

11.3.3 Aard en oppervlak van hard substraat

Het plaatsen van funderingen voor windturbines komt neer op de introductie van hard substraat. Hierdoor wordt een type milieu gecreëerd dat er nog niet bestond, met een heel andere flora en fauna dan op en in door sediment gedomineerde bodems (Van Moorsel et al., 1991; Van Moorsel, 1994). De toename van het oppervlak van het harde substraat is vele malen groter dan de afname van het oppervlak van het zandige substraat vanwege de plaatsing van een windturbine. De toename van het oppervlak hard substraat is groter naarmate de waterdiepte groter is.

Voor de mate en soort van aangroei is het type substraat van belang: de aard van het materiaal (staal, beton) en de eventuele aanwezigheid van een sokkel of bestortingen rond de turbines. Van boven naar beneden ontstaan een getijdenzone, een sublitorale wierzone en sublitorale zones. De laatste worden gedomineerd door dierlijke organismen. Lokaal brengt dit een aanzienlijke verhoging van de biodiversiteit en biomassa met zich mee (zie kader 11.5).

Natuurwaarde van leven op hard substraat

In het natuurbeleid wordt bij de natuurwaarden rekening gehouden met parameters als diversiteit, zeldzaamheid en kenmerkendheid. Qua diversiteit en zeldzaamheid kan het leven op de windturbines hoog scoren. Voor wat betreft de kenmerkendheid wordt in wetenschappelijke en beleidskringen echter vaak gememoreerd dat dergelijke ecosystemen niet in het Nederlandse deel van de Noordzee zouden thuishoren.

Op deze zienswijze valt wel het nodige af te dingen. Op het NCP bevinden zich namelijk stenenvelden waarop ook aangroei van hard-substraatorganismen mogelijk is. De aangroei van dergelijke stenen is echter nooit onderzocht. Op veenbanken in de Oosterschelde bevindt zich een fauna die goed te vergelijken is met de hard-substraatfauna in dat gebied. Dergelijke veenbanken moeten vroeger een onderdeel van de Nederlandse kustzone hebben uitgemaakt. Voorts waren er vroeger in de Noordzee oesterbanken aanwezig. Deze staan bekend om hun rijke begroeiing. Dergelijke banken zijn inmiddels geheel verdwenen.

Op grond van deze overwegingen zou de uitbreiding van hard-substraatfauna in zekere zin positief gewaardeerd kunnen worden. Aan de aangroei op windturbines wordt in deze studie dan ook een (beperkte) natuurwaarde toegekend.

Kader 11.5 Overwegingen bij de beoordeling van de natuurwaarde van leven op hard substraat

Macrobenthos

Door onderzoek aan de begroeiing van scheepswrakken (e.g. Van Moorsel et al., 1991) en kunstmatige riffen (e.g. Van Moorsel, 1994) in de Noordzee bestaat een redelijk beeld van het bodemleven dat zich op de windturbines kan vestigen. Diergroepen die op zandbodems vrijwel ontbreken, zoals sponzen, hydropoliepen, zeeanemonen en zeepokken, kunnen zich in groten getale ontwikkelen. Een aantal van deze soorten of de door hen gevormde structuren vormen op hun beurt een ondergrond voor weer andere vastzittende soorten. Tussen en op deze soorten worden vrijkruipende organismen, zoals naaktslakken, krabben en kreeften, aangetroffen die ofwel leven van de vastzittende soorten of daar bescherming zoeken. Een aantal soorten, zoals inktvissen, is alleen in bepaalde seizoenen te verwachten, bijvoorbeeld om eikapsels af te zetten op het harde substraat.

Over de aangroei van macrobenthos op objecten die vanaf de zeebodem tot boven het wateroppervlak reiken is ook een en ander bekend. Op het Europlatform (een monozuil) en de Meetpost Noordwijk (zespotige jacket) ontwikkelt zich een laag mosselen van 8 tot 10 centimeter, voordat de pijlers schoon gemaakt worden. Deze mechanische verwijdering van aangroei vindt meestal jaarlijks plaats tot op een diepte van 8 tot 10 meter, daaronder minder frequent omdat de aangroei er minder dik is. In 1986 werd op drie diepten de bedekking van een pijler van de Meetpost Noordwijk geschat (Waardenburg, 1987). De Mossel (*Mytilus edulis*) vormde tot op 16 meter diepte een bedekking tot 100 procent. De dikte varieerde tussen 5 en 20 centimeter en nam ook hier af met de diepte. Wieren werden alleen tot op een diepte van één meter aangetroffen. Op 18 meter diepte, vlak boven

de bodem, werd de aangroei gedomineerd door Ruwe zeerasp (*Hydractinia echinata*). De biomassa van de door mosselen gedomineerde gemeenschap was met 2,2 tot 4,1 kilo AVDG/m² extreem hoog, hoger dan de toch al hoge biomassa van scheepswrakken (Van Moorsel et al., 1991). Begroeiing van pijlers met mosselen is een algemeen verschijnsel: in de Oosterschelde zijn de pijlers van de Zeelandbrug eveneens met een dikke laag mosselen bedekt. Ook op booreilanden kan een zware aangroei van mosselen voorkomen soms wel tot 30 meter diepte (Van der Winden et al., 1997).

Er bestaat een groot verschil tussen de begroeiing van scheepswrakken en kunstmatige riffen enerzijds en pijlers anderzijds. Omdat in het geval van pijlers een getijdenrange aanwezig is, ontwikkelt zich een litorale zone waarin vastzittende wieren voorkomen. Opvallend zijn de dikke lagen mosselen. Op scheepswrakken en kunstmatige riffen werden nooit volwassen mosselen aangetroffen. Dit is deels te verklaren door de aanwezigheid van de Zeester (*Asterias rubens*) die zich vanaf de zandbodem makkelijk op deze objecten kan begeven om zich daar te goed te doen aan de mosselen. In de getijdenzone kan de Zeester zich niet goed handhaven door de golven en doordat zij bijvoorbeeld voor meeuwen als voedsel dienen. Bovendien zal het voor de Zeester moeilijk zijn om tegen lange verticale structuren, zoals pijlers, op te kruipen, onder andere omdat de basis vaak door neteldieren is begroeid. Als zich eenmaal een laag mosselen in de getijdenzone heeft gevormd, kan deze laag zich waarschijnlijk geleidelijk uitbreiden tot op diepten waarop de Mossel zich niet kan ontwikkelen als het substraat onderdeel is van een laag object op de bodem.

Mosselen hechten zich met byssusdraden aan het substraat. De laagdikte die zich ontwikkelt is afhankelijk van het type substraat. Op een slechte verflaag of roestig metaal verdwijnen mosselen eerder dan op beton. Een ruw oppervlak biedt waarschijnlijk extra goede aanhechtingsmogelijkheden. Zonder onderhoud zal de mossellaag uiteindelijk zo dik worden dat de krachten op de byssusdraden door het gewicht van de mosselen en de golven te groot worden. De laag zal in delen loslaten en op de zeebodem terecht komen, zodat zeesterren en andere organismen daar een rijk gedekte dis aantreffen.

Ook voor bijvoorbeeld Eidereenden kunnen mosselen een belangrijke prooi vormen. Deze eenden zouden mosselaangroei op windturbines dan ook kunnen benutten. Het is niet bekend of de voordelen van het geboden voedsel voor de eenden opweegt tegenover de nadelen van de windturbines boven water.

Filterfeeders zoals mosselen ontdoen het langsstromende water van een deel van het seston, het gesuspendeerde materiaal. De hard-substraatfauna kan daarom in beginsel een bijdrage leveren aan het verhogen van het doorzicht van de waterkolom.

De conclusie is dat er op het onderwatergedeelte van een windturbine een totaal andere levensgemeenschap te verwachten is dan op een zandbodem. Omdat een windturbine dóór het wateroppervlak heen steekt, ontwikkelt zich waarschijnlijk een dikke laag mosselen in de getijdenzone en in de zone direct daaronder. De oorspronkelijke zandfauna blijft ook aanwezig en verandert waarschijnlijk niet sterk. Daarom zal de biodiversiteit en biomassa sterk toenemen. Eerder in deze paragraaf werd ingegaan op de betekenis van zo'n verrijking.

Bodemvissen

Bij windturbines zullen zich verschillende typen vissoorten ophouden: soorten die over en tussen het substraat kruipen, soorten die weliswaar vrij zwemmen maar duidelijk aan de bodem gebonden zijn en soorten die in het vrije water zwemmen, maar zich toch in de nabijheid van harde substraten kunnen ophouden.

Diverse vissoorten, zoals zeedonderpadden (*Myoxocephalus scorpius* en *Enophrys bubalis*), de Snotolf (*Cyclopterus lumpus*) en Geep (*Belone belone*), gebruiken hard substraat in de getijdenzone en in ondiep water om hun eieren af te zetten. De laatste twee soorten zijn daarbij alleen in bepaalde seizoenen te verwachten. Soorten die zich meer in de buurt van harde substraten ophouden, zoals bij de pijlers van de Zeelandbrug zijn Harder (*Chelon* spp.) en Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*).

De aangroei op wrakken en kunstriffen vormt voor de meeste vissoorten waarschijnlijk geen belangrijke reden voor het samenscholen (redenen voor samenscholingen bij de Steenbolk kwamen in paragraaf 11.3.1 al ter sprake). De biomassa is weliswaar hoog, maar deze wordt voor een groot deel gevormd door zeeanemonen, die nauwelijks in aanmerking komen als voedselbron voor vissen (Van Moorsel et al., 1991). Als de aangroei voornamelijk uit mosselen bestaat, kunnen zich daartussen wormen, zoals zeerupsen, ophouden die wel als voedselbron kunnen dienen. Of de mosselen zelf ook vissen uit het omringende water aantrekken is niet bekend. Naarmate de mossel groter wordt, wordt in het algemeen ook een betere bescherming tegen predatie bereikt.

Zeezoogdieren

Samenscholingen van vissen zoals de Steenbolk, Harder en Zeebaars bij de windturbines zouden een aantrekkende werking kunnen hebben op zeehonden.

Verschillen tussen locaties

Het verschil in waterdiepte op de locaties zal leiden tot een verschil in de omvang van de fauna die zich op het harde substraat van de windturbine zal ontwikkelen. Als de windturbines in dieper water komen te staan, stijgt immers de oppervlakte van het harde substraat. De locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost onderscheiden zich door een duidelijk ondiepere ligging. Ervan uitgaande dat de ontwikkeling van fauna op het harde substraat als positief wordt bestempeld, hebben deze beide locaties in dit opzicht niet de voorkeur.

11.3.4 Waterkwaliteit

Tijdens de aanleg en de afbraak van het windpark kan er door activiteiten als heien, trenchen en baggeren een extra vertroebeling van de waterkolom en een tijdelijk gebrek aan zuurstof in het water optreden. Tijdens de constructie van de fundering en de turbines zijn dergelijke invloeden ook te verwachten, weliswaar in mindere mate, maar wel vaker.

Verondersteld is dat er geen gebruik wordt gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-foulings). Dit zou niet alleen ingrijpende gevolgen hebben op het leven op en rond de windturbines, ook het bodemleven in een groot deel van het stroomafwaarts gelegen gebied zou in dat geval de gevolgen van deze stoffen ondervinden.

Verschillen tussen locaties

Verschillen in de lokale kwaliteit van het water en de plaats en afstand waar(over) de watersamenstelling wordt beïnvloed door het leggen van een kabel zullen leiden tot verschillen tussen de locaties:

Fytoplankton en zwevend materiaal

Door een grotere hoeveelheid fytoplankton dicht bij de kust zou verwacht kunnen worden dat mosselen op de dicht bij de kust gelegen locaties beter kunnen groeien. Door een grotere hoeveelheid onbruikbaar zwevend materiaal dicht bij de kust loopt de efficiëntie van de filtratie van deze dieren echter navenant terug. Per saldo is er daardoor waarschijnlijk weinig verschil te verwachten in de aangroei van mosselen op de windturbines op de verschillende locaties.

Loswal Noordwest

Een relatief grote hoeveelheid zwevend materiaal van Loswal Noordwest bij de locatie Katwijk zou wel kunnen leiden tot een verminderde mosselproductie op de windturbines. De tijdelijke invloeden op de waterkwaliteit tijdens de aanleg en de afbraak van het windpark zullen bij de locatie Katwijk wellicht minder sterk merkbaar zijn dan bij de overige locaties, als de autonome ontwikkeling al wordt gekarakteriseerd door vertroebeling vanwege Loswal Noordwest.

Lengte kabel en doorsnijding kustzone

De omvang van de vertroebeling en het gebrek aan zuurstof vanwege de aanleg van kabels neemt toe met de lengte van die kabel. De gevolgen van de aanleg van de kabel zullen het grootst zijn op

plaatsen waar de grootste natuurwaarden aanwezig zijn. Dit is de kustzone (tot 5 kilometer uit de kust), die op de een of andere manier altijd door de kabel moet worden doorsneden. Een rechtstreekse verbinding vanuit de locatie Egmond naar de elektriciteitscentrale Velsen leidt tot een diagonale en zodoende relatief lange doorsnijding van de kustzone. Een rechtstreekse verbinding vanuit de locatie Egmond leidt daardoor in relatieve zin tot een toename van de vertroebeling en een groter gebrek aan zuurstof in het gebied langs het tracé van de kabel. In hoofdstuk 10 bleek echter dat de vertroebeling door aanleg van de kabel in absolute zin beperkt, lokaal en bovendien van korte duur is.

11.3.5 Onderwatergeluid en trillingen

Er is redelijk veel informatie beschikbaar over de productie en ontvangst van onderwatergeluid door organismen en hun gevoeligheid voor geluid. Naar de geluidproductie onder water van windturbines wordt op dit moment echter nog onderzoek gedaan⁶ (zie ook hoofdstuk 13). In water kan fysisch gezien overigens geen duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen geluid en trillingen.

Windturbinegeluid

Windturbines produceren verschillende typen mechanische trillingen:

- Laagfrequente trillingen,
die samenhangen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast. Hogere frequenties kunnen mogelijk ontstaan door interferentie van deze trillingen met geluid uit de gondel.
- Hoogfrequente trillingen,
Die samenhangen met de draaiende onderdelen van de generator in de gondel, de interactie van wind met de gehele windturbine (met name het aerodynamische geluid van de rotortippen), golven die tegen de mast slaan, de beweging van zand en water langs de mast en organismen die op de windturbines voorkomen (in dit specifieke geval met name het sluiten van kleppen van de Mossel).

De geluidproductie kan in principe op twee manieren worden overgedragen naar het water, namelijk direct via de mast en indirect vanuit de lucht via het grensvlak van lucht en water.

Bij hogere windsnelheden zal de frequentie van het geluid door wiekpassage niet veranderen door de constante draaisnelheid. De intensiteit van mastgeluid kan echter wel toenemen. Een deel van de geluiden uit de gondel zal een hogere intensiteit en frequentie krijgen. De hogere intensiteit gaat echter gepaard met een toename van het achtergrondgeluid, doordat bij sterkere wind ook de waterbeweging en - afhankelijk van de diepte - ook het zandtransport zullen toenemen.

Om een goede inschatting te kunnen maken van de effecten van onderwatergeluid door windturbines is het noodzakelijk dat de resultaten van metingen worden ingepast in een reeds bestaand overzicht van de geluidspectra van andere activiteiten (bijvoorbeeld Richardson et al., 1995, figuur 5.3), waarvan in een aantal gevallen wel bekend is wat de effecten op organismen zijn.

Het is waarschijnlijk dat zowel zeer lage frequenties van minder dan 200 Hz als zeer hoogfrequente trillingen in het bereik van sonar slechts een gering effect op organismen zullen hebben. De eerste worden in ondiep water uitgedoofd door het "channel effect" (Verboom, 1991), de laatste hebben sowieso slechts een beperkt doordringend vermogen in water.

Daartussen ligt echter nog een groot frequentiebereik waarbij significante effecten op het onderwaterleven mogelijk kunnen zijn.

⁶ De eerste resultaten van de geluidmetingen onder water bij het windpark Irene Vornink zijn opgenomen in bijlage L (HASKONING 1999).

Overig geluid

De plaatsing en verwijdering van windturbines kunnen gepaard gaan met trillingen door het in de grond plaatsen van funderingen. Voor zover dat infrageluid (zeer lage frequenties) en andere lage frequenties betreft werd al gesteld dat deze in ondiep water snel uitdoven. Onderwatergeluiden van baggerschepen zijn echter nog op te vangen tot op een afstand van 20 tot 25 kilometer (Richardson et al., 1995). Deze geluiden zijn mogelijk van een andere aard dan het onderwatergeluid tijdens het gebruik van het park.

Tenslotte is er de geluidproductie onder water van onderhoudsvaartuigen. Dit zal echter nauwelijks als een verhoging van de geluidproductie van de reguliere scheepvaart kunnen worden aangemerkt, vooral niet als het park zal worden gesloten voor overige scheepvaart. Het is daarom dat er per saldo een afname van geluid door scheepvaart ontstaat.

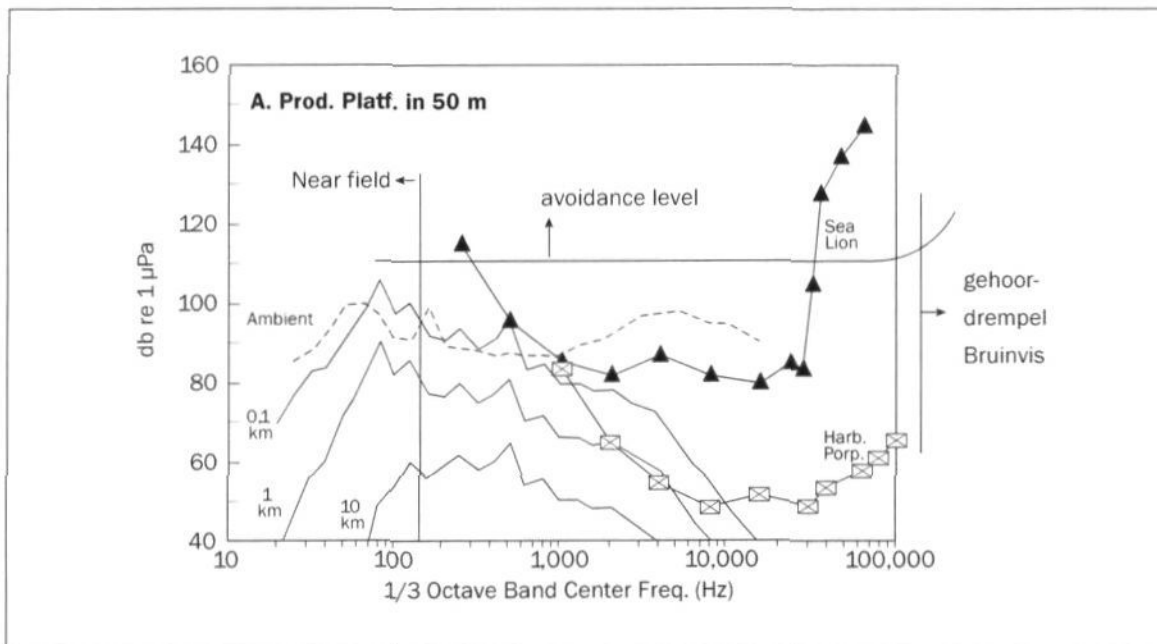
Vissen en zeezoogdieren

Onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Om zich te handhaven dienen deze soorten doelmatig te reageren op roofvijanden en prooi. Daarnaast moet aandacht worden besteed aan de voortplanting. Bij al deze levensfuncties en gedragingen kan geluid een rol spelen. Zo maken walvissen en dolfijnen gebruik van ultrasone sonar om een prooi op te sporen of obstakels te lokaliseren en worden lagere frequenties gebruikt voor sociale interacties: het communiceren binnen een groep of tussen groepen (Richardson et al., 1995). Vissen kunnen geluid maken om een vijand af te schrikken of partners te lokken en kunnen het gebruiken om in schoolverband te zwemmen. Met name in relatief troebele (kust)wateren kan geluid een relatief belangrijke rol spelen.

