

Inrichtings-milieueffectrapport Near Shore Windpark

Definitief

NoordzeeWind bv

Grontmij Advies & Techniek bv
Vestiging Utrecht
Houten, 3 juni 2003

Verantwoording

Titel : Inrichtings-milieueffectrapport Near Shore Windpark
Projectnummer : 105840
Documentnummer : 13/99037168/CD
Revisie : D1
Datum : 3 juni 2003

Auteur(s) : ing. C.F. van Duin, ir. M. Kreft
e-mail adres : marc.kreft@grontmij.nl
Gecontroleerd : ir. M. Kreft
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd : drs. R.J. Jonker
Paraaf goedgekeurd :

Inhoudsopgave

Samenvatting	11
S.1 Inleiding	11
S.2 Doel	11
S.3 Voorgenomen activiteit	12
S.4 Varianten	14
S.5 Vergelijking 1,5 MW versus 2,75 MW	16
S.6 Effectbeoordeling en vergelijking	18
S.6.1 Vogels	18
S.6.2 Landschap.....	18
S.6.3 Kust en zee	18
S.6.4 Onderwaterleven	19
S.6.5 Scheepvaart en veiligheid.....	19
S.6.6 Gebruiksfuncties	21
S.6.7 Energieopbrengst en vermeden emissies.....	21
S.7 Meest milieuvriendelijk alternatief.....	22
S.8 Het MMA met mitigerende maatregelen	22
S.9 Mogelijkheden voor compensatie	23
S.10 Leemten in kennis en het Monitorings- en Evaluatieprogramma ..	24
1 Inleiding	25
1.1 Aanleiding.....	25
1.2 M.e.r.-plicht, voorgenomen activiteit en te nemen besluit	26
1.3 Initiatiefnemer, bevoegd gezag en Commissie m.e.r.	28
1.4 M.e.r.-procedure	28
1.5 Leeswijzer	29
2 Probleem- en doelstelling.....	33
2.1 Probleemstelling	33
2.2 Doel van dit I-MER	33
2.3 Leemten in kennis: monitoring- en evaluatieprogramma	33
3 Beleidskader	35
3.1 Beleid	35
3.2 Besluiten	37
3.2.1 Genomen besluiten.....	37
3.2.2 Te nemen besluiten.....	37
4 Voorgenomen activiteit en varianten	39
4.1 Algemeen	39
4.2 Voorgenomen activiteit	39
4.2.1 Windturbines	42
4.2.2 Parkbekabeling	45
4.2.3 Kabels van het park naar de kust	47
4.2.4 Aanleg windmolenpark	50
4.2.4.1 Aanleg windpark.....	50
4.2.4.2 Aanleg zeekabels	56
4.2.4.3 Planning.....	57

Inhoud (vervolg)

4.2.5	Exploitatie en beheer	57
4.2.6	Verwijdering	60
4.3	Varianten.....	60
4.3.1	Inrichtingsvarianten park	61
4.3.2	Varianten kabeltracé van het park naar de kust	66
4.3.3	Varianten ashoogte windturbines.....	68
4.4	Het meest milieuvriendelijk alternatief	69
4.5	Het nulalternatief.....	69
4.6	Beschrijving huidige situatie en autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, effecten en mitigerende maatregelen	69
5	Vergelijking 1,5 MW versus 2,75 MW	73
5.1	Algemeen.....	73
5.2	Vergelijking milieueffecten van 2,75 versus 1,5 MW windturbines	74
5.2.1	Ruimtebeslag	75
5.2.2	Vogels.....	75
5.2.2.1	Effecten gebruik.....	75
5.2.2.2	Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.....	78
5.2.3	Landschap	78
5.2.3.1	Effecten gebruik.....	78
5.2.3.2	Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.....	79
5.2.4	Kust en zee	79
5.2.4.1	Effecten gebruik.....	79
5.2.4.2	Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.....	80
5.2.5	Onderwaterleven.....	81
5.2.5.1	Effecten gebruik.....	81
5.2.5.2	Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering	81
5.2.6	Scheepvaart en veiligheid	82
5.2.6.1	Effecten van gebruik	82
5.2.6.2	Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.....	83
5.2.7	Gebruiksfuncties.....	83
5.2.7.1	Effecten aanleg	83
5.2.7.2	Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.....	85
5.2.8	Techniek en economie.....	85
5.3	Samenvatting effecten	86
5.4	Vergelijking alternatieven en conclusie.....	89
6	Effectvergelijking en ontwikkeling MMA	91
6.1	Algemeen.....	91
6.2	Vergelijking van de inrichtingsvarianten	91
6.2.1	Vergelijking kabelvarianten	97
6.3	Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)	100
6.4	Het MMA met mitigerende maatregelen.....	101
6.5	Compensatie landschap en vogels	102
7	Leemten in kennis en evaluatieprogramma	105
7.1	Algemeen.....	105
7.2	Het Monitoring- en Evaluatieprogramma NSW	105
7.3	Leemten in kennis.....	105
7.3.1	Vogels.....	106
7.3.2	Overige aspecten	106
8	Vogels.....	107
8.1	Algemeen.....	107
8.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	108

Inhoud (vervolg)

8.3	Toetsingscriteria.....	111
8.4	Effectbeschrijving.....	112
8.4.1	Algemeen	112
8.4.2	Effecten van de inrichtingsvarianten.....	113
8.4.2.1	Criterium aanvaringsrisico	113
8.4.2.2	Criterium barrièrewerking.....	121
8.4.2.3	Criterium verstoring	124
8.4.3	Effecten van aanleg en verwijdering.....	126
8.4.4	Effecten van onderhoud	127
8.4.5	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust.....	128
8.5	Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling.....	129
8.6	Mitigerende maatregelen	131
9	Landschap.....	133
9.1	Algemeen	133
9.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling.....	133
9.3	Toetsingscriteria.....	135
9.4	Effectbeschrijving.....	137
9.4.1	Algemeen	137
9.4.2	Effecten van de inrichtingsvarianten.....	137
9.4.3	Effecten van aanleg en verwijdering.....	139
9.4.4	Effecten van onderhoud	139
9.4.5	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust.....	140
9.5	Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling.....	140
9.6	Mitigerende maatregelen	141
10	Kust en zee	143
10.1	Algemeen	143
10.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling.....	143
10.3	Toetsingscriteria.....	145
10.4	Effectbeschrijving.....	146
10.4.1	Algemeen	146
10.4.2	Effecten van de inrichtingsvarianten.....	146
10.4.3	Effecten van aanleg en verwijdering.....	149
10.4.4	Effecten van onderhoud	150
10.4.5	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust.....	150
10.5	Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling.....	151
10.6	Mitigerende maatregelen	152
11	Onderwaterleven	153
11.1	Algemeen	153
11.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling.....	153
11.3	Toetsingscriteria.....	158
11.4	Effectbeschrijving.....	159
11.4.1	Algemeen	159
11.4.2	Effecten van de inrichtingsvarianten.....	159
11.4.3	Effecten van aanleg en verwijdering.....	169
11.4.4	Effecten van onderhoud	170
11.4.5	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust.....	170
11.5	Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling.....	172
11.6	Mitigerende maatregelen	174
12	Scheepvaart en veiligheid.....	175
12.1	Algemeen	175

Inhoud (vervolg)

12.2	Reeds uitgevoerde studies	175
12.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	175
12.4	Toetsingscriteria	176
12.4.1	Oorzaken voor ongevallen	176
12.4.2	Veiligheidsrisico's.....	177
12.4.3	Milieurisico's.....	178
12.5	Effectbeschrijving	178
12.5.1	Effecten van de inrichtingsvarianten	178
12.5.2	Effecten van aanleg en verwijdering	185
12.5.3	Effecten van onderhoud	185
12.5.4	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust	185
12.6	Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling	185
12.7	Mitigerende maatregelen.....	186
13	Gebruiksfuncties.....	189
13.1	Algemeen.....	189
13.2	Visserij.....	189
13.2.1	Effecten van de inrichtingsvarianten	190
13.2.2	Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering	190
13.2.3	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust	190
13.3	Militaire oefengebieden.....	191
13.4	Olie- en gaswinning.....	191
13.4.1	Effecten van de inrichtingsvarianten	191
13.4.2	Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering	191
13.4.3	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust	192
13.5	Zand en schelpenwinning	192
13.5.1	Effecten van de inrichtingsvarianten	192
13.5.2	Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering	192
13.5.3	Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust	192
13.6	Baggerstort	193
13.7	Kabels en leidingen	193
13.7.1	Effecten van de inrichtingsvarianten	193
13.7.2	Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering	194
13.7.3	Effecten van het kabeltracé	194
13.8	Recreatie.....	194
13.9	Cultuurhistorie	194
13.10	Luchtvaart.....	195
13.11	Overige ontwikkelingen in zee.....	195
13.12	Cumulatie van milieueffecten.....	196
13.13	Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling	198
13.14	Mitigerende maatregelen.....	199
14	Waterdiepte en energieopbrengst	201
14.1	Algemeen.....	201
14.2	Waterdiepte	201
14.3	Energieopbrengst	202
14.4	Duurzaamheid en energiebalans	203
14.5	Emissiebeperking	204
	Geraadpleegde literatuur	205
	Lijst van begrippen en afkortingen	219

Inhoud (vervolg)

Bijlage 1

Verantwoording van de toegepaste richtlijnen

Bijlage 2

Electriciteitskabels bij windpark Q7-WP

Bijlage 3

Constructie en Ontmantelingsplan

Bijlage 4

Effecten op de veiligheid van de scheepvaart

Samenvatting

S.1 Inleiding

De kennis over de opwekking van windenergie op zee is nog te beperkt om deze energiebron de in de toekomst beoogde rol in de elektriciteitsvoorziening te kunnen laten spelen. Om de benodigde kennis op te doen heeft het kabinet in de periode van 1997 tot heden voorbereidingen getroffen om het realiseren van een demonstratieproject nabij de Nederlandse kust mogelijk te maken. Hiertoe hebben de Ministeries van Economische Zaken (EZ) en VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) besloten om een locatie voor het demonstratieproject Near Shore Windpark (NSW) aan te wijzen en vast te leggen in een partiële herziening van het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening-II (SEV-II).

In dit kader is het Milieu-effectrapport Locatiekeuze Demonstratieproject Near Shore Windpark [EZ/VROM, 2000] opgesteld en in februari 2000 gepubliceerd. Het L-MER (locatie-milieu-effectrapport) is opgesteld ten behoeve van de besluitvorming over de locatie van het windpark, waarbij de mogelijke milieueffecten van een windpark op verschillende locaties uitvoerig zijn beschreven en met elkaar vergeleken. Mede op basis van de resultaten van het L-MER heeft de overheid besloten tot het aanwijzen van een locatie (het concessiegebied) voor de kust van Egmond aan Zee, waar het demonstratiepark NSW kan worden gerealiseerd.

In een selectieprocedure waarin marktpartijen met projectvoorstellen konden komen is door de Commissie Near Shore Windpark in maart 2002 het voorstel van NoordzeeWind als beste geselecteerd. In juli 2002 heeft het consortium NoordzeeWind, een samenwerkingsverband van Shell en Nuon, met de Ministeries van Economische Zaken en Financiën een gebruiksovereenkomst gesloten voor de bouw en exploitatie van het NSW voor de kust van Egmond aan Zee. In de pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] staat dat het uitdrukkelijk gewenst is dat ten behoeve van de vergunningverlening voor het windpark een inrichtings-milieu-effectrapport (I-MER) wordt opgesteld.

Voor de realisatie van het windturbinepark zijn vergunningen nodig in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) en de Wet milieubeheer (Wm). Het I-MER is een onderdeel van de vergunningaanvraag.

S.2 Doel

Dit I-MER is erop gericht inzicht te geven in de milieueffecten die kunnen optreden bij de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het NSW. In eerder uitgevoerde studies, met name het L-MER NSW, is reeds onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van een NSW.

Dit onderzoek was gericht op milieueffecten die onderscheidend zouden kunnen zijn voor de locatiekeuze van het park. In dit I-MER zal worden gefocust op milieueffecten die onderscheidend zijn voor de verschillende vormen van inrichting van het NSW op de specifieke locatie bij Egmond aan Zee.

S.3 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit betreft het realiseren van het demonstratieproject Near Shore Windpark (NSW), op de locatie Egmond. Deze locatie betreft het gebied tussen 8 kilometer uit de kust en de 20 meter dieptelijn ter hoogte van de kuststrook tussen Castricum en Egmond aan Zee (zie figuur S.1). De oppervlakte van het gebied beslaat ongeveer 40 km². De grenzen van het gebied worden bepaald door aanwezige kabels en pijpleidingen. Het windpark zal bestaan uit 36 "permanente" turbines met elk een opwekvermogen van 2,75 MW. Daarnaast zullen er enkele "tijdelijke" turbines met een gezamenlijk vermogen tussen de 3 en 10 MW worden geplaatst ten behoeve van het uitvoeren van testen¹. De op te wekken elektriciteit zal via aan te leggen ondergrondse kabels in de zeebodem naar land worden getransporteerd. De kabels landen aan nabij het terrein van staalproducent Corus. De energie wordt vervolgens getransporteerd naar het onderstation Velsen. Het windpark heeft een gebruiksduur van 20 jaar. Na realisatie van het windpark worden de milieueffecten gemonitord. Na afloop van de gebruiksperiode zal het park worden verwijderd.

Het park, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het park, zal worden gesloten voor alle scheepvaart, visserij en recreatievaart inbegrepen. Vaartuigen bestemd voor onderhoud van het park, onderzoek in het kader van het MEP, en schepen van de overheid die vanwege taakuitoefening in de veiligheidszone moeten zijn worden hiervan uitgezonderd.

¹ De tijdelijk windturbines maken geen onderdeel uit van de overeenkomst tussen de overheid en consortium NoordzeeWind. Op dit moment is het nog onduidelijk wie verantwoordelijk zal zijn voor de plaatsing van deze windturbines en op welke plaats deze komen te staan.

Het windpark

Er zijn drie fasen te onderscheiden:

- ## Aanleg

- transport van fabriek naar haven IJmuiden;
- installatie windturbines op land (inclusief testen);
- transport naar locatie op zee en aanbrengen fundatie en transitiestuk;
- transport naar locatie op zee en aanbrengen windturbine.

@ Grontmij

De elektriciteitskabels worden vanaf het windturbinepark tot circa 3 kilometer uit de kust circa 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels 3 meter diep aangelegd. Vanaf de kust passeert de kabel het duingebied. Hiervoor wordt vanaf de landzijde onder de duinen doorgeboord.

Exploitatie en beheer

Voordat de windturbines in bedrijf worden genomen wordt een operationeel plan opgesteld dat jaarlijks zal worden vernieuwd. Het operationeel plan zal van kracht zijn gedurende de hele exploitatieperiode van 20 jaar. In het operationeel plan worden eisen gedefinieerd voor veiligheid, gezondheid, welzijn en milieu, het personeel, specifieke plannen voor periodiek onderhoud en storingen gedurende de levensduur van het park, historische gegevens, operationele budgetten en andere informatie die nuttig is voor de exploitatie.

Verwijdering

Na afloop van de erfpacht (20 jaar na ingebruikname) zal het Near Shore Windpark worden ontmanteld. Bij verwijdering (volgens de huidige inzichten) wordt uitgegaan van resolutie 1989 van het IMO (International Maritime Organisation). De gehele ontmanteling zal vroegtijdig in procedures worden vastgelegd om eventuele nadelige invloeden op het milieu te voorkomen.

S.4 Varianten

Met betrekking tot de inrichtingsvarianten zijn in dit I-MER twee typen beschreven en met elkaar vergeleken op hun milieueffecten:

- Varianten met betrekking tot de configuratie van het windpark.
- Varianten met betrekking tot de ligging van het kabeltracé.

Inrichtingsvarianten park

Basisvariant

De basisvariant geldt als uitgangspunt voor het NSW. De achtergrond van dit ontwerp is een goed rendement, waarbij bij de opstelling van de windturbines is getracht om de effecten op vogels en landschap klein te houden. Tussen de rijen is een afstand aangehouden van 1.044 meter, overeenkomend met 11,3 maal de rotordiameter (11,3D). De afstanden tussen de windturbines zijn voldoende groot om het parkrendement goed te houden, te weten 95,6 %. De afstand van de kust tot aan de eerste windturbine bedraagt circa 10,7 km. De netto energieopbrengst bedraagt 335.409 MWh. Deze variant is gevisualiseerd in figuur 4.12 van dit I-MER.

Corridorvariant

De Corridorvariant is een opstelling die beoogt rekening te houden met de vogeltrek langs de Nederlandse kust. Deze opstelling bestaat uit 6 rijen windturbines op een onderlinge afstand van 1.438 meter (15,6D). Doordat de windturbines evenwijdig aan de kust lopen is nagenoeg de volledige lengte van de locatie gebruikt om een voldoende grote afstand tussen de rijen windturbines te creëren. Hierdoor is de afstand tussen de 1^e windturbine en de kust minimaal, te weten 8,7 km. Het parkrendement bedraagt 96,4%. De netto energieopbrengst bedraagt 337.698 MWh. Deze variant is gevisualiseerd in figuur 4.13 van dit I-MER.

Rendementsvariant

Bij deze variant is de totale concessieruimte gebruikt om 36 windturbines te plaatsen. Hierdoor kunnen de windturbines onderling op een grotere afstand worden geplaatst, waardoor het parkrendement verbetert en de productie geoptimaliseerd wordt. Deze opstelling bestaat uit 4 rijen windturbines welke in noordwest-zuidoostelijke richting zijn georiënteerd. Tussen de rijen is een afstand aangehouden van 1.157 meter (12,5D). De afstand tussen de 1^e windturbine en de kust is minimaal, te weten 8,7 km. Het parkrendement bedraagt 96,6%. De netto energieopbrengst bedraagt 338.517 MWh. Deze variant is gevisualiseerd in figuur 4.14 van dit I-MER.

Bolstapeling (7,5D)

Bij deze variant is uitgegaan van een minimaal ruimtegebruik en zijn de windturbines zo ver als mogelijk uit de kust geplaatst om de zichtbaarheid vanaf de kust te beperken. De configuratie van het windturbinepark is gebaseerd op de bolstapeling (gelijkzijdige driehoeken). De afstand tussen de windturbines bedraagt overal 690 m (7,5D). De afstand van de kust tot aan de eerste windturbine is maximaal, te weten 12,0 km. Door de geringe afstand tussen de windturbines is het parkrendement relatief laag, dit bedraagt 94,0%. De netto energieopbrengst bedraagt 330.213 MWh. Deze variant is gevisualiseerd in figuur 4.15 van dit I-MER.

Bolstapeling (10,5D)

Ook bij deze variant is de configuratie van de windturbines gebaseerd op de bolstapeling (gelijkzijdige driehoeken). Bij deze variant is echter uitgegaan van een grotere afstand tussen de windturbines. De afstand tussen de windturbines bedraagt overal 966 m (10,5D). De afstand van de kust tot aan de eerste windturbine is minimaal, te weten 8,9 km. Door de grotere afstand tussen de windturbines is het parkrendement relatief hoog, dit bedraagt 96,2%. De netto energieopbrengst bedraagt 337.388 MWh. Deze variant is gevisualiseerd in figuur 4.16 van dit I-MER.

In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste kenmerken van de inrichtingsvarianten samengevat.

Tabel S.1 Overzicht kenmerken inrichtingsvarianten

Varianten	Afstand in de rij	Afstand tussen de rijen	Ruimtebeslag (excl. 500 m zone rond windpark)	Ruimtebeslag (incl. 500 m zone rond windpark)	Min. afstand tot de kust	Parkefficiëntie
basisvariant	644 m (7D)	1.044 m (11,3D)	15,05 km ²	25,33 km ²	10,7 km	95,6%
corridorvariant	590-700 m (6,4-7,6D)	1.438 m (15,6D)	24,99 km ²	35,09 km ²	8,7 km	96,4%
rendementvariant	784 m (8,5D)	1.157 m (12,5 D)	21,01 km ²	33,03 km ²	8,7 km	96,6%
bolstapeling (7,5D)	690 m (7,5D)	598 m (6,5D)	10,08 km ²	19,21 km ²	12,0 km	94,0%
bolstapeling (10,5D)	966 m (10,5D)	937 m (9,1D)	20,38 km ²	30,91 km ²	8,9 km	96,2%

Varianten kabeltracé van het park naar de kust.

Kabeltracé geheel binnen de concessiecorridor

De drie kabels convergeren naar de kust binnen de in het pkb gereserveerde corridor. Dit is de kortst mogelijke route binnen de in het pkb gereserveerde corridor. Voor dit tracé is geen kruising noodzakelijk met de aanwezige pijpleiding aan de oostzijde van de corridor. Dit kabeltracé is gevisualiseerd in figuur 4.17 van dit I-MER.

