1989; Rijkswaterstaat, 1989] en het verwijderen van schelpdieren reduceert de filtrerende functie van het zoöbenthos.

Landaanwinningswerken daarentegen verlagen het ZSG. Door het aanleggen van rijshoutdammetjes wordt de stroomsnelheid verlaagd, zodat de sedimentatie toeneemt.

Het zuurstofgehalte

Het zuurstofgehalte is de hoeveelheid zuurstof die zich in opgeloste vorm in het water bevindt. Deze kan worden uitgedrukt in mg O₂ per liter of als zuurstofverzadiging, het percentage van de maximale hoeveelheid zuurstof die zich bij de heersende omstandigheden in het water kan bevinden. Het zuurstofgehalte wordt bepaald door fysische, chemische en biologische factoren.

De belangrijkste fysische factoren die het zuurstofgehalte beïnvloeden, zijn de temperatuur, de luchtdruk en mengprocessen als gevolg van stroming, golven en wind. Koud water kan meer zuurstof bevatten dan warm water. Bij een hogere luchtdruk is de diffusiesnelheid van zuurstof uit de lucht in het water hoger. Stroming, golven en wind zorgen voor een goede menging, waardoor steeds zuurstofarm water met de lucht in contact komt; daardoor kan meer zuurstof worden opgenomen.

Het water in de geulen is goed gemengd en warmt door de relatieve diepte niet zo snel op. Het zuurstofgehalte is er daarom hoog en fluctueert weinig. Boven de wadplaten is het water minder goed gemengd; door de geringe diepte ondergaat het flinke fluctuaties van de temperatuur. Daar treden veel grotere verschillen in het zuurstofgehalte op.

De aanwezigheid van gereduceerde verbindingen (zoals door zwavelbacteriën geproduceerd FeS en FeS₂) kan gevolgen hebben voor het zuurstofgehalte op een bepaalde plaats. Hoge concentraties van deze stoffen worden aangetroffen in de bodem van slibrijke wadplaten, kwelders en wantijen. Wanneer deze stoffen door bijvoorbeeld een fysieke verstoring van het sediment met het water in contact komen, reageren zij met de aanwezige zuurstof.

Bij biologische processen wordt zuurstof geproduceerd of geconsumeerd, en dus hebben deze processen grote invloed op het zuurstofgehalte. Primaire producenten (algen en zeegras) zetten met behulp van daglicht kooldioxide om in organisch materiaal, waarbij zuurstof vrijkomt. Het merendeel daarvan lost op in het water. De *primaire productie is het hoogst in het voorjaar en de zomer, en de zuurstofproductie dus ook*. In deze periode kan het water oververzadigd raken met zuurstof [Van der Veer & Bergman, 1986].

Alle andere organismen, met uitzondering van anaërobe reductanten (bacteriën), gebruiken zuurstof voor hun energievoorziening. Door aerobe bacteriën wordt bij de afbraak van organisch materiaal zuurstof verbruikt, zowel in het water als in de bodem. 's Nachts en onder omstandigheden met weinig licht (bijvoorbeeld in diepe, donkere geulen), verbruiken ook de primaire producenten zuurstof.

Bij een hoge concentratie nutriënten, bijvoorbeeld als gevolg van eutrofiëring, kan algenbloei optreden; dat gebeurt met name in het westelijk deel van de Waddenzee [Cadée, 1984, 1986 en 1990; Cadée & Hegeman, 1986; De Jonge, 1990; De Jonge & Essink, 1991]. Als deze algen in het najaar massaal afsterven, vindt de bacteriële mineralisatie op een zodanige schaal plaats dat de zuurstofconcentratie sterk afneemt [Rijkswaterstaat, 1992].

Het zuurstofgehalte in het Waddenzeeewater is dus niet overal gelijk. In de zeegaten en in de diepe geulen is het hoog en stabiel; het voldoet daar ruimschoots aan de kwaliteitsdoelstellingen ($\geq 7 \text{ mg O}_2/\text{l}$). Boven de wadplaten, en met name in de wantijen, is het zuurstofgehalte onderhevig aan grote schommelingen. Als het water slecht wordt gemengd, de temperatuur hoog is en zich veel organisch materiaal in het water bevindt, verbruiken aerobe bacteriën en andere organismen veel zuurstof; dan kunnen zeer lage zuurstofgehalten ontstaan. Dat is vooral 's nachts merkbaar, als ook de primaire producenten zuurstof verbruiken [Berghahn, 1984; Van der Veer & Bergman, 1986].