Om in te schatten of geluid van windturbines het gedrag van vissen en zeezoogdieren beïnvloedt, kan het windturbinegeluid worden vergeleken met de gehoorgrens van deze organismen. Daarnaast kan onderwatergeluid van windturbines worden vergeleken met de frequentie en sterkte van geluiden die door deze organismen worden geproduceerd (vocalisatie). Tenslotte kan er een verband worden gelegd tussen het (vermijdings)gedrag en geluid.

Voor een overzicht van het gehoor, de gevoeligheid voor geluid, de geluidproductie en het effect van geluid op gedrag van vissen en zoogdieren wordt verwezen naar Van der Winden et al. (1997), en speciaal voor zeezoogdieren naar Richardson et al. (1995).

Gezien het relatieve belang van de Bruinvis in de kustzone zijn hier enkele gegevens over het gehoor van de Bruinvis opgenomen. Wat de frequentie betreft zou de Bruinvis onder de 200 Hz slechts weinig te duchten hebben van onderwatergeluid, als gevolg van het "channel effect" (Verboom, 1991). Boven de 100 kHz loopt het bereik van geluid terug tot in de orde van meters (Richardson et al., 1995). Aangaande de geluidsdruk blijkt uit figuur 11.6 dat de Bruinvis geluiden waarneemt tussen 100 Hz en 140 kHz; boven de 140 kHz is de Bruinvis niet gevoelig voor geluid. De hoogste gevoeligheid ligt tussen 10 en 60 kHz bij een geluidsdruk van ongeveer 50 dB re 1 μ Pa. Bij Dall's porpoise, een bruinvis uit de Pacific, werd vermijdingsgedrag geconstateerd bij ongeveer 116 tot 130 dB re 1 μ Pa (Hatakeyama et al., 1994). Bij de Bruinvis werd zelfs al vermijdingsgedrag waargenomen bij een bronniveau van 115-119 dB re 1 μ Pa, maar deze laatste resultaten kunnen niet zonder meer worden gebruikt. Het lijkt veilig om 110 dB als vermijdingsniveau te hanteren (zie figuur 11.6).



Figuur 11.6 Geluidspectra (1/3 octaafbanden) op verschillende afstanden van een productieplatform in het kustwater van Californië en de gevoeligheid van de Bruinvis (en Zeeleeuw) voor geluid

Ten aanzien van de invloed van geluid van draaiende windturbines of van een windpark in aanbouw (heien) op organismen onder water kunnen door het ontbreken van metingen nauwelijks uitspraken worden gedaan. Gememoreerd kan worden dat het hoogstwaarschijnlijk om geluiden gaat die een continu karakter hebben, in tegenstelling tot bijvoorbeeld het explosieve geluid van seismische exploraties. Dit biedt mobiele organismen in beginsel de mogelijkheid om de geluiden van windturbines te vermijden en om zich aan nadelige invloeden te onttrekken. Uiteindelijk is het mogelijk dat gewinning optreedt.

Van het windpark Tunø Knob in Denemarken is bekend dat zich daar op 400 meter afstand op en rond een plaat gedurende het hele jaar een groep van ongeveer 10 zeehonden ophoudt (Van der Winden, persoonlijke mededeling). Dit doet vermoeden dat zeehonden op die afstand in ieder geval geen hinder van het geluid onder water hebben. De situatie is echter niet vergelijkbaar met de Noordzee, onder andere omdat de turbines bij Tunø Knob op caissons zijn geplaatst. Over het voorkomen van bruinvissen en andere walvisachtigen in relatie tot Tunø Knob is niets bekend.

Verschillen tussen locaties

In ondieper water kunnen geluidgolven verder dragen door reflectie tegen (zand)bodem en wateroppervlak. Klei- en slibbodems daarentegen absorberen het geluid. Met name lage frequenties worden sterk gedoofd door reflectie en refractie door zwevende deeltjes, zandribbels en andere obstakels. Door verschillen in de waterdiepte en de sedimentsamenstelling kunnen op de locaties in onderwatergeluid niveauverschillen als functie van de frequentie ontstaan. Omdat de aard en omvang van het onderwatergeluid op dit moment nog niet bekend zijn kunnen hier geen nadere uitspraken over worden gedaan.

11.3.6 Elektrische en magnetische velden

Rond de elektriciteitskabel tussen het park en de kust, zouden in beginsel invloeden van magnetische velden merkbaar kunnen zijn, afhankelijk van het type kabel en de wijze waarop de kabels in de bodem worden gelegd (al dan niet gebundeld).

Bij een zogenaamde 3-fasenkabel, die bestaat uit één mantel met daarin verwerkt drie kabels, heffen de magnetische velden van deze kabels elkaar op. Als wordt gekozen voor een zogenaamde 1-fasekabel, dan zijn één of meer groepen nodig van drie losse kabels. Als deze kabels dicht bij elkaar liggen dan is eveneens sprake van een verwaarloosbaar magnetisch veld. De magnetische invloed neemt echter toe naarmate deze losse kabels verder van elkaar liggen. Bij gelijkstroom zijn deze magnetische velden van eenzelfde type als het magnetisch veld van de aarde. Bij wisselstroom ontstaat een variabel veld. De Haalbaarheidsstudie gaat, om technisch-economische redenen, uit van wisselstroom. Voor het rendabel toepassen van gelijkstroom zijn de tracés niet lang genoeg (Mondelinge mededeling Stork, 1999). Een hoogspanningskabel is zodanig ontworpen dat elektrische velden langs het tracé van de kabel niet optreden. Deze velden worden als het ware door de mantel die om de kabel zit geïsoleerd.

De kleinere kabels tussen de windturbines onderling hebben een lager spanningsniveau. Op de locatie van het windpark zelf treden daarom geen elektrische, maar ook geen magnetische velden op.

Kader 11.7 Toelichting op elektrische en magnetische velden

Bodemvissen

Een mogelijke invloed op het bestaande magnetisch veld zal zich vooral manifesteren direct in en op de bodem boven de kabels. Daarom mag verwacht worden dat bodemvissen de grootste kans maken met zo'n fenomeen kennis te maken. Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zou de kabel tussen het windpark en de kust een zekere barrière kunnen vormen. Van de vissen in de Noordzee zijn haaien en roggen het meest gevoelig voor elektrische en magnetische velden. Roggen en sommige soorten haaien, zoals de hondshaai, behoren tot de bodemvissen. Het is mogelijk dat het gedrag van deze soorten door veranderingen in het magnetische veld worden beïnvloed.

Verschillen tussen locaties

De invloed van het magnetische veld rond de elektriciteitskabels is waarschijnlijk nihil. Voorzover er invloeden zouden zijn, gaat de voorkeur uit naar locaties met een korte kabel, te weten IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost.

11.4 Effecten van inrichtingsvarianten

Voor de inrichting van het park zijn een aantal varianten denkbaar, die onder andere leiden tot een verschil in omvang en oriëntatie van het park en in het tracé voor de elektriciteitskabel. De invloed van de inrichting op het onderwaterleven is, voorzover relevant, als volgt:

Oriëntatie van het park

Een park in de vorm van een lijnachtige opstelling loodrecht op de kust zou een barrière kunnen vormen voor trekkende vis en zeezoogdieren (in verband met onderwatergeluid).

Aantal en vermogen van turbines

Het oppervlak voor fauna op hard substraat neemt toe met de diameter van de fundering (dus bij turbines met een groter vermogen) en met het aantal turbines (dus met turbines met een kleiner vermogen). Per saldo zal het oppervlak hard substraat bij een park met turbines van 1,5 MW kleiner zijn dan bij een park met turbines van 1 MW. Uitgaande van een positieve waardering van de fauna op het harde substraat gaat de voorkeur uit naar turbines met een kleiner vermogen.

Tracé van de kabel

Voor het tracé van de elektriciteitskabel vanaf de locatie Katwijk naar het netinpassingspunt zijn twee varianten denkbaar: een tracé van circa 33 kilometer lang naar Velsen en een tracé van 8 kilometer

naar Sassenheim. Voor het onderwaterleven is het met name van belang dat de zone met de kust-gemeenschap (tot 5 kilometer uit de kust) wordt ontzien. Tracés die de zone met deze gemeenschap loodrecht op de kust doorsnijden verdienen dan ook de voorkeur.

De overige inrichtingsaspecten zijn niet van wezenlijke invloed op de aard en omvang van de gevolgen van het windpark.

11.5 Conclusies van de effectvoorspelling

Op basis van de huidige kennis kan de conclusie getrokken worden dat de meeste effecten klein zijn en dat er slechts geringe verschillen aan te geven zijn in zowel de abiotische als de biotische component van de levensgemeenschap in het studiegebied voor het NSW (zie tabel 11.8). De gevolgen van een windpark voor het onderwaterleven op de verschillende locaties vertonen daarom grote overeenkomsten.

Levensvorm	Criterium	Egmond	IJmuiden		Zandvoort		Katwijk
			Oost	West	Oost	West	
Macrobenthos	Zandig substraat		geen/nauwelijks effect				
	Hard substraat		mogelijk positief effect				
	Waterkwaliteit		geen/nauwelijks effect ¹				
Bodemvissen	Zandig substraat		geen/nauwelijks effect				
	Hard substraat		mogelijk positief effect				
	Waterkwaliteit		geen/nauwelijks effect ¹				
	<i>Elektromagnetische velden</i>		<i>geen/nauwelijks effect</i>				
Vissen	Stromingspatroon water		mogelijk positief effect				
	Onderwatergeluid en trillingen		onvoldoende gegevens beschikbaar				
	Waterkwaliteit		geen/nauwelijks effect ¹				
Zeezoogdieren	Onderwatergeluid en trillingen		onvoldoende gegevens beschikbaar				
	Waterkwaliteit		geen/nauwelijks effect				

Tabel 11.8 Samenvattend overzicht van de verhoudingen tussen de locaties voor de criteria van het aspect 'Onderwaterleven'

¹ voor Katwijk afhankelijk van de invloeden van Loswal Noordwest en derhalve gekwalificeerd als 'onvoldoende gegevens beschikbaar'

Macrobenthos en bodemleven

De verschillen in de gevolgen van een windpark op de onderscheiden locaties voor macrobenthos hangen primair samen met de biotopen en soortengemeenschappen in de kustzone, de aanlandingskabel en de baggerstort op Loswal Noordwest.

Biotoop en soortengemeenschap

Door de relatief snelle afname van de helling van de kustzone is, naarmate de diepte toeneemt, het oppervlak van de verschillende dieptezones groter en wordt het relatieve ruimtebeslag van een windpark dus kleiner. Het ondiepe biotoop is daarom relatief zeldzaam. Hoewel biomassa-rijke schelpenbanken in het algemeen niet zo diep reiken als het studiegebied is toch de (geringe) kans dat zij daar voorkomen het grootst bij de alternatieven Zandvoort-Oost, IJmuiden-Oost en Egmond. Bij deze laatste locatie bestaat de kans op biomassa-rijke schelpenbanken. Met het oog op de relatieve zeldzaamheid van de ondiepe biotoop en de (geringe) kans op schelpenbanken gaat de voorkeur uit naar de locaties Zandvoort-West en IJmuiden-West.

Aanlandingskabel

De aanleg van de aanlandingskabel heeft een negatieve invloed op de bodemfauna ter plekke en in de omgeving. Het is daarom wenselijk het tracé van de kabel zo kort mogelijk te houden. In dat opzicht gaat de voorkeur uit naar de locaties Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost. Mede gezien het tijdelijke en lokale karakter van de invloed van de aanleg van de aanlandingskabel op de bodemfauna zijn de verschillen tussen de locaties en de kabeltracés nauwelijks onderscheidend.

Loswal Noordwest

Op de locatie Katwijk zouden invloeden van de Loswal Noordwest merkbaar kunnen zijn. Het is echter niet bekend of deze invloeden ter plekke leiden tot een verrijking of een verarming van het bodemleven. Er kan daarom in dit opzicht geen uitspraak worden gedaan over de gevolgen van een windpark op deze locatie.

Vissen

De (verschillen in de) gevolgen voor vissen hangen primair samen met de beschikbaarheid van voedsel en de aanlandingskabel.

Voedsel

De verschillen tussen de locaties voor wat betreft het bodemleven werken met name door op (bodem)vissen die voor hun voedsel van dit benthos afhankelijk zijn. Daarom geldt ook voor vissen een voorkeur voor de locaties Zandvoort-West en IJmuiden-West.

Aanlandingskabel

De theoretische mogelijkheid bestaat dat er door afwijkingen van het magnetische veld een barrière ontstaat voor (bodem)vis, als de aanlandingskabel onvoldoende is ingegraven en zo is aangelegd dat magnetische invloeden merkbaar kunnen optreden. Om deze eventuele barrière zo kort mogelijk te houden gaat de voorkeur uit naar de locaties Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost. Magnetische invloeden worden echter van gering belang geacht: enerzijds lijken er goede maatregelen te bestaan om deze invloeden te vermijden, anderzijds zijn er mogelijkheden om de invloeden te beperken door de keuze van het tracé van de kabel (zie hoofdstuk 11.6 'Mitigerende maatregelen'). De locatie van het windpark en het tracé van de kabel zijn daarmee niet meer onderscheidend voor dit aspect.

Zeezoogdieren

De (verschillen in de) gevolgen voor zeezoogdieren hangen primair samen met de dichtheden van zeezoogdieren in de kustzone en met de beschikbaarheid van voedsel.

Dichtheden

Bruinvissen en zeehonden zijn waarschijnlijk wat talrijker in het noordelijke deel van de kustzone, maar het gaat voornamelijk om kleine aantallen. Het is bovendien onzeker of windturbines van invloed zijn op (het gedrag van) deze zeezoogdieren. De mogelijkheid bestaat dat de meest zuidelijke locatie Katwijk in dit opzicht het minst kwetsbaar is en de meest noordelijke locatie Egmond het meest kwetsbaar.

Voedsel

De verschillen tussen de locaties voor wat betreft het bodemleven en vissen werken mogelijk ook door op de zeezoogdieren. De voorkeur voor locaties is daarom vergelijkbaar. Voor de Bruinvis, die voor zijn voedsel vooral afhankelijk is van pelagische vis, speelt de samenhang met bodemleven en (bodem)vissen een minder grote rol dan voor zeehonden. De Gewone zeehond is voor zijn voedsel namelijk veel sterker aangewezen op platvissen en andere bodemvissen.

Conclusie

Het NSW zal, voorzover de kennis nu reikt, de meeste invloed hebben op het bodemleven. Omdat deze levensvormen aan de basis staan van de voedselketen voor vissen en zeezoogdieren, zal het

park zo niet alleen direct maar ook indirect (via de voedselketen) invloed kunnen hebben op het overige leven onderwater. Voor het bepalen van de gevolgen van het geluid van het NSW onder water voor met name zeezoogdieren zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.

De gevolgen van het NSW voor het onderwaterleven op de verschillende locaties vertonen, zoals gezegd, grote overeenkomsten. De geringe verschillen zijn onvoldoende onderscheidend om een duidelijke voorkeur uit te kunnen spreken voor een van de locaties voor het NSW of één van de tracés voor de elektriciteitskabel tussen het windpark en de kust. De locatie Katwijk zou misschien in beeld kunnen komen als zou blijken dat de natuurwaarden daar in de huidige situatie al structureel (negatief) wordt beïnvloed door de bovenstroomse aanwezigheid van Loswal Noordwest.

11.6 Mitigerende maatregelen

De effecten van het windpark op het onderwaterleven zijn zowel positief als negatief. De positieve effecten kunnen met aanvullende maatregelen versterkt worden. De negatieve effecten kunnen beperkt worden door het treffen van mitigerende maatregelen. Hierna wordt eerst ingegaan op versterkende maatregelen; aansluitend worden twee mitigerende maatregelen besproken.

Instellen van een refugium

Het instellen van een refugium door het uitsluiten van visserij kan als mitigerende maatregel fungeren. Een refugium kan de natuurwaarden op een locatie versterken. Dat betekent in beginsel dat het voor het onderwaterleven een voordeel kan zijn als het windpark op de meest waardevolle locatie ligt. Gezien het feit dat een refugium vooral een functie heeft voor jonge vis, zullen hiervoor de ondiepere locaties de meeste waardevolle zijn.

Aanpassingen aan het substraatoppervlak

Uitgaande van een (voorzichtig) positieve waardering van een hard-substraatgemeenschap, kunnen aanpassingen aan het substraatoppervlak de stabiliteit van een dergelijke gemeenschap bevorderen. Te denken valt aan het creëren van ruwe oppervlakken en poreuze substraattypen in de getijdenzone.

Tracé van de kabel langs de IJ-geul

Het heeft de voorkeur om het tracé van de kabel zo te kiezen dat de kustzone wordt ontzien. Met name voor de vier locaties bij IJmuiden en Zandvoort valt te denken aan een tracé via de (rand van) de IJgeul. Het verschil in de lengte van de kabel tussen de locaties IJmuiden-Oost en -West zal in dat geval slechts beperkt doorwerken in termen van natuurverlies. Het heeft verder de voorkeur het tracé zo te kiezen dat de directe gevolgen van baggeren en trenchen (in de vorm van vertroebeling en dergelijke) beperkt blijven. De gevolgen van de aanleg van de kabel voor het onderwaterleven zijn in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied echter gering, lokaal en bovendien van korte duur (zie ook paragraaf 11.3.2 'Aard en oppervlak zandig substraat' en paragraaf 11.3.4 'Waterkwaliteit'). Bovendien heeft een dergelijk tracé grote nadelen in verband met baggerwerkzaamheden voor het onderhoud van de vaargeul en de eventuele toekomstige aanpassingen aan de geul. Binnen enkele honderden meters van de geul is een dergelijk tracé om die reden niet haalbaar.

Elektriciteitskabel aanpassen

Verstoringen van bestaande elektrische velden door kabels, worden nihil geacht wanneer een goede isolerende mantel wordt aangebracht. Verstoring van magnetische velden worden nihil geacht bij een optimale keuze en of configuratie van de kabel en als de kabels voldoende diep worden ingegraven. De keuze voor een zogenaamde 3-fasenkabel of het bundelen van 1-fasekabels kan de magnetische velden beperken tot een verwaarloosbaar niveau. Uit onderzoek naar de invloeden van een elektriciteitskabel tussen Noorwegen en Nederland, is gebleken dat er bij gebundelde kabels sprake is van een verwaarloosbaar magnetisch veld (SEP, 1997).

De belangrijkste mitigerende maatregelen om de effecten op het onderwaterleven te beperken zijn samengevat in tabel 11.9.

criterium	Maatregel
Hard substraat	Substraatoppervlak aanpassen
Onderwatergeluid	Nog niet bekend
Magnetische velden	Ingraven kabel, bundelen van kabels
Overig	Instellen van refugium

Tabel 11.9 Samenvattend overzicht van de belangrijkste mitigerende maatregelen om de effecten op het onderwaterleven te beperken

11.7 Leemten in kennis en leerdoelen

Nulmeting

Voor een goede monitoring van de effecten van het NSW op het onderwaterleven is het van belang dat de bestaande situatie goed in beeld wordt gebracht. Met bemonsteringen in het kader van de nulmeting kan vooral een beeld worden verkregen van de huidige samenstelling van de macrofauna. Deze bemonsteringen zijn daarnaast ook van belang om tijdens het gebruik te kunnen bepalen in welke mate het refugium zich ontwikkelt. Gezien de grote variatie in de tijd wordt een nulmeting gericht op de voorkomens van visfauna en zeezoogdieren niet zinvol geacht. Bij het ontwerp van de inrichting van het park kan mogelijk al gebruik worden gemaakt van de uitkomsten van onderzoek naar de huidige voorkomens van onderwaterleven op de locatie.

Onderwatergeluid

De belangrijkste leemte in kennis ten aanzien van het onderwaterleven betreft het geluid. Om te kunnen beoordelen of ondergeluiden van windturbines interfereren met het gebruik van geluid door met name vissen en zeezoogdieren moeten zowel de frequenties als de intensiteit van trillingen en geluiden door windturbines bekend zijn. Pas als deze gegevens bekend zijn kunnen verantwoorde uitspraken worden gedaan over de effecten van geluid.