Kabeltracé deels buiten de concessiecorridor

De drie kabels convergeren naar de kust, deels buiten de in het pkb gereserveerde corridor. Dit is de kortst mogelijke route om van park tot land te komen. De lengte van het kabeltracé tussen het windpark (vanaf concessiegrens 2-3) en het substation bedraagt circa 30.200 meter (inclusief duinboring). Doordat er 5.600 meter minder kabel nodig is treedt er minder elektrisch verlies en minder verstoring (graafwerk) op. Dit kabeltracé is gevisualiseerd in figuur 4.18 van dit I-MER.

In de onderstaande tabel is de lengte van het kabeltracé (offshore en onshore) voor beide varianten weergegeven.

Tabel S.2 **Overzicht lengte kabeltracé park - substation**

Variant	Offshore tracé	Onshore tracé
kabeltracé geheel binnen concessiecorridor	35.800 m (incl. duinboring)	800 m
kabeltracé deels buiten concessiecorridor	30.200 (incl. duinboring)	0

S.5 Vergelijking 1,5 MW versus 2,75 MW

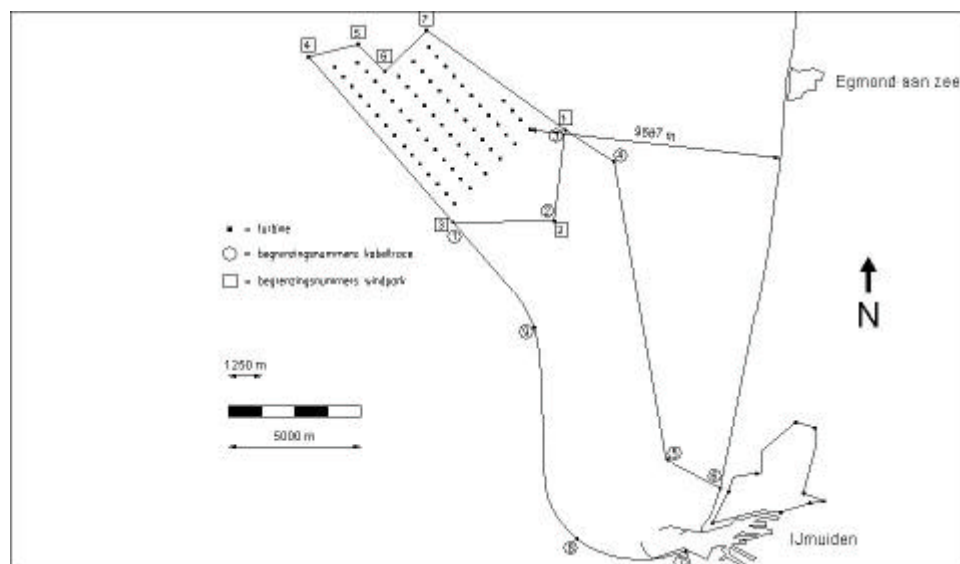
Ten tijde van het L-MER werd er nog van uitgegaan dat het windpark zou worden ingericht met 1,5 MW windturbines (totaal 66 windturbines). Inmiddels hebben diverse windturbineleveranciers windturbines ontworpen die speciaal geschikt zijn voor offshore toepassing. De realisatie van een windpark met windturbines van 2,75 MW is een van de uitgangspunten die zijn vastgelegd in de overeenkomst tussen het consortium NoordzeeWind en de Ministeries van EZ en Financiën.

In het pkb NSW is er van uitgegaan dat het windpark zou worden uitgevoerd met windturbines van minimaal 1,5 MW. Het pkb NSW laat de mogelijkheid vrij om windturbines met een groter vermogen toe te passen. Het bevoegd gezag heeft in de richtlijnen voor het I-MER expliciet geadviseerd om een vergelijking op hoofdlijnen tussen een 1,5 MW en een 2,75 MW inrichtingsalternatief in dit I-MER op te nemen.

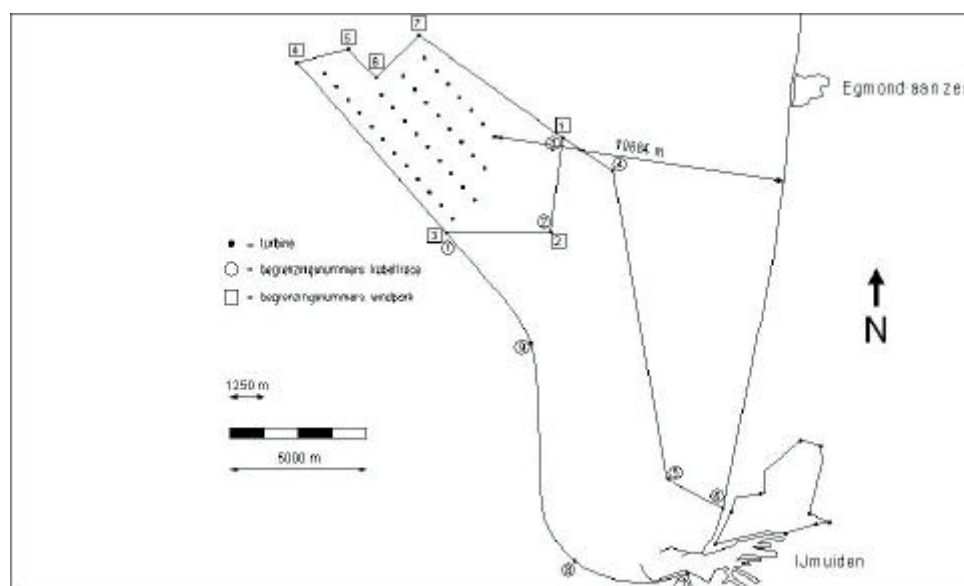
De beschrijving van de verschillen in milieueffecten tussen het 1,5 en 2,75 MW alternatief is uitgevoerd aan de hand van de basisvarianten. De basisvariant 2,75 MW (zie figuur S.3) is op basis van dezelfde uitgangspunten en vergelijkbare verhoudingen doorvertaald naar een 1,5 MW variant (zie figuur S.2).

Uit de effectvergelijking blijkt dat het 2,75 MW alternatief over de gehele lijn gelijkwaardig of milieuvriendelijker is dan het 1,5 MW alternatief. Met name bij de belangrijkste milieuaspecten (vogels, scheepvaart en veiligheid en efficiënt ruimtegebruik (oppervlak in relatie tot energieopbrengst) scoort het 2,75 MW alternatief aanzienlijk beter.

Op basis van deze vergelijking is besloten om ten behoeve van dit I-MER alleen voor het 2,75 MW alternatief inrichtingsvarianten uit te werken.



Figuur S.2 1,5 MW alternatief



Figuur S.3 2,75 MW alternatief

S.6 Effectbeoordeling en vergelijking

S.6.1 Vogels

De effecten van het NSW op vogels zijn onder te verdelen in aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring. De grootste effecten worden verwacht bij het aanvaringsrisico, met name tijdens de seizoenstrek van zeevogels en niet-zeevogels.

Bij het NSW zijn de grootste milieueffecten te verwachten van het *aanvaringsrisico* tijdens de seizoenstrek van zeevogels en niet-zeevogels. De omvang van het aantal vogelslachtoffers is, als gevolg van de afnemende vogeldichtheid, bij inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) minder groot. Het aantal vogelslachtoffers ligt vermoedelijk in de ordegrootte van duizend tot enkele duizenden vogelslachtoffers per jaar. Een ordegrootte van tienduizend of meer kan niet worden uitgesloten.

Wat betreft de *barrièrewerking* kan worden gesteld dat des te verder de inrichtingsvariant uit de kust ligt en des te kleiner het ruimtebeslag, des te kleiner de barrièrewerking is. Vanuit deze optiek worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D als beste beoordeeld.

Ook bij *verstoring* geldt dat, des te verder de inrichtingsvariant uit de kust ligt en des te kleiner het ruimtebeslag, des te kleiner de verstoring is. Ook hier worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D als beste beoordeeld. Verstoring kan, indien geen compenserende voedselbronnen beschikbaar zijn, leiden tot een hogere wintersterfte van vogels door voedselgebrek. Gelet op het relatief geringe ruimtebeslag en de aanwezigheid van soortgelijke foerageergebieden, kan worden gesteld dat de effecten gering zijn. Daarnaast betekent realisatie van het NSW niet automatisch dat het hele gebied verloren gaat als foerageergebied. Een aantal (minder schuwe) soorten, zoals bijvoorbeeld de Aalscholver, zal het gebied blijven gebruiken als foerageergebied.

S.6.2 Landschap

Bij de effectbeschrijving vanuit landschap is gekeken naar de zichtbaarheid. De (subjectieve) beleving van het windpark zal in het kader van het Monitoring- en Evaluatieprogramma (MEP) NSW nader worden onderzocht. Om de inrichtingsvarianten te beoordelen op hun zichtbaarheid zijn voor drie qua afstand onderscheidende inrichtingsvarianten (basisvariant, bolstapeling 7,5D en bolstapeling 10,5D) visualisaties opgesteld. Voor deze inrichtingsvarianten zijn visualisaties opgesteld vanuit Castricum aan Zee, Egmond aan Zee en Bergen aan Zee.

De zichtbaarheid van het windpark is rechtevenredig met de afstand tot de kust: des te groter de afstand tot de kust des te minder het windpark zichtbaar is. Vanuit deze optiek worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D als beste beoordeeld (bij zowel het gebruik als de aanleg en verwijdering van het windpark). Deze beide varianten liggen circa 2 à 3 kilometer verder uit de kust dan de overige varianten.

S.6.3 Kust en zee

Voor dit aspect zijn de mogelijke effecten van de inrichting van het windpark op morfologische en hydrodynamische processen in beeld gebracht. Het gaat vooral om veranderingen in de zeebodem en het zeewater.

Nagenoeg alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van gebruik, aanleg en verwijdering, en onderhoud van het NSW zijn beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover ze optreden, zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de geringe afmetingen van de monopalen en het geringe aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving (variërend van enkele meters tot maximaal 100 meter) van de monopalen en de elektriciteitskabels.

Doordat geen erosiebescherming wordt toegepast zullen rondom de funderingen erosiekuilen ontstaan. Dit heeft (tot het moment waarop een evenwicht ontstaat in de erosiekuil) een lokaal en beperkt effect op het sedimenttransport en de troebelheid. Onder stormcondities kan de erosiekuil dieper of ondieper worden, met als gevolg een verhoogd sedimenttransport en een verhoogde troebelheid. De verhoogde troebelheid valt echter binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee.

S.6.4 Onderwaterleven

Bij dit aspect wordt ingegaan op de effecten van het windpark op macrobenthos, bodemvissen, vissen en zeezoogdieren. De effecten zijn beschreven aan de hand van de criteria: aard en oppervlak van zandig substraat, aard en oppervlak van hard substraat, waterkwaliteit, stromingspatroon water en onderwatergeluid en trillingen. Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat er (nagenoeg) geen negatieve effecten optreden. Wel wordt er een positief effectesignaleerd. Ten aanzien van het criterium 'hard substraat' treedt een positief effect op door het creëren van extra vestigingsmogelijkheden voor levensvormen (voornamelijk macrobenthos) die afhankelijk zijn van hard substraat. Daarnaast krijgt het windpark, doordat het wordt afgesloten voor de scheepvaart, een refugiumfunctie voor zowel macrobenthos, (bodem)vissen als zeezoogdieren. Ten aanzien van het criterium 'onderwatergeluid en trillingen' is onvoldoende informatie beschikbaar om een gefundeerde uitspraak te doen over het wel of niet optreden van effecten.

S.6.5 Scheepvaart en veiligheid

De mogelijke effecten van de voorgenomen activiteit op scheepvaart en veiligheid is een belangrijk aandachtspunt bij de realisatie van het NSW. Dit wordt met name veroorzaakt door de milieugevolgen die een ramp op zee kan hebben. De potentiële effecten met betrekking tot scheepvaart en veiligheid worden in hoofdlijnen bepaald door de volgende factoren:

- de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine;
- de kans dat een aanvaring een zodanig effect heeft dat er schade aan het milieu optreedt;
- de impact hiervan op het milieu.

In het algemeen kan worden gesteld worden dat de kans dat een schip in aanvaring komt met het NSW niet groot is. Bij de locatiekeuze van het park is goed gekeken naar scheepvaartroutes op de Noordzee. De locatie van het NSW is gelegen in een gebied waar relatief weinig scheepvaart aanwezig is. Daarnaast wordt de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine verkleind doordat een veiligheidszone van 500 meter vanaf de buitenste windturbines wordt aangehouden, zijnde een gebied waar geen scheepvaart mag plaatsvinden.

De kans dat een aanvaring zodanige schade veroorzaakt dat dit negatieve milieugevolgen met zich meebrengt wordt bepaald door een groot aantal factoren. In het kader van het L-MER heeft MARIN deze effecten gekwantificeerd. Het blijkt dat de kans dat milieuverontreiniging optreedt als gevolg van een aanvaring erg klein is (eens in de 1.823 jaar komt gemiddeld 346 m³ bunkerolie vrij en eens in de 23.169 jaar komt gemiddeld 1.854 m³ ladingolie vrij).

Ten aanzien van de kansberekening kan nog worden opgemerkt dat steeds is uitgegaan van enkelwandige tankers. Op dit moment is ongeveer 40% van de grotere olietankers op de Noordzee dubbelwandig. Het is de bedoeling dat vanaf 2010, en mogelijk eerder na de recente olierampen, alle grotere olietankers die op de Noordzee varen dubbelwandig moeten zijn uitgevoerd. Dit betekent voor het windpark dat de kans op een olieverontreiniging van ladingolie na een aandrijving behoorlijk zal afnemen.

Hoewel de kans op milieugevolgen dus erg klein is, kan de impact op het milieu groot zijn. Mocht een olietanker in aanvaring komen met het windpark en zodanig beschadigd raken dat er olie vrijkomt dan kunnen de gevolgen van een dergelijke ramp groot zijn. Dit gegeven is meegewogen bij het eerder genomen besluit om al dan geen NSW op te zetten voor de kust bij Egmond aan Zee.

Op basis van de berekeningen van de aanvaar/aandrijfkans per windturbine [Van der Tak, 2003] kunnen vier van de vijf inrichtingsvarianten op het aspect veiligheid voor de scheepvaart en de mogelijke consequenties van aanvaringen/aandrijvingen duidelijk in de volgende volgorde van gunstig naar minder gunstig gezet worden:

1. corridorvariant;
2. bolstapeling 10.5D;
3. rendementsvariant;
4. basisvariant.

De variant bolstapeling 7.5D komt qua veiligheid (persoonlijk letsel) op de laatste plaats maar zou uit milieuoogpunt iets hoger kunnen worden geplaatst en is voor het niet-routegebonden verkeer zelfs de meest gunstige inrichtingsvariant. Op basis van het veiligheidsaspect is deze indelingsvariant toch op de laatste plaats gezet.

In het pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] is aangegeven dat een steunradar moet worden geplaatst of dat de radarverstoring op een andere gelijkwaardige wijze zal worden beperkt. HITT heeft aangegeven dat als de steunradar iets ten noord-noordwesten van het windpark (of op land ten noorden van Egmond) wordt geplaatst de optredende schaduwwerking geheel wordt opgeheven. Met ander woorden; na installatie van de steunradar zijn de inrichtingsvarianten niet meer onderscheidend.

Volgens zowel HITT als Rijkswaterstaat Dienstkring Noordzeekanaal zijn de gevolgen van het windpark op de marifoon en de RDF waarschijnlijk minder dan die op de radardekking en derhalve behoeven er op voorhand geen maatregelen getroffen te worden.

S.6.6 Gebruiksfuncties

Ten aanzien van dit aspect is gekeken naar de effecten van het NSW op visserij, militaire oefengebieden, olie- en gaswinning, zand- en schelpenwinning, baggerstort, kabels en leidingen, recreatie, cultuurhistorie, luchtvaart en overige ontwikkelingen in zee.

Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat waarschijnlijk alleen ten aanzien van visserij en recreatie effecten optreden. Bij zowel de visserij als de recreatie heeft het effect betrekking op het afsluiten van het gebied (incl. een veiligheidszone van 500 meter) voor scheepvaart. Bij de visserij betekent dit verlies aan visgronden en bij de recreatie een beperking van de bewegingsvrijheid. Bij de variant bolstapeling 7,5D neemt het areaal aan visgronden het minste af: 19,21 km² (incl. veiligheidszone). Bij de corridorvariant gaan de meeste visgronden verloren: 35,09 km² (incl. veiligheidszone). De effecten van het NSW voor de recreatie op zee hebben betrekking op de bewegingsvrijheid van recreanten. Bij de variant bolstapeling 7,5D wordt 19,21 km² (incl. veiligheidszone) afgesloten voor de scheepvaart. Bij de corridorvariant betreft dit 35,09 km² (incl. veiligheidszone).

S.6.7 Energieopbrengst en vermeden emissies

De energieopbrengsten en vermeden emissies zijn voor alle alternatieven bekend.

Uit de berekeningen van de netto energieopbrengst van de inrichtingsvarianten blijkt dat deze min of meer in dezelfde orde grootte ligt. De rendementsvariant kent de hoogste netto energieopbrengst (338.517 MWh) en de bolstapeling 7,5D de laagste (330.213 MWh). De verschillen in energieopbrengst zijn met name afhankelijk van de onderlinge afstand van de windturbines (in de rij en tussen de rijen). Als wordt gekeken naar de netto energieopbrengst per eenheid ruimtegebruik dan is de netto energieopbrengst van de bolstapeling 7,5D (32.758 MWh/km²) circa twee keer zo hoog als de rendementsvariant (16.114 MWh/km²).

Tabel S.3 **Overzicht opbrengsten**

Varianten	Netto energieopbrengst (MWh/jaar)	
	hele windpark	per km ²
basisvariant	335.409	22.279
corridorvariant	337.698	13.513
rendementsvariant	338.517	16.114
bolstapeling 7,5D	330.213	32.758
bolstapeling 10,5D	337.388	16.556

Indien wordt gekeken naar de vermeden emissies voor het hele windpark dan kan worden geconcludeerd dat ook de vermeden emissies ongeveer in dezelfde orde grootte liggen. De rendementsvariant scoort dan het gunstigst en de bolstapeling 7,5D het minst gunstigst. Echter als wordt gekeken naar de vermeden emissies per vierkante kilometer dan scoort de variant bolstapeling 7,5D (kleinste ruimtebeslag) het gunstigst en de corridorvariant (grootste ruimtebeslag) het ongunstigst.

Tabel S.4 Vermeden emissies (ton)

Varianten	Vermeden CO ₂ emissies		Vermeden SO ₂ emissies		vermeden NO _x emissies	
	windpark	per km ²	Windpark	per km ²	windpark	per km ²
basisvariant	191.183	12.699	419	27,85	386	25,62
corridorvariant	192.488	7.703	422	16,89	388	15,54
rendementsvariant	192.955	9.185	423	20,14	389	18,53
bolstapeling 7,5D	188.221	18.672	413	40,95	380	37,67
bolstapeling 10,5D	192.311	9.437	422	20,69	388	19,04

S.7 Meest milieuvriendelijk alternatief

Het MMA kan worden gedefinieerd als de inrichtingsvariant waarbij de negatieve milieueffecten het kleinst zijn en de positieve milieueffecten het grootst. Hiervoor is gekeken naar die aspecten waarbij de varianten duidelijk van elkaar verschillen. Dat is het geval bij de aspecten vogels, landschap, scheepvaart en veiligheid, (enkele van) de gebruiksfuncties en energieopbrengst en vermeden emissies.

Wat is nu het meest milieuvriendelijk alternatief?

Als wordt gekeken naar de belangrijkste milieuaspecten (vogels, landschap, scheepvaart en veiligheid, efficiënt ruimtegebruik en energieopbrengst) dan kan worden geconcludeerd dat op alle aspecten, met uitzondering van scheepvaart en veiligheid, de basisvariant en de variant bolstapeling 7,5D relatief het beste scores. Beide varianten komen dan ook in aanmerking voor de kwalificatie Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA).

Wanneer het accent wordt gelegd op het minimaliseren van negatieve milieueffecten in combinatie met het ruimtebeslag van het windpark, scoort de variant bolstapeling 7,5D beter dan de basisvariant. De energieopbrengst en hoeveelheid vermeden emissies zijn echter voor deze variant relatief laag. Wanneer deze positieve milieueffecten nadrukkelijk worden meegewogen scoort de basisvariant beter. Dit blijkt ook het geval wanneer milieuaspecten als vogelslachtoffers en scheepvaart en veiligheid worden uitgedrukt per GWh.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat zowel de basisvariant als de bolstapeling 7,5D gezien kunnen worden als het MMA. Dit in combinatie met aanleg van een kabeltracé dat deels buiten de concessiecorridor ligt.