De vervuiling

De vervuiling van de Waddenzee heeft vier hoofdcomponenten: olie, zware metalen, organische microverontreinigingen en een overmaat aan nutriënten. Deze worden in het ecosysteem gebracht door directe oftewel puntbronnen (lozingen door schepen, toevoer van zoet water (spui), industriële en huishoudelijke afvalwaterlozingen) en indirecte oftewel diffuse bronnen (de Noordzee, atmosferische deposities en andere menselijke activiteiten zoals scheepvaart, overbevissing en militaire activiteiten).

De totale oliebelasting van de Waddenzee is af te leiden uit de concentratie van olie in het water en de snelheid waarmee de olie wordt afgebroken. Op basis hiervan is berekend dat de oliebelasting van het Nederlandse deel van de Waddenzee circa 210 ton/jaar bedraagt. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen olievervuiling in de vorm van in het water gedispergeerde olie die afkomstig is van bronnen buiten de Waddenzee (circa 150 ton/jaar) en olievervuiling in de vorm van op het water drijvende olievlekken of *sheens*, die met name worden veroorzaakt doordat de beroepsscheepvaart "morst" en die geleidelijk verdampen of worden gedispergeerd (60 ton/jaar).

Olieverontreinigingen zijn in het algemeen lokaal van aard. Voor dit MER zijn de belasting in het Friesche Zeegat en de belasting in het kombergingsgebied van de Eems het meest van belang, omdat daar de mogelijke tracés voor de verbinding liggen. Voor beide wordt de externe belasting berekend op basis van gegevens over de uitwisseling van getijdewater met de Noordzee en over de hoeveelheden water die uit afwaterende gebieden afkomstig zijn. De interne belasting wordt bepaald op basis van het morsingenoverzicht van de Werkgroep Olie en Chemicaliën Bestrijding (WOCB) voor deze gebieden (daarbij wordt aangenomen dat 20% van de morsingen is geregistreerd). De resultaten van deze berekeningen zijn, met de cijfers voor de Waddenzee als geheel, vermeld in tabel 5.3.2.a.

	Waddenzee	Friesche Zeegat	Eems
extern (Noordzee)	20	0,5	5
achterland	130	33	96
intern (scheepvaart)	60	2	18
totaal	210	35,5	119

Tabel 5.3.2.a Oliebelasting van de Waddenzee als geheel en van twee geselecteerde kombergingsgebieden (ton/jaar) [AEA, 1997a]

Van de nutriënten in de Waddenzee bereikt circa 50% de Waddenzee via de Noordzee, 25% via het IJsselmeer en 15% via de Eems; het restant bereikt de Waddenzee via het Lauwersmeer of via atmosferische depositie [Rijkswaterstaat, 1997]. Een door menselijk handelen veroorzaakte verrijking met nutriënten (eutrofiëring) beïnvloed biologische processen en kan leiden tot verschuivingen in de samenstelling van het fytoplankton en tot langdurige algenbloei met als gevolg een sterke daling van het zuurstofgehalte van het water, vooral tijdens afsterven van de algen [Rijkswaterstaat, 1992].

De aanvoer van nutriënten naar de Waddenzee is de laatste jaren afgenomen. Door het in bedrijf nemen van een aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) op de waddeneilanden is de communale vracht N-totaal met ruim 80% gereduceerd. N-totaal, Kjeldahl-N en NH_4 zijn in de periode 1991-1994 respectievelijk 33%, 64% en 19% lager dan in de periode 1985-1989. Voor de Noordzee is geen daling in concentratie opgelost stikstof geconstateerd.

Voor de zoetwaterspuien, Eems, Noordzee en IJsselmeer is sprake van een sterke daling in de vracht fosfaat. De totale vracht fosfaat naar de Waddenzee is in de periode 1990-1994 ongeveer 60% lager dan in de periode 1985-1989 [Dijkhuizen et al., 1996].

Vanuit de Noordzee wordt op jaarbasis netto ongeveer 3 miljoen ton slib in de Waddenzee gebracht. Aan dit slib zijn zware metalen en microverontreinigingen gebonden. Deze verontreinigingen zijn voor een belangrijk deel afkomstig uit de Rijn en Maas, waarna ze door de reststroom langs de kust naar de Waddenzee worden gevoerd [De Jonge & Van Meerendonck, 1990]. Door afname van deze verontreinigingen in de grote rivieren (vooral van cadmium en chroom, maar ook van PAK's en PCB's) is ook de aanvoer via de Noordzee naar de Waddenzee afgenomen [Rijkswaterstaat, 1992]. Aanvoer van zware metalen naar de Waddenzee vindt voor ruim 50% plaats via de Noordzee (chroom en lood voor circa 80%).