Effect Loswal Noordwest

Een gedetailleerde bemonstering van de samenstelling van het macrofauna op de locaties is niet beschikbaar. Er is met name behoefte aan een analyse die aangeeft in hoeverre de stort van bagger op Loswal Noordwest op de locatie Katwijk de aanleiding vormt voor een veranderde levensgemeenschap. Als het karakter van de levensgemeenschap er significant door wordt beïnvloed, kan dat consequenties voor de keuze van de locatie voor het NSW hebben.

Beschermde gebieden

Er bestaan in de Noordzee geen gebieden waar de fauna zich gedurende lange tijd zonder antropogene verstoring kan ontwikkelen. Het is dus ook niet bekend hoe groot zo'n gebied zou moeten zijn om tot significante resultaten te leiden. De realisatie van een windpark vormt een goede mogelijkheid voor een onderzoek naar deze aspecten.

Hard-substraatfauna

Er is nog slechts in beperkte mate inzicht in de diversiteit van aangroei van macrobenthos op hard-substraat. Hetzelfde geldt voor de mate waarin en de wijze waarop deze fauna een bijdrage levert aan de voedselvoorziening voor zowel onderwaterleven als vogels. Onderzoek bij het NSW zou deze informatie kunnen leveren.

Spisulabanken

Het voorkomen van Spisulabanken bij de locatie Egmond is niet concreet bekend.

Relevantie leemten in kennis voor offshore parken: de leerdoelen

Het demonstratieproject heeft mede tot doel inzicht te krijgen in de mogelijke milieu-effecten van een offshore windpark. De leemten in kennis dienen daarom ook tegen die achtergrond beschouwd te worden en niet alleen in het licht van de plaatsing van een NSW.

Naar verwachting zullen er voor het onderwaterleven geen significante verschillen bestaan tussen de effecten van een offshore park, zeker in het zuidelijk deel van het NCP, en de effecten die in dit MER beschreven zijn voor de dieper gelegen locaties. Alleen de ondiepe kuststrook, tot maximaal 5 kilometer uit de kust, onderscheidt zich voor de diverse levensvormen van het onderwaterfauna. Dit betekent dat de meeste van de genoemde leemten in kennis relevant zijn met het oog op de leerdoelen. De effecten van Loswal Noordwest vormen hier een uitzondering op, aangezien de stort van bagger ver op zee niet is voorzien.

Tabel 11.10 geeft een samenvattend overzicht van de leemten in kennis over het onderwaterleven en de relevantie van deze leemten voor inzicht in de milieueffecten van het NSW, de leerdoelen voor een offshore park, of voor beide doelen.

Criterium	Leemte in kennis / leerdoelen	Relevantie
Zandig substraat	Effecten Loswal Noordwest	Beide
Hard substraat	Diversiteit en voedselfunctie macrobenthos	Beide
Waterkwaliteit	Effecten Loswal Noordwest	Beide
Onderwatergeluid	Frequenties en bereik onderwatergeluid	Beide
	Interferentie met geluid vissen en zeezoogdieren	Beide
Overig	Omvang en effecten van refugium	Beide

Tabel 11.10 Samenvattend overzicht van de belangrijkste leemten in kennis en de relevantie van deze leemten voor leerdoelen, danwel milieu-effecten van het NSW

11.8 Leerdoelen versus milieu-effecten

Het NSW heeft grosso modo nauwelijks tot geen negatieve invloeden op het onderwaterleven. Voorzover er sprake is van negatieve invloeden betreft dat de ondieper gelegen locaties. Op de diepere locaties is eerder sprake van (geringe) positieve effecten. Dit betekent dat de eisen die vanuit de leerdoelen voor windparken verder op zee worden gesteld in belangrijke mate overeenkomen met de wensen die vanuit het onderwaterleven aan het windpark gesteld worden (zie tabel 11.11).

Omvang

Om zicht te krijgen op de gevolgen van het onderwatergeluid en van het functioneren van het refugium (zie hoofdstuk 7) op het onderwaterleven is een omvang van het park van enkele tientallen turbines wenselijk. Voor inzicht in de (voorzichtig) positieve effecten van de aangroei van benthos op de funderingen volstaat één turbine. De effecten van het onderwatergeluid zouden een reden kunnen vormen om de omvang van het park te beperken. Inzicht in deze effecten ontbreekt echter.

Termijn

Bezien vanuit de effecten op het onderwaterleven zijn er geen beperkingen aan de periode dat het park in gebruik is: de effecten van het park worden immers deels (licht) negatief en deels (licht) positief gewaardeerd. Om inzicht te krijgen in de effecten van het park op vissen, in de aangroei van benthos en in het ontstaan en functioneren van het refugium volstaat een gebruikstermijn van circa vijf jaar.

Vorm en oriëntatie

Een lijnachtige opstelling loodrecht op de kust zou een barrière kunnen vormen voor trekkende vis en zoogdieren. Om hier beter inzicht in te kunnen krijgen, zou een deel van het park deze vorm kunnen krijgen. De bevestiging van deze veronderstelling betekent tegelijk dat een dergelijke vorm van het park niet wenselijk is. Voor de refugiumfunctie gaat de voorkeur daarentegen uit naar een cluster.

(Hoogte en) vermogen van de turbines

Bezien vanuit de effecten op het onderwaterleven heeft het de voorkeur om turbines met een vermogen van 1 MW (en niet van 1,5 MW) toe te passen. Het oppervlak aan hard-substraat is dan groter, doordat meer turbines nodig zijn. Een mogelijk bijkomend nadelig effect is echter dat door het grotere aantal turbines meer vissen zullen worden verstoord.

Voor het onderwaterleven zijn vanuit de leerdoelen en milieu-effecten verder geen belangrijke eisen te stellen aan de overige kenmerken van het park en de turbines.

Parkenmerken	Bezien vanuit leerdoelen	Bezien vanuit milieu-effecten
Kenmerken van het park		
Locatie	Zo ver mogelijk op zee	Geen voorkeur
Omvang	Enkele tientallen turbines	Geen voorkeur
Gebruikstermijn	Circa 5 jaar	Geen voorkeur
Vorm en oriëntatie	Geen duidelijke voorkeur	Geen duidelijke voorkeur
Clusters	Geen duidelijke voorkeur	Geen duidelijke voorkeur
Kenmerken van de turbines		
Vermogen turbines	Meer turbines met lager	Meer turbines met lager
Rotordiameter	vermogen (en groter oppervlak	vermogen (en groter oppervlak
Turbinehoogte	hard substraat)	hard substraat)

Tabel 11.11 Eisen aan het park vanuit enerzijds leerdoelen en anderzijds het beperken van het effect op onderwaterleven

12. SCHEEPVAART EN VEILIGHEID

12.1 Algemeen

De Noordzee is een drukbevaren zee. Voor de Nederlandse kust zijn, zeker door de aanwezigheid van mainport Rotterdam en de haven van Amsterdam, de dichtheden van het scheepvaartverkeer hoog. Een windpark voor de Hollandse kust kan belangrijke gevolgen hebben voor de scheepvaart. Het NSW, inclusief een veiligheidszone, zal niet toegankelijk zijn voor andere gebruiksfuncties en dus ook niet voor scheepvaart. De scheepvaart zal dus moeten uitwijken naar andere vaarroutes, waar de intensiteit van het scheepvaartverkeer zal toenemen. Dit verhoogt de kans op ongevallen. Daarnaast vormt het windpark een obstakel voor de scheepvaart; hoewel het park is gesloten voor scheepvaart, bestaat de kans op een aanvaring van een schip met een turbine. Het windpark kan dus de veiligheid voor de scheepvaart beïnvloeden.

Effecten op scheepvaart: meer dan (externe) veiligheid?

Vanuit het milieu bezien gaat het bij de effecten van het NSW op scheepvaart om de effecten op de (externe) veiligheid. De (on)veiligheid wordt doorgaans uitgedrukt als risico. De mate van risico is daarbij gerelateerd aan de kans op het optreden van een incident en de ernst van het ongewenste effect van het incident. Relevante ongewenste effecten zijn (dodelijk) letsel van mensen en milieu-verontreiniging (van de zee).

Het NSW kan echter ook andere effecten voor de scheepvaart hebben. Het NSW kan leiden tot hinder voor scheepvaart, doordat schepen om het park heen moeten varen en de intensiteit van de scheepvaart in de omgeving toeneemt. De intensiteit van scheepvaartverkeer vormt tevens een indicatie voor de veiligheidsrisico's: hoe hoger de dichtheden, hoe groter de kans op ongevallen.

Effecten op (externe) veiligheid: meer dan scheepvaart?

Veiligheid is niet alleen in relatie tot scheepvaart een relevant item. Er zijn verschillende soorten ongevallen, waarbij de aanwezigheid van het NSW kan leiden tot extra risico's voor mens en milieu. Relevante soorten ongevallen betreffen ongevallen die voortvloeien uit aanvaringen van schepen met het NSW, aanvaringen van schepen onderling (buiten het NSW als gevolg van een toename van de dichtheid van scheepvaartverkeer in de omgeving) en verstoring van radarbeelden.

Ongevallen die samenhangen met het aanvliegen van vliegtuigen zijn niet in beschouwing genomen; de locaties van het NSW liggen daarvoor te ver af van Schiphol en over de plannen en veiligheid van een nieuwe luchthaven in zee bestaat nog onvoldoende duidelijkheid (zie paragraaf 13.11). Ook ongevallen als gevolg van breuk van rotorbladen, ijsafzetting aan de turbinebladen of tijdens onderhoudswerkzaamheden zijn niet in beschouwing genomen. Het aantal personen in de omgeving van het park dat een risico loopt door deze ongevallen is daarvoor te klein. Ongevallen door verstoring van kompassen van schepen (door magnetische velden rond de elektriciteitskabel) kunnen op voorhand worden voorkomen door de keuze van het type kabel. Dergelijke ongevallen zijn daarom in het MER buiten beschouwing gebleven.

Dit betekent dat de gevolgen van het NSW op de (externe) veiligheid samenhangen met de scheepvaart. Gezien de grote onderlinge samenhang worden beide aspecten in het MER daarom samen in een hoofdstuk behandeld. Het gaat dan om de volgende criteria (zie tabel 12.1).

Criteria	Operationalisering
Hinder voor scheepvaart	Dichtheid scheepverkeer
Veiligheid	Aanvaringsrisico's
	Verstoring radarbeeld

Tabel 12.1 Overzicht van criteria voor het aspect 'Scheepvaart en veiligheid'

Met het oog op de vergelijking van de locaties voor het NSW uit oogpunt van veiligheid voor de scheepvaart geeft de hinder voor scheepvaart (i.c. de dichtheden van scheepvaart) een goede indicatie. Een analyse van deze dichtheden geeft inzicht in de relatieve kans op ongevallen van een NSW op de verschillende locaties; de analyse geeft echter geen inzicht in de absolute kans van een ongeval en in de ernst van het ongeval, mede omdat er ook schepen risico lopen die buiten het NSW varen die niet in de dichtheden zijn opgenomen. Om dit inzicht te verkrijgen is voor de locaties Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost een nadere risico-analyse uitgevoerd (zie bijlage J: MARIN, 1999). Met de resultaten van dit onderzoek is tevens inzicht ontstaan in de ordegrootte van de risico's van een NSW op de andere locaties.

De risico-analyse houdt geen rekening met de gevolgen van verstoring van de radar door het NSW. De aard en omvang van deze verstoring is daarom apart onderzocht (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999)

12.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

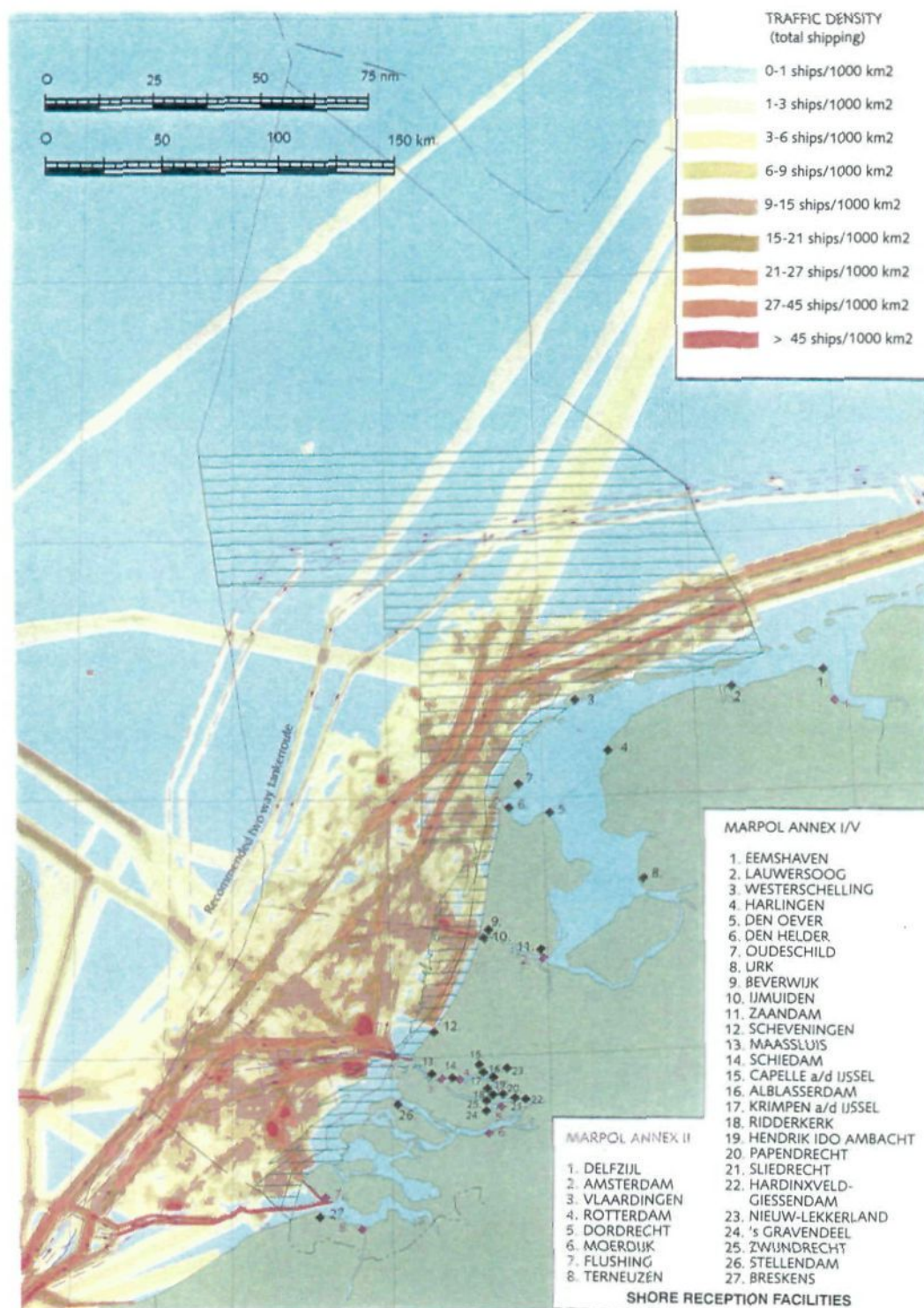
Dichtheden

De Noordzee is in vergelijking met andere zeeën drukbevaren. Het NCP (inclusief de 12-mijlszone) is het drukst bevaren deel. Op ieder moment van de dag varen er gemiddeld 390 schepen. Jaarlijks worden ongeveer 260.000 scheepsreizen gemaakt, waarbij in totaal ongeveer 50 miljoen kilometers worden afgelegd (Ministerie van V&W, 1999).

Het is gebruikelijk om de scheepvaart op zee onder te verdelen in routegebonden verkeer (scheepsbewegingen van koopvaardij schepen die op weg zijn van haven A naar haven B) en niet-routegebonden (scheepsbewegingen met een missie op zee, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart)⁷. Het routegebonden scheepvaartverkeer op het NCP is ongeveer 49 procent (Ministerie V&W, 1998a).

Binnen de territoriale wateren voor de kust van Egmond tot Scheveningen doen zich hoge dichtheden in het scheepvaartverkeer voor in en rond de IJ-geul (zie figuur 12.2) Deze toegangsvaartweg tot het Amsterdamse havengebied kent een zeer hoge dichtheid van routegebonden scheepvaartverkeer. Bovendien ligt er naast de IJ-geul (aan de noordzijde) een ankergebied. Tussen Scheveningen en Zandvoort is binnen de territoriale wateren de dichtheid van routegebonden scheepvaart laag, maar is sprake van hoge dichtheden van niet-routegebonden scheepvaart.

⁷ Onderzeeboten blijven buiten beschouwing, aangezien ze duiken naar minimaal ongeveer 30 meter. Binnen de locaties voor het NSW (met een waterdiepte kleiner dan 20 meter) zullen onderzeeboten in principe niet onder water voorkomen.



Figuur 12.2 Dichtheden van scheepvaart op de Noordzee
Bron: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995

Veiligheidsbeeld

Momenteel bevinden zich binnen de 12-mijlszone nauwelijks obstakels voor de scheepvaart.

Boorplatforms voor olie- of gaswinning kunnen in principe een obstakel vormen voor de scheepvaart, maar het is verboden om een platform te plaatsen in de directe nabijheid van belangrijke scheepvaartroutes⁸.

Een overzicht van het huidige veiligheidsbeeld voor de scheepvaart op de Noordzee is weergegeven in figuur 12.4, die alle ongevallen op zee toont in de periode 1978 tot en met 1991. Een overzicht van de aard van het ongeval en de gevolgen is weergegeven in tabel 12.3.

Type ongeval	Aantal ongevallen	Aantal doden	Milieuschade ¹
Aanvaring	10,1	0,8	0,1
Contact	2,8	-	0,2
Stranden	4,5	-	-
Brand/explosie	2,2	0,2	0,1
Zinken	4,1	2,0	0,2
Overig	0,6	0,2	
Totaal	24,3	3,2	0,6

Tabel 12.3 Ongevalgegevens op het NCP (inclusief de 12-mijlszone) in de periode van 1978 tot en met 1991 als jaargemiddelde gegevens.