S.8 Het MMA met mitigerende maatregelen

In tabel S.5 is een overzicht gegeven van mogelijke effectbeperkende maatregelen.

Tabel S.5 Overzicht effectbeperkende maatregelen

	MMA	MMA + effectbeperkende maatregelen
vogels		
verhogen detectie, stilzetten windturbines tijdens extreme situaties (hoge vogeldichtheden)	een à enkele duizenden aanvaringsslachtoffers	minder aanvaringsslachtoffers
kust en zee		
aanbrengen erosiebescherming op de zeebodem rondom de monopalen	met name tijdens stormen verhoogde resuspensie rondom de monopalen	geen erosie rondom monopalen
scheepvaart en veiligheid		
inzetten van een extra sleepboot (waker) in de buurt van het windpark	kans op een aanvaring/aandrijving	lagere kans op een aanvaring/aandrijving

Toepassing van bovengenoemde mitigerende maatregelen leidt tot een vermindering van de in het MER beschreven effecten ten aanzien van vogels, kust en zee en scheepvaart en veiligheid. Voor de mitigerende maatregelen ter verkleining van het aanvaringsrisico voor vogels zal eerst de effectiviteit van de maatregelen nader onderzocht dienen te worden. Dit gebeurt in het kader van het MEP-NSW.

S.9 Mogelijkheden voor compensatie

In het L-MER is het NSW uitgebreid getoetst aan de beschermingsformules van het SGR (Structuurschema Groene Ruimte) en de Habitat- en Vogelrichtlijn. Uit de toetsing kwam naar voren dat het NSW effecten zal hebben op één en mogelijk twee wezenlijke waarden van de Noordzee, te weten landschap en mogelijk vogels. Voor landschap heeft deze invloed vooral betrekking op de openheid van de zee.

Verstoring van de openheid op zee en het effect op vogels (met name aanvaringsslachtoffers) valt niet ter plaatse van het windpark te compenseren. Wel bestaat de mogelijkheid om in de directe omgeving van het windpark, bijvoorbeeld de kuststrook tussen Castricum en Egmond, compenserende maatregelen uit te voeren die een positieve invloed hebben op (kust)vogels en landschap. Daarbij kan worden gedacht aan het herstel van kwelstromen vanuit de duinen naar het achterliggend poldergebied, het opknappen van landgoederen en het verwijderen van hoogspanningsmasten.

Bovengenoemde projecten dragen ongetwijfeld bij aan lokale natuur- en landschapswaarden maar zullen nooit het effect op zeevogels en het zeelandschap kunnen compenseren.

S.10 Leemten in kennis en het Monitorings- en Evaluatieprogramma

Een belangrijke reden om het NSW te realiseren is om kennis te vergaren om in de nabije toekomst verder op zee grootschalig windenergie op te wekken. De kennis die met het NSW wordt opgedaan moet beschikbaar komen voor alle partijen die betrokken zijn bij de realisatie van offshore windparken. Om deze kennis te vergaren en toegankelijk te maken is aan het NSW een uitgebreid Monitoring- en Evaluatieprogramma gekoppeld, het MEP-NSW. De functie van het MEP-NSW is het registreren van economische, technische, ecologische en maatschappelijke effecten. De in het MEP-NSW opgenomen leerdoelen komen onder meer uit de in het L-MER geconstateerde leemten in kennis. Daarnaast zijn, om een vollediger beeld te krijgen van de gewenste inhoud van het MEP-NSW, de leerdoelen bij de direct betrokken partijen (overheid, belangenorganisaties en commerciële ondernemingen) geïnventariseerd.

De in dit MER geconstateerde leemten in kennis komen overeen met de in het L-MER geconstateerde leemten in kennis en zijn als zodanig al opgenomen in het MEP-NSW. Voor een uitgebreide beschrijving van de leemten in kennis en de daaruit voortvloeiende leerdoelen wordt verwezen naar het L-MER respectievelijk het MEP-NSW. Het MEP-NSW zal gelijktijdig met het I-MER ter inzage worden gelegd.

Leemten in kennis samengevat:

Geconstateerd wordt dat juist voor een van de belangrijkste negatieve milieueffecten van een windpark - de effecten op vogels - de leemten in kennis het grootst zijn. Het effect van deze leemten op de besluitvorming is relatief groot. Om deze leemten te kunnen invullen zijn echter ervaringsgegevens nodig, die enkel kunnen worden opgedaan door het monitoren van de effecten op vogels in de praktijk. In het MEP-NSW wordt hier uitgebreid op ingegaan.

Voor de overige aspecten zijn de leemten in kennis beperkt en is het effect daarvan op de besluitvorming relatief klein. Voor belangrijke milieuaspecten als landschap en scheepvaart en veiligheid is het door middel van fotovisualisaties respectievelijk modelberekeningen mogelijk gebleken een goed beeld te schetsen van de mogelijke effecten van een Near Shore Windpark voor de kust van Egmond aan zee.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Een van de doelstellingen van het nationale en internationale milieubeleid is het beperken van de uitstoot van broeikasgassen, waarvan de CO₂-emissie de belangrijkste is. Volgens het verdrag van Kyoto [Kyoto, 1997] heeft Nederland zich verplicht tot een emissiereductie van 6 procent in de periode 2008 tot 2012 ten opzichte van de periode 1990-1995. Dit komt neer op een reductie van 50 Megaton, waarvan volgens het verdrag 50 procent gerealiseerd moet worden door projecten binnen Nederland. In het verlengde van het Kyoto-verdrag heeft het kabinet in opeenvolgende beleidsnota's doelstellingen geformuleerd om duurzame energie in te zetten als instrument om de CO₂-emissie te reduceren. In 2020 moet duurzame energie een bijdrage van 10 procent leveren aan de totale energievoorziening (Derde Energienota, 1995). Conform de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid [VROM, 1999] zal dit aandeel na 2020 verder moeten stijgen. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid wordt nog een tweede reden genoemd om duurzame energie in te zetten. Dit is de wens om de kwetsbaarheid van de Nederlandse energievoorziening te beperken door deze minder afhankelijk te maken van fossiele brandstoffen.

Naast andere bronnen voor duurzame energie is windenergie één van de opties om beide doelen te dienen. Voor 2020 is een doelstelling geformuleerd van in totaal tenminste 7.500 MW geïnstalleerd windturbinevermogen, waarvan tenminste 1.500 MW op land en 6.000 MW op zee.

De kennis over de opwekking van windenergie op zee is nog te beperkt om deze energiebron de in de toekomst beoogde rol in de elektriciteitsvoorziening te kunnen laten spelen. Het betreft de kennis ten aanzien van de aspecten techniek en economie van het toepassen van windenergie op zee, en de effecten die optreden voor natuur en milieu.

Om de benodigde kennis op te doen heeft het kabinet in de periode van 1997 tot heden voorbereidingen getroffen om het realiseren van een demonstratieproject nabij de Nederlandse kust mogelijk te maken. Zo heeft Novem (Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu), in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZ), een Haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar het Demonstratiepark Near Shore Windpark (NSW) [Novem, 1997]. Daarin zijn de belangrijkste voorwaarden, mogelijkheden en knelpunten in relatie tot ruimtelijke ordening en milieu, techniek en economie, het wettelijk en bestuurlijk kader en het maatschappelijk draagvlak in kaart gebracht. De overheid heeft op basis van het resultaat van deze studie besloten het project voor een NSW te ondersteunen en het initiatief te nemen voor een locatiekeuze.

Hiertoe hebben de Ministeries van EZ en VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) besloten om een locatie voor het demonstratieproject NSW aan te wijzen en vast te leggen in een partiële herziening van het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening-II (SEV-II). In het SEV-II zijn locaties voor grootschalige elektriciteitsopwekking opgenomen. Een windpark op de Noordzee was destijds niet voorzien. De wijziging van de pkb (planologische kernbeslissing) is een m.e.r.-plichtige activiteit. In dit kader is het Milieu-effectrapport Locatiekeuze Demonstratieproject Near Shore Windpark [EZ/VROM, 2000] opgesteld en in februari 2000 gepubliceerd. Het L-MER (locatie-milieu-effectrapport) is opgesteld ten behoeve van de besluitvorming over de locatie van het windpark, waarbij de mogelijke milieueffecten van een windpark op verschillende locaties uitvoerig zijn beschreven en met elkaar vergeleken. Mede op basis van de resultaten van het L-MER heeft de overheid besloten tot het aanwijzen van een locatie (het concessiegebied) voor de kust van Egmond aan Zee, waar het demonstratiepark NSW kan worden gerealiseerd.

In een selectieprocedure waarin marktpartijen met projectvoorstellen konden komen is door de Commissie Near Shore Windpark in maart 2002 het voorstel van NoordzeeWind als beste geselecteerd. In juli 2002 heeft het consortium NoordzeeWind, een samenwerkingsverband van Shell en Nuon, met de Ministeries van Economische Zaken en Financiën een gebruiksovereenkomst gesloten voor de bouw en exploitatie van het NSW voor de kust van Egmond aan Zee. In de pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] staat dat het uitdrukkelijk gewenst is dat ten behoeve van de vergunningverlening voor het windpark een inrichtings-milieu-effectrapport (I-MER) wordt opgesteld.

1.2 M.e.r.-plicht, voorgenomen activiteit en te nemen besluit

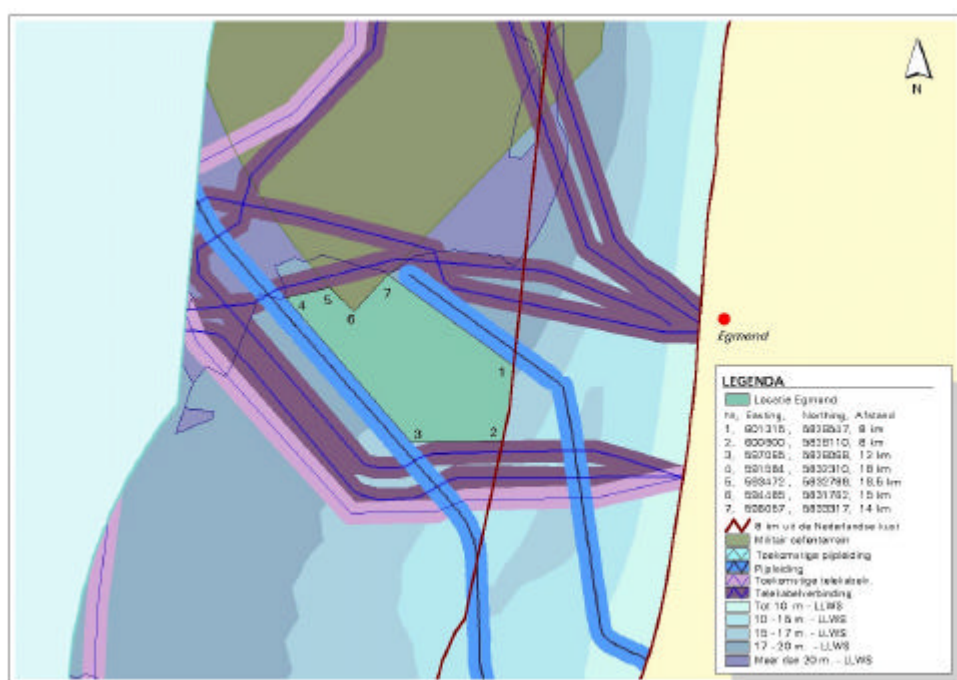
Om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven bij de vergunningverlening, dient een milieueffectrapport te worden opgesteld. Dit I-MER dient ter onderbouwing van de vergunningaanvraag Wet milieubeheer (Wm) en de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

Voor het voorliggende I-MER is de voorgenomen activiteit:

Het realiseren van het demonstratieproject NSW, op de locatie "Egmond", zoals beschreven in artikel 8.6.2 van de pkb-NSW [EZ/VROM, 2000-2001]. Deze locatie - het gebied waar de overheid concessie voor heeft verleend - betreft het gebied tussen 8 kilometer uit de kust (gemeten vanuit de llws-lijn) en de 20 meter dieptelijn (llws) ter hoogte van de kuststrook tussen Castricum en Egmond aan Zee (zie figuur 1.1). De oppervlakte van het gebied waarbinnen het windpark kan worden gerealiseerd beslaat ongeveer 40 km². De grenzen van het gebied worden bepaald door aanwezige kabels en pijpleidingen.

Het windpark zal bestaan uit 36 "permanente" turbines met elk een opwekvermogen van 2,75 MW. Daarnaast zullen er enkele "tijdelijke" turbines met een gezamenlijk vermogen tussen de 3 en 10 MW worden geplaatst ten behoeve van het uitvoeren van testen².

De op te wekken elektriciteit zal via aan te leggen ondergrondse kabels in de zeebodem naar land worden getransporteerd. De kabels landen aan nabij het terrein van staalproducent Corus. De energie wordt vervolgens getransporteerd naar het onderstation Velsen. Het windpark heeft een gebruiksduur van 20 jaar. Na realisatie van het windpark worden de milieueffecten gemonitord. Na afloop van de gebruiksperiode zal het park worden verwijderd.



Figuur 1.1 Concessiegebied

² De tijdelijk windturbines maken geen onderdeel uit van de overeenkomst tussen de overheid en consortium NoordzeeWind. Op dit moment is het nog onduidelijk wie verantwoordelijk zal zijn voor de plaatsing van deze windturbines en op welke plaats deze komen te staan.

Het besluit waarvoor het I-MER wordt opgesteld

Vergunningverlening ingevolge de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) en de Wet milieubeheer (Wm).

1.3 Initiatiefnemer, bevoegd gezag en Commissie m.e.r.

De initiatiefnemer van de voorgenomen activiteit is:

Initiatiefnemer

NoordzeeWind b.v. (Samenwerkingsverband van Shell WindEnergy B.V. en N.V. NUON Duurzame Energie)
p/a Postbus 813
3900 AV VEENENDAAL
Tel: 0318 - 55 69 00
e-mail: noordzeewind@hetnet.nl

Voor de realisatie van het windturbinepark zijn vergunningen nodig in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) en de Wet milieubeheer (Wm). Het I-MER is een onderdeel van de vergunningaanvraag. Het bevoegd gezag voor de vergunningverlening is:

Bevoegd gezag Wbr- en Wm-vergunning

Bevoegd gezag voor de Wbr-vergunning is de Minister van Verkeer en Waterstaat. Bevoegd gezag voor de Wm-vergunning is de Minister van Verkeer en Waterstaat, in overeenstemming met de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt vertegenwoordigd door Rijkswaterstaat, directie Noordzee.
P/A Postbus 5807
2280 HV Rijswijk
Tel: 070 - 33 66 600

1.4 M.e.r.-procedure

De startnotitie [NoordzeeWind, 2002], die op 31 juli 2002 door NoordzeeWind is ingediend bij het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, vormt de formele start van de m.e.r.-procedure (zie figuur 1.2). Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft het initiatief bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant van 30 augustus 2002. In deze aankondiging is het publiek gewezen op de mogelijkheid om binnen vier weken schriftelijk te reageren.

Daarnaast is door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat de startnotitie naar de C-m.e.r. en de ander wettelijke adviseurs voor advies gestuurd. Op 4 november 2002 heeft de C-m.e.r. advies uitgebracht ten aanzien van de richtlijnen voor de onderhavige milieueffectrapportage. Op 5 december 2002 heeft het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, mede op basis van de ontvangen reacties, de richtlijnen vastgesteld. Vervolgens is het onderhavige milieueffectrapport opgesteld. Dit rapport wordt gevoegd bij de vergunningaanvragen en vormt een belangrijk document voor de beoordeling van de vergunningaanvragen. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat zal dit milieueffectrapport beoordelen op aanvaardbaarheid.

Hierbij dient antwoord te worden gegeven op de volgende vragen:

- voldoet het rapport aan de wettelijke eisen;
- voldoet het rapport aan de vastgestelde richtlijnen;
- bevat het rapport geen onjuistheden.

In bijlage 1 zijn de hoofdpunten uit de Richtlijnen samengevat en is aangegeven op welke wijze hier in het MER mee is omgegaan.

Na beoordeling en aanvaarding van het milieueffectrapport door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, kan de inspraakprocedure worden ingegaan. De mogelijkheid tot inspraak wordt bekend gemaakt volgens de daartoe in de wet opgenomen voorschriften. In dat kader wordt een openbare hoorzitting georganiseerd waar insprekers hun opmerkingen mondeling kunnen toelichten. Tevens wordt door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een exemplaar van het rapport naar de C-m.e.r. en de overige wettelijke adviseurs gestuurd.

Het milieueffectrapport wordt door de C-m.e.r. getoetst op de wettelijke eisen, juistheid en volledigheid. Bij de beoordeling worden de binnengekomen inspraakreacties betrokken. Als uitgangspunt voor de toetsing geldt dat het milieueffectrapport voldoende gegevens moet bevatten om tot besluitvorming met betrekking tot de vergunningverlening (Wm en Wbr) over te kunnen gaan. Het eindoordeel van de C-m.e.r. wordt, nadat dit is besproken met het bevoegd gezag, neergelegd in een toetsingsadvies.

1.5 Leeswijzer

Dit I-MER heeft als belangrijkste doel om inrichtingsvarianten (zie hoofdstuk 4) voor het NSW te vergelijken op hun milieueffecten. Het gaat daarbij onder andere om verschillen in effecten die kunnen optreden in relatie tot de wijze waarop de windturbines ten opzichte van elkaar en binnen het concessiegebied worden gepositioneerd. Om deze vergelijking te kunnen maken is inzicht in de huidige situatie en in de potentiële milieueffecten noodzakelijk. Een groot deel van deze beschrijvingen is reeds opgenomen in het L-MER. Om ervoor te zorgen dat het I-MER beknopt en goed leesbaar blijft, is de relevante informatie uit het L-MER samengevat en overgenomen in het I-MER.

Bij I-MER bestaat (evenals het L-MER) uit twee delen: deel A (kader en hoofdlijnen) en deel B (effectbeschrijving).

Deel A: kader en hoofdlijnen

In hoofdstuk 1 wordt de aanleiding en de m.e.r.-procedure beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de probleem- en doelstelling en de relatie met het monitoring- en evaluatieprogramma (MEP). In hoofdstuk 3 wordt beknopt ingegaan op het beleidskader (beleid, genomen besluiten en nog te nemen besluiten). In hoofdstuk 4 wordt uitgebreid ingegaan op de voorgenomen activiteit en de te onderzoeken varianten. In paragraaf 4.2 wordt de voorgenomen activiteit (aanleg van het windpark) beschreven. Hierbij wordt onder andere ingegaan op de aanleg, exploitatie en beheer en de verwijdering van het windpark. In paragraaf 4.3 wordt ingegaan op de varianten die in het kader van dit MER worden onderzocht.

Het meest milieu vriendelijke alternatief en het nulalternatief worden beschreven in paragraaf 4.4 en 4.5. Ten slotte wordt in paragraaf 4.6 beschreven hoe de hoofdstukken in deel B (effectbeschrijving) zijn opgezet.