De aanvoer van organische microverontreinigingen naar de Waddenzee vindt voornamelijk plaats via de Noordzee en via de atmosferische depositie. PAK's, de som van de "zes van Borneff", bereiken de Waddenzee voor circa 50% via de Noordzee en voor 20 tot 25% via atmosferische depositie. De atmosferische depositie van PCB's (de som van 7 PCB's) is in de periode 1980-1990 met ongeveer 30% gedaald, maar de vracht via het IJsselmeer is gestegen. Totaal levert de atmosfeer 60% van de PCB-vracht. Aanvoer van HCB en pentachloorfenol komt voornamelijk vanuit de Noordzee. De grootte van de vracht is in de periode 1991-1993 gedaald. Benzeen, tri- en tetrachlooretheen worden vrijwel geheel via de atmosfeer aangevoerd [Dijkhuizen et al, 1996]. Evenals in de meeste zoete en zoute oppervlaktewateren wordt ook in de Waddenzee het maximaal toelaatbaar risico (MTR) voor de bestrijdingsmiddelen dichloorvos, diuron en mecoprop (MCP) met een factor 2 tot 5 overschreden. Voor diuron is de overschrijding op basis van de huidige MTR 60 tot 300 maal, maar op basis van nieuwe gegevens in het kader van internationale normstelling circa 2 maal [Phernambucq et al., 1996].

verontreinigingen	opgelost ($\mu\text{g/l}$)	totaal ($\mu\text{g/l}$)	gebonden aan ZS (mg/kg droge stof)
zware metalen			
koper (Cu)	0,8	1,1	23,7
zink (Zn)	< 1	3	179
nikkel (Ni)	0,7	1,7	24,9
cadmium (Cd)	0,02	0,03	0,9
chroom (Cr)	< 0,1	1,5	
lood (Pb)	0,1	< 1,0	55,5
kwik (Hg)	< 0,01	< 0,01	0,4
organische micro- verontreinigingen			
PAK's - $\Sigma 6$	¹⁾	¹⁾	0,63
PCB's - $\Sigma 7$	¹⁾	¹⁾	0,015

¹⁾ geen gegevens beschikbaar

Tabel 5.3.2.b Gemiddelde concentraties van zware metalen en organische microverontreinigingen in het water (opgelost, totaal en gebonden aan zwevend stof (ZS)) van het westelijk deel van de Waddenzee in 1992 [Rijkswaterstaat, 1993b].

De concentraties zware metalen en organische microverontreinigingen in het water zijn als gevolg van de dynamische condities in de Waddenzee zeer variabel. Deze verontreinigingen zijn namelijk in meer of mindere mate aan het organisch materiaal en dus aan gesuspendeerde deeltjes gebonden, en hun concentraties fluctueren met het zwevend-stofgehalte. Over de huidige gemiddelde concentraties van zware metalen, PAK's en PCB's zijn geen gegevens voorhanden. Voor het westelijk deel van de Waddenzee zijn dergelijke gegevens wel beschikbaar; zij zijn vermeld in tabel 5.3.2.b. De concentraties opgeloste verontreinigingen zijn beduidend lager dan de concentraties aan het zwevend stof gebonden contaminanten. Daarom worden in het sediment hogere concentraties aangetroffen.

5.3.3 Het water in de Noordzee (kustzone)

De hydrografie van de Noordzee (kustzone)

Het water in de Noordzee circuleert volgens een vast patroon. Uit de Atlantische Oceaan stroomt water door het Kanaal en langs de kust van Schotland de Noordzee in; langs de kust van Noorwegen stroomt Noordzeewater terug naar de oceaan. De stroming van de oceaan naar de Noordzee wordt veroorzaakt door de overwegend westelijke winden en de getijdegolf. De ebstromen neutraliseren de waterbeweging van de vloedstromen namelijk niet volledig. Zo ontstaat in het Noordzeebekken een tegen de klok in draaiende reststroom [ICONA, 1992]. Voor de Nederlandse kust heerst daardoor een netto naar het noordoosten gerichte stroming, het Continentale Kustwater, een mengsel van water uit het Kanaal, de Schelde, de Maas, en de Rijn. De bijdrage van de Rijn is hierin procentueel het grootst, onder andere omdat deze ook door het IJsselmeer de zee bereikt.