Bron: Ministerie van V&W, 1999

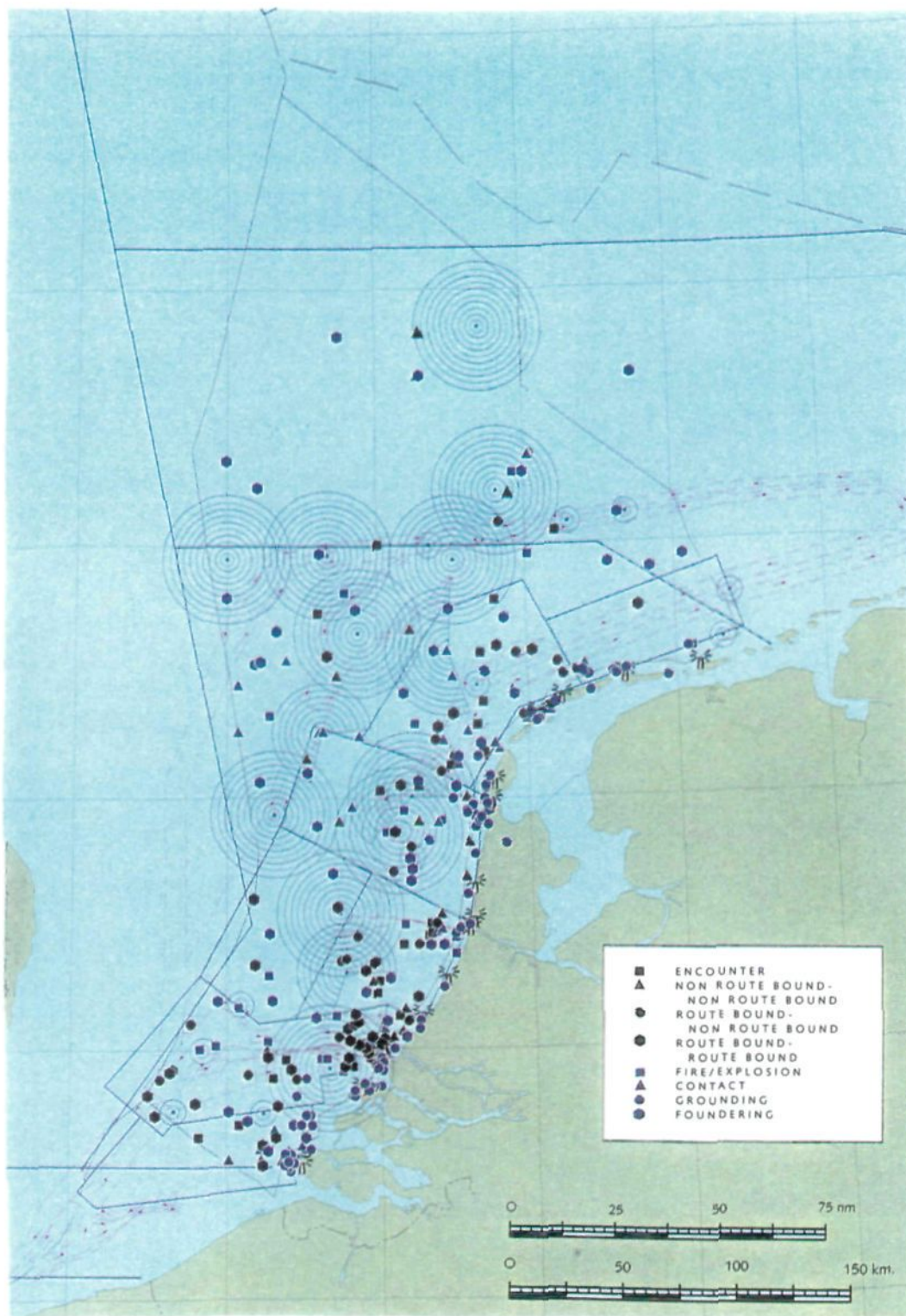
¹ Het aandeel van de ongevallen waarbij milieuschade is opgetreden.

Over de periode 1978 - 1991 vonden gemiddeld per jaar nog geen 25 ongevallen op het gehele NCP plaats. De betrokkenheid van de routegebonden schepen bij ongevallen neemt in de loop van de tijd geleidelijk af en van de niet-routegebonden schepen (met name visserijschepen) geleidelijk toe. Ongevallen met ernstige gevolgen voor mens en/of milieu komen zelden voor (gemiddeld 3 doden of vermisten per jaar). Ongevallen ontstaan in de meeste gevallen door een samenloop van omstandigheden, waarbij vooral menselijke factoren (66 procent), vaartechische omstandigheden (51 procent), uitwendige factoren (weer, waarbij zichtomstandigheden het belangrijkste is; 37 procent) en factoren met betrekking tot het schip/lading (17 procent) een rol spelen (DGG, 1999a).

Radar

Op het deel van de Noordzee waarbinnen de locaties voor het NSW liggen zijn twee radarsystemen relevant. Enerzijds de bewegende radarsystemen op de schepen die er varen. Anderzijds de radarsystemen op het vasteland van de verkeersbegeleiding. De Vessel Traffic Services (VTS), bestaande uit bemande verkeersposten van waaruit met behulp van radar- en communicatieapparatuur het scheepvaartverkeer interactief wordt begeleid, bevinden zich inmiddels in alle aanloopgebieden en toegangen tot grotere zeehavens. De huidige locaties op land vanwaar het scheepvaartverkeer met deze radar wordt begeleid zijn weergegeven in figuur 12.5. De figuur toont tevens de gebieden die door de radar worden bestreken. Voor de locaties voor het NSW zijn de radarsensoren in IJmuiden en Scheveningen relevant.

⁸ De veiligheidszone om een platform van 500 meter mag de vaarbaan van een verkeers-scheidingsstelsel niet overlappen.



Figuur 12.4 Verspreiding van ongevallen met scheepvaart binnen het NCP (inclusief de 12-mijlszone) in de periode van 1978 tot 1991.

Bron: Ministerie V&W, DG Scheepvaart en Maritieme Zaken, d.d. 15-8-1995

De cirkels op de kaart betreffen het bereik van raconbakens; de kleine cirkels duiden op een bereik van 3 mijl en de grote op 15 mijl.



Figuur 12.5 Radargebieden van verschillende VTS-locaties.

Bron: Ministerie van V&W, 1999; internet: <http://waterland.net/dgg>

Autonome ontwikkeling

Wat betreft de scheepvaart wordt bij een autonome ontwikkeling geen noemenswaardige toename van het aantal scheepsbewegingen verwacht. "Wel wordt verwacht dat het aantal grote schepen toeneemt ten opzichte van de kleinere schepen" (Rijkswaterstaat, 1998). Er zal zich ook geen belangrijke toename van obstakels voor de scheepvaart voordoen. Er wordt geen uitbreiding van offshore olie- en gaswinning verwacht. "Echter er komen meer kleine velden en er is een afname van grote velden" (Ministerie V&W, 1998). Voorts zijn de plannen voor een nieuwe nationale luchthaven in zee mogelijk relevant (zie paragraaf 14.10). In het kader van de vervanging van de VTS-radar in IJmuiden zal er in de autonome ontwikkeling ook een sensor in Zandvoort worden geplaatst en aan de sensor van IJmuiden worden gekoppeld.

12.3 Effecten van de locaties

12.3.1 Hinder

Dichtheden

De mate van hinder voor de scheepvaart is bepaald op basis van de huidige verkeersintensiteiten in en om de zes locaties (zie bijlage J: MARIN, 1999). De huidige scheepvaart zal in de situatie met een NSW moeten omvaren. Het omvaren kan worden beschouwd als hinder. Aangezien dit scheepvaartverkeer, na de realisatie over het algemeen dicht langs het NSW zal varen, geeft dit ook een indicatie van het aanvaringsrisico van het NSW.

Voor elk van de locaties is (met het calamiteitenmodel (CALMOD)) bepaald hoe groot de dichtheid aan

scheepvaartverkeer naar verwachting is. Daarbij is het gebruikelijke onderscheid in routegebonden en niet-routegebonden scheepvaart gehanteerd. De supplyvaart is uit het niet-routegebonden verkeer gehaald en toegevoegd aan het routegebonden verkeer. De supplyvaart verzorgt de bevoorrading van de platforms en heeft daardoor veelal een vaste bestemming. De haven van IJmuiden is een supply-basis, waardoor er in de directe omgeving van IJmuiden relatief veel supplyvaart is.

De resultaten voor de zes locaties zijn weergegeven in tabel 12.6 en figuur 12.7.

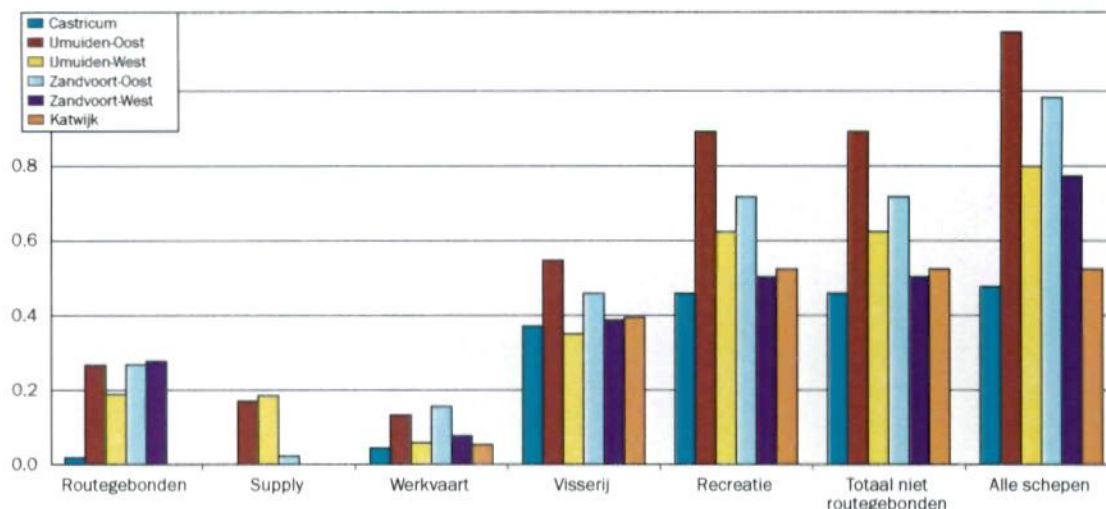
Locatie	Route- gebonden	Supply	Niet routegebonden			Totaal	Totaal
			Werkvaart	Visserij	Recreatie		
Egmond	0,02	0,00	0,05	0,37	0,04	0,45	0,47
IJmuiden-Oost	0,27	0,17	0,13	0,54	0,04	0,89	1,15
IJmuiden-West	0,18	0,18	0,06	0,35	0,03	0,62	0,80
Zandvoort-Oost	0,26	0,02	0,15	0,45	0,08	0,71	0,97
Zandvoort-West	0,27	0,00	0,07	0,39	0,04	0,50	0,77
Katwijk	0,00	0,00	0,05	0,39	0,07	0,51	0,52

Tabel 12.6 Gemiddeld aanwezige schepen per gridcel (8 bij 8 km) voor de zes locaties. Zie bijlage J (MARIN, 1999) voor een goede interpretatie van de tabel.

Een getal van 0,46 voor "gemiddeld aanwezige schepen" betekent dat wanneer er luchtfoto's worden gemaakt op willekeurige momenten op 46 van de 100 foto's een schip in de cel (8 bij 8 km) te zien is.

Uit het Verkeers Onderzoek Noordzee Visuele Identificatie (VONNOVI) blijkt dat het aantal schepen van visserij en recreatievaart door het model is overschat (zie MARIN, bijlage J). Veel recreatie- en vissers-schepen zullen in de praktijk tussen de kust en het NSW doorvaren. De verwachting is dat dit zeker 50 procent kan bedragen; de overschatting is echter niet van invloed op de rangorde van de locaties. Bij de locatiekeuze moet de meeste aandacht worden geschonken aan het routegebonden verkeer en de supplyvaart. Het ankergebied langs de IJ-geul, direct ten zuiden van de locatie IJmuiden-West, is in de analyse buiten beschouwing gebleven omdat het buiten de locaties ligt. De ligging van dit ankergebied maakt echter vooral IJmuiden-West maar ook IJmuiden-Oost minder aantrekkelijk.

Uit tabel 12.6 en figuur 12.7 volgt dat de scheepvaartintensiteiten binnen de alternatieven Katwijk en Egmond lager zijn dan binnen de vier andere alternatieven. De grootste dichtheden komen voor binnen het alternatief IJmuiden-Oost. Dit geldt niet alleen voor het totaal, maar ook voor de onderscheiden typen scheepvaart. De dichtheden van het routegebonden verkeer zijn binnen het alternatief Zandvoort-West even hoog als binnen IJmuiden-Oost; bij benadering geldt dit ook voor Zandvoort-Oost. IJmuiden-Oost en -West kennen een hoge dichtheid aan supplyvaart en geven in dat opzicht meer hinder dan de andere locaties.



Figuur 12.7 Dichtheid (per 64 km²) van het scheepvaartverkeer in de zes locaties voor het NSW.

Omvaaren

Voor de locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost is een indicatie gegeven van het aantal scheepsmijlen die schepen moeten afleggen wanneer ze door het NSW niet langer de kortste vaarroute kunnen kiezen. Voor IJmuiden-Oost gaat het om 620 zeemijlen en voor Zandvoort-Oost om 5.490 zeemijlen (zie bijlage J: MARIN, 1999). Deze aantallen moeten worden gezien in het licht van ongeveer 8.000 routegebonden schepen (inclusief suppliers) die jaarlijks IJmuiden aandoen. Het gaat dus om 8.000 aankomende en 8.000 vertrekkende schepen.

12.3.2 Ongevallen door aanvaringen

In het kader van het MER is een risico-analyse gemaakt van de mogelijke effecten van het NSW op de veiligheid voor scheepvaart (zie bijlage J: MARIN, 1999). De risico-analyse is uitgevoerd voor de locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost. In beide locaties is de oppervlakte voor de basisvariant voor het NSW (zie hoofdstuk 4), een gebied van 3,6 bij 3,6 kilometer, vrijgemaakt van scheepvaartverkeer. Daarvoor zijn de ongunstigste delen van de locaties (de delen met de hoogste dichtheden) gekozen: bij IJmuiden-Oost de zuidwestelijke punt en bij Zandvoort-Oost de noordwest punt. De links die voorheen door de locaties liepen zijn toegedeeld aan routes buiten de locaties.

De verandering van de veiligheidsrisico's met betrekking tot het NSW kunnen worden verdeeld in twee groepen: risico's vanwege de verandering van de verkeersafwikkeling (mogelijk leidend tot aanvaringen tussen schepen buiten het NSW) en risico's vanwege aanvaringen met het NSW. Beide risico's worden hieronder toegelicht.

Risico van aanvaring tussen schepen onderling (buiten het NSW)

Wanneer er ergens iets verandert in het maritiem verkeerssysteem, dan kan dat op veel plaatsen gevolgen hebben. Zo ook de plaatsing van een NSW. Op sommige links gaan meer schepen varen, andere links verdwijnen en nieuwe links verschijnen. Deze veranderingen zijn van invloed op grootheden als ongevallen, emissie, vaarkosten en kansen op calamiteiten. Uit onderzoek blijkt duidelijk dat de veranderingen in het "gemiddeld aanwezige routegebonden verkeer plus suppliers" nog ver buiten het NSW te merken zijn (zie bijlage J; Marin, 1999). Dit betekent dat ook daar het ongevalsniveau nog steeds zal worden beïnvloed door het NSW.

De ernst van een ongeval zal vooral samenhangen met de scheepstypen en de daarmee samenhangende kans dat het schip door het ongeval schade oploopt (met kans op dodelijke slachtoffers) of dat het schip (een deel van) haar brandstof of lading (van gevaarlijke stoffen) verliest en daarmee het

milieu verontreinigt. Naarmate het schip groter en zwaarder is (vooral routegebonden scheepvaart) zal naar verwachting de kans op een lekkage of schade met persoonlijk letsel kleiner worden.

Daarentegen is de te verwachten milieuschade weer groter (grotere opslag van brandstof of andere gevaarlijke stoffen).

De tabellen 12.8 en 12.9 geven de resultaten van het onderzoek en bieden inzicht in de kansen op ongevallen bij een windpark op de locatie IJmuiden-Oost respectievelijk Zandvoort-Oost. De tabellen bieden ook inzicht in de mogelijke effecten van de ongevallen: de effecten voor het milieu in verband met lading of olie die in zee terecht komt, de kosten van ongevallen, en als voorbeeld voor rampen het aantal doden dat kan vallen bij een aanvaring met een ferry. In dit laatste geval (bij rampen) gaat het om een gebeurtenis die vrijwel nooit zal voorkomen maar waarvan de gevolgen zeer groot zijn.

Categorie	Criteria	Effect van het NSW	
		Absoluut	t.o.v. NCP (ln %)
Veiligheid	Verkeersongevallen (ex. aanvaringen met ankerliggers (aantal/jaar))	0,002	0,01
	Aanvaringen met ankerliggers (aantal/jaar)	0,021	1,1
Milieu	Hoeveelheid ladingolie in 'spills' uit ongevallen (m ³ /jaar)	2,470	0,07
	Hoeveelheid ladingolie op de kust uit ongevallen (m ³ /jaar)	1,720	0,07
	Aantal chemicaliën 'spills' uit ongevallen (aantal/jaar)	0,000	0,3
Economie	Kosten van ongevallen (Mfl/jaar)	0,068	0,1
	Afgelegde zeemijlen (Nm/jaar)	5,490	0,02
Rampen	Bijvoorbeeld Ferry		
	Aantal doden per km	5,71*10 ⁻¹³	0,01
	Groepsrisico (kans op meer dan 10 doden per jaar)	0,000007	0,05
	Groepsrisico (kans op meer dan 30 doden per jaar)	0,000006	0,05
	Groepsrisico (kans op meer dan 100 doden per jaar)	0,000005	0,05

Tabel 12.8 Scorekaart voor het NSW in de zuidwestelijke hoek van IJmuiden-Oost.

Categorie	Criteria	Effect van het NSW	
		Absoluut	t.o.v. NCP (ln %)
Veiligheid	Verkeersongevallen (ex. aanvaringen met ankerliggers (aantal/jaar))	-0,004	-0,02
	Aanvaringen met ankerliggers (aantal/jaar)	0,006	0,3
Milieu	Hoeveelheid ladingolie in 'spills' uit ongevallen (m ³ /jaar)	-7,310	-0,2
	Hoeveelheid ladingolie op de kust uit ongevallen (m ³ /jaar)	-5,020	-0,2
	Aantal chemicaliën 'spills' uit ongevallen (aantal/jaar)	0,000	-0,07
Economie	Kosten van ongevallen (Mfl/jaar)	-0,032	-0,06
	Afgelegde zeemijlen (Nm/jaar)	620	0,00
Rampen	Bijvoorbeeld Ferry		
	Aantal doden per km	-1,66*10 ⁻¹²	-0,03
	Groepsrisico (kans op meer dan 10 doden per jaar)	-0,000005	-0,03
	Groepsrisico (kans op meer dan 30 doden per jaar)	-0,000005	-0,03
	Groepsrisico (kans op meer dan 100 doden per jaar)	-0,000004	-0,04

Tabel 12.9 Scorekaart voor het NSW in de noordwestelijke hoek van Zandvoort-Oost.

"De veranderingen in het te verwachten aantal ongevallen buiten het NSW en de gevolgen van deze ongevallen zijn voor beide alternatieven bijzonder klein" (bijlage J: MARIN, 1999). Voor IJmuiden-Oost is de toename van het aantal ongevallen buiten het park groter dan voor Zandvoort-Oost (zie tabellen 12.8 en 12.9). Vooral het aantal aanvaringen met ankerliggers neemt toe doordat het ankergebied net ten westen van IJmuiden-Oost ligt waar de routegebonden scheepvaart vanuit IJmuiden richting het noorden afbuigt. Het gaat hier om een toename van 1 procent, wat neerkomt op een extra aanvaringskans van één maal in de 50 jaar.

Voor wat betreft de milieu-effecten is berekend dat er jaarlijks ongeveer 2,5 m³ aan olie in zee terecht zal komen als gevolg van een gat in een ladingtank. Naar verwachting zal hiervan uiteindelijk zo'n 1,7 m³ op de kust aanspoelen. Het gaat in beide gevallen om minder dan 0,1 procent ten opzichte van de totale hoeveelheid olie die jaarlijks op het NCP als gevolg van ongevallen in zee komt. Het aantal chemicaliën 'spills' uit ongevallen zal binnen het NCP met 0,3 procent toenemen. Als indicatie van mogelijke slachtoffers is aangegeven wat de jaarlijkse kans is op een ongeval met een ferry waarbij tientallen doden vallen. Deze kans blijkt bijzonder klein (ook gerelateerd aan de ongevalskans binnen het hele NCP: minder dan 0,1 procent). "De veranderingen zijn zo klein dat dit scenario bij de locatiekeuze buiten beschouwing kan blijven" (MARIN, 1999).

Opvallend is dat Zandvoort-Oost over vrijwel de hele linie een afname te zien geeft. Deze verbeteringen zijn het resultaat van een andere ligging van de scheepvaartlinks ten opzichte van elkaar. Alleen de kans op aanvaringen met ankerliggers neemt enigszins toe (met 0,3 procent). Doordat er naar verwachting minder ongevallen zullen optreden, zal ook de totale hoeveelheid milieuverontreinigende lading die in zee terecht komt afnemen (ruim 7 m³ per jaar minder), evenals het aantal (dodelijke) slachtoffers.