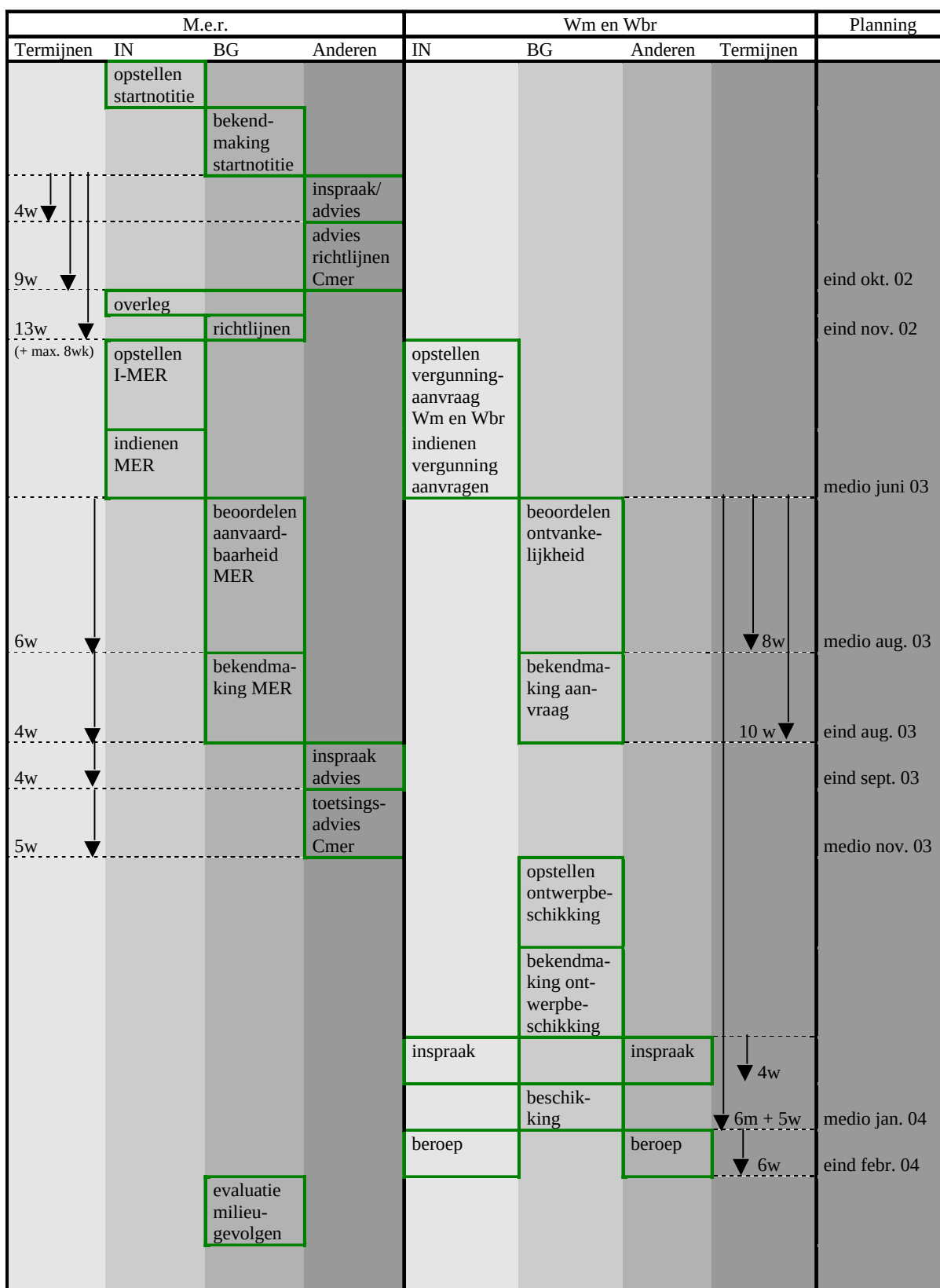
In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de verschillen in milieueffecten tussen de toepassing van 1,5 MW windturbines (conform het L-MER) en 2,75 MW windturbines (conform het I-MER)³.

In hoofdstuk 6 worden de milieueffecten van de inrichtingsvarianten met elkaar vergeleken. Deze effectvergelijking is gebaseerd op de effectbeschrijving in deel B. Dit hoofdstuk geeft aan welke inrichtingsvariant vanuit milieuoogpunt de voorkeur verdient. Ook wordt aangegeven of er mitigerende maatregelen mogelijk zijn, waardoor negatieve milieueffecten kunnen worden verminderd. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op het evaluatieprogramma (MEP-NSW) en de leemten in kennis.

Deel B: effectbeschrijving

In dit deel van het MER worden de milieuaspecten per hoofdstuk beschreven. Elk hoofdstuk in dit deel heeft een min of meer vaste opzet: algemeen, huidige situatie en autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, effectbeschrijving, samenvatting en effecten, en mitigerende maatregelen. Bij "algemeen" worden inleidende opmerkingen geplaatst, bijvoorbeeld over de beschikbare informatie. Bij de "huidige situatie en autonome ontwikkeling" wordt een samenvatting gegeven van het L-MER. Bij "toetsingscriteria" worden de criteria beschreven aan de hand waarvan de effecten worden beoordeeld. Bij de "effectbeschrijving" worden de milieueffecten aan de hand van de toetsingscriteria beschreven.

³ Indien middels een globale vergelijking kan worden aangetoond dat een 2,75 MW alternatief vanuit milieuoogpunt niet ongunstiger is dan een 1,5 MW alternatief, dan kan - conform de richtlijnen voor deze I-MER - een windpark bestaande uit 2,75 MW windturbines als uitgangspunt worden beschouwd.



Figuur 1.2

Indicatie planning (d.d. 03 juni 2003)

2 Probleem- en doelstelling

2.1 Probleemstelling

De realisatie van het NSW zal gevolgen hebben voor het milieu. In positieve zin zullen deze gevolgen vooral merkbaar zijn door het aanbieden van schone energie, waardoor de milieubelasting ten gevolge van traditionele vormen van energiewinning kan afnemen. In negatieve zin zullen er milieueffecten optreden, zowel tijdens de aanleg, het gebruik als de verwijdering van het NSW.

2.2 Doel van dit I-MER

Dit I-MER is erop gericht inzicht te geven in de milieueffecten die kunnen optreden bij de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het NSW. In eerder uitgevoerde studies, met name het L-MER NSW, is reeds onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van een NSW. Dit onderzoek was gericht op milieueffecten die onderscheidend zouden kunnen zijn voor de locatiekeuze van het park.

In dit I-MER zal worden gefocust op milieueffecten die onderscheidend zijn voor de verschillende vormen van inrichting van het NSW op de specifieke locatie bij Egmond aan Zee. Daarbij zal worden aangegeven hoe de belasting van het milieu zoveel mogelijk kan worden beperkt. Ook zal op basis van de huidige beschikbare kennis maximaal inzicht worden gegeven in de mogelijkheid en effectiviteit van mitigerende en compenserende maatregelen ter beperking van negatieve milieueffecten van het NSW.

2.3 Leemten in kennis: monitoring- en evaluatieprogramma

In de richtlijnen voor het L-MER NSW is erop gewezen dat in het I-MER zal moeten worden ingegaan op leemten in kennis. Kennis die ten tijde van het L-MER niet beschikbaar was. Dit advies is ook overgenomen in de pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001].

Om hieraan tegemoet te komen hebben de Ministeries van EZ, VROM, V&W en LNV een monitoring- en evaluatieprogramma (MEP) opgesteld. Het doel van dit zogenaamde MEP is het registreren van economische, technische, ecologische en maatschappelijke effecten van het NSW. Deze gegevens kunnen door het bevoegd gezag ook worden gebruikt voor het toetsen en evalueren van de vergunningsvoorschriften die zij oplegt aan het consortium NoordzeeWind.

Een van de doelen van het demonstratieproject NSW die in relatie tot het I-MER van belang zijn, is het registreren van effecten met betrekking tot natuur, milieu en gebruiksfuncties, waaronder:

- Vogels: vliegpatronen, het voorkomen van bepaalde soorten, intensiteit, seizoen, dag/nacht in verband met aanvaringsrisico's;
- Vogels: verstoring van leef- en foerageergebied;
- Vogels: barrièrewerking;
- Waardering van het landschap en gewinning aan het windpark;
- Invloed van onderwatergeluid, trillingen en elektromagnetische velden op vissen en zeezoogdieren;
- Variatie en dichtheden van het onderwaterleven en het functioneren als refugium (schuilplaats);
- Gevolgen voor gebruikers van de Noordzee (o.a. beroepsvisserij);
- Risico's voor de scheepvaart en de vervolgschade;
- Gevolgen voor de winning van delft- en grondstoffen;
- Morfologische veranderingen.

Welke aspecten allemaal worden meegenomen en de wijze waarop, staat uitgebreid beschreven in het Monitoring- en Evaluatie Programma Near Shore Windpark (MEP-NSW) [EZ et al, 2001]. Het MEP-NSW zal ter informatie gelijktijdig met het I-MER ter inzage worden gelegd.

De effecten op bovengenoemde natuur, milieu- en gebruiksaspecten worden in het MEP gemonitord en geëvalueerd. Dit proces zal aanvangen vanaf de exploitatie van het NSW. In relatie tot onderhavig I-MER wordt opgemerkt dat op het moment van de totstandkoming van dit I-MER er met betrekking tot bovengenoemde aspecten geen nieuwe gegevens en inzichten waren, dan die er ten tijde van het L-MER ook waren. Dit betekent dat ook dit I-MER geen nieuwe inzichten kan verschaffen in veel van de leemten in kennis van het L-MER. Op basis van de uitkomsten van het MEP zullen deze wél grotendeels kunnen worden ingevuld.

3 Beleidskader

3.1 Beleid

De voorgenomen activiteit moet passen binnen het vigerende nationale en internationale beleidskader. In het L-MER [EZ/VROM, 2000] is uitgebreid ingegaan op het internationale en nationale beleid dat relevant is voor het NSW. Onderstaande tabel geeft een overzicht van het beleid dat in het L-MER [EZ/VROM, 2000] is beschreven. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van het L-MER [EZ/VROM, 2000].

Tabel 3.1 Overzicht van het beschreven beleid in het L-MER

Beleidsvelden	Nota's, verdragen, etc.
Internationaal beleid	
Milieubeleid	Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (1997) M.e.r.-richtlijn (1997) United Nations Framework Convention on Climate Change (1992)
Natuurbeleid	Verklaring van Stade (1997) Agreement on the conservation of African Eurasian migratory waterbirds (AEWA) (1995) Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro (1992) OSPAR-verdrag (1992) Habitatrichtlijn (HR) (92/43/EEG) (1992) Conventie van Bern (Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats) (1979) Conventie van Bonn (Convention on the conservation of migratory species of wild animals) (1979) Vogelrichtlijn (VR) (79/409/EEG) (1979) Conventie van Ramsar (Convention on wetlands) (1971)
Rechten op zee	United Nations Convention on the law of the Sea (UNCLOS) (1982)
Nationaal beleid	
Milieubeleid	Uitvoeringsnota klimaatbeleid (1999) Nationaal Milieubeleidsplan 3 (NMP3) (1998) Nota Milieu en Economie (1997)
Energiebeleid	Energiebesparingsnota (1998) Nota Duurzame energie in opmars, actieprogramma 1997-2000 (1997) Derde Energienota (1996) Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (1994) Bestuursovereenkomst Plaatsingsproblematiek Windenergie (BPW) (1991)
Natuurbeleid	Structuurschema Groene Ruimte (1995)

Beleidsvelden	Nota's, verdragen, etc.
Ruimtelijk beleid	Natuurbeleidsplan (1990)
	Natuurbeschermingswet (1998)
	Startnota ruimtelijke ordening 1999 (1999)
	Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening Extra (1993)
Waterbeleid	Vierde Nota Waterhuishouding (1997)
Overig beleid	Beheersvisie 2010 (1999)
	Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen (1996)
	Voortgangsnota Scheepvaartverkeer Noordzee (1996)
	Planologische Kernbeslissing Waddenzee (1994)
	Integraal Beleidsplan Voordelta (1993)
	Beleidsplan Westerschelde (1991)
	Structuurschema Militaire Terreinen (1985)
	Structuurschema Buisleidingen (1984)

Het L-MER [EZ/VROM, 2000] is begin 2000 uitgebracht. In de periode 2000 tot heden zijn enkele nieuwe beleidsstukken uitgebracht. In de onderstaande tabel worden deze beleidsstukken beknopt weergegeven.

Tabel 3.2 Beleid 2000 - heden

Beleidsstuk	Jaar	Relevantie ten aanzien van het NSW
Milieu-beleid		
Vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP IV)	2001	Gericht op beperking van emissies
Natuur-beleid		
Structuurschema Groene Ruimte 2, pkb deel-1 (SGR2)	2002	In de SGR2 wordt ingegaan op de hoge natuurwaarden van de Noordzee. Het kabinet kiest voor een beleid waarbij nut en noodzaak moet worden aangetoond van nieuwe activiteiten op de Noordzee met significante ruimtelijke effecten, tenzij activiteiten expliciet in de Vijfde nota over de Ruimtelijke Ordening worden toegestaan of door vigerend rijksbeleid worden gestimuleerd.
Flora- en Faunawet	2002	Beschermde nagenoeg alle inheemse (van nature in Nederland voorkomende) als uitheemse planten- en diersoorten. Deze wet vervangt de huidige Vogelwet, Jachtwet en een gedeelte van de Natuurbeschermingswet.
Nota Mensen voor natuur, natuur voor mensen (Nota natuur, bos en landschap in de 21 ^e eeuw)	2000	In de Nota zijn de ecosysteemdelen voor de Noordzee geformuleerd, het gaat hierbij om samenhang en dynamiek, biodiversiteit en belevingswaarde.
Ruimtelijk beleid		
Project Planologische Kernbeslissing Locatiekeuze Demonstratieproject Near Shore Windpark (tevens partiele herziening Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening)	2001	Het kabinet heeft op 3 december 2001 door middel van de projectplanologische kernbeslissing NSW (tevens partiële wijziging van het Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening) besloten om het NSW te realiseren.
Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening	2001	Is nog niet vastgesteld.

3.2 Besluiten

3.2.1 Genomen besluiten

De Projectplanologische kernbeslissing locatiekeuze Near Shore Windpark

Het kabinet heeft op 3 december 2001 door middel van de Projectplanologische kernbeslissing NSW (tevens partiële wijziging van het Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening) ruimtelijke voorwaarden gecreëerd om realisatie van het NSW mogelijk te maken.

Er is na de uitspraak van het kabinet hoger beroep aangetekend bij de Raad van State. De Raad van State heeft op 9 april 2003 de ingediende beroepen verworpen.

In het pkb NSW (deel 4) [EZ/VROM, 2000-2001] staan de volgende twee concrete beleidsbeslissingen:

'Met het oog op de realisatie van een demonstratieproject Near Shore Windpark (NSW) wijst het kabinet de volgende locatie aan waarbinnen het NSW gebouwd kan gaan worden: een gebied tussen 8 kilometer (gemeten vanuit de Ilws-lijn) en de 20 meter diepteliijn (Ilws) ter hoogte van de kuststrook tussen Castricum en Egmond aan Zee, met een oppervlakte van 40 km². De grenzen van het gebied worden bepaald door aanwezige kabels en pijpleidingen.'

Voor de kabel voor het transport van elektriciteit van het park naar een punt voor de inpassing in het landelijke elektriciteitsnet is een tracé gereserveerd dat vanaf het windpark naar een aanlandingspunt op de kust loopt nabij het Corus-terrein (voorheen Hoogovens) en van daar naar het onderstation Velsen.

Bij dit besluit heeft het kabinet het project beoordeeld in het licht van de bescherming die waarden van natuur en landschap in (delen van) de Noordzee genieten krachtens het Structuurschema Groene Ruimte (SGR), de Vogel- en Habitatrichtlijn, het Natuurbeleidsplan, de Natuurbeschermingswet, en het koersenbeleid van de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening (Extra). Ook is gelet op mogelijke nadelige gevolgen voor natuurwaarden in de kuststrook die bescherming genieten op grond van het genoemd beleid.

Het kabinet heeft geconcludeerd dat het maatschappelijk belang van het NSW, in relatie tot de verwachte aard en omvang van de gevolgen, de inbreuk op genoemde waarden (zoals beschreven in de Nota van Toelichting bij deel 1 van de pkb) rechtvaardigt.

3.2.2 Te nemen besluiten

Om tot realisatie van het NSW te komen, zijn vergunningen nodig in het kader van de Wet milieubeheer (Wm) en de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

Wet milieubeheer

Voor het oprichten en de exploitatie van het NSW is een milieuvergunning nodig in het kader van de Wet milieubeheer (Wm).

De Wm-vergunning wordt verleend door de Minister van Verkeer en Waterstaat (V&W) in overeenstemming met de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM).

Wet beheer rijkswaterstaatswerken

Voor de aanleg, het instandhouden, onderhouden en verwijderen van het Near Shore Windpark is een vergunning vereist op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr). Ook voor de aanleg en het instandhouden van de kabels is een Wbr-vergunning vereist. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) is coördinerend Ministerie voor Noordzee-aangelegenheden en de Minister is bevoegd gezag voor de Wbr-vergunningverlening.

4 Voorgenomen activiteit en varianten

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de inrichtingsvarianten die in het kader van het I-MER worden onderzocht. Allereerst wordt de voorgenomen activiteit nader beschreven (paragraaf 4.2), hierbij worden de belangrijkste onderdelen nader toegelicht. Vervolgens worden in paragraaf 4.3 de varianten beschreven. In de paragrafen 4.4 en 4.5 worden respectievelijk het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) en het nulalternatief beschreven. Ten slotte wordt in paragraaf 4.6 beschreven hoe de effecthoofdstukken (hoofdstuk 8 t/m 14) zijn opgebouwd.

4.2 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit betreft het realiseren van het demonstratieproject Near Shore Windpark (NSW), op de locatie "Egmond", zoals beschreven in artikel 8.6.2 van de pkb-NSW [EZ/VROM, 2000-2001]. Deze locatie betreft het gebied tussen 8 kilometer uit de kust (gemeten vanuit de llws-lijn) en de 20 meter dieptelijn (llws) ter hoogte van de kuststrook tussen Castricum en Egmond aan Zee (zie figuur 1.1). De oppervlakte van het gebied beslaat ongeveer 40 km². De grenzen van het gebied worden bepaald door aanwezige kabels en pijpleidingen.

Het NSW zal een omvang krijgen van maximaal 100 MW constant geïnstalleerd turbinevermogen en 3 tot 10 MW tijdelijk geïnstalleerd turbinevermogen⁴. Het constant geïnstalleerd turbinevermogen zal worden gebouwd met turbines met een vermogen van 2,75 MW, dit komt neer op 36 windturbines. Het tijdelijk geïnstalleerd turbinevermogen zal worden gebruikt om nieuwe windturbines te testen. Voor het tijdelijk geïnstalleerd vermogen wordt uitgegaan van 1 à 2 turbines van 3-5 MW (dus minimaal 3 MW en maximaal 10 MW). Het benodigde ruimtebeslag voor het plaatsen van de windturbines is afhankelijk van de configuratie (zie paragraaf 4.3: varianten), maar zal maximaal 40 km² bedragen (totale oppervlak concessie ruimte). De technische levensduur van de windturbines bedraagt ten minste 20 jaar, de ondersteuningsconstructies en elektrische kabels aanmerkelijk langer.

In het projectvoorstel van NoordzeeWind zijn kenmerken van de voorgenomen activiteit genoemd zoals weergegeven in tabel 4.1.

⁴ De tijdelijk windturbines maken geen onderdeel uit van de overeenkomst tussen de overheid en consortium NoordzeeWind. Op dit moment is het nog onduidelijk wie verantwoordelijk zal zijn voor de plaatsing.

Tabel 4.1 Kenmerken van de voorgenomen activiteit

Kenmerk	Omschrijving
windpark	
locatie	Egmond (zoals vastgelegd in deel 4 pkb NSW)
geïnstalleerd turbine vermogen	99 MW (excl. 3 tot 10 MW tijdelijk geïnstalleerd turbinevermogen)
aantal windturbines	36
gebruikstermijn	20 jaar
waterdiepte	circa 17 m (llws)
afstand tot de kust	minimaal 8,7 kilometer (afh. van variant)
fasering van de bouw	nee, aanleg in 1 keer
onderlinge afstand windturbines	in de rij: 6,4 - 10,5 rotordiameter (afh. van variant) tussen de rijen: 6,5 - 15,6 rotordiameter (afh. van variant)
oppervlakte (incl. veiligheidszone)	tussen de 19,21 en 35,09 km ² (afh. van variant)
windturbines	
type turbine	NM 92/2750
vermogen turbines	2,75 MW
rotordiameter turbines	92 m
as-hoogte	70 m
kleur	conform IALA richtlijnen [IALA, 2000]
verlichting	conform IALA richtlijnen [IALA, 2000]
fundering	
type fundering	monopaal (zonder erosiebescherming)
diameter fundering	4,3 m
diepte in zeebodem	circa 30 m
verbinding met turbinemast	transitiestuk
kabeltracé	
traject over zee	drie parallelle kabels van windpark naar aanlanding
traject over land	van aanlanding langs het Corus-terrein naar onderstation Velsen

Aandachtspunten met betrekking tot de voorgenomen activiteit

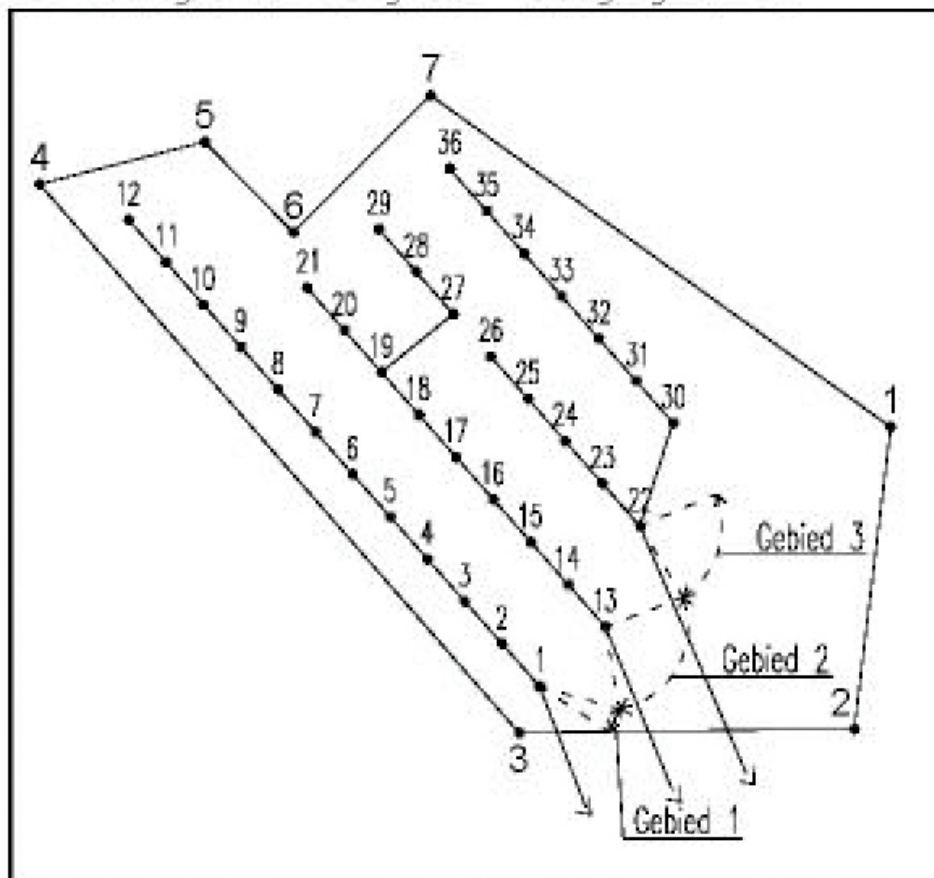
Hoewel bovengenoemde uitvoeringsvorm van het windpark onderdeel uitmaakt van het projectvoorstel waarop de overeenkomst tussen het consortium NoordzeeWind en de overheid is gebaseerd, is het van belang om in dit I-MER na te gaan wat mogelijke varianten zouden kunnen zijn en welke milieueffecten deze met zich meebrengen.