De gemiddelde temperatuur van de ondiepe kustwateren is in de zomer hoger en in de winter lager dan de temperatuur van het water op open zee. Deze verschillen liggen meestal in de orde van 1 °C of minder [Korevaar, 1990].

De Noordzee en de Waddenzee wisselen door de zeegaten tussen de eilanden water uit. Daarmee wisselen ze ook gesuspendeerd materiaal en levende organismen zoals fyto- en zoöplankton, vissen, en eieren en larven uit. Noordzeewater stroomt de Waddenzee in aan de zuidwestelijke kant van een zeegat, en Waddenzeewater verlaat het kombergingsgebied aan de noordoostelijke kant van het zeegat.

De kwaliteit van het water in de Noordzee (kustzone)

Zuurstofgehalte en zwevend stof

In het Nederlandse deel van de Noordzee varieert het deel van het zwevend stof dat uit plankton bestaat van 10% in de winter tot 90% in het groeiseizoen (lente en zomer) [Eisma, 1981]. Het deel dat uit organisch materiaal (al dan niet levend) bestaat, bedraagt 10 - 20% in de winter en meer dan 90% in de zomer. De rest van het zwevend stof bestaat uit minerale deeltjes: fijn zand, slib en lutum [Bergman & Leopold, 1992].

Zwevend stof komt in de Noordzee uit de Atlantische Oceaan, het Kanaal en de Oostzee, en verder door toevoer via rivieren, depositie uit de atmosfeer, kust- en bodemerosie en organische productie in de Noordzee zelf. Op lange termijn bepaalt de reststroom in de Noordzee het transport van de deeltjes door het gebied. Zwevend stof dat van elders in de Nederlandse sector komt, is onder meer afkomstig van aan erosie onderhevige oude kleibanken in het zuiden van de Noordzee (de Vlaamse Banken en de banken in de Engelse sector) en van de Schelde, de Rijn en de Maas [Bergman & Leopold, 1992]. Het zwevend-stofgehalte varieert sterk, zowel ruimtelijk als per jaar en seizoen. Deze variatie wordt veroorzaakt door een combinatie van de windsterkte en -richting, het getij, de toevoer door de rivieren (bijvoorbeeld na regen) en antropogene activiteiten. Zowel in de kustzone als op open zee is het gehalte zwevend stof in de winter het grootst [Visser et al., 1991].

De troebelheid (als gevolg van het gesuspendeerde materiaal) is dichterbij de kust meestal groter dan op open zee. De grens tussen troebel kustwater en relatief helder kanaalwater ligt ongeveer 11-18 km uit de kust. Het deel van de waterkolom waar voldoende licht doordringt, zodat fotosynthese kan plaatsvinden (fotische zone), is in het troebele kustwater vrij klein [Van Leeuwen et al., 1994].

In de kustzone bij het waddengebied is het zuurstofgehalte relatief hoog en stabiel door de voortdurende menging in de waterkolom. In het Nederlandse gebied zijn nog geen lage concentraties (van minder dan 70% van de verzadigingswaarde) waargenomen. Door de goede menging van het water treedt geen gelaagdheid op en wordt de zuurstof bijna altijd homogeen over de waterkolom verdeeld. In perioden met een grote primaire productie (bijvoorbeeld tijdens de voorjaarsbloei) treedt zelfs oververzadiging op, tot concentraties van meer dan 130%. Later ontstaat een lichte onderverzadiging, als gevolg van de bacteriële mineralisatie van organisch materiaal; de concentratie is dan ongeveer 80% van de verzadigingswaarde [NSTF, 1993].

Vervuiling

Op het gebied van de vervuiling met olie, zware metalen, organische microverontreinigingen en nutriënten is de situatie in de Noordzee vergelijkbaar met die in de Waddenzee. Ook in het Noordzeewater zijn de huidige concentraties vervuilende stoffen hoger dan de natuurlijke gehalten (de achtergrondwaarden); in het algemeen zijn de concentraties dicht bij de kust hoger dan op open zee. De concentraties zware metalen en organische microverontreinigingen zijn ook in de Noordzee variabel, omdat deze stoffen voor een belangrijk deel gebonden zijn aan het zwevend stof, waarvan het gehalte in ruimte en tijd sterk varieert.

De concentraties vervuilende stoffen worden door de voorgenomen activiteit vrijwel niet beïnvloed; de zeer lokale verstoring van de bodem en de daarmee gepaard gaande resuspensie van verontreinigingen is zeer gering. Derhalve wordt de kwaliteit van het Noordzeekustwater niet nader beschreven.