Risico van aanvaring van een schip met het NSW (binnen het NSW)

De (on)veiligheid is uitgedrukt door (met CALMOD) de kans per jaar te bepalen dat het NSW wordt aangevaren door een schip. Daarbij zijn twee soorten aanvaringen onderscheiden, namelijk een ramming (een aanvaring) en een drifting (een aandrijving) tussen een schip en een turbine van het NSW. Aanvaringen ontstaan bijvoorbeeld wanneer een navigator het park niet of te laat opmerkt. Aandrijvingen treden op wanneer een schip door een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is of wanneer een schip dat voor anker ligt op drift raakt.

Wanneer een schip binnen het NSW geraakt, hoeft er nog geen aanvaring met een windturbine op te treden. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat hoe schuiner een schip het park invaart, hoe groter de raakkans is. Aangezien driftende schepen dwarsscheeps bewegen, is de kans op een aandrijving tussen een driftend schip en een turbine van het NSW groter dan de kans op een aanvaring (ramming). Bovendien duurt het over het algemeen langer om weer controle te krijgen over een driftend schip. Daardoor is een aandrijving met een turbine onvermijdelijk en zullen in ongunstige gevallen meerdere turbines worden geraakt. Voor een ankerligger op drift is dit nog anders. Zo'n schip is slechts tijdelijk niet onder controle en verwacht mag worden dat het schip spoedig nadat het NSW is binnengevaren weer onder controle zal zijn. Echter, door de dwarsscheepse verplaatsing bestaat een grote kans op een aanvaring met een turbine.

Over het effect van een aanvaring kan het volgende worden vermeld. "De massa van het schip en de snelheid bepalen de schade die aangericht wordt aan de windturbine. Een onderhoudsvaartuig zal minimale schade aanrichten als deze de turbine raakt (de snelheid en massa zijn naar verwachting laag). Een klein koopvaardijship (2.000-3.000 Gross Tonnage) of vissersschip zal bij een gemiddelde snelheid van 10 mijl/uur grote schade aanrichten. (...) De gehele constructie zal breken en de mast met windturbine zal (...) op het schip terechtkomen. Dus ook het schip zal aanzienlijke schade oplopen" (zie bijlage J: MARIN, 1999).

Tabel 12.10 geeft een overzicht van het aantal te verwachten aanvaringen per jaar met het NSW en van de kans op incidenten met dodelijke slachtoffers. De verschillen tussen de locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost zijn over het algemeen gering. "De kans op een aanvaring/aandrijving van een passerend schip is voor IJmuiden-Oost gelijk aan 0,174 (eens in de 5,7 jaar) en voor Zandvoort-Oost gelijk aan 0,183 (eens in de 5,5 jaar)" (zie bijlage J: MARIN, 1999). Het aantal te verwachten driftings is voor zowel routegebonden als niet routegebonden verkeer voor IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost vrijwel gelijk. Voor beide alternatieven is de kans op een drifting ongeveer eens in de 10 jaar. Ook het totaal aantal rammings verschilt nauwelijks: in IJmuiden-Oost worden in totaal iets minder rammings verwacht (0,072 komt overeen met een kans van eens in de 14 jaar) dan in Zandvoort-Oost (0,085 komt overeen met een kans van eens in de 12 jaar). De verdeling over routegebonden en niet routegebonden verkeer verschilt wel duidelijk. In IJmuiden-Oost zijn er naar verwachting minder rammings met routegebonden schepen (eens in de 27 jaar tegen eens in de 18 jaar voor

Zandvoort-Oost) en meer rammingen met niet routegebonden schepen (eens in de 28 jaar tegen eens in de 34 jaar voor Zandvoort-Oost). Dit laatste komt vooral door de supplyvaart die vanuit IJmuiden richting het noorden gaat.

Speciale aandacht gaat uit naar de categorie "Op drift geraakte ankerliggers". Beide locaties liggen nabij het ankergebied langs de IJ-geul. Doordat IJmuiden-Oost tegen het ankergebied aan ligt, is de kans op aanvaringen tussen op drift geraakte ankerliggers met het NSW voor deze locatie groot vergeleken met Zandvoort-Oost. "De kans op een aanvaring/aandrijving van een op drift geraakte ankerligger is ongeveer even groot (0,190; eens in de 5,3 jaar) als de kans op een aanvaring/aandrijving van een passerend schip. (...) Voor Zandvoort-Oost zijn deze kansen 5 keer zo klein" (zie bijlage J: MARIN, 1999).

Bij een aanvaring/aandrijving zal de turbine breken en op het schip terecht komen. Hierbij bestaat een kans op persoonlijk letsel. In tabel 12.10 zijn de kansen op dodelijke slachtoffers weergegeven. Voor beide alternatieven is de kans op een dodelijk slachtoffer bij aanvaring/aandrijving van een passerend schip in de orde van grootte eens in de 300 jaar.

Categorie	Kans op aanvaringen / aandrijvingen met windturbines van het NSW		Kans op incidenten met doden	
	IJmuiden-Oost	Zandvoort-Oost	IJmuiden-Oost	Zandvoort-Oost
Ramming routegebonden schepen	0,037	0,056	0,0011	0,0017
Rammingen niet routegebonden schepen	0,036	0,029	0,0011	0,0009
Totaal rammingen	0,072	0,085	0,0022	0,0026
Driftings routegebonden schepen	0,028	0,027	0,0003	0,0003
Driftings niet routegebonden schepen	0,074	0,071	0,0007	0,0007
Totaal driftings	0,102	0,098	0,0010	0,0010
Totaal rammingen en driftings varende schepen	0,174	0,183	0,0032	0,0035
Op drift geraakte ankerliggers	0,190	0,041	0,0019	0,0004

Tabel 12.10 Jaarlijkse kans op aanvaringen/aandrijvingen van schepen met windturbines van het NSW en de kans op incidenten met dodelijke slachtoffers.

Effect van westwaartse verplaatsing

"Westwaartse verplaatsing van het NSW (dus naar IJmuiden-West of Zandvoort-West) zal leiden tot verandering in het gedrag van het scheepvaartverkeer. De ligging wordt dan zodanig dat het routegebonden verkeer ook aan de oostkant langs het NSW kan varen. De verwachting is dat dit bij IJmuiden al bij een geringe verschuiving in westwaartse richting gaat gebeuren en dat hierdoor een groot deel van de extra af te leggen scheepsmijlen voor de zeevaart verdwijnt. Gezien de bestemmingen zal bij Zandvoort de afstand uit de kust van het NSW groter moeten zijn, voordat de scheepvaart langs de oostkant gaat passeren.

Indien de scheepvaart langs de oostkant kan passeren zal het aanvaringsrisico voor IJmuiden vermoedelijk niet toenemen of misschien zelfs afnemen. Bij Zandvoort is de verwachting dat het aanvaringsrisico zal toenemen naarmate het NSW verder uit de kust komt" (zie bijlage J: MARIN, 1999).

Effecten voor de vier andere locaties?

Hoewel voor de locaties Egmond en Katwijk geen risicoanalyse is uitgevoerd, kan op voorhand worden geconcludeerd dat dit bezien vanuit de veiligheidsrisico's voor scheepvaart verreweg de meest gunstige locaties zijn (zie bijlage J: MARIN, 1999). "De orde van grootte wordt geschat op minder dan 50 procent van het risiconiveau van IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost, dus minder dan 1 aanvaring/aandrijving eens in de 12 jaar". Voor de locaties IJmuiden-West en Zandvoort-West zijn geen uitspraken te doen over het risico voor de scheepvaart zonder een risico-analyse.

12.3.3 Radarverstoring

In het kader van dit MER is onderzoek uitgevoerd naar de mogelijk invloed van het NSW op radar-systemen (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999). Het onderzoek biedt inzicht in de schaduwwerking van de turbines en in het ontstaan van schijndoelen.

Radarsystemen voor het waarnemen van doelen op grote afstand worden in hun prestaties gehinderd door obstakels die tussen het doel en de radar staan. Bij grote obstakels, zoals windturbines, ontstaat een schaduwkegel achter de windturbine. "Als elektromagnetische straling, zoals radar-straling, invalt op een obstakel wordt een deel ervan verstrooid in andere richtingen dan die van de originele straling. Hierdoor is de totale energie die zich in de originele richting voortplant geringer geworden, hetgeen zich uit als een schaduw achter het betreffende object" (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999). Het bereik waarover de radar kan waarnemen wordt hierdoor gereduceerd.

Daarnaast kan het voorkomen dat een object wordt waargenomen op een andere locatie dan de werkelijke (een schijndoel). "Een radar zendt straling uit in een bepaalde richting, de hoofdbundel, maar tevens in alle andere richtingen, de zijbundels. De energie in de zijbundels is veel lager dan de energie in de hoofdbundel, maar als een doel door een zijbundel belicht wordt en de straling goed reflecteert, kan de radar dat doel toch waarnemen. Echter de richting waarin dat doel wordt waargenomen komt overeen met de richting van de hoofdbundel op dat moment. Er is nu sprake van een schijndoel" (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999).

Ook de bewegende radarsystemen van de scheepvaart kunnen worden beïnvloed door het windpark door het optreden van schijndoelen en het ontstaan van schaduwkegels.

De windturbines vormen voor de radars (bij IJmuiden en Scheveningen) grote objecten. Daardoor treedt bij bepaalde opstellingen een aanzienlijke reductie van de detectie-afstand op. De reductie in de detectie-afstand (het schaduweffect) wordt minder naarmate de afstand van het doel groter wordt en naarmate de afstand tussen radar en windturbine groter wordt. Uit het onderzoek blijkt dat de windturbines in de basisvariant een schaduw kunnen veroorzaken die, afhankelijk van de afstand tussen de radar en de windturbines, van het type turbine en van het materiaal van de rotorbladen, een reductie van de detectie-afstand tot gevolg heeft tussen de 20 en 30 procent. Dit betekent dat een doel dat in een ongestoorde situatie op 50 kilometer wordt gedetecteerd, na plaatsing van een windturbine tussen het doel en de radar pas op 40 kilometer afstand wordt gedetecteerd (bij een reductie van 20 procent).

Gezien de afhankelijkheid van de reductie in de detectie-afstand van de afstand tussen radar en windturbine, gaat de voorkeur in principe uit naar het alternatief met de grootste afstand tot de sensoren, waarbij de aandacht met name uitgaat naar de sensor in IJmuiden. Dat is het geval bij het alternatief Katwijk. Tussen de overige vijf locaties bestaan geringe verschillen. De locaties Zandvoort-West, IJmuiden-West en Egmond hebben weliswaar een iets grotere afstand tot de sensor dan Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost, maar de verschillen zijn klein in het licht van de marges en onzekerheden in de berekeningen.

Over het algemeen kan worden gesteld dat "in voorkomende gevallen een reductie in afstandsbereik van een radar acceptabel kan zijn. Dit hangt voornamelijk af van de prestaties van de radar en het vereiste dekkingsgebied" (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999). In het specifieke geval van het NSW op de locaties IJmuiden en Zandvoort is deze omvang van de reductie echter negatief beoordeeld en zullen aanvullende maatregelen moeten worden getroffen om de verstoring te beperken (DGG, 1999b). Een beperking van het schaduweffect zal bij een autonome ontwikkeling plaatsvinden door de koppeling van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort. Door vanuit verschillende richtingen naar hetzelfde gebied te 'kijken' is het in principe mogelijk het schaduweffect te verminderen. Weliswaar zullen beide sensoren last hebben van schaduwwerking, maar de schaduw zal voor iedere sensor een andere richting hebben. "In het algemeen zal een doel niet tegelijkertijd in de schaduw van beide sensoren zijn" (zie bijlage K).

Er zullen tenslotte naar verwachting geen schijndoelen optreden, aangezien de meeste radars (door middel van de zogeheten zijlusonderdrukking) zijn toegerust om schijndoelen niet als echte doelen

waar te nemen. Wel bestaat de kans op het optreden van 'dubbele schijndoelen'. Naast de normale weg (a-b-a) kan de radar het doel (in dit geval het schip) waarnemen via de weg a-c-b-a, dus via de turbine (zie bijlage K). Het schip vormt zo een schijndoel, doordat het wordt waargenomen in de richting van de turbine. Als de radar gericht is op het schip kan er tevens reflectie optreden aan de windturbine. Zo ontstaat een schijndoel langs de weg a-b-c-a. Het schijndoel wordt dan waargenomen in de richting van het echte doel, maar op een grotere afstand.

Voor de radars op schepen is niet kwantitatief vast te leggen in welke richting of in welke grootte schijndoelen of schaduwkegels zullen optreden. Dit komt doordat de radars mobiel zijn en er verschillende mogelijke radarparameters zijn. "In het algemeen echter zal voor scheepsradars die op ongeveer dezelfde frequentie werken als de hier onderzochte radars (de radarsystemen te IJmuiden (red.)), het schaduw effect van dezelfde orde grootte zijn als voor de hier onderzochte radars" (zie bijlage K).

12.4 Effecten van inrichtingsvarianten

Ongevallen door aanvaringen met schepen

De effecten van het windpark op scheepvaart zullen kleiner zijn naarmate het park (en daarmee het obstakel) kleiner is. Bovendien is één (groot) park beter dan meerdere (kleinere) parken, om zo het aantal obstakels in de Noordzee zo klein mogelijk te houden.

Ook de vorm van het park is van invloed op de omvang van de effecten. In de eerste plaats doordat de vorm van invloed is op het ruimtebeslag van het park. Daarbij geldt, zo bleek hierboven, dat de voorkeur uitgaat naar een inrichtingsvariant met een zo gering mogelijk ruimtebeslag. In de tweede plaats speelt de vorm een rol in verband met de oriëntatie van het windpark ten opzichte van belangrijke vaarroutes. *Voor de ruitvorm geldt bijvoorbeeld dat, mocht een schip binnen het park verzeild raken, door de trechtervorm van de open ruimte tussen de twee clusters makkelijker dan bij de andere inrichtingsvarianten van het park de uitgang kan worden gevonden.*

Door een zorgvuldige kleurstelling van de turbines kan een groot contrast tussen het park en de zee worden bewerkstelligd, waardoor het park overdag beter zichtbaar is voor scheepvaart.

Radarverstoring

Het schaduw effect voor de walradar wordt groter wanneer meerdere turbines achter elkaar zijn geplaatst. Op een afstand van enkele honderden meters achter een turbine is de verstoorde straling nog onvoldoende hersteld. Op de tweede turbine valt daardoor minder straling in dan op de eerste, zodat het schaduw effect minder groot is. Maar per saldo zal sprake zijn van een cumulatief effect. De straling die na een turbine nog niet is hersteld wordt bij een daaropvolgende turbine opnieuw verstrooid. De plaatsing van de turbines op een rechte lijn gezien vanuit de turbine resulteert in een zeer diepe schaduw. Idealiter moet daarom bij de inrichting van het park worden voorkomen dat een windturbine in de schaduwkegel van een andere turbine wordt geplaatst. Ook een grote afstand tussen de turbines kan bijdragen aan een vermindering van het schaduw effect.

12.5 Conclusies van de effectvoorspelling

Hinder

In tabel 12.11 zijn de zes locaties onderling met elkaar vergeleken voor wat betreft de hinder voor de scheepvaart. Uit de tabel volgt dat de minste hinder zal optreden bij realisering van het NSW op de locatie Katwijk of Egmond. Voor de andere locaties is de afweging lastiger. De verschillen zijn niet groot en zijn bovendien afhankelijk van de exacte locatie van het NSW binnen een alternatief: een kleine verschuiving binnen een locatie kan leiden tot andere voorkeuren. Voor de supplyvaart zijn de locaties IJmuiden-Oost en IJmuiden-West relatief ongunstig: daar is in vergelijking met de andere locaties de dichtheid van de supplyvaart hoog. De verder van de kust gelegen alternatieven

Zandvoort-West en IJmuiden-West zijn voor wat betreft de werkvaart en visserij beter dan de dichterbij de kust gelegen locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost.

De hinder vanwege omvaren (in aantallen extra scheepsmijlen) is bij IJmuiden-Oost hoger dan bij Zandvoort-Oost. Voor de andere alternatieven zijn geen berekeningen gemaakt. De afstanden van het omvaren bij IJmuiden zullen vermoedelijk minder worden wanneer het NSW meer naar het westen wordt gebouwd (dus op de locatie IJmuiden-West) en de scheepvaart aan de oostkant het windpark kan passeren. Dit zal bij Zandvoort minder snel het geval zijn; daar moet het NSW ver van de kust af liggen voordat de scheepvaart het park aan de oostkant zal passeren.

Ongevallen door aanvaringen

Uit de risicoanalyse voor de locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- "De toegenomen kans op een ongeval buiten het NSW door de plaatsing van het NSW (eens in de 50 jaar voor IJmuiden-Oost en eens in de 500 jaar voor Zandvoort-Oost) is een orde lager dan de kans op een aanvaring/aandrijving met het NSW (eens in de 6 jaar voor de passerende scheepvaart).
- De veiligheid voor de varende scheepvaart, dus exclusief de ankerliggers, ligt voor IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost op vrijwel hetzelfde niveau. De schatting is dat eens in de circa 6 jaar een aanvaring/aandrijving met het NSW plaatsvindt. De kans dat de mast van de windturbine bezwijkt is vrij hoog. De kans dat hierbij doden vallen wordt zeer laag ingeschat (orde van grootte eens in 300 jaar).
- Het ankergebied bij IJmuiden vormt een relatief groot gevaar voor het alternatief IJmuiden-Oost. De kans op een aanvaring/aandrijving van een op drift geraakte ankerligger met het NSW is ongeveer even groot (eens in de 5 jaar) als de kans op een aanvaring/aandrijving met de varende scheepvaart. De kans dat hierbij doden vallen wordt zeer laag ingeschat (orde van grootte eens in de 500 jaar). Voor Zandvoort-Oost zijn deze kansen 5 keer zo klein" (zie bijlage J: MARIN, 1999).

Hoewel voor de locaties Egmond en Katwijk geen risicoanalyse is uitgevoerd, kan op voorhand worden geconcludeerd dat dit bezien vanuit de veiligheidsrisico's voor scheepvaart verreweg de meest gunstige locaties zijn (zie bijlage J: MARIN, 1999). "De orde van grootte wordt geschat op minder dan 50 procent van het risiconiveau van IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost, dus minder dan 1 aanvaring/aandrijving eens in de 12 jaar". Voor de locaties IJmuiden-West en Zandvoort-West zijn geen uitspraken te doen over het risico voor de scheepvaart zonder een risico-analyse.

Radarverstoring

De reductie van de detectie-afstand neemt af wanneer de afstand tussen de radar en de windturbines toeneemt. De voorkeur gaat dus uit naar het alternatief met de grootste afstand tot de sensoren, waarbij de aandacht met name uitgaat naar de sensor in IJmuiden. Dat is het geval bij het alternatief Katwijk. Tussen de overige vijf locaties bestaan geen significante verschillen.

De effecten van het NSW voor scheepvaart en veiligheid zijn samengevat in tabel 12.11.

	Egmond	IJmuiden		Zandvoort		Katwijk
		Oost	West	Oost	West	
Hinder scheepvaart	***	*	*	*	*	***
Aanvaringsrisico's	***	*	* ¹	**	* ¹	***
Radarverstoring	*	*	*	*	*	***

Tabel 12.11 Samenvattend overzicht van de verhoudingen tussen de locaties voor de criteria van het aspect 'Scheepvaart en veiligheid'.

- *** locatie, die uit oogpunt van dit aspect, het meest in aanmerking komt
- ** intermediair
- * locatie, die uit oogpunt van dit aspect, het minst in aanmerking komt

- ¹ Over het risico voor de scheepvaart van een NSW op de locaties IJmuiden-West en Zandvoort-West in vergelijking met de locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost zijn geen uitspraken te doen zonder een aanvullende risico-analyse.

12.6 Mitigerende maatregelen

Om de effecten van het NSW op de veiligheid te beperken zijn verschillende mitigerende maatregelen denkbaar. De maatregelen zijn opgesplitst in maatregelen die zijn gericht op 'ongevallen door aanvaringen met schepen' en 'radarverstoring'.