Een van de zaken die in dit I-MER nader wordt bekeken zijn de milieugevolgen wanneer het windpark niet met turbines van 2,75 MW zouden worden gerealiseerd, maar met turbines van 1,5 MW. In de richtlijnen voor dit I-MER is opgenomen dat het van belang is dat deze vergelijking in het kader van dit I-MER wordt uitgevoerd. In het volgende hoofdstuk wordt hier verder op ingegaan.

Een ander aandachtspunt zijn de 1 of 2 testturbines van 3 - 5 MW die tijdelijk worden geïnstalleerd. Bij de dimensionering van de huidige bekabeling is rekening gehouden met extra capaciteit voor de testturbines. Er is echter wel een beperking in de positionering van de testturbines.

Niet op ieder punt in de kabel is voldoende reserve capaciteit aanwezig om extra vermogen in te koppelen. Bij elk van de kabels naar land kan het vermogen van één testturbine worden toegevoegd (zie figuur 4.1).

NoordzeeWind en de initiatiefnemer voor de testturbines zullen in onderling overleg afspraken maken over de inpassing van de testturbines op het kabelnet, de exacte plaats van de testturbines en de te stellen randvoorwaarden in verband met de veiligheid. Op dit moment is nog niet bekend wanneer de testturbines worden geplaatst, wat het turbinetype is en hoeveel turbines worden geplaatst. In de onderstaande figuur zijn de drie mogelijke inpassingspunten voor de testturbines weergegeven.



Figuur 4.1 Mogelijke locaties voor de inpassing van testturbines

Het park, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het park zal gesloten worden voor alle scheepvaart, visserij en recreatievaart inbegrepen. Vaartuigen bestemd voor onderhoud van het park en voor het uitvoeren van het MEP-onderzoek, en schepen van de overheid (alleen die schepen die vanwege taakuitoefening in het park moeten zijn) uitgezonderd. Ingeval van een noodsituatie zullen ook reddingsboten het gebied betreden.

Het windpark bestaat uit de volgende onderdelen:

- windturbines (zie paragraaf 4.2.1);
- parkbekabeling (zie paragraaf 4.2.2);
- bekabeling van het park naar de kust (zie paragraaf 4.2.3).

Om de windenergie op het elektriciteitsnet te brengen wordt vanaf het aanlandingspunt een bekabeling aangelegd die aansluit op het onderstation van Velsen. Achter de duinen zal een transformatorstation worden geplaatst, waar de parkspanning (34 kV) wordt getransformeerd naar 150 kV. Het transport van de energie vanaf het transformatorstation naar het onderstation in Velsen wordt in dit MER beschreven en beschouwd als onderdeel van de realisatie van het windpark op zee waartoe in het pkb NSW (deel 4) is besloten. De effecten hiervan zijn voor de verschillende inrichtingsvarianten niet onderscheidend. Dit deel van het kabeltracé wordt in het I-MER dan ook niet verder beschouwd op haar milieueffecten.

4.2.1 Windturbines

Type turbine

In het tendervoorstel van NoordzeeWind is vastgelegd dat het windpark zal worden gerealiseerd met het type windturbine NM92/2750 (elektrische vermogen: 2,75 MW). De keuze voor dit type windturbine is gebaseerd op een marktanalyse door NoordzeeWind. Het mechanisch concept van de NM92/2750 is afgeleid van de NM64C/1500 en NM72C/1500. Deze bestaan de windturbines hebben bewezen kosteneffectief te zijn en een hoge betrouwbaarheid te hebben. De NM92/2750 is door aanpassingen specifiek geschikt gemaakt voor de toepassing offshore. Deze windturbine werkt volgens het variabel toeren concept, wat inhoudt dat de rotor sneller draait bij een toenemende windsnelheid. De windturbines bestaan uit de volgende onderdelen: monopaal, transitiestuk met platform, turbinemast, gondel en rotor met bladen.

De exacte ashoogte van de windturbines is op dit moment nog niet bekend, maar zal in ieder geval liggen tussen de 64 en 70 meter⁵. De minimale ashoogte is onder andere afhankelijk van de hoogte van het werkbordes. De hoogte van het werkbordes is bepaald door de statistische kans op het voorkomen van een 11,4 meter hoge golf eens in de 100 jaar [Shell, 2001], zekerheidshalve is 15 meter aangehouden (deze hoogte is eveneens gehanteerd in het MER offshore windpark Q7-WP). Daarnaast dient een minimale veilige afstand van circa 3 meter te worden aangehouden tussen het werkbordes en de onderzijde van het rotorblad. De minimale ashoogte komt hiermee op 64 meter (hoogte werkbordes: 15 m + veiligheidsafstand: 3 m + halve rotordiameter: 46 m).

De maximale ashoogte wordt bepaald door het omslagpunt waar de meeropbrengsten (a.g.v. hogere windsnelheid op grotere hoogte) niet meer opwegen tegen de extra bouwkosten voor een zwaardere fundatie, dit ligt ongeveer bij een ashoogte van 70 meter.

Fundering

Aan de fundering van de windturbines worden zware eisen gesteld, aangezien de funderingen en de turbines bestand moeten zijn tegen zout water, golven en stromingen in het water, veranderingen in de zeebodem en rukwinden. In het kader van de Haalbaarheidstudie [Novem, 1997] is uitgebreid onderzoek verricht naar verschillende type funderingen. De enkele buispaal (monopaal) is hierbij als beste optie naar voren gekomen. De monopaal van de NM 92/2750 bestaat uit een stalen buis met een diameter van 4,3 meter en een lengte van 57 tot 60 meter.

⁵ In de effectbeschrijving is uitgegaan van een ashoogte van 70 m, dit kan worden gezien als een worst case benadering, behalve voor de energieopbrengst.

Afhankelijk van de waterdiepte wordt de monopaal 30 à 35 meter de zeebodem ingeheid. De bovenkant van de monopaal komt circa 3 meter boven het gemiddelde zeeniveau uit.

Op de monopaal worden geen aangroeiwerende middelen (anti-fouling) en middelen tegen corrosie aangebracht. Bij de berekening van de wanddikte van de monopaal is rekening gehouden met corrosie. Er wordt kathodische bescherming toegepast. Voor anodes komen in aanmerking Zink (780 [Ah/kg]) en Aluminium (2.700 [Ah/kg]). Aluminium heeft een hogere energieopbrengst per kilogram en derhalve een lagere emissie naar de omgeving.

Rondom de monopaal wordt, met uitzondering van een monopaal⁶, geen erosiebescherming aangebracht.

Op de monopaal wordt een transitiestuk met platform aangebracht, hiermee kan een eventuele scheefstand van de monopaal worden gecorrigeerd. Het platform ligt op een hoogte waar een veilig gebruik bij alle zeecondities mogelijk is (circa 15 meter boven gemiddeld zeeniveau). De bovenzijde van het transitiestuk bestaat uit een flens waarop de turbinemast wordt geplaatst. De turbine bestaat uit een mast, de gondel en de rotor met rotorbladen (drie rotorbladen met een diameter van 92 meter). In figuur 4.2 is de opbouw van een windturbine weergegeven.



Figuur 4.2 Opbouw windturbine.

In de windturbines zijn voorzieningen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) getroffen om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het milieu terecht kunnen komen. Tijdens aanleg, gebruik, onderhoud en verwijdering van het NSW worden geen verontreinigende of schadelijke stoffen in zee geloosd.

⁶ Rond een monopaal wordt in het kader van het MEP erosiebescherming aangebracht. Dit wordt gedaan om een duidelijk beeld te krijgen van de effecten van het wel en niet toepassen van erosiebescherming rondom de monopalen in zee.

Bij de vergunningaanvraag wordt ook een calamiteitenplan ingediend. In het calamiteitenplan wordt ingegaan op calamiteiten, welke voorzieningen worden getroffen om calamiteiten te voorkomen en bij het optreden van een calamiteit hoe de gevolgen kunnen worden beperkt.

Markering windturbines

Bij de markering van het windpark c.q. de windturbines worden de IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) richtlijnen [IALA, 2000] gehanteerd. Ook zal worden voldaan aan de eisen die de luchtvaart stelt. Hierbij wordt de volgende markering gehanteerd:

- De hoekpunten van het windpark worden gemarkeerd door een knipperend geel licht, dat vanaf alle richtingen zichtbaar is en een bereik heeft van 5 mijl (9,26 km). Tussen de hoekpunten van het windpark worden andersoortige gele knipperlichten toegepast (het bereik hiervan mag minder zijn) als de afstand tussen de hoekpunten groter is dan 2 mijl.
- De verlichting wordt boven een door de bevoegde autoriteit (Rijkswaterstaat Directie Noordzee) te bepalen hoogte boven HAT (Highest Astronomical Tide) aangebracht, maar beneden het laagste punt van de boog van de rotorbladen. De richtlijnen bevelen aan om retroreflectief materiaal (kunststof strippen die bij het aanschijnen oplichten) toe te passen.
- Op de windturbines wordt een rood vast brandende verlichting aangebracht. Voor vogels verdient een rode stroboscoopverlichting echter de voorkeur, zie ook paragraaf 8.4.1.
- De windturbine wordt tussen het HAT en het werkbordes geel geschilderd.

Voor het gedeelte van de windturbine boven het werkbordes zijn geen richtlijnen/voorschriften aanwezig. In verband met beperking van de zichtbaarheid (vanaf de kust) zou gekozen kunnen worden voor een niet opvallende kleur, zoals grijs of blauw. Daarentegen kan ter vergroting van de zichtbaarheid voor de scheepvaart juist gekozen worden voor een opvallende kleur (bijvoorbeeld rood). De rotorbladen worden bij voorkeur uitgevoerd in een standaardkleur, zoals grijs of wit. Dit heeft een meer praktische achtergrond; afwerking in een bijzondere kleur leidt tot een langere levertijd bij vervanging/reparatie.

In de hoofdstuk 9 (landschap) wordt met betrekking tot de zichtbaarheid nader aandacht besteed aan de kleur van windturbines. Over het effect van de kleur op de zichtbaarheid voor vogels is nagenoeg niets bekend, hier wordt verder niet op ingegaan.

De toe te passen verlichting (ook tijdens aanleg en verwijdering) zal worden uitgewerkt in een verlichtingsplan dat een onderdeel is van de Wbr-vergunningsaanvraag.

Geluidsignalen

Op elke windturbine op de hoek van het windpark wordt een misthoorn geplaatst, deze zal automatisch worden ingeschakeld bij een meteorologisch zicht van minder dan 2 zeemijlen.

Steunradar

Om de verminderde radarzichtbaarheid op te heffen kan (conform het pkb-NSW) een steunradar worden geplaatst. Daarnaast zullen (conform IALA-richtlijnen) alle windturbines langs de buitenomtrek van het windpark worden voorzien van een radarreflector op het werkbordes.

4.2.2 Parkbekabeling

Algemeen

Tussen de windturbines in het park (en tussen het windpark en de kust) worden speciale zeekabels aangelegd (figuur 4.3). De kabels hebben een stalen mantel die aan beide zijden wordt geaard. De kabels zijn drie-aderig en worden uitgevoerd met een aantal glasvezeladers.

Er is bewust gekozen voor een drie-aderige kabel omdat de magnetische velden van de aders elkaar opheffen. Een eventueel restveld wordt geëlimineerd door de staalband (damping ca 10 à 15 dB). De ingraafdiepte (1 of 3 m) reduceert dan nog de resterende veldsterkte met het kwadraat van de diepte. Om bovenstaande redenen wordt verwacht dat er geen (of slechts een verwaarloosbaar) uitwendig magnetisch of elektrisch optreedt.

De dwarsdoorsnede van de kabels varieert van 150 mm² (aan het begin van de kabel, als er maar 1 turbine is aangesloten) tot 500 mm² (als alle turbines in een string (12) zijn aangesloten). Voor de parkbekabeling (en ook voor de kabels van het park naar het transformatorstation op land) wordt gebruik gemaakt van 34 kV wisselspanning (zie alinea 'onderbouwing keuze kabelspanning'). De initiatiefnemer kiest voor serieschakeling (i.p.v. parallelschakeling) in verband met het grote verschil in kosten.

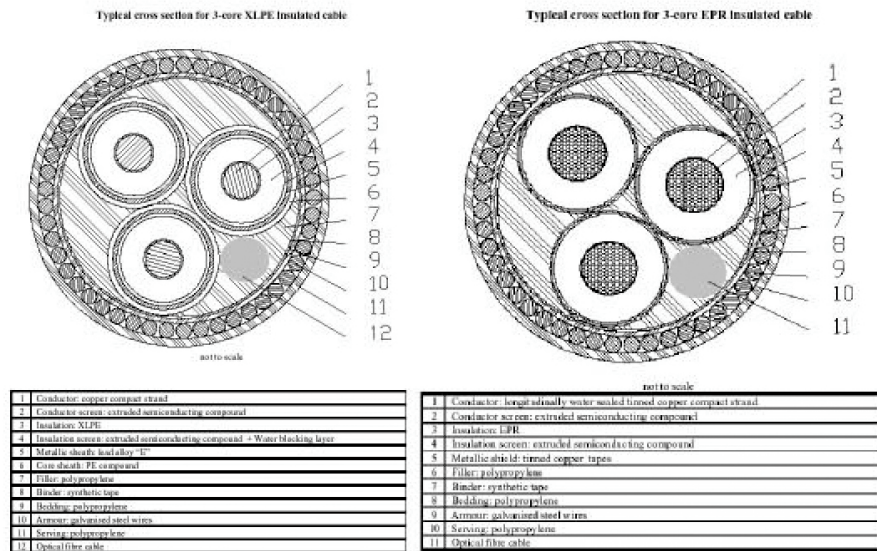
Bij de dimensionering van de huidige bekabeling is rekening gehouden met 12 MW tijdelijk geïnstalleerd turbinevermogen ten behoeve van het testen van nieuwe windturbines⁷. Er is echter wel een beperking in de positionering van deze windturbines. Niet op ieder punt in de kabel is de reservecapaciteit voldoende om extra vermogen in te koppelen. Bij elk van de kabels naar land kan het vermogen van één testturbine worden toegevoegd. Hierdoor ontstaan 3 inpassingpunten voor 2 turbines.

De elektriciteitskabels liggen circa 1 meter diep in de zeebodem. De diepteligging van de elektriciteitskabels is gebaseerd op het dynamische karakter van de kustzone en de voorschriften hiervoor in de vergunning van E-Connection [V&W, 2002].

Tabel 4.2 **Overzicht lengte parkbekabeling**

Varianten	Lengte parkbekabeling (tot aan concessiegrans 2-3 van het park)
basisvariant	27,98 km
corridorvariant	28,24 km
bolstapeling (7,5D)	33,76 km
bolstapeling (10,5D)	35,08 km
rendementvariant	29,28 km

⁷ Voor het tijdelijk geïnstalleerd vermogen wordt uitgegaan van 1 à 2 turbines van 3-5 MW (dus minimaal 3 MW en maximaal 10 MW).



Figuur 4.3 Twee verschillende typen zeekabels

Motivatatie keuze van bekabeling

De 36 windturbines worden aangesloten in blokken van 12, dat betekent dat het park in 3 gelijke delen wordt opgesplitst. Ieder deel van 12 windturbines krijgt een eigen kabelverbinding met de kust. Dit biedt tezamen met het gekozen 34 kV spanningsniveau (zie alinea 'onderbouwing keuze kabelspanning') de volgende belangrijke voordelen:

- Risico op uitval van het totale windpark door kabelbreuk is aanzienlijk gereduceerd. Het is zeer onwaarschijnlijk dat drie kabels tegelijk worden stukgetrokken.
- In geval van een kortsluiting of andersoortige storing in één van de kabels is het altijd mogelijk om met 2/3 deel van het park in bedrijf te blijven.
- Bij eventuele onderhoudswerkzaamheden aan het 34 kV net kan een deel van het park in bedrijf blijven.
- Door de windturbines per aansluitveld te installeren, kunnen reeds in een vroegtijdig stadium de eerste 12 turbines in bedrijf worden genomen. Indien tijdens het installeren het weer plotseling verslechtert waardoor werkzaamheden gestaakt moeten worden, is reeds een deel van het park in bedrijf.
- Doordat de stromen in iedere kabel onder de 630 A blijven, is het mogelijk minder dure verdelers toe te passen.
- Door deze relatief lage stromen en spanningen zijn er vrij veel leveranciers die de kabels kunnen leveren. Voor dit spanningsniveau zijn 36 kV kabels toepasbaar.
- De tijdsduur voor een kabelreparatie voor een 36 kV kabel is korter dan de tijdsduur voor de reparatie van een 150 kV kabel.
- De keuze voor 3 vermogenskabels levert automatisch ook extra glasvezeladers op. Hierdoor kan de betrouwbaarheid van de parkcommunicatie worden verhoogd.

Omdat het windpark gesloten wordt voor scheepvaart (en dus de kans op kabelbreuk binnen het windpark verwaarloosbaar is) is het aspect "kabelbreuk binnen het windpark" niet meegenomen bij de beoordeling van de ideale configuratie.

Onderbouwing keuze kabelspanning

De keuze van opstelling van de windturbines is in hoge mate van invloed op de totale kosten van het windpark. Met name de bekabeling tussen de turbines kan fors veranderen als er om uiteenlopende redenen voor een andere parkopzet wordt gekozen. Er is een nagenoeg lineair verband tussen de kabelkosten en de kabellengte. Hiermee is echter ten aanzien van de parkbekabeling niet alles gezegd. Ook het spanningsniveau waarvoor wordt gekozen om turbines met elkaar en uiteindelijk met het inkoppelpunt op de kust te verbinden, heeft grote invloed op de kosten. Voorafgaand aan het I-MER zijn verschillende opties bekeken (zie onderstaande tabel), deze zijn niet verder meegenomen in het I-MER. De milieueffecten van het gebruik van de elektriciteitskabels zijn verwaarloosbaar en daarom niet meegenomen in de afweging van de verschillende opties.