Ongevallen door aanvaringen met schepen

Om ongelukken van scheepvaart met offshore installaties te voorkomen worden veiligheidszones ingesteld. Deze zones hebben een straal van 500 meter gemeten vanaf de buitenkant van de installatie. De zone is verboden voor alle scheepvaart, behoudens de werkvaart naar deze installaties.

Met het instellen van een veiligheidszone wordt de kans op aanvaringen verkleind.

Gezien het karakter van een windturbine is verondersteld dat, net als voor offshore installaties, een veiligheidszone van 500 meter zal worden aangehouden rond het windpark⁹. Windturbines en offshore installaties kenmerken zich beide door een fysieke constructie boven het wateroppervlak.

Windturbines kunnen daarom in die zin worden opgevat als een specifiek soort offshore installatie. Specifieke regelgeving met betrekking tot de toepassing van windenergie op zee ontbreekt echter. Buiten de veiligheidszone kunnen verschillende maatregelen worden getroffen om het scheepvaartverkeer te begeleiden en de risico's te beperken. De aard en omvang van de te treffen maatregelen zijn echter sterk afhankelijk van de locatie van het NSW en de scheepvaart in de omgeving. Een belangrijke maatregel is in ieder geval een adequate berichtgeving over het NSW aan de scheepvaart. Het is nog de vraag in hoeverre markeringen (rond het park) bijdragen, aangezien het park zelf conform de Mijnwet en de Wet Installaties Noordzee al zal moeten worden uitgerust met de nodige verlichting en een geluidsinstallatie (nautofoon).

Invloeden op het kompas van schepen kunnen worden voorkomen door voor de elektriciteitskabel tussen het park en het vasteland te kiezen voor een type dat geen magnetische velden veroorzaakt, door meerdere kabels te bundelen en door de kabel op een voldoende diepte aan te leggen.

Radarverstoring

"Het schaduweffect zou verminderd kunnen worden als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd (...). Dit geldt tevens indien er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines" (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999). Deze sensor zou

⁹ Dit komt overeen met het huidige standpunt van de afdeling verkeersmanagement van het Directoraat-Generaal Goederenvervoer om het NSW (onafhankelijk van de gekozen locatie) voor de scheepvaart als een gesloten gebied te beschouwen, inclusief een veiligheidszone van 500 meter en gemarkeerd door de nodige lichtboeien (DGG, 1999b).

mogelijk echter ook op land kunnen worden geplaatst (mondelinge mededeling, Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam).

Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing een vergroting van de afstand tussen schip en windturbine. "Bij een minimale afstand van 1.400 meter is dit het geval. Indien schepen op grotere afstand blijven zal het ontvangen vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel" (zie bijlage K: TNO-FEL, 1999). Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken.

De mogelijke mitigerende maatregelen ter beperking van de effecten van het NSW op veiligheid zijn samengevat in tabel 12.14.

Criterium	Mitigerende maatregel
Aanvaring en aandrijving	Veiligheidszone instellen
	Berichtgeving aan de scheepvaart
	NSW uitrusten met licht en geluid
	Markeringen rond het NSW aanbrengen
Kompasverstoring	Bundelen van kabels
	Ingraven kabel
Radarverstoring	Aanpassingen aan electriciteitskabel
	Kabel voldoende diep aanleggen
	Extra sensor plaatsen
	Turbines niet in een rechte lijn plaatsen t.o.v. de walradar

Tabel 12.14 Samenvattend overzicht van de mogelijke mitigerende maatregelen ter beperking van de effecten van het NSW op veiligheid.

12.7 Leemten in kennis en leerdoelen

De voorspelling van de effecten van het NSW op de veiligheid op de Noordzee maakt duidelijk dat er leemten in kennis zijn. Het is één van de doelstellingen van het demonstratieproject de belangrijkste van deze leemten in kennis op te heffen. De leemten worden hieronder op een rij gezet en er wordt aangegeven op welke wijze ze kunnen worden ingevuld. Tenslotte wordt ingegaan op de representativiteit van kennis die met NSW wordt opgedaan, voor de latere offshore windparken.

Veiligheidsrisico's

De risico-analyse is uitgevoerd voor de locaties IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost. De risico-analyse heeft inzicht gegeven in de aard en omvang van de risico's voor de veiligheid van de scheepvaart. Op basis van de risico-analyse is een tevens indicatie gegeven van de omvang van de risico's van een NSW op de locaties Katwijk en Egmond. Over de risico's van een NSW op de westelijke locaties Zandvoort en IJmuiden zijn zonder nadere risico-analyse geen uitspraken te doen. Voor deze locaties is, voorzover het NSW op deze locaties zal worden ontwikkeld, meer inzicht noodzakelijk in de veiligheidsrisico's.

Voor de locaties IJmuiden-Oost en -West en Zandvoort-Oost en -West bestaat onvoldoende inzicht in de aanvarings- en aandrijvingsrisico's met betrekking tot de schepen die voor anker liggen in het ankergebied langs de IJ-geul (zie ook bijlage J: MARIN, 1999).

Naast het bieden van inzicht in de daadwerkelijke aanvarings- en aandrijvingsrisico's, kan het NSW inzicht bieden in de effecten voor mens (slachtoffers) en milieu (verontreinigingen) van een aanvaring of aandrijving van verschillende scheepstypen met een windturbine.

Radarverstoring

De inzichten over de daadwerkelijke verstoring van radar zijn van groot belang voor het bepalen van de veiligheidsrisico's van het NSW. Deze inzichten hangen onder meer samen met de specifieke kenmerken van de turbines en de opstelling van de turbines. Deze kenmerken zijn nu nog niet beschikbaar. Voor het ontwerp van de inrichting van het park is daarom nader onderzoek nodig. Voor de toekomstige offshore parken kunnen deze inzichten relevant zijn. De offshore parken kunnen op zodanige afstand uit de kust liggen, dat verstoring van de walradars een rol blijft spelen.

Tabel 12.15 geeft een samenvattend overzicht van de leemten in kennis en de mogelijkheden om met het NSW (deels) in deze leemten te gaan voorzien. Uit de tabel blijkt dat de leemten in kennis betrekking hebben op zowel de leerdoelen als milieu-effecten van het NSW.

Criterium	Leemte in kennis / leerdoelen	Relevantie
Aanvaring en aandrijving	Aanvarings- en aandrijvingsrisico ankerliggers	Effecten
	Aanvarings- en aandrijvingsrisico 4 locaties	Beide
Radarverstoring	Mate en mitigatie van radarverstoring	Beide

Tabel 12.15 *Samenvattend overzicht van de belangrijkste leemten in kennis voor het aspect 'Scheepvaart en veiligheid' en de relevantie van deze leemten voor leerdoelen, voor milieu-effecten van het NSW of voor beide.*

12.8 Leerdoelen versus milieu-effecten

De eisen die aan het park gesteld kunnen worden vanuit de leerdoelen staan in meerdere gevallen op gespannen voet met de wens om de effecten zoveel mogelijk te beperken. Binnen het milieu-aspect 'Scheepvaart en veiligheid' gaat het dan om de eisen van het NSW met betrekking tot de veiligheid, en in het bijzonder de risico's op aandrijving en aanvaring.

Omvang

Bezien vanuit de gevolgen voor de veiligheid en de beperking van de kans op ongevallen is het wenselijk de omvang van het park te beperken. Bij een kleiner park zijn de aanvarings- en aandrijvingsrisico's immers ook kleiner. Echter, om te kunnen leren voor offshore windparken zou het NSW een representatieve omvang moeten hebben, op basis waarvan meer inzicht kan worden verkregen in de risico's van aanvaringen en aandrijvingen van grote parken verder op zee.

Termijn

Om veiligheidsrisico's te beperken dient de periode waarin het park in bedrijf is, zo kort mogelijk te zijn. Om voldoende inzicht te kunnen vergaren in de effecten van het park zou het NSW daarentegen (zeker gezien de geschatte aanvaringskansen van eens in de 5 à 6 jaar) lange tijd in gebruik moeten zijn: minimaal 10 jaar. In de praktijk blijkt dat met name de scheepvaart een aantal jaren nodig heeft om goed in te spelen op een nieuwe situatie op zee. Pas na enkele jaren kan daarom een goed inzicht worden verkregen in de risico's op aanvarings- en aandrijvingskansen.

Voor de veiligheid zijn, tegen de achtergrond van dit locatie-MER, geen belangrijke eisen te stellen aan de vorm van het park, de fasering van de aanleg, en dergelijke.

In tabel 12.16 wordt het bovenstaande samengevat.

Parkkenmerken	Bezien vanuit leerdoelen	Bezien vanuit milieu-effecten NSW
Kenmerken van het park		
Locatie	Zo ver mogelijk op zee	Egmond of Katwijk
Omvang	Een representatieve omvang	Zo klein mogelijk
Gebruikstermijn	Circa 5 jaar	Zo kort mogelijk
Vorm en oriëntatie	Geen duidelijke voorkeur	Geen duidelijke voorkeur
Clusters	Geen duidelijke voorkeur	Geen duidelijke voorkeur

Tabel 12.16 Eisen aan het park vanuit enerzijds leerdoelen en anderzijds het beperken van de effecten op de veiligheid.

13. GELUID

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan het geluid van het windpark boven en onder water. Voor de keuze van de locatie van het windpark en de inrichtingsmogelijkheden is het van belang om na te gaan of het geluid van het windpark de geldende normen voor bijvoorbeeld natuur- en woon-gebieden langs de kust zal overschrijden. Het is daarbij zinvol om onderscheid te maken tussen lucht-geluid en onderwatergeluid en trillingen. Bij trillingen gaat het om trillingen in het water en trillingen in de zeebodem.

In het kader van de Haalbaarheidsstudie naar een NSW is reeds uitgebreid onderzoek gedaan naar mogelijke effecten van een windpark op zee ten aanzien van luchtgeluid. De onderzoeksresultaten zijn onverminderd van toepassing. De Haalbaarheidsstudie vormt daarom de basis voor de effectvoor-spelling voor luchtgeluid. De effectvoorspelling voor onderwatergeluid en -trillingen is gebaseerd op oriënterende metingen rond een windturbine van het windpak Irene Vorrink in het IJsselmeer bij Lelystad, die zijn uitgevoerd in het kader van dit MER.

13.1 Luchtgeluid

Het geluid dat een windturbine produceert (ook wel brongeluid of geluidemissie) genoemd wordt over het algemeen veroorzaakt door het suizen van de rotorbladen in de wind. Veel moderne windturbines (vooral de grotere) zijn uitgerust met een systeem waarmee het toerental constant (of in een aantal stappen constant) wordt gehouden. De geluidproductie is daarmee ook nagenoeg constant.

Het mechanisch geluid van moderne turbines (de tandwielkast, de lagering en de generator) is ver-waarloosbaar. Volgens recente opgaven van windturbinefabrikanten (Landelijk Bureau Windenergie, 1997/1998) bedraagt het brongeluid van een moderne windturbine, afhankelijk van het type, over het algemeen tussen de 95 en 105 dB(A). Het bronvermoggenniveau van een windturbine met een elek-trisch vermogen van 1 MW bedraagt ongeveer 100 tot 103 dB(A). Mogelijk is bij een elektrisch vermogen van 1,5 MW de emissie iets hoger. Windturbinebouwers kunnen door specifieke afstelling van de regeling van de windturbine en door het technische ontwerp van de turbine en de rotorbladen de geluidproductie sterk beïnvloeden. Overigens gaan deze maatregelen doorgaans ten koste van de energie-opbrengst.

Normen

Voor windprojecten die niet m.e.r.-plichtig zijn is een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) in voor-bereiding. Er zijn nu nog geen wettelijke normen beschikbaar. In het kader van de vergunningverlening geldt veelal het heersende achtergrondniveau of de richtwaarde (voorheen streefwaarde) als toetsingsnorm (Ministerie van VROM, 1998). Over het algemeen ligt de richtwaarde voor het geluid-niveau in een landelijk gebied tussen de 30 ('s nachts) en 40 (overdag) dB(A), met als bovengrens-waarde 40 dB(A). Een windturbine, als specifieke geluidbron, heeft echter de gunstige eigenschap dat ze geen geluid produceert als het windstil is. Juist de windstille perioden zijn over het algemeen geluidgevoelige momenten. Industrielawaai bijvoorbeeld is niet afhankelijk van het windaanbod. Het Ministerie van VROM heeft daarom, in afwachting van de nieuwe AmvB, het advies uitgebracht om voor het specifieke geval van windturbinegeluid in landelijk gebied de bovengrenswaarden als norm te hanteren.

13.1.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Voor de Haalbaarheidsstudie zijn geluidmetingen uitgevoerd naar het achtergrondgeluid langs de kust. Op het strand en in de duinen wordt het achtergrondgeluid vooral bepaald door het geluid van de

branding. "Geluidmetingen aan de branding bij Kijkduin wijzen uit dat het achtergrondniveau hier ongeveer 65 dB(A) bedraagt. Dit achtergrondniveau is gemeten bij een noordwestenwind, loodrecht op het strand, met een windsnelheid van ongeveer 4 meter per seconde (op waarnemershoogte). Op het strand en vóór de duinen, op ongeveer 75 meter van de branding is een achtergrondniveau gemeten van ongeveer 45 dB(A)" (HASKONING, 1997).

In het kader van de MER Proefboringen naar aardgas in de kustzone van Concessie 'Middelie' (Oranjewoud, 1998) zijn op het strand en in de duinen bij Castricum geluidmetingen uitgevoerd. De huidige geluidbelasting op het strand bedraagt over een jaar gemiddeld tenminste 51 dB(A) en in de duinen 30 dB(A).

In de nabije toekomst zijn geen ontwikkelingen voorzien die zullen leiden tot een noemenswaardige verandering in de huidige geluidniveaus.

13.1.2 Effecten van locaties

Aanleg

De aanleg van het windpark zal tijdelijk een verhoging van de geluidbelasting in de omgeving veroorzaken, vooral door het heien van de funderingen voor de turbines. Verwacht wordt dat het installatieverkeer - temidden van de reguliere recreatieve en beroepsmatige vaart - niet leidt tot een noemenswaardige toename van de geluidbelasting.

Bij geluid van heien gaat het om een tijdelijke verhoging, die echter wel tijdens gevoelige perioden zal optreden. Het park zal namelijk worden aangelegd tijdens de 6 qua weersomstandigheden rustigste maanden van het jaar: in het voorjaar en de zomer. In deze periode vindt veel recreatie en vogeltrek op en langs de kust plaats. Alle locaties liggen in de nabijheid van badplaatsen.

Er zijn verschillende typen heistellingen. De keuze voor één van de typen voor de aanleg van het NSW kan in deze fase van de planvorming nog niet worden gemaakt. Daarom is hier inzicht gegeven in de geluidproductie van twee typen.

Om inzicht te verkrijgen in de geluidbelasting vanwege het heien van de funderingen voor de turbines van het NSW zijn de bronvermogens van de heistellingen relevant. De bronvermogens worden bepaald door de klap van het blok op de heipaai. Dit geeft een duidelijke piek in de geluidbelasting. Het dieselblok heeft het hoogste bronvermogen van de gangbare typen heistellingen: 130 dB(A) (CUR-publicatie 166). Een type dat veel wordt toegepast voor offshore werkzaamheden is het hydroblok, met een aanzienlijk lager bronvermogen van 115 dB(A). De bronvermogens kunnen worden gereduceerd door maatregelen als het aanbrengen van een geluiddempende mantel om het heiblok. Dit geeft een geluidreductie van circa 14 dB(A), waarmee het bronvermogen van een hydroblok met mantel op 101 dB(A) komt.

In tabel 13.1 zijn de berekende gestandaardiseerde immissieniveaus (L_i) vanwege het dieselblok, het hydroblok en het hydroblok met een geluiddempende mantel weergegeven. De geluidoverdracht wordt naast het bronvermogen bepaald door een aantal andere factoren, zoals absorberende en reflecterende bodemvlakken (de zee) en bebouwing die kan afschermen en/of reflecteren. Met al deze factoren wordt rekening gehouden door de situatie te modelleren¹⁰. Er is gerekend op een waarnemingshoogte van 1,8 meter, zonder meteorocorrectie. Dat laatste betekent dat gerekend is onder de meest ideale overdrachtsomstandigheden. Daarbij is met name van belang dat de wind is gericht van bron naar ontvanger.

¹⁰ Bij het berekenen van de geluidoverdracht vanuit het heiblok naar de omgeving is gebruik gemaakt van het door HASKONING ontwikkelde computerprogramma INDUS (versie 5.0). De werkwijze van het programma is overeenkomstig methode C8 uit de ICG-publicatie ILHR-13-01 van maart 1981.

Afstand tot de bron (in meters)	Dieselblok (in dB(A))	Hydroblok (in dB(A))	Hydroblok met mantel (in dB(A))
1.000	56,5	41,5	32,9
2.000	47,2	32,2	26,8
3.000	41,0	26,0	23,2
4.000	36,2	21,2	20,6

Tabel 13.1 Berekende gestandaardiseerde immissieniveaus (Li) met 3 typen heistellingen.

Uit de berekeningen blijkt dat met een dieselblok (de slechtst denkbare situatie) al op 3 kilometer afstand tot de bron kan worden voldaan aan 45 dB(A). Doordat de werkzaamheden zullen plaatsvinden op minimaal 8 kilometer uit de kust, zal dus op het strand het heersende achtergrondniveau van 45 dB(A) niet worden overschreden. Ook de bovengrenswaarde van de toetsingsnorm (40 dB(A)) wordt op het strand niet overschreden. De 60 dB(A) contour zal bij gebruik van een hydroblok met een mantel op circa 200 meter van de bron (de heistelling) liggen, en de 50 dB contour op circa 800 meter.

Gebruik

Voor recreatie, wonen en fauna bedraagt het maximaal toegestane geluidbelastingniveau volgens de huidige normen 40 dB(A). Bij een windpark waarin 100 windturbines in een vierkant zijn opgesteld reikt het geluidniveau van 40 dB(A) maximaal tot ongeveer één kilometer vanaf de rand van het windpark (zie tabel 13.2). Als rekening wordt gehouden met andere windsnelheden en andere windrichtingen dan alleen de 'meest ongunstige windsnelheid en windrichting' dan reikt het geluidniveau van 40 dB(A) enkele honderden meters minder ver van het windpark. Gezien de afstanden van alle locaties tot de kust van minimaal 8 kilometer zal er dus geen sprake zijn van overschrijding van de grenswaarden.

Onderhoud

Onderhoud aan turbines kan, afhankelijk van de reparatie en onderhoudswerkzaamheden, gepaard gaan met de productie van geluid; hijsen, werkvaartuigen, etcetera. Voor het onderhoud zullen de turbines worden benaderd per boot. Temidden van het reguliere recreatieve en beroepsmatige scheepvaartverkeer op de Noordzee is de toename van de geluidbelasting van het onderhoudsverkeer naar verwachting niet noemenswaardig. Onderhoud betekent in veel gevallen bovendien dat de turbine(s) gedurende een bepaalde tijd stilstaan, dus geen geluid maken.

Afbraak

Als het windpark zal worden verwijderd, gaat dit tijdelijk gepaard met een verhoging van de geluidbelasting in de omgeving. Verwacht mag worden dat tijdens de afbraak geen werkzaamheden zullen worden uitgevoerd die de geluidpieken tijdens de aanleg van het windpark (de klap van een heiblok op een funderingspaal) zullen overtreffen. Aangezien ook tijdens de aanleg de geluidnormen noch de achtergrondniveaus op het strand worden overschreden, zal dit naar verwachting ook tijdens de afbraak niet het geval zijn.

13.1.3 Effecten van inrichtingsvarianten

Om de effecten van luchtgeluid tijdens de aanleg van het windpark zoveel mogelijk te beperken, gaat de voorkeur uit naar een locatie van het park zover mogelijk uit de kust met een zo gering mogelijk aantal turbines. Dit is niet van betekenis voor de geluidbelasting op het strand, aangezien het windpark in alle inrichtingsvarianten zo ver van de kust ligt dat het heersende achtergrondniveau niet zal worden overschreden. Voor vogels is het echter wel van belang om de geluidbelasting zo kort mogelijk te laten duren.