Tabel 4.3 **Opties kabelspanning**

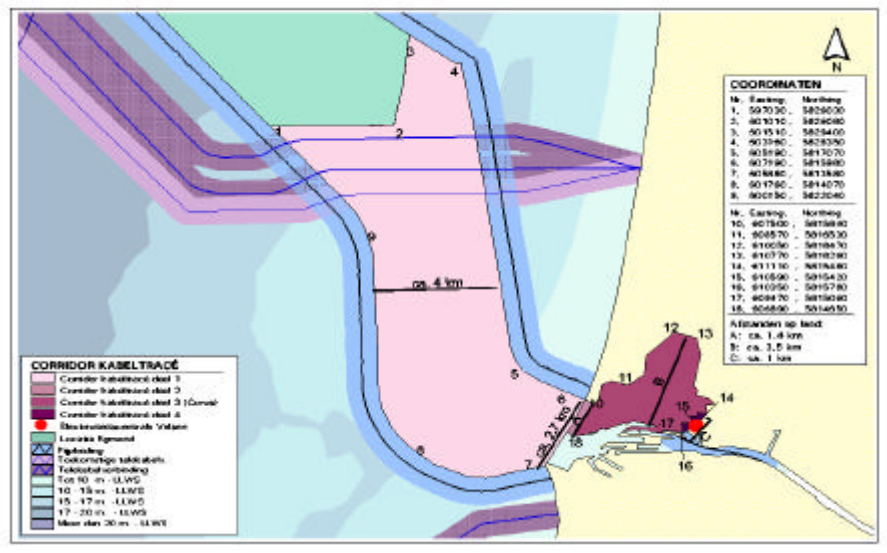
Opties	Parkspanning	Spanning tussen park en kust	Locatie transformator (voor omzetting naar 150 kV)
34/34/150 kV	34 kV	34 kV	onshore
50/50/150 kV	50 kV	50 kV	onshore
24/50/150 kV	24 kV	50 kV	offshore (naar 50) en onshore (naar 150)
24/150/150 kV	24 kV	150 kV	offshore

De opties 24/150kV en 24/50/150 kV vallen al snel af. Voor deze opties is een offshore transformator platform noodzakelijk, hetgeen hoge kosten en grotere risico's met zich meebrengt. Daarnaast is 24 kV bij deze vermogens een te lage spanning, de stromen overschrijden de 630 A waardoor kostbare verdeelaars moeten worden gebruikt. De optie 50/150 kV is op dit moment niet de meest voor de hand liggende. De stromen zijn weliswaar lager dan bij een 34 kV variant maar de componenten daarentegen aanmerkelijk duurder. Als beste en meest economische oplossing komt de 34/150 kV optie naar voren. De spanningen zijn zodanig dat de stromen onder de 630 A blijven waarbij de componenten voor dit spanningsniveau aanmerkelijk minder duur zijn dan de componenten op hogere spanningsniveaus.

4.2.3 Kabels van het park naar de kust

De geproduceerde energie wordt vanaf het windpark via drie olievrije elektriciteitskabels (34 kV), waar ieder 12 windturbines op worden aangesloten, naar een transformatorstation op het vaste land getransporteerd. In het transformatorstation wordt de elektriciteit omgezet van 34 kV naar de netspanning (150 kV). De elektriciteitskabels worden vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust circa 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels 3 meter diep aangelegd. De diepteligging van de elektriciteitskabels is gebaseerd op het dynamische karakter van de kustzone, het voorkomen van interactie met de visserij en de voorschriften uit de vergunning van E-Connection [V&W, 2002].

Voor de elektriciteitskabels van het park naar een punt voor de inpassing in het landelijke elektriciteitsnet is een corridor gereserveerd dat vanaf het windpark naar een aanlandingspunt op de kust loopt, nabij het Corus-terrein (voorheen Hoogovens) en van daar langs het Corus-terrein naar een aansluitpunt op het elektriciteitsnet (onderstation van Velsen). De corridor is weergegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.4 Corridor voor kabeltracé.

Bundeling van kabels

Zoals in paragraaf 4.2.2 (parkbekabeling) al is beschreven worden de 36 windturbines opgedeeld in drie strengen. Elke streng krijgt zijn eigen elektriciteitskabel naar de kust. Los gezien van het aanlandingspunt (dit wordt in paragraaf 4.3.2 besproken) zijn er twee manieren om de kabels neer te leggen: gebundeld of ongebundeld. Voordat beide opties worden toegelicht wordt opgemerkt dat "bundeling" een beperkt begrip is. Vanuit technisch oogpunt dient namelijk altijd een minimale afstand tussen de kabels te worden aangehouden. Het is namelijk praktisch gezien onmogelijk om in een werkgang drie kabels in één sleuf te leggen; hier zijn drie werkgangen voor nodig. Bij het leggen van de tweede (en derde) kabel dient, om beschadiging van de eerste (respectievelijk tweede) kabel te voorkomen, minimaal 50 meter afstand te worden aangehouden (bron: expert judgement NEG Micon). Bij bundeling bedraagt de afstand tussen de eerste en derde kabel dus minimaal 100 meter.

Een groot nadeel van een gebundelde ligging is dat als één kabel wordt beschadigd (door bijvoorbeeld een visnet of een slepend anker), de kans groot is dat de andere twee kabels ook worden beschadigd. Bij het niet bundelen van de kabels is de kans op een gelijktijdige beschadiging van de kabels minimaal. Het enige voordeel van een gebundelde ligging is dat dit minder belemmeringen geeft voor toekomstige nieuwe kabels en/of leidingen.

Aangezien bij zowel een gebundelde als een ongebundelde ligging drie werkgangen noodzakelijk zijn om de kabels aan te leggen, is de verstoring bij aanleg en verwijdering van de kabels bij bundeling niet kleiner.

Ook het ruimtebeslag van de kabels is bij bundeling niet kleiner dan bij verspreid gesitueerde kabels. Bundeling van de kabels biedt dan ook geen voordelen en is daarom niet meegenomen als variant.

Bundeling met kabels Q7-windpark?

Meerdere kabels naast elkaar

Bundeling van de kabels van het NSW met de kabels van het Q7-windpark is in theorie mogelijk. De kabels van het Q7 windpark komen halverwege aan de westzijde de concessiecorridor van het NSW binnen (zie kaart in bijlage 2). De zuidelijke kabel van het Q7-windpark volgt vervolgens binnen de NSW-concessiecorridor de oostgrens van de corridor (zie punten S3 en S2 op kaart) tot het aanlandingspunt (punt S1 op kaart). De noordelijke kabel van het Q7-windpark verlaat de NSW-concessiecorridor (punt N2 op kaart) aan de oostzijde en landt circa 1.350 meter ten noorden van het zuidelijke aanlandingspunt aan (punt N1 op kaart).

Indien de kabels van het NSW bundelen met de zuidelijke kabel van het Q7-windpark, dan zou dit kunnen vanaf de punten S3 of S2. Dit heeft de volgende consequenties:

- kruising van de kabels van het NSW met de noordelijke kabel van Q7;
- de kabels van het NSW maken een iets langer tracé (circa 1 km langer) dan de kortst mogelijke kabelvariant van het NSW binnen de NSW-concessiecorridor, wat leidt tot meer verstoring;
- bij bundeling is de kans op meervoudige beschadiging door een 'slepend anker' groter.

Indien de kabels van het NSW bundelen met de noordelijke kabel van Q7-windpark, dan zou dit kunnen vanaf punt N2. Dit heeft de volgende consequentie:

- de kabels van het NSW verlaten de NSW-concessiecorridor;
- de kabels van het NSW maken een iets langer tracé (circa 0,5 km langer) dan de kortst mogelijke kabelvariant van het NSW buiten de NSW-concessiecorridor tussen het windpark en het transformatorstation;
- bij bundeling is de kans op meervoudige beschadiging door een 'slepend anker' groter.

Daarnaast geldt ook hier, dat bij bundeling, vanuit technisch oogpunt altijd een minimale afstand van 50 meter tussen de kabels moet worden aangehouden (zie ook kopje 'Bundeling van de kabels'). Deze minimale afstand brengt met zich mee dat de verstoring bij de aanleg en verwijdering van kabels bij bundeling niet minder zijn. Ook het ruimtebeslag van de kabels is bij bundeling niet kleiner dan bij verspreid gesitueerde kabels. Vanuit dit laatste oogpunt kan worden gesteld dat bundeling van de kabels van het NSW met de kabels van Q7 geen milieuvoordelen biedt. De nadelen zijn in alle gevallen dat sprake is van extra tracélengte van kabels (wat leidt tot een grotere verstoring van het onderwaterleven en vertroebeling van het water) en een grotere kans op meervoudige beschadiging van de kabels. Het enige voordeel van een gebundelde ligging is dat dit minder belemmeringen geeft voor toekomstige nieuwe kabels en/of leidingen.

Gezamenlijk gebruik van electriciteitskabels

Een combinatie met de electriciteitskabels van E-Connection is technisch-economisch niet mogelijk en is daarnaast praktisch niet uitvoerbaar. De kabels van E-Connection hebben een transportspanning van 150 kV tussen park en kust, de kabels van NoordzeeWind hebben een transportspanning van 34 kV. E-Connection heeft er voor gekozen om het transformatorstation op zee te bouwen en te kiezen voor een hogere transportspanning (150 kV).

NoordzeeWind bouwt het transformatorstation op land en heeft een lagere transportspanning (34 kV). E-Connection gebruikt een hogere spanning om energieverliezen te beperken. Omdat E-Connection een aanzienlijk langere kabel nodig heeft is een hogere transportspanning economisch aantrekkelijk. Met een dergelijke transportspanning kun je de energieverliezen minimaliseren. Doordat het NSW dicht bij de kust ligt kan ook de kabel korter zijn. Door de kortere kabel zijn de energieverliezen beperkter, deze wegen niet op tegen de hogere kosten van een transformatorstation op zee bouwen. Daarnaast is een transformatorstation op zee complexer te bouwen en te onderhouden, en vergt het meer veiligheidsmaatregelen. E-Connection werkt met twee electriciteitskabels, het combineren tot 1 kabel is dan ook praktisch al niet mogelijk. Bovendien kennen de beide windparken een eigen planning en organisatie.

Milieu- en economische factoren gaan hand in hand waar het betreft het minimaliseren van de lengte van het kabeltracé. In dit licht worden bij het uitwerken van de inrichtingsvarianten twee kabelvarianten in beschouwing genomen (zie paragraaf 4.3).

- het kortst mogelijke niet gebundelde kabeltracé van het NSW binnen de concessiecorridor;
- het kortst mogelijke niet gebundelde kabeltracé van het NSW gedeeltelijk buiten de concessiecorridor.

Voor de ligging van het kabeltracé zijn twee varianten ontwikkeld, deze zijn beschreven in paragraaf 4.3.

4.2.4 Aanleg windmolenpark

Het park zal in zo kort mogelijke tijd worden aangelegd en zo ver als technisch en economisch mogelijk is uit de Nederlandse kust worden gebouwd, echter binnen het vastgestelde concessiegebied (zie figuur 1.1).

Voorafgaand aan de bouw wordt een uitgebreid bodemonderzoek uitgevoerd. Deze informatie is van belang voor het bepalen van de benodigde heidiepte, de exacte locatie van de monopalen en het trenchen van de kabels. Daarnaast verschaft het onderzoek informatie over de aanwezigheid van historische belangrijke scheepswrakken. Tijdens de aanleg kan hier rekening mee worden gehouden.

4.2.4.1 Aanleg windpark

Bij de aanleg van het windmolenpark kunnen de volgende fasen worden onderscheiden:

- transport van fabriek naar haven IJmuiden;
- installatie windturbines op land (inclusief testen);
- transport naar locatie op zee en aanbrengen fundatie en transitiestuk;
- transport naar locatie op zee en aanbrengen windturbine.

In bijlage 3 (Constructie- en Ontmantelingsplan) wordt de bouw en ontmanteling van het windpark meer in detail beschreven.

Alvorens deze fasen in detail te beschrijven wordt eerst een overzicht gegeven van de bouwlocatie in de haven van IJmuiden.

Bouwlocatie IJmuiden

Omdat in het algemeen werkzaamheden op zee twee maal zo lang duren als op het land is gezocht naar een methode om de tijd die op zee moet worden doorgebracht zo kort mogelijk te laten zijn.

Dit heeft geleid tot de keuze om de volledige windturbine op land op te bouwen en te testen, om vervolgens het geheel op te pakken en naar de uiteindelijke zeelocatie te vervoeren. Voor de preassemblage van de windturbines en andere onderdelen van het windpark wordt gebruik gemaakt van een bestaand haventerrein in de haven van IJmuiden. Deze methode heeft ook grote voordelen ten aanzien van de veiligheid van het betrokken personeel.

Op het bouwterrein worden bouw- en directieketen geplaatst, opslagterreinen en loodsen ingericht en parkeerplaatsen en werkwegen aangelegd. De locatie is voorzien van een lange kademuur die door het installatievaartuig 'de Svanen' over de volle lengte bereikbaar is. Direct aan de kade worden drie tijdelijke fundaties en elektrische aansluitingen aangebracht waarop de windturbines worden opgebouwd en getest. Op het bouwterrein wordt een portaalkraanbaan aangelegd waarmee de verschillende onderdelen van de windturbine van de opslagplaats naar de bouwlocatie worden getransporteerd.

Transport van fabriek naar haven IJmuiden

Zodra de verschillende onderdelen gereed zijn worden deze getransporteerd naar het bouwterrein in de haven van IJmuiden. De onderdelen worden gezien de lengte en het gewicht (een monopaal weegt circa 350 ton) zoveel mogelijk over water getransporteerd. Alle onderdelen worden in de haven van IJmuiden gelost en tijdelijk opgeslagen.

Installatie windturbines op land (inclusief testen)

De volledige windturbine wordt op het land opgebouwd. De installatie zal niet veel verschillen van een normale plaatsing van een windturbine op land. Het enige verschil is dat alle onderdelen van de windturbine op de locatie aanwezig zijn en er voldoende hijs- en transport capaciteit aanwezig is om 'just in time' te leveren waardoor efficiënt gewerkt kan worden. Om de twee dagen is er een windturbine gereed voor plaatsing offshore. Na het opbouwen van de complete windturbine zal een testprogramma worden uitgevoerd waarbij het volledige functioneren van de turbine zal worden getest. Hierna is de volledige windturbine klaar voor transport naar de NSW locatie.

Transport naar locatie op zee en aanbrengen fundatie en transitiestuk

Installatievaartuig 'de Svanen' (zie figuur 4.5) zal de monopaal, het transitiestuk en de andere onderdelen van de windturbine naar de NSW locatie vervoeren.



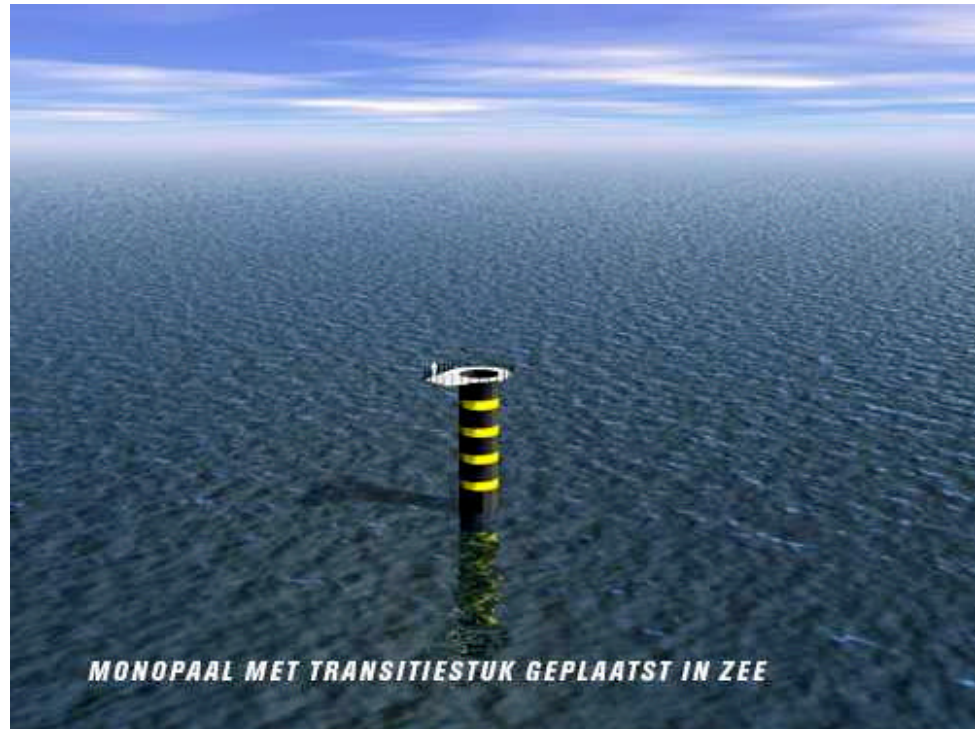
Figuur 4.5 Havenkraan hijst de monopaal naar het installatievaartuig 'de Svanen'.

Aangekomen op de locatie wordt de monopaal in een template (soort mal) geplaatst en vervolgens neergelaten tot op de zeebodem. Nadat de horizontale en verticale positie van de monopaal zijn gecontroleerd wordt de monopaal door het installatievoertuig 'de Svanen' de bodem ingeheid (zie figuur 4.6).



Figuur 4.6 Monopaal staat in het water en heiblok is geplaatst.

Zodra de monopaal op diepte is wordt het transitiestuk op de monopaal geplaatst (zie figuur 4.7). Met behulp van het transitiestuk kan een eventuele scheefstand van de monopaal (welke tijdens het heiwerk kan opgetreden) worden gecorrigeerd. Na het aanbrengen van het transitiestuk wordt overgegaan tot het aanbrengen van de zogenaamde J-tubes, welke nodig zijn voor de inkomende en uitgaande kabels. Afhankelijk van het eindontwerp van de monopaal kunnen deze inwendig of uitwendig worden aangebracht.



Figuur 4.7 Monopaal met transitiestuk geplaatst in zee.

Na het plaatsen van de eerste fundatie met transitiestuk zal het installatievaartuig 'de Svanen' terugkeren naar de haven van IJmuiden om opnieuw een monopaal, transitiestuk en deze maal ook een complete windturbine aan boord te nemen.

Transport naar locatie op zee en aanbrengen windturbine

Het totale gewicht van de windturbine bedraagt een kleine 300 ton hetgeen minder is dan het gewicht van de monopaal (circa 350 ton). Het installatievaartuig 'de Svanen' vaart tot aan de testlocatie op land en tilt de windturbine van de fundatie, de windturbine blijft in de kraan hangen en zal tijdens de vaart worden gefixeerd. Daarnaast worden ook een nieuwe monopaal en een transitiestuk ingeladen (zie figuur 4.8).

Vervolgens vervoert het installatievaartuig 'de Svanen' de windturbine, de monopaal en het transitiestuk met toebehoren naar de reeds eerder geplaatste monopaal met transitiestuk (zie figuur 4.9).



Figuur 4.8 De Svanen met heihamer, transitiestuk en monopaal hijst turbine van kade.



Figuur 4.9 De Svanen vaart met heihamer, transitiestuk, turbine en monopaal naar aan-gebrachte fundatie.

Installatievaartuig 'de Svanen' zal nadat het in de juiste positie ligt overgaan tot het plaatsen van de windturbine op een reeds eerder geplaatste monopaal met transitiestuk (zie figuur 4.10). Bij het plaatsen van de windturbine op de monopaal wordt gebruik gemaakt van GPS (Global Positioning System).



Figuur 4.10 Installatievaartuig 'de Svanen' plaatst turbine.

Nadat de windturbine is geplaatst (zie figuur 4.11) wordt een finale inspectie uitgevoerd en wordt de volgende monopaal de bodem ingeheid.



Figuur 4.11 Turbine afgemonteerd in het water.

4.2.4.2 Aanleg zeekabels

Het gehele kabeltracé voor het windpark is op te delen in drie gedeelten:

- de kabels tussen de turbines;
- de kabels van de windturbines naar de kust;
- de kabels van de kust (strand) naar het transformatorstation.

Voordat wordt overgegaan naar de beschrijving van het kabeltracé wordt in het onderstaande kader eerst de wijze van aanleg nader toegelicht.

Trenchen of baggeren?

Er zijn twee gangbare mogelijkheden om kabels in de zeebodem aan te brengen: trenchen en baggeren. Bij trenchen wordt water onder hoge druk de bodem ingespoten, hierdoor wordt het zand opgewoeld en zakt de kabel onder haar eigen gewicht in de zeebodem. Met trenchen zijn ingraafdieptes tot circa 3 à 4 meter mogelijk. Baggeren leidt door de wijze waarop de grond wordt verplaatst (hydraulisch transport), tot een grotere vertroebeling van het zee-water. Bijkomend voordeel van trenchen ten opzichte van baggeren is dat bij het herstellen van de diepteligging (als kabels hun grondekking zijn kwijtgeraakt) er geen risico is op beschadiging van de kabels. Trenchen leidt dus tot minder verstoring van het onderwaterleven en de waterkwaliteit.

Om bovenstaande redenen heeft de initiatiefnemer er voor gekozen om de kabels aan te leggen door middel van trenchen.

Kabels tussen de windturbines

Tussen de windturbines worden speciale zeekabels toegepast, deze kabels worden met behulp van speciale ROV(remote operated vehicle) apparatuur circa 1 meter onder de zeebodem gebracht. Met behulp van duikers wordt de kabel in de J-tube gebracht die in een bocht eindigt onder de zeebodem. Duikers voeren de kabel in terwijl in de turbine de kabel naar boven wordt getrokken. In de turbine wordt de kabel, die reeds is voorzien van eindsluitingen, aangesloten op de verdeelschakelaar. De kabels binnen het windpark worden door middel van trenchen circa 1 meter diep in de zeebodem aangebracht.

Kabels van de windturbines naar de kust

De elektrische kabels van de windturbines naar de kust worden gelijktijdig met het plaatsen van de windturbines aangelegd. Voor het leggen van de kabels wordt gebruik gemaakt van speciaal voor dit doel ontwikkelde apparatuur die, in samenwerking met het schip dat de kabels legt, de kabel in de zeebodem aanbrengt. De elektriciteitskabels worden vanaf het windturbinepark tot circa 3 kilometer uit de kust circa 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels 3 meter diep aangelegd. Het moederschip heeft de kabel aan boord waarvan het gewicht (afhankelijk van de doorsnede) kan oplopen tot 450 ton per kabel. Het moederschip wordt zeer nauwkeurig gepositioneerd met behulp van een GPS systeem, of indien grotere nauwkeurigheid gewenst is met behulp van ankers. Met behulp van twee speciale spuitmonden die tot drie meter diep in de zeebodem kunnen zakken wordt het zand ter plaatse losgeblazen (dit wordt ook wel 'trenchen' genoemd en heeft de voorkeur van IALA (2000)). De kabel wordt tussen deze beide spuitmonden doorgevoerd. Over een bepaalde breedte wordt het zand zo 'verdund' dat de kabel hier doorheen zakt.

De kabellegger is uitgerust met onderwatercamera's, een positioneringssysteem en sonarapparatuur om obstakels onder water te traceren⁸. De trekkracht op de kabel wordt gedurende het proces nauwkeurig gecontroleerd om te voorkomen dat de kabel door doorzakken beschadigd raakt. Naast de trekkracht op de kabel wordt ook de landingspositie van de kabel continu gecontroleerd en vergeleken met de gewenste kabelpositie. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een ROV (Remote Operating Vehicle) dat is uitgerust met een kabel detectie systeem. De bestaande telecom kabels die het tracé kruisen worden in overleg met betreffende eigenaar bij de kruisingen met de NSW kabels, opgepakt en verdiept teruggelegd, zodat beide kabels voldoende dekking houden ten opzichte van de zeebodem en van elkaar.

De kabels van de kust naar het transformatorstation

De kabels worden vanaf de landzijde onder de duinen doorgeboord en op het strand gekoppeld aan de zeekabel. Hiervoor wordt een mof gemaakt die onder het strand (of aan de zee kant tegen de duinen) kan worden gelegd. Door deze werkwijze wordt kwetsbaar duingebied maximaal gespaard, een lange kostbare boring vanuit zee vermeden en het risico van het optreden van kwelwater (als vanuit zee wordt geboord) vermeden.

4.2.4.3 Planning

Realisatie van het windpark (incl. de kabels) kan alleen plaats vinden tijdens relatief rustige weersomstandigheden, dit betreffen de maanden april tot en met september. Om er zeker van te zijn dat het windpark binnen deze periode wordt aangelegd, wordt er dag en nacht doorgewerkt. Bij goede weersomstandigheden kan het windpark in 63 dagen worden aangelegd. In de planning is echter rekening gehouden met een 40% langere bouw tijd, waardoor de totale bouw tijd neerkomt op circa 90 dagen. De elektriciteitskabels naar de kust (inclusief boring) kunnen in 1 à 2 weken worden aangelegd, dit gebeurt gedurende de periode dat ook de windturbines worden geplaatst.

Er wordt naar gestreefd om de werkzaamheden in een zo kort mogelijke periode uit te voeren, hierdoor worden zowel de milieueffecten van de aanleg als de kosten zoveel mogelijk beperkt.

4.2.5 Exploitatie en beheer

Algemeen

De algemene exploitatie filosofie voor het windpark is gebaseerd op minimale interventie. Dit houdt in dat wordt gestreefd naar een minimaal aantal bezoeken tijdens de operationele fase, dit wordt gerealiseerd door:

- reserve in mogelijk kwetsbare systemen en reset op afstand;
- uitgebreide testen en proeven tijdens de assemblage van de windturbine en bij het proefdraaien op de kade;
- het zoveel mogelijk wisselen van componenten/systemen gedurende het vastgestelde preventieve onderhoud (indien kosteneffectief), dus niet tussentijds.

⁸ Deze zomer wordt een grondonderzoek uitgevoerd. Onderdeel van dit grondonderzoek is een survey van het kabeltracé. Voorwerpen op en net onder de bodem worden hiermee in kaart gebracht.

Voordat de windturbines in bedrijf worden genomen wordt een operationeel plan opgesteld dat jaarlijks zal worden vernieuwd. Het operationeel plan zal van kracht zijn gedurende de hele exploitatieperiode van 20 jaar. In het operationeel plan worden eisen gedefinieerd voor veiligheid, gezondheid, welzijn en milieu, het personeel, specifieke plannen voor periodiek onderhoud en storingsen gedurende de levensduur van het park, historische gegevens, operationele budgetten en andere informatie die nuttig is voor de exploitatie. Bij de beschrijving van het onderhoud wordt specifiek ingegaan op de periode van onderhoud, de frequentie en de duur van het onderhoud. Het onderhoud zal het vooraf opgestelde preventieve onderhoudsplan volgen en indien nodig het storingsonderhoud. Indien mogelijk zal het preventieve onderhoud gelijktijdig plaatsvinden met storingsonderhoud, teneinde de effectiviteit van de bezoeken en de 'down time' (stilzetten) van de installatie te beperken.

In het onderhoudsplan (dat bij de vergunningaanvraag zal worden ingediend) zal meer in detail worden ingegaan op de exploitatie en het beheer. In het onderhoudsplan wordt onder andere ingegaan op: de zorg voor de kabels (elektrische eigenschappen kabels, ingraafdiepte etc.), de funderingen (controle op mate van ontgronding en bodemverandering) en de windturbines (lasinspecties, corrosie, aangroei etc.).

Toegangsprocedure

Om naar het park te gaan zal een vaartuig worden gebruikt met voldoende capaciteit voor zowel het onderhoudsteam als voor turbineonderdelen (met uitzondering van zware turbine onderdelen, die met kraan geïnstalleerd moeten worden). De transportvaartuigen zullen worden uitgerust volgens de vigerende wet- en regelgeving.

Operatie procedures

Alle offshore operaties, zowel geplande als niet geplande zullen alleen met de juiste vergunningen kunnen uitgevoerd. De werkvergunningen zullen speciaal worden ontwikkeld waarbij bestaande typische offshore industrie procedures als voorbeeld zullen dienen en waarin gedetailleerd de uit te voeren werkzaamheden, verantwoordelijkheden en het uitvoeringsplan zullen worden aangegeven.

Exploitatie- en onderhoudsvoorschriften handboek

Voor de installatie en bedrijfsvoering worden een exploitatie- en onderhoudshandboek opgesteld. Hierin worden alle exploitatie- en onderhoudsvoorschriften beschreven. In het handboek zullen alle bouwtekeningen van de installatie aanwezig zijn, de resultaten van de uitgevoerde testen en algemene informatie over de installatie.

Windpark onderhoudsplannen

De initiatiefnemer is voornemens het transport van materialen en mensen te verzorgen over water. Een alternatief zou zijn via de lucht (met helikopters). Het onderhoud met behulp van schepen is milieuvriendelijker dan via de lucht. Naast lagere emissies hebben schepen minder verstorende effecten op vogels dan helikopters.

Het onderhoud valt uit een in twee categorieën: gepland en storingsonderhoud.

GEPLAND ONDERHOUD

Er wordt naar gestreefd per windturbine 1 x per jaar onderhoud uit te voeren. Dit gebeurt op een vooral door de bedrijfsvoering van het park bepaald tijdstip, zodanig dat het niet beschikbaar zijn van windturbines tot een minimum wordt beperkt. Het onderhoud zal met name gedurende de zomermaanden plaatsvinden als de weersomstandigheden het best zijn. Kabels en verdere elektrische infrastructuur worden bewaakt en kabelaansluitingen offshore zullen worden geïnspecteerd op beschadigingen en biologische aangroei. Indien nodig zal gebruik worden gemaakt van onbemande inspectievaartuigen. Aangroei op toegangsladders en bordessen zal worden verwijderd indien noodzakelijk.

De windturbines zullen worden onderhouden volgens de voorschriften van NEG Micon (fabrikant) tijdens de jaarlijkse onderhoudsbeurt. Alle noodstopfuncties zullen eveneens volledig worden getest (hydraulisch falen, elektrische kortsluiting, trillingen, etc.). Hoogspanningsapparatuur zal worden gecontroleerd conform de leveranciersvoorschriften. Meteorologische apparatuur en navigatie apparatuur zullen volgens de aanbevelingen van de leveranciers worden onderhouden.

STORINGSONDERHOUD

Storingsonderhoud van offshore componenten zal alleen overdag (bij daglicht) plaatsvinden nadat een windturbinestoring is ontstaan en wanneer er geen 'restart' vanuit de controlekamer kan plaatsvinden. Dit onderhoud wordt dan beperkt tot het onderzoek van de storing en het verhelpen daarvan, mits dit mogelijk en van beperkte omvang is. Offshore storingsonderhoud wordt waar mogelijk gecombineerd met andere onderhoudstaken, waardoor de offshore bezoektijd zoveel mogelijk wordt benut. Dit kan betekenen dat preventief onderhoud vooruit gedaan kan worden, waardoor toekomstige bezoeken beperkt kunnen worden. In het ontwerp is al rekening gehouden met componenten welke eenvoudig uitwisselbaar zijn zonder een groot deel van de windturbine behoeft te worden gedemonteerd. In het geval dat een hoofdcomponent moet worden verwisseld, zoals bijvoorbeeld een tandwielkast, is voorzien in een hijskraan welke op de gondel gemonteerd kan worden, zodat een grote externe kraan op een vaartuig niet nodig is.

Geplande reparaties, revisies en vervangingen

Er worden geen belangrijke vervangingen of verbeteringsprogramma's gepland gedurende de operationele periode. Het is wel mogelijk dat de turbines na circa 10 jaar een groot onderhoud ondergaan.

Reserve onderdelen filosofie

In elke windturbine zal een minimum aantal onderdelen aanwezig zijn om kleine storingen te herstellen, vloeistofniveaus op peil te brengen en filters uit te wisselen. Hierdoor wordt de tijd voor de overstap van onderhoudsvaartuig naar turbine en de complexiteit hiervan aanzienlijk beperkt. Een reserve onderdelenlijst per turbine zal worden opgesteld, met daarin de onderdelen die in elke windturbine aanwezig moeten zijn.

Inventarisatie van onderdelen, kosten en levensduur

Een minimum aantal reserve onderdelen zullen aanwezig zijn op een onshore basis. De leveranciers zullen grotere voorraden beschikbaar hebben. Hierbij zullen afspraken worden gemaakt om deze binnen 48 uur te kunnen leveren.

Historie van onderdelengebruik

Gegevens over het onderdelengebruik van de installatie zullen worden bijgehouden, met als doel om de best mogelijke inventarisatie te krijgen voor de komende operatieperiode.

4.2.6 Verwijdering

Na afloop van de erfpacht (20 jaar na ingebruikname) zal het Near Shore Windpark worden ontmanteld. Hoewel de stand der techniek in de tussenliggende tijd nog aanzienlijk zal veranderen wordt hier beschreven hoe het park volgens de huidige inzichten zal worden verwijderd. Bij verwijdering (volgens de huidige inzichten) wordt uitgegaan van resolutie 1989 van het IMO (International Maritime Organisation). De gehele ontmanteling zal vroegtijdig in procedures worden vastgelegd om eventuele nadelige invloeden op het milieu te voorkomen.

In bijlage 3 (Constructie- en Ontmantelingsplan) wordt de ontmanteling van het windpark meer in detail beschreven.

Voordat met het demonteren wordt begonnen worden alle vloeibare middelen (zoals onder andere olie uit het hydraulisch systeem) uit de systemen verwijderd en opgevangen. Hierdoor worden mogelijke lekkages tijdens het demonteren en transporteren van onderdelen voorkomen.

Windturbines

Verwijdering van de windturbines is in feite identiek aan de installatie, alleen in omgekeerde volgorde. De windturbines worden gedemonteerd door deze in grote componenten (rotorbladen, gondel en de mast) ter plaatse uit elkaar te halen en op land verder te ontmantelen/verwerken. Indien gewenst, kan men besluiten om de componenten in kleinere onderdelen uit elkaar te halen.

Verbindingsstuk

Het verbindingsstuk zal worden losgesneden van de funderingspaal en op land verder worden ontmanteld/verwerkt.

Funderingspaal

Het verwijderen van de funderingspaal is deels mogelijk. De paal zal onder water worden afgesneden tot ten minste 6 meter onder de zeebodem.

Kabels

De kabels worden volledig verwijderd, tenzij verwijdering uit oogpunt van milieueffecten minder wenselijk is. De kabels onder de duinen zullen niet verwijderd worden, dit omwille van de beperking van schade aan het milieu.

Alle componenten en funderingsonderdelen zullen naar land worden afgevoerd voor verdere verwerking.

4.3 Varianten

In paragraaf 4.2 is de voorgenomen activiteit zoals NoordzeeWind deze wil gaan realiseren beschreven. In deze beschrijving is voor een aantal aspecten de keuze voor de wijze van realisatie gemotiveerd.

Ook de fasering van het project (de wijze van aanleg, exploitatie en beheer, en verwijdering) is beschreven. Hierin zijn door de initiatiefnemer een aantal keuzes gemaakt welke zoveel mogelijk zijn gemotiveerd. In het kader van de Wbr-vergunningaanvraag NSW heeft NoordzeeWind een 'Constructie en Ontmantelingsplan' opgesteld. Hierin zijn naast het basisconcept voor de aanleg en verwijdering ook een aantal mogelijk varianten daarvan beschreven. In dit plan wordt naast de basisinstallatieprocedure voor de fundering een variant hierop genoemd en voor de installatie van de turbines drie varianten. Het verschil met het basisconcept is klein. De verschillen hebben met name betrekking op de inzet van het installatievaartuig.

NoordzeeWind heeft aangegeven dat haar keuzemogelijkheden voor het gebruik van een installatievaartuig voornamelijk bepaald worden door de beschikbaarheid ervan in de periode dat het windpark zal worden aangelegd. Er zijn in de wereld slechts een paar installatievaartuigen die windturbines van deze omvang op zee kunnen installeren. Het installatievaartuig 'De Svanen' - onderdeel van het basisconcept - is zo'n vaartuig dat één windturbine per keer mee kan nemen. Daarnaast bestaat er een vaartuig dat maximaal vier windturbines per keer kan transporteren. In dat geval zijn er minder scheepvaartbewegingen tijdens de aanlegfase nodig. Dit zal een positief effect hebben op het milieu. De overige mogelijkheden in variatie betreffende de wijze van aanleg en verwijdering zijn dusdanig dat de keuze hiervan niet tot relevante verschillen in mogelijke milieueffecten zal leiden. In bijlage 3 wordt uitgebreid ingegaan op de mogelijke varianten wat betreft de wijze van aanleg en verwijdering.

Met betrekking tot de inrichtingsvarianten zijn in dit I-MER twee typen beschreven en met elkaar vergeleken op hun milieueffecten:

- Varianten met betrekking tot de configuratie van het windpark.
- Varianten met betrekking tot de ligging van het kabeltracé.

In onderstaande paragrafen worden deze varianten gepresenteerd en toegelicht.

4.3.1 Inrichtingsvarianten park

In de onderstaande alinea's zijn de inrichtingsvarianten voor het park beschreven. Bij de beschrijving van de inrichtingsvarianten wordt onder andere ingegaan op het ruimtebeslag (zowel inclusief als exclusief de veiligheidszone rond het windpark) en de minimale afstand tot de kust. Deze in de effectbeschrijving belangrijke parameters zijn als volgt berekend.

Ruimtebeslag exclusief de 500 m zone

Hierbij is een contour getrokken door het hart van de buitenste windturbines, vervolgens is deze contour met een halve rotordiameter (46 m) opgerekt.

Ruimtebeslag inclusief de 500 m zone

Hierbij is een contour getrokken door het hart van de buitenste windturbines, vervolgens is deze contour 500 meter opgerekt.

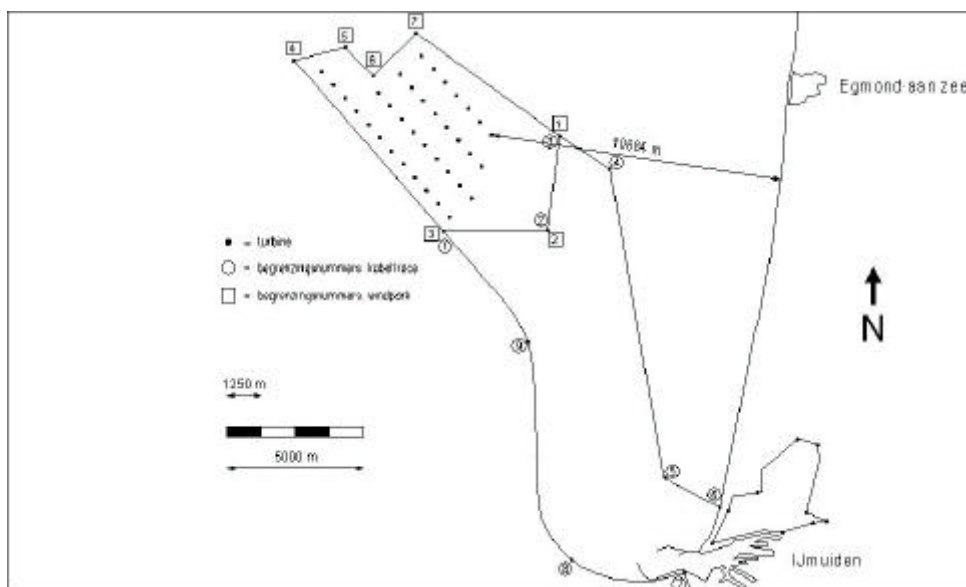
Minimale afstand tot de kust

Hierbij is een loodlijn getrokken vanaf de kust naar de dichtstbijzijnde windturbine.

Basisvariant

De basisvariant geldt als uitgangspunt voor het NSW. De achtergrond van dit ontwerp is een goed rendement, waarbij bij de opstelling van de windturbines is getracht om de effecten op vogels en landschap klein te houden. De opstelling bestaat uit 4 rijen windturbines, welke in noordwest-zuidoostelijke richting lopen, evenwijdig met de concessiegrens tussen concessie coördinaten 3 en 4 (zie figuur 4.12). De 4 rijen windturbines bestaan uit respectievelijk 12, 9, 8 en 7 windturbines. De afstand tussen de windturbines in de rij bedraagt 644 meter, overeenkomend met 7 maal de rotordiameter (7D). Tussen de rijen is een afstand aangehouden van 1044 meter, overeenkomen met 11,3 maal de rotordiameter (11,3D). De afstanden tussen de windturbines zijn voldoende groot om het parkrendement goed te houden, te weten 95,6 %. Om de zichtbaarheid vanaf de kust te minimaliseren is gekozen om niet de volledige lengte van de concessieruimte te benutten. De afstand van de kust tot aan de eerste windturbine bedraagt circa 10,7 km.

De bruto productie van de basisvariant is berekend op 411.957 MWh per jaar. Dit is de totale productie van 36 windturbines die 100 % beschikbaar zijn (geen storingen), 100% voldoen aan de PV curve (energieopbrengst bij een bepaalde windhoeveelheid), geen onderling effect op elkaar hebben (a.g.v. de turbulentie achter een windturbine) en geen elektrische transportverliezen kennen. De netto energieopbrengst bedraagt 335.409 MWh. De netto energieopbrengst leidt tot een emissiereductie van circa 124.000 ton CO₂ (uitgaande van 0,37 kg CO₂/kWh). Bij een jaarverbruik van 3.000 kWh per huishouden is deze inrichtingsvariant in staat om in de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van circa 112.000 huishoudens te voorzien.