De invloed van de vorm van het windpark op de overdracht van luchtgeluid tijdens het gebruik van het parkniveau naar de omgeving is gering. De onderlinge afstand van de windturbines heeft meer invloed op het geluidniveau in de omgeving van het windpark. Als de turbines namelijk dichter bij elkaar worden gezet, bijvoorbeeld 300 meter in plaats van 500 meter, dan is het geluidniveau op een bepaalde afstand van het windpark hoger (zie tabellen 13.2 en 13.3). Als de windturbines dichter bij elkaar staan ligt de 40 dB(A) contour dus verder af van de rand van het windpark dan wanneer de windturbines verder van elkaar staan. Echter, de totale oppervlakte van de geluidcontour is veel kleiner, doordat de oppervlakte van het windpark kleiner is.

Inrichtingsvarianten met een onderlinge afstand tussen turbines van 500 meter	Maximale afstand vanaf de rand van het windpark en oppervlakte van de contour (LAeq)	
	40 dB(A)	45 dB(A)
Cluster van 10 bij 10 windturbines	1.000 meter	400 meter
	30 km ²	24 km ²
Rechthoek met 5 rijen van 20 turbines	850 - 1050 meter	400 meter
	29-32 km ²	24 km ²

Tabel 13.2 Geluidoverdracht van een windpark met 100 windturbines op een onderlinge afstand van 500 meter.

Inrichtingsvarianten met een onderlinge afstand tussen turbines van 500 meter	Maximale afstand vanaf de rand van het windpark en oppervlakte van de contour (LAeq)	
	40 dB(A)	45 dB(A)
Cluster van 10 bij 10 windturbines	1.400 meter	700 meter
	17 km ²	12 km ²
Rechthoek met 5 rijen van 20 turbines	1.150 - 1.600 meter	600 - 700 meter
	16 - 20 km ²	11 - 12 km ²

Tabel 13.3 Geluidoverdracht van een windpark met 100 windturbines op een onderlinge afstand van 300 meter.

13.2 Onderwatergeluid en -trillingen

De aanleg en het gebruik van het windpark zullen trillingen en geluid veroorzaken in het water binnen en rondom het park. Hoewel de fysische principes van geluid onder water vergelijkbaar zijn met die van geluid in lucht zijn er karakteristieke verschillen in de voortplanting van het geluid en in het achtergrondniveau (zie HASKONING, 1995a,b en Clyde, 1998). De voortplanting van geluid onder water is onder andere afhankelijk van de frequentie van het geluid en de diepte van het water. Voor de Noordzee geldt in het algemeen dat geluid rond de 100 Hz tot op tientallen kilometers waarneembaar is, geluiden tussen de 1 en 10 kHz zijn tot op enkele kilometers waarneembaar en geluiden boven de 100 kHz maximaal enkele meters. In ondiep water neemt de verspreiding toe door het zogenaamde tunnелеffect. Door reflecties tegen de bodem, geulranden en het wateroppervlak doven signalen beneden de 200 Hz echter snel uit.

Het achtergrondniveau van geluid in zee wordt bepaald door fysische, biotische en antropogene factoren. Regen heeft bijvoorbeeld een verhogend effect met circa 18 dB bij 100 Hz en circa 22 dB bij 1.000 Hz. Deze verhoging moet geteld worden bij het achtergrondgeluid van een volkomen vlakke zee van ongeveer 85 dB bij 30 Hz tot 60 dB bij 16 kHz. Bij storm kunnen deze achtergrondniveaus oplopen tot meer dan 100 dB bij 30 Hz en 85 dB bij 16 kHz. In ondiepe kustzones zal het achtergrondniveau hoger liggen door branding, golfslag en snel stromend water. Van de biotische factoren is met name van garnalen bekend dat ze het achtergrondniveau fors kunnen verhogen met circa 40 dB bij 8 kHz. Ook bijvoorbeeld walvissen en dolfijnen produceren zelf geluid, met pieken rond de 200 dB. Antropogene factoren betreffen bijvoorbeeld het geluid van scheepvaart. Geluiden van vrachtschepen en veerboten variëren tussen 150 dB bij 100 Hz en 115 dB bij 5 kHz. Over de emissie van geluid en trillingen die via de windturbinemast in het water en in de zeebodem worden gebracht, zijn vrijwel

geen gegevens beschikbaar¹¹. Om enigszins in deze leemte in kennis te voorzien zijn oriënterende geluid- en trillingsmetingen uitgevoerd aan een windturbine van het windpark Irene Vorrink (HASKONING, 1999). Dit windpark ligt in het IJsselmeer nabij Lelystad. De windturbines hebben een vermogen van 600 kW. De metingen moeten een eerste, globaal inzicht bieden in de productie van onderwatergeluid en -trillingen door windturbines.

Of windturbines ook in de zeebodem trillingen veroorzaken, die hinderlijk zijn voor de omgeving, is afhankelijk van het turbinetype, de bodemgesteldheid en de gevoeligheid van de omgeving voor trillingen. Alleen in de directe omgeving van zeer trillinggevoelige bebouwing, zoals oude monumentale bebouwing, en bij bepaalde typen bodem bestaat er op land kans op hinder. Over het algemeen spelen trillingen niet of nauwelijks een rol in de ruimtelijke en milieuhygiënische inpassing van windturbines op land.

13.2.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Gegevens over de huidige geluidniveaus onder water ter plaatse van de mogelijke locaties voor het NSW zijn niet beschikbaar. Enkele bekende geluidniveaus zijn in de voorgaande paragraaf gegeven. Figuur 13.4 geeft een grafisch overzicht van minimum- en maximumniveaus onder water van natuurlijk geluid en van menselijke activiteiten op zee.

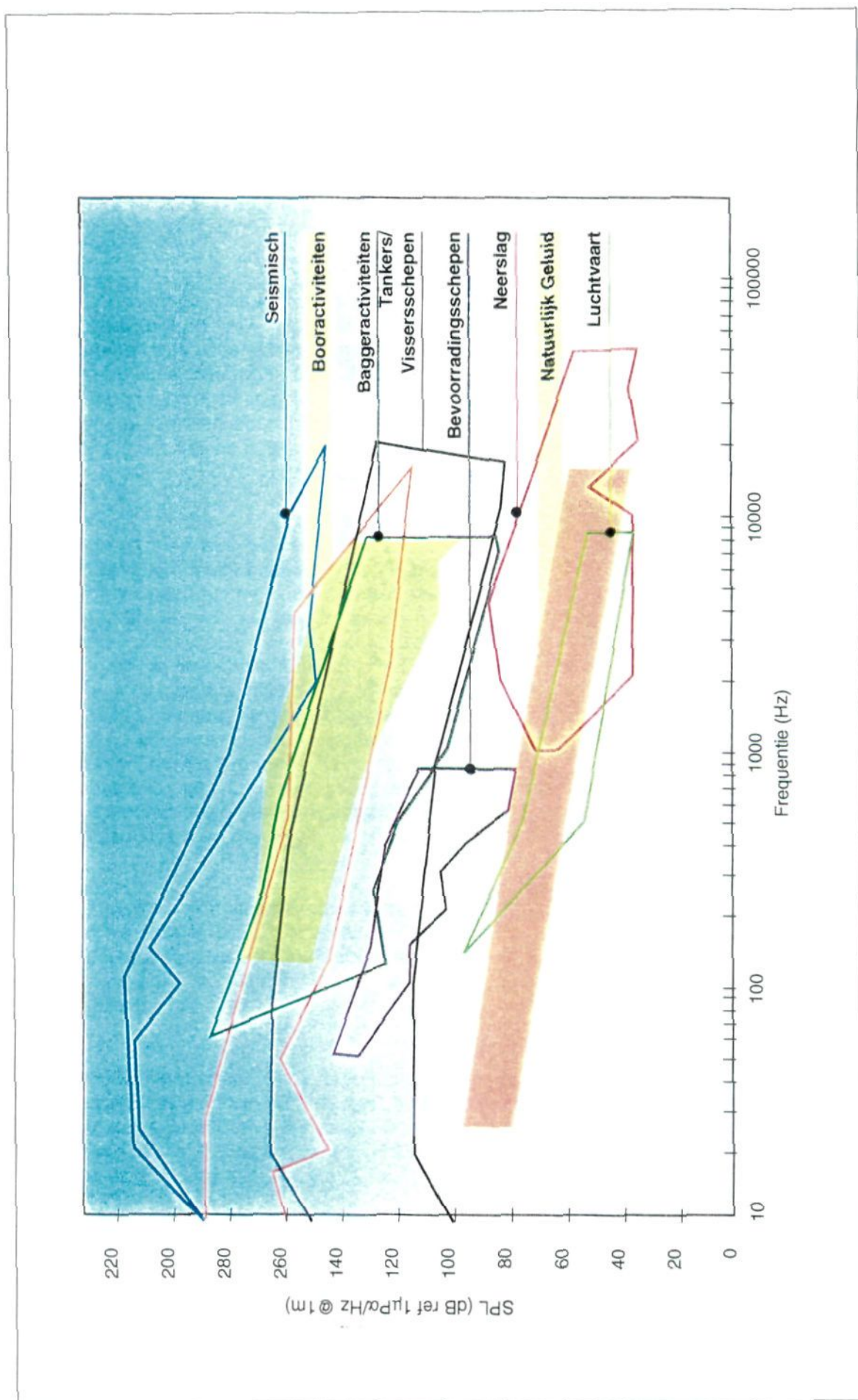
13.2.2 Effecten

Aan de windturbine van het windpark Irene Vorrink zijn trillingsniveaus in de voet van de fundatie gemeten en geluiddrukkniveaus in het water op diverse afstanden van de windturbine. De metingen zijn uitgevoerd bij relatief lage windsnelheden. Bij de hoogst voorkomende windvlagen draaide de windturbine zelfs op niet meer dan 30 procent van het nominale vermogen. Het onderzoek is hierdoor ernstig belemmerd, want de resultaten kunnen niet goed worden vertaald naar de geluidproductie van grotere vermogens. Wel kan al worden vastgesteld dat de geluiddrukkniveaus bij het betreffende vermogen laag zijn.

De effecten van het onderwatergeluid zijn daarom op dit moment moeilijk te voorspellen. Enerzijds vanwege het gebrek aan goede gegevens, anderzijds vanwege een fragmentarisch inzicht in de gevoeligheid van het bodem- en onderwaterleven voor geluid en trillingen onder water (zie ook Hoofdstuk 11 'Onderwaterleven').

De metingen leverden een relatief laag trillingsniveau in de fundatie van de windturbine. Dat trillingsniveau blijkt, onder de omstandigheden waaronder de metingen werden verricht, niet sterk toe te nemen indien het geleverde vermogen toeneemt (tot 30 procent van het nominale vermogen van 600 kW).

¹¹ Navraag in Nederland bij rotorbladenfabrikant Aerpac, windturbinefabrikant NedWind, Stork Engineers en Contractors, het Energieonderzoekscentrum Nederland (ECN) en Energie NoordWest (ENW) leert dat er geen feitelijke gegevens zijn over onderwatergeluid en trillingen. Ook in Denemarken, waar al enkele parken in het water staan, en in Duitsland en Groot-Brittannië, waar plannen in ontwikkeling zijn voor een windpark in zee, zijn dergelijke gegevens niet beschikbaar, zoals blijkt uit overleg met betrokkenen uit de verschillende landen. Mede om die reden hebben partijen uit de vier landen momenteel gezamenlijk onderzoek in voorbereiding dat zich onder andere richt op het onderwatergeluid van windturbines in zee.



Figuur 13.4

Overzicht van minimum- en maximumniveaus onder water van natuurlijk geluid en van menselijke activiteiten op zee.

Bron: NAM, 1996

Als gevolg hiervan is het door de fundering van de windturbine afgestraalde onderwatergeluid eveneens relatief gering. Onder de meetomstandigheden is het geluid van de windturbines niet meer waarneembaar in het gemeten achtergrond geluiddruk niveau vanaf een meetafstand van 90 meter. De in tabel 13.5 gepresenteerde totale geluiddruk niveaus, afgerond op gehele getallen, zijn op diverse afstanden gemeten:

Afstand tot de fundatie (in meters)	Lp (in dB Re 1 µPa)
1,2	139
8	126
14	124
90	134
260	129
410	129

Tabel 13.5 Totaal geluiddruk niveau Lp onder water op een diepte van 2 meter op diverse afstanden van een windturbine. Weergegeven zijn de gesommeerde niveaus over de tertsbanden van 10 Hz tot en met 10.000 kHz.

Het geluiddruk niveau dat op een afstand van 1,2 meter uit de fundatie werd gemeten is in een beperkt frequentiegebied ongeveer 20 dB hoger dan het optredende achtergrondniveau.

13.3 Conclusies van de effectvoorspelling

De geluidbelasting tijdens de verschillende levensfasen van het windpark (aanleg, gebruik en onderhoud en afbraak) zal het heersende achtergrondniveau op het strand niet overstijgen. Voor recreatie op het strand en in de duinen zal het windpark daardoor geen effect hebben (zie tabel 13.6).

Over onderwatergeluid en -trillingen zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om de effecten van het windpark te kunnen bepalen of om een rangorde tussen de locaties aan te kunnen geven.

	Egmond	Ijmuiden		Zandvoort		Katwijk
		Oost	West	Oost	West	
Luchtgeluid		Geen significante verschillen				
Onderwatergeluid		Geen gegevens om verschillen te bepalen				

Tabel 13.6 Samenvattend overzicht van de verhoudingen tussen de locaties voor de criteria van het aspect 'Geluid'.

13.4 Mitigerende maatregelen

Om de effecten van het NSW op het luchtgeluid te beperken zijn mitigerende maatregelen denkbaar (zie tabel 13.7). Voor onderwatergeluid en -trillingen is het daarentegen niet goed mogelijk om mitigerende maatregelen te formuleren, aangezien er onvoldoende bekend is over mogelijke effecten. De geluidproductie van het heien van de funderingen kan met name sterk worden beperkt door de keuze voor een geluidarme hei-installatie, zoals bijvoorbeeld het hydroblok. Zo nodig kan de geluidbelasting nog verder worden gereduceerd door het aanbrengen van een geluiddempende mantel rondom de heistelling.

Criterium	Mitigerende maatregel
Luchtgeluid	Geluidarme hei-installatie kiezen Geluiddempende mantel rond hei-installatie gebruiken

Tabel 13.7 Samenvattend overzicht van de mogelijke mitigerende maatregelen ter beperking van de geluidemissie van het NSW.

13.5 Leemten in kennis en leerdoelen

De voorspelling van de effecten van het NSW maakt duidelijk dat er leemten in kennis zijn ten aanzien van onderwatergeluid en -trillingen. Het is één van de doelstellingen van het demonstratieproject de belangrijkste van deze leemten in kennis op te heffen. De leemten worden hieronder op een rij gezet en er wordt aangegeven op welke wijze ze kunnen worden ingevuld. Tenslotte wordt ingegaan op de representativiteit van kennis die met NSW wordt opgedaan, voor de latere offshore windparken.

Er is nauwelijks informatie beschikbaar over onderwatergeluid en -trillingen veroorzaakt door windturbines. De metingen bij het windpark Irene Vorrink leveren onvoldoende gegevens voor een vertaling naar grotere vermogens (die in het NSW zullen worden gebruikt). Een tweede meting bij gunstiger weersomstandigheden zal meer informatie kunnen opleveren.

Om een goede inschatting te maken van de effecten van de nieuw te plaatsen windturbines is het van belang het maximaal te verwachten trillingsniveau, als functie van de frequentie, in de fundatie te kennen. Met behulp van nader onderzoek, met voldoende hoge trillingsniveaus in de fundatie, zal het mogelijk zijn de geluidafstraling in het water als functie van de trillingsniveaus te bepalen. Mogelijk levert een windturbine van 600 kW die het volle vermogen levert hiervoor de benodigde trillingsniveaus. Verder dient, onder representatieve weersomstandigheden, de overdracht van geluid in het water voor het betreffende plangebied te worden onderzocht alsmede het achtergrondgeluid onder water.

Onduidelijk zal echter blijven in hoeverre deze meetresultaten van toepassing zijn op een windpark in de Noordzee. Het windpark Irene Vorrink staat namelijk in zoet water, terwijl het NSW in zout water zal komen te staan. De geluidoverdracht in zoet water kan belangrijk verschillen van de overdracht in zout water. Bovendien zijn de metingen uitgevoerd op een waterdiepte van ten hoogste 5 meter, terwijl de windturbines in de Noordzee in waterdieptes van 15 tot 20 meter (llws) zullen worden geplaatst. Ook over de effecten van onderwatergeluid en -trillingen op onderwaterleven is weinig bekend. In het evaluatieprogramma voor het NSW moet daarom aandacht worden besteed aan (de effecten van) onderwatergeluid en -trillingen.

Tabel 13.8 geeft een samenvattend overzicht van de leemten in kennis en de mogelijkheden om met het NSW (deels) in deze leemten te gaan voorzien. Uit de tabel blijkt dat de leemten in kennis betrekking hebben op zowel de leerdoelen als milieu-effecten van het NSW.

Criterium	Leemte in kennis / leerdoelen	Relevantie
Onderwatergeluid	Omvang van onderwatergeluid en -trillingen	Beide

Tabel 13.8 Samenvattend overzicht van de belangrijkste leemten in kennis voor het aspect 'Geluid' en de relevantie van deze leemten voor leerdoelen, voor milieu-effecten van het NSW of voor beide.

13.6 Leerdoelen versus milieu-effecten

Om kennis op te kunnen doen over onderwatergeluid en -trillingen worden eisen aan het park gesteld die strijdig kunnen zijn met de wens om de effecten zoveel mogelijk te beperken. De effecten van onderwatergeluid op het onderwaterleven zijn beschreven in hoofdstuk 11. In dat hoofdstuk is ook aangegeven in hoeverre de eisen aan het park vanuit de leerdoelen strijdig zijn met de eisen vanuit de milieu-effecten.

14. GEBRUIKSFUNCTIES

14.1 Algemeen

Bij het afbakenen van het zoekgebied voor het NSW is al kort aandacht besteed aan de gebruiksfuncties op de Noordzee die een mogelijke relatie hebben met het NSW. Bij de keuze van de locaties is zoveel mogelijk rekening gehouden met randvoorwaarden die deze gebruiksfuncties aan de locatie van het windpark stellen. Dit neemt niet weg dat het windpark of de elektriciteitskabel tussen het park en het vasteland de gebruiksfuncties op de Noordzee kunnen beïnvloeden. Hieronder is voor de belangrijkste functies aangegeven of en in welke mate deze worden beïnvloed door (de locatie van) het windpark. Eén van de meest in het oogspringende gebruiksfuncties is de scheepvaart. De effecten van het windpark op deze gebruiksfunctie zijn reeds beschreven in hoofdstuk 12 ('Scheepvaart en veiligheid') en blijven hier daarom buiten beschouwing.

14.2 Visserij

Het windpark kan de visserij zowel direct als indirect beïnvloeden. Van directe beïnvloeding zal sprake zijn doordat het oppervlak aan visgronden wordt verminderd. Als indicatie voor de ligging van de visgronden kan de verspreiding van de visserijvloot binnen de 12-mijlszone worden gehanteerd. Dit criterium biedt ook een globaal inzicht in gevolgen van het windpark voor de vaartijd naar de visgronden voor vissersboten uit nabijgelegen havens. De vaartijd kan toenemen, doordat de boten op weg naar de visgronden om het park heen moeten varen.

Indirecte effecten kunnen ontstaan door bijvoorbeeld veranderingen in stroompatronen of de morfologie of aantasting van paaigebieden en kinderkamers voor diverse vissoorten.

Met het oog op de visserij is het van belang om het huidige stroompatroon in de Noordzeekustzone zo min mogelijk te wijzigen. Veranderingen in het stroompatroon kunnen de kinderkamerfunctie voor jonge vis beïnvloeden. Daarbij kan ook het larventransport in de kustzone wordt onderbroken of vertraagd. "Een ononderbroken en niet vertraagd larventransport is een randvoorwaarde voor de instandhouding van de commerciële bestanden van onder andere schol, haring en kabeljauw" (Rijkswaterstaat, 1998a). De gevolgen van het windpark op het stroompatroon komen aan de orde in hoofdstuk 10 ("Kust en zee") en in hoofdstuk 11 ("Onderwaterleven").

Het windpark kan ook positieve gevolgen hebben voor de visserij. In een gesloten windpark kan een refugium, een broedkamer ontstaan voor het onderwaterleven. Het windpark kan een functie hebben als paaigebied en ontwikkelingsgebied voor vis. Deze positieve gevolgen komen aan de orde in hoofdstuk 7 ('Positieve milieu-effecten').

In het kader van het MER is onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten voor de Nederlandse visserij¹² (Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO), 1999). Het onderzoeksrapport is opgenomen in bijlage M. De belangrijkste resultaten zijn in deze paragraaf gepresenteerd.

¹² In dit onderzoek zijn vijf locaties voor het NSW beschouwd: IJmuiden-Oost en -West, Zandvoort-Oost en -West en Katwijk. De locatie Egmond was destijds nog niet aangemerkt als een alternatief (zie hoofdstuk 4). De gegevens en conclusies in dit onderzoek hebben echter een zodanig globaal karakter en geven een zodanig beeld dat het mogelijk is om ook conclusies te trekken voor een NSW op de locatie Egmond.

14.2.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

"Visserij vindt op de gehele Noordzee plaats. De praktijk is dat er nu overal gevist wordt, behalve daar waar het verboden is in verband met de ruimtelijke scheiding met andere functies, bijvoorbeeld in de buurt van offshore platforms en rondom pijpleidingen en kabels en in opgroeigebieden van jonge vis. (...) Het toekomstbeeld is een gezonde bedrijfstak die op een ecologisch verantwoorde en efficiënte manier gebruik maakt van de zee" (Rijkswaterstaat, 1998a). Binnen de 12-mijlszone worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. Het betreft met name visserij op platvis met boomkorschepen, de staand-want visserij, garnalenvisserij, schelpdiervisserij en de visserij met de bordentrawl op rondvis (kabeljauw en wijting). Binnen de 12-mijlszone mogen 230 kleinere boomkorschepen met een maximaal motorvermogen van 300 pk vissen, mits zij over een quotum beschikken.

14.2.2 Effecten van de locaties

Het belangrijkste gevolg van het windpark voor de visserij is dat binnen het windpark en de bijbehorende veiligheidszone van 500 meter rondom het park niet langer mag worden gevist. Er gaat ook buiten het gesloten gebied visgrond verloren doordat vissende schepen bij nadering van het gesloten gebied ruim van te voren de koers moeten verleggen.

Aangezien het ruimtebeslag van het park in principe hetzelfde is op alle locaties is vooral de intensiteit van de visserij van belang. Over de intensiteiten van de visserij zijn hoofdzakelijk gegevens op een hoog schaalniveau beschikbaar (zie bijlage M: RIVO, 1999). Voor een goed inzicht in het verlies van visgronden door het NSW zijn "verspreidingsgegevens met een hoge ruimtelijke resolutie" noodzakelijk. "Van de garnalenvisserij, de visserij op rondvis met de bordentrawl en de schelpdiervisserij zijn geen gedetailleerde gegevens beschikbaar om het effect van een windmolenpark te evalueren. (...) Een dergelijke data set, zij het van beperkte omvang, is beschikbaar voor de boomkorvloot" (zie bijlage M: RIVO, 1999). Het NSW zal direct beslag leggen op 0,6 tot 0,12 procent van de boomkorvisserij-inspanning op het Nederlands Continentaal Plat. Daarmee is sprake van een "gering gebruik" van de locaties. De boomkorvisserij-intensiteit is het hoogst binnen IJmuiden-West, terwijl Zandvoort-Oost en -West het minst bevestigd worden. De verschillen zijn evenwel gering. "Opgemerkt dient te worden dat de beschikbare microverspreidingsgegevens slechts een zestal schepen van de boomkorvloot betreffen en zijn verzameld in een periode van 2 jaar. In een dynamisch gebied als de ondiepe kustzone is het mogelijk dat zich jaarlijks veranderingen voordoen" (zie bijlage M: RIVO, 1999). Verwacht wordt verder dat de garnalenvisserij voornamelijk in de ondiepe kustzone plaatsvindt, zodat voor dit type visserij de voorkeur uitgaat naar de diepere locaties (IJmuiden-West, Zandvoort-West en Katwijk) (zie bijlage M: RIVO, 1999).

Voor het bepalen van het indirecte ruimtebeslag (als gevolg van de noodzakelijke koerswijzigingen van de vissersboten) zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.

Het verlies van visgronden zal een toename van de visserijdruk op de resterende visgronden veroorzaken. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip verkleinen. Hoewel het effect moeilijk is te kwantificeren, zal het effect naar verwachting gering zijn (zie bijlage M: RIVO, 1999). Het aandeel van de visserij binnen de locaties is namelijk gering ten opzichte van de totale visserij binnen de Nederlandse 12-mijlszone.

De toename van de vaartijd van vissersboten naar de visgronden is moeilijk in te schatten. Zowel IJmuiden als Scheveningen is een thuishaven voor vissersboten. Het blijkt dat de vissers "direct na het verlaten van IJmuiden koers zetten naar het noorden en dus vrijwel allemaal tussen de kust en de dichtst bij de kust gelegen rij windturbines van het NSW zullen doorvaren. Dit betekent dat ze over het algemeen niet hoeven om te varen om hun bestemming te bereiken en nog steeds dezelfde routes dicht langs de kust kunnen blijven varen" (zie bijlage J: MARIN, 1999).

De aanwezigheid van de kabel legt geen beperkingen op aan de sleepnetvisserij boven of in de omgeving van het tracé van de kabel. Het beschadigen van de elektriciteitskabel door het loswoelen

van de bodem met sleepnetten kan namelijk worden voorkomen door de kabel voldoende diep aan te leggen.

14.2.3 Effecten van inrichtingsvarianten

Ten aanzien van de inrichtingsvarianten zijn alleen de omvang van het park en de afstand tussen de turbines relevant voor de effecten op visserij. Het oppervlakteverlies van visgronden is evenredig met de oppervlakte van het park. Daarom gaat de voorkeur uit naar een inrichtingsvariant met een zo klein mogelijk ruimtebeslag.

14.3 Militaire oefengebieden

Delen van de Noordzee zijn aangewezen als militair oefengebied. "Op korte termijn wordt het verminderen van het aantal oefenterreinen niet voorzien. Vanwege het intensieve ruimtegebruik op de Noordzee is het verplaatsen van deze activiteiten nauwelijks mogelijk" (Rijkswaterstaat, 1998a). De militaire oefenterreinen zijn uitgesloten van het zoekgebied voor de locaties (zie paragraaf 4.4). Doordat geen van de alternatieven geheel of gedeeltelijk binnen een oefengebied ligt (ook niet binnen gebieden waar geoefend wordt in laag vliegen), zal het windpark niet van invloed zijn op de mogelijkheden voor militaire oefeningen.

Een uitzondering vormt de locatie Egmond. Deze ligt in een gebied waar Defensie oefent met het leggen en vegen van mijnen. Na de aanleg van het NSW zal dat niet langer mogelijk zijn. Het Ministerie van Defensie ziet echter mogelijkheden om elders in het leggen en vegen van mijnen te oefenen.

14.4 Olie- en gaswinning

Het windpark kan voor de concessiehouder de olie- en gaswinning bemoeilijken. Het is echter niet zo dat het windpark olie- en gaswinning onmogelijk zal maken, aangezien het niet direct noodzakelijk is om een boring recht boven een olie- of gasveld uit te voeren. Het is technisch mogelijk om op enkele kilometers afstand van een olie- of gasveld het boorplatform te plaatsen en met een schuine boring het veld te bereiken, maar dit zal wel leiden tot hogere kosten. Ook het transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windpark worden belemmerd. Een olie- of gasleiding kan niet door het park worden aangelegd.

14.4.1 Effecten van de locaties

De bestaande, vergunde en geplande platforms voor olie- en gaswinning, inclusief de wettelijk bepaalde veiligheidszone van 500 meter rondom de platforms, zijn uitgesloten van het zoekgebied (zie paragraaf 4.4). Daardoor zal geen van de alternatieven voor de locatie van het windpark de huidige winning van olie of gas kunnen beïnvloeden.

Wel liggen de alternatieven Egmond en IJmuiden-Oost en -West geheel of gedeeltelijk in een gebied waarvoor een concessie voor exploratie en winning is verleend (aan Clyde Petroleum Exploratie B.V.). De locaties Zandvoort-Oost en -West en Katwijk liggen in een gebied waarvoor nog geen concessies zijn verleend. Het wordt niet waarschijnlijk geacht dat in de naaste toekomst alsnog een aanvraag wordt ingediend voor opsporing van delfstoffen in dit gebied (zie bijlage N: NITG-TNO, 1999). De locatie Zandvoort-West overlapt gedeeltelijk met een aardgasveld dat nog niet in productie is genomen. Wanneer wordt besloten tot winning, dan hoeft het NSW daarvoor geen belemmering te zijn. De zuidelijke punt van het veld kan met een schuine boring (over een afstand van ongeveer 2 kilometer) van buiten het gebied worden bereikt.

Los van de overwegingen met betrekking tot de vergunnings situatie kan een inschatting worden gemaakt van de kans dat er ("prospectief") binnen een locatie daadwerkelijk economisch winbaar aardolie of aardgas kan worden aangetroffen. De locaties Egmond, IJmuiden-Oost en -West zijn ingeschat als 'matig prospectief' en de drie andere alternatieven als 'weinig tot niet prospectief' (zie bijlage N: NITG-TNO, 1999).

Hoewel geen van de locaties vooralsnog de (mogelijkheden van) olie- en gaswinning belemmert, gaat vanwege de geringe kans op een economisch winbaar voorkomen een lichte voorkeur uit naar de beide locaties Zandvoort of de locatie Katwijk (zie bijlage N: NITG-TNO, 1999).

14.4.2 Effecten van inrichtingsvarianten

Variatie in de inrichting van het park is niet wezenlijk van invloed op de aard en omvang van de effecten van het windpark op olie- en gaswinning.

14.5 Zand- en schelpenwinning

Op de Noordzee worden zand en schelpen gewonnen. In het structuurschema oppervlaktedelfstoffen (Ministeries V&W en VROM, 1996) is bepaald dat binnen de 20 meter dieptelijn (NAP) in beginsel geen winning van oppervlaktedelfstoffen is toegestaan. In het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (RON, Ministerie V&W, 1991) is bepaald dat er geen zandwinning mag plaatsvinden binnen de 20 meter dieptelijn (Mean Sea Level) of binnen de 20 kilometer grens, met uitzondering van de vaargeulen.

Schelpenwinning mag wel plaatsvinden binnen de 20 meter dieptelijn (MSL), maar niet binnen de 5 meter dieptelijn. Er is voor een periode van drie jaar een vergunning verstrekt voor onderzoek naar de voorkomens van schelpen in de kustzone voor Noord- en Zuid-Holland tot 50 kilometer uit de kust. Daarbij is de winning van enkele tienduizenden kubieke meters schelpen per jaar toegestaan.

In de Landelijke Beleidsnota Schelpenwinning (Rijkswaterstaat, 1998b) wordt grootschalige winning in de nabije toekomst in deze gebieden niet realistisch geacht. "Gelet op het ontbreken van opeenhopen en het zeer grote aandeel spijls wordt dit niet als economisch haalbaar gezien".

14.5.1 Effecten van de locaties

Alle zes de locaties liggen binnen de doorgaande 20 meter dieptelijn (llws) en buiten de vaargeulen. Daardoor lijkt de aanleg van het windpark niet te leiden tot een afname van de mogelijkheden voor zandwinning. Alleen de locatie Katwijk overlapt gedeeltelijk met een zandwingebied. Afhankelijk van de precieze locatie van het windpark binnen de grenzen van de locatie kan het NSW de mogelijkheden voor zandwinning beïnvloeden. Wanneer uiteindelijk wordt gekozen voor realisering van het windpark binnen deze locatie, is nadere afstemming noodzakelijk.

In de directe omgeving van de alternatieven IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost en -West vindt zandwinning plaats in de IJ-geul. Het RON voorziet in dat verbandverband in een overdimensionering van de geul met 1.200 meter (600 meter aan weerszijden van de geul). In verband met de scheepvaart zal minimaal een afstand van 500 meter tussen het park en de vaargeul worden vrijgehouden.

Samen met de veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark bedraagt de afstand tussen de turbines en de zandwinning dus minimaal een kilometer. Dit lijkt voldoende om belemmering van de zandwinning in de IJ-geul te voorkomen.

Ten noorden van de locatie Egmond ligt een zandwinningsgebied. Tussen de zandwinning en de locatie liggen een pijpleiding en enkele telecommunicatiekabels. Ook hier zal de afstand tussen de turbines en de zandwinning samen met de veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark minimaal een kilometer bedragen; voldoende om belemmering van de zandwinning te voorkomen.

Schelpenwinning in de Noord- en Zuid-Hollandse kustzone vindt nu alleen op kleine schaal plaats bij wijze van onderzoek en wordt in de nabije toekomst niet realistisch geacht. Daardoor zal de aanleg van het windpark in principe geen belemmering vormen voor de schelpenwinning.

14.5.2 Effecten van inrichtingsvarianten

Variatie in de inrichting van het park is niet wezenlijk van invloed op de aard en omvang van de effecten van het windpark op zandwinning.

14.6 Baggerstort

De realisering van het windpark kan de mogelijkheden voor de stort van bagger in de Noordzee beperken. In de huidige situatie vindt in het zoekgebied voor het NSW baggerstort plaats op Loswal Noord-West bij Rotterdam, een loswal bij Scheveningen en een loswal bij IJmuiden. Er zijn plannen om bagger te gaan storten in zogenaamde verdiepte loswallen. "De bagger wordt hierbij in gegraven kuilen in de zeebodem gestort. De voorgenomen locatie van deze verdiepte loswallen is ten noorden van de Euro-Maasgeul" (Rijkswaterstaat, 1998).

14.6.1 Effecten van de locaties

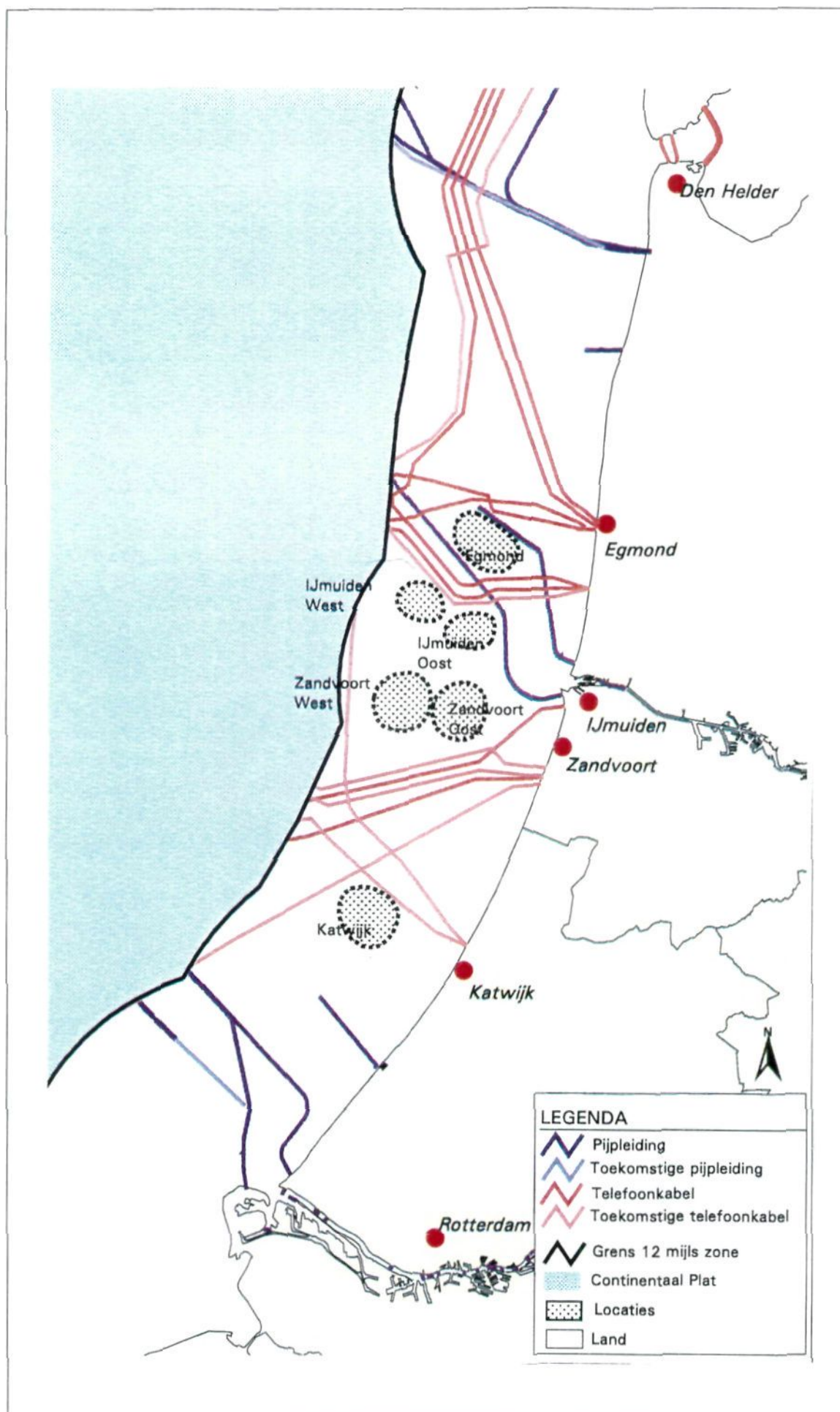
De alternatieven Katwijk, Zandvoort (-Oost en -West) en Egmond liggen op ruime afstand van baggerstortlocaties. Het alternatief IJmuiden-West grenst aan een stortplaats ten noorden van en parallel aan de IJ-geul. Het alternatief IJmuiden-Oost ligt gedeeltelijk binnen een stortplaats dicht bij de kust, ook ten noorden van en parallel aan de IJ-geul. Combinatie van baggerstort met een windpark is niet mogelijk.

14.6.2 Effecten van inrichtingsvarianten

Variatie in de inrichting van het park is niet wezenlijk van invloed op de aard en omvang van de effecten van het windpark op baggerstort.

14.7 Kabels en leidingen

De realisatie van het windpark kan van invloed zijn op de onderhoudsmogelijkheden van bestaande kabels en leidingen. De vaartuigen voor onderhoud en reparatie hebben een zekere manoeuvreerruimte nodig. Bij onderwater werkzaamheden zal dit materieel ten anker gaan. De ankerdraden kunnen enkele honderden meters naar voor en achter worden uitgezet. Het verdient daarom aanbeveling om voor dit soort werkzaamheden aan weerszijde van kabels en leidingen voorlopig een ruimte van 1.000 meter tot aan de dichtstbijzijnde windturbine aan te houden. Deze afstand kan per locatie verschillen en zal in overleg met betrokken eigenaren van kabels en leidingen kunnen worden vastgesteld. Het park en de kabel kunnen de mogelijkheden voor de tracés van nieuwe kabels en leidingen beperken. Kabels mogen echter in de hele kustzone worden aangeland. Voor leidingen ligt dat anders. De aanlanding van buisleidingen is toegestaan op vier locaties aan de kust. Voor het NSW is het aanlandingspunt bij IJmuiden relevant.



Figuur 14.1: Ligging van bestaande en geplande tracés voor kabels en leidingen.