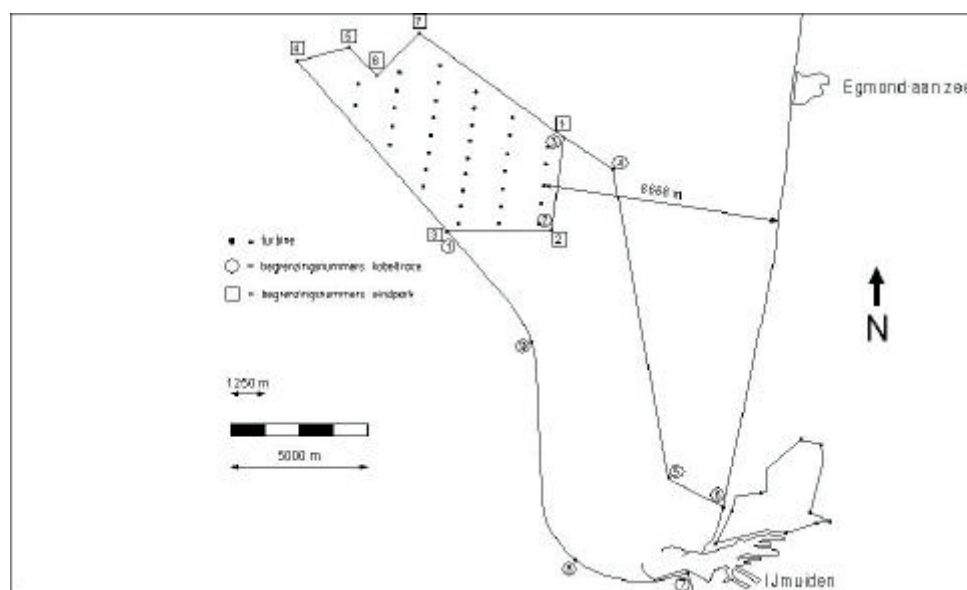
Figuur 4.12 Basisvariant

Corridorvariant

De Corridorvariant is een opstelling die beoogt rekening te houden met de vogeltrek (noord-zuid) langs de Nederlandse kust. Deze trek vindt voornamelijk plaats evenwijdig aan de kustlijn, van noord naar zuid en andersom. Door de windturbines eveneens evenwijdig in rijen langs de kust te plaatsen en de afstand tussen de rijen ruim te houden wordt beoogd om de barrièrewerking (en aanvaringskansen met vogels) te beperken.

Deze opstelling bestaat uit 6 rijen windturbines op een onderlinge afstand van 1438 meter (15,6D). De 6 rijen variëren in aantal windturbines van 2 tot 9 stuks (zie figuur 4.13). De onderlinge afstanden tussen de windturbines in de rijen variëren per rij van 590 meter (6,4D) tot 700 meter (7,6D). Doordat de windturbines evenwijdig aan de kust lopen is nagenoeg de volledige lengte van de locatie gebruikt om een voldoende grote afstand tussen de rijen windturbines te creëren. Hierdoor is de afstand tussen de 1^e windturbine en de kust minimaal, te weten 8,7 km. Het parkrendement bedraagt 96,4%.

De netto energieopbrengst bedraagt 337.698 MWh. De netto energieopbrengst leidt tot een emissiereductie van circa 125.000 ton CO₂ (uitgaande van 0,37 kg CO₂/kWh). Bij een jaarverbruik van 3.000 kWh per huishouden is deze inrichtingsvariant in staat om in de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van circa 113.000 huishoudens te voorzien.

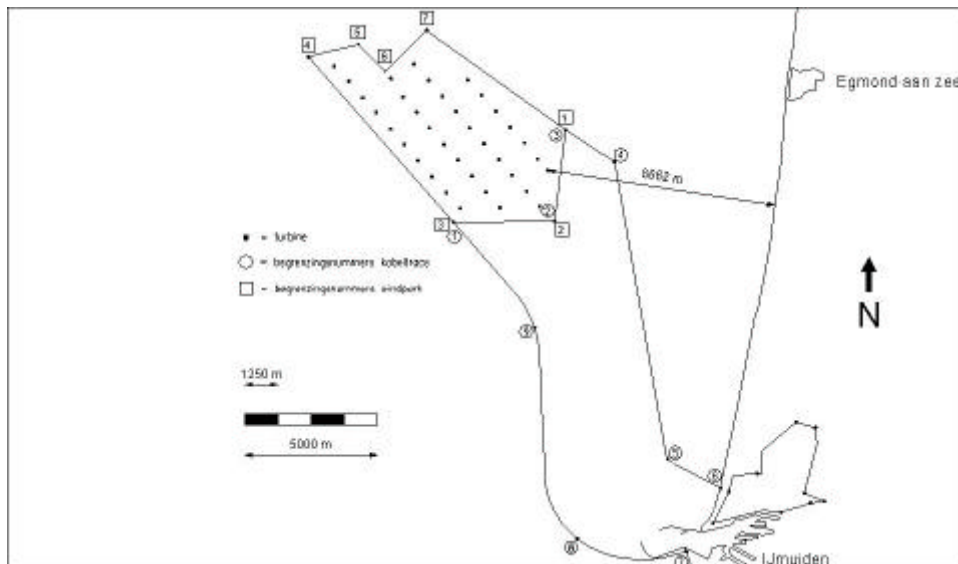


Figuur 4.13 Corridorvariant

Rendementsvariant

Bij deze variant is de totale concessieruimte gebruikt om 36 windturbines te plaatsen (zie Figuur 4.14). Hierdoor kunnen de windturbines onderling op een grotere afstand worden geplaatst, waardoor het parkrendement verbeterd en de productie geoptimaliseerd wordt. Deze opstelling bestaat uit 4 rijen windturbines welke in noordwest-zuidoostelijke richting lopen, evenwijdig met de concessiegrens tussen concessie coördinaten 3 en 4. De 4 rijen windturbines bestaan uit respectievelijk 10, 9, 10 en 7 windturbines. De afstand tussen de windturbines in de rij bedraagt 784 meter (8,5D). Tussen de rijen is een afstand aangehouden van 1157 meter (12,5D). De afstand tussen de 1^e windturbine en de kust is minimaal, te weten 8,7 km. Het parkrendement bedraagt 96,6%.

De netto energieopbrengst bedraagt 338.517 MWh. De netto energieopbrengst leidt tot een emissiereductie van circa 125.000 ton CO₂ (uitgaande van 0,37 kg CO₂/kWh). Bij een jaarverbruik van 3.000 kWh per huishouden is deze inrichtingsvariant in staat om in de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van circa 113.000 huishoudens te voorzien.

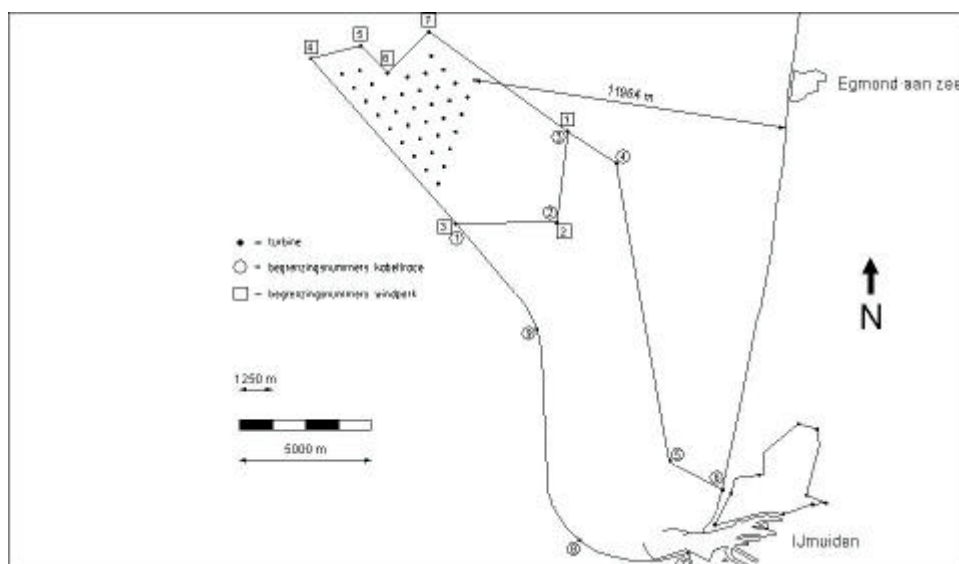


Figuur 4.14 Rendementsvariant

Bolstapeling (7,5D)

Bij deze variant is uitgegaan van een minimaal ruimtegebruik en zijn de windturbines zo ver als mogelijk uit de kust geplaatst om de zichtbaarheid vanaf de kust te beperken (zie figuur 4.15). De configuratie van het windturbinepark is gebaseerd op de bolstapeling (gelijkzijdige driehoeken). De afstand tussen de windturbines bedraagt overal 690 m (7,5D). Het ontwerp van deze variant is erop gebaseerd dat de windturbines technisch zo dicht als mogelijk is op elkaar staan. Dichter bij elkaar is onwenselijk vanwege de toenemende belasting van de windturbines. De belastingtoename is het gevolg van een grotere turbulentieintensiteit die door de voorafgaande windturbine wordt veroorzaakt. Hoe kleiner de afstand tussen de windturbines, hoe groter de turbulentieintensiteit, hoe groter de belasting op de windturbines. De afstand van de kust tot aan de eerste windturbine is maximaal, te weten 12,0 km. Door de geringe afstand tussen de windturbines is het parkrendement relatief laag, dit bedraagt 94,0%.

De netto energieopbrengst bedraagt 330.213 MWh. De netto energieopbrengst leidt tot een emissiereductie van circa 122.000 ton CO₂ (uitgaande van 0,37 kg CO₂/kWh). Bij een jaarverbruik van 3.000 kWh per huishouden is deze inrichtingsvariant in staat om in de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van circa 110.000 huishoudens te voorzien.

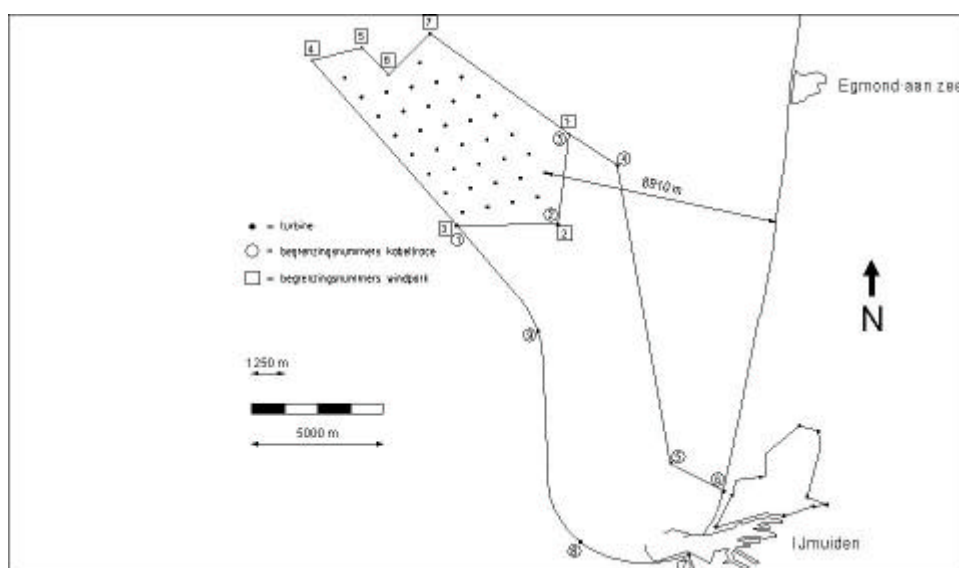


Figuur 4.15 Bolstapeling 7,5D

Bolstapeling (10,5D)

Ook bij deze variant (zie figuur 4.16) is de configuratie van de windturbines gebaseerd op de bolstapeling (gelijkzijdige driehoeken). Bij deze variant is echter uitgegaan van een grotere afstand tussen de windturbines. De afstand tussen de windturbines bedraagt overal 966 m (10,5 D), dit is gebaseerd op het behalen van een rendement vergelijkbaar met de basisvariant en de rendementsvariant. De afstand van de kust tot aan de eerste windturbine is minimaal, te weten 8,9 km. Door de grotere afstand tussen de windturbines is het parkrendement relatief hoog, dit bedraagt 96,2%.

De netto energieopbrengst bedraagt 337.388 MWh. De netto energieopbrengst leidt tot een emissiereductie van circa 125.000 ton CO₂ (uitgaande van 0,37 kg CO₂/kWh). Bij een jaarverbruik van 3.000 kWh per huishouden is deze inrichtingsvariant in staat om in de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van circa 112.000 huishoudens te voorzien.



Figuur 4.16 Bolstapeling 10,5D

In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste kenmerken van de inrichtingsvarianten samengevat.

Tabel 4.4 **Overzicht kenmerken inrichtingsvarianten**

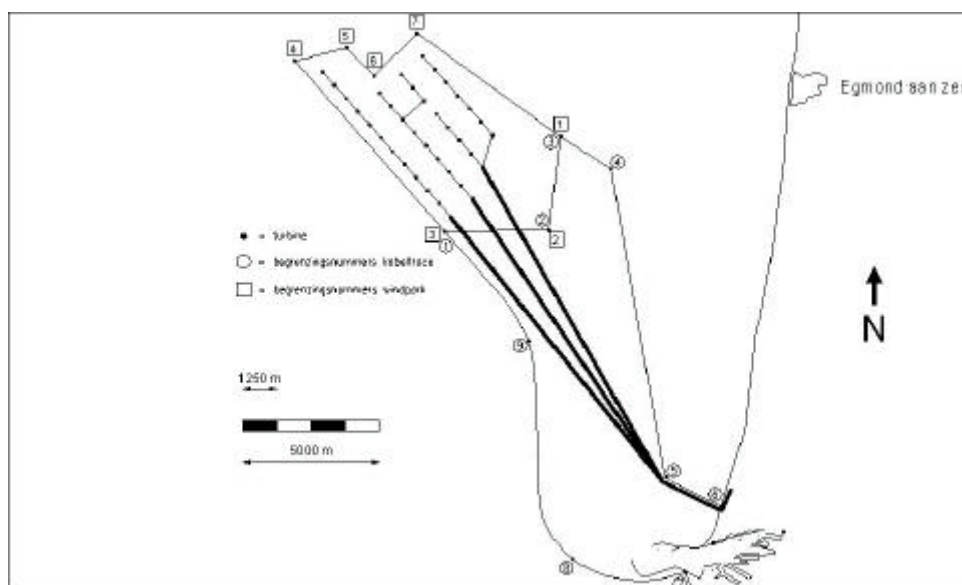
Varianten	Afstand in de rij	Afstand tussen de rijen	Ruimtebeslag (excl. 500 m zone rond windpark)	Ruimtebeslag (incl. 500 m zone rond windpark)	Min. af- stand tot de kust	Parkef- ficiëntie
basisvariant	644 m (7D)	1044 m (11,3D)	15,05 km ²	25,33 km ²	10,7 km	95,6%
corridorvariant	590-700 (6,4-7,6D)	1438 m (15,6D)	24,99 km ²	35,09 km ²	8,7 km	96,4%
rendement- variant	784 m (8,5D)	1157 m (12,5 D)	21,01 km ²	33,03 km ²	8,7 km	96,6%
bolstapeling (7,5D)	690 m (7,5D)	598 m (6,5D)	10,08 km ²	19,21 km ²	12,0 km	94,0%
bolstapeling (10,5D)	966 m (10,5D)	937 m (9,1D)	20,38 km ²	30,91 km ²	8,9 km	96,2%

4.3.2 Varianten kabeltracé van het park naar de kust

Kabeltracé geheel binnen de concessiecorridor

De drie kabels convergeren naar de kust binnen de in het pkb gereserveerde corridor (zie figuur 4.17). Dit is de kortst mogelijke route binnen de in het pkb gereserveerde corridor. Voor dit tracé is geen kruising noodzakelijk met de aanwezige pijpleiding aan de oostzijde van de corridor.

De lengte van het kabeltracé tussen het windpark (vanaf concessiegrens 2-3) en het substation bedraagt circa 35.800 meter (inclusief duinboring) offshore en circa 800 meter onshore {bron: berekening door WEOM}. Doordat in deze variant geheel binnen de gereserveerde corridor wordt gebleven zijn zowel het offshore tracé als het onshore tracé beduidend langer dan de variant waar het tracé deels buiten de gereserveerde corridor ligt (zie onderstaande variant). Bij deze variant is circa 5.600 meter meer kabel nodig wat resulteert in een hoger elektrisch verlies en meer graafwerk (verstoring), zowel onshore als offshore.



Figuur 4.17 Kabeltracé geheel binnen de concessiecorridor

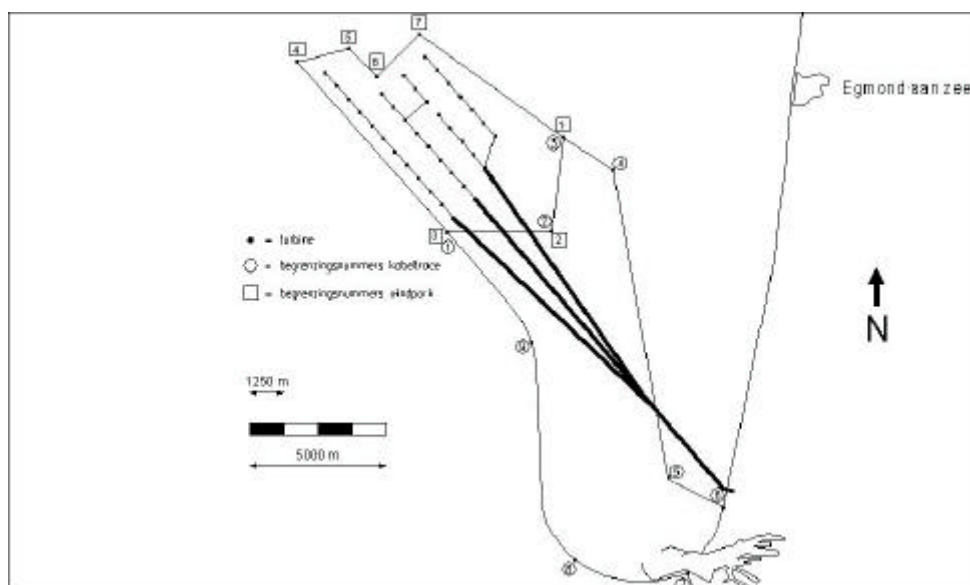
Kabeltracé deels buiten de concessiecorridor

De drie kabels convergeren naar de kust, deels buiten de in het pkb gereserveerde corridor (zie figuur 4.18). Dit is de kortst mogelijke route om van park tot land te komen. De lengte van het kabeltracé tussen het windpark (vanaf concessiegrens 2-3) en het substation bedraagt circa 30.200 meter (inclusief duinboring). Doordat er 5.600 meter minder kabel nodig is treed er minder elektrisch verlies en minder verstoring (graafwerk) op.

Nadeel is de kruising met de aanwezige pijpleiding (gas) die, afhankelijk van de door de leidingeigenaar gestelde voorwaarden, een bepaalde hoeveelheid meerwerk met zich meebrengt.

Bij de keuze voor de korte kabelvariant zal de kruising van de bestaande gasleiding (eigendom van Wintershall Noordzee bv) bovenlangs plaatsvinden. Tussen de gasleiding en de elektriciteitskabels wordt een minimum afstand van 300 mm aangehouden (met beton of bitumen). De jettrench zal ter weerszijden van de gasleiding een minimum afstand van 50 meter tot de gasleiding aanhouden (om beschadiging van de gasleiding te voorkomen). Omdat de elektriciteitskabels ter plaatse van de kruising (en 50 meter ter weerszijden van de gasleiding) niet de benodigde gronddekking hebben, zal op dit gedeelte de kabels worden voorzien van een beschermende laag stortsteen.

Doordat in deze variant wordt uitgegaan van de kortst mogelijke route zijn zowel offshore als onshore minder graafwerkzaamheden (en dus minder verstoring) noodzakelijk om bij het substation uit te komen. Dit tracé omvat een kruising met de aanwezige pijpleiding aan de oostzijde van de corridor wat extra aanpassingen vergt afhankelijk van de voorwaarden van de eigenaar van pijpleiding.



Figuur 4.18 Kabeltracé deels buiten de concessiecorridor

In de onderstaande tabel is de lengte van het kabeltracé (offshore en onshore) voor beide varianten weergegeven.

Tabel 4.5 **Overzicht lengte kabeltracé park - substation**

Variant	Offshore tracé	Onshore tracé
kabeltracé geheel binnen concessiecorridor	35.800 m (incl. duinboring)	800 m
kabeltracé deels buiten concessiecorridor	30.200 (incl. duinboring)	0

4.3.3 Varianten ashoogte windturbines

In paragraaf 4.2.1 (windturbines) is de range bepaald waarbinnen de minimale en maximale ashoogte dient te liggen. Hieruit blijkt dat de minimale ashoogte uit veiligheidsoverwegingen 64 m dient te zijn. De maximale ashoogte is bepaald aan de hand van een afweging tussen meerkosten en meeropbrengsten, deze bedraagt 70 m. Het is dan ook niet mogelijk om reële varianten te ontwikkelen voor de ashoogte. In de effectbeschrijving is uitgegaan van een maximale hoogte (70 m), dit is een "worst case" situatie voor de aspecten landschap (iets grotere zichtbaarheid) en vogels (iets grotere barrièrewerking). Bekeken vanuit het aspect energieopbrengst is een maximale ashoogte (70 m) juist gunstig.

Dit betekent dat de te realiseren ashoogte tussen de 64 meter en 70 meter zal komen te liggen. Op dit moment is de exacte ashoogte nog niet bekend. Doordat bij de effectbeschrijving is uitgegaan van een maximale hoogte, zullen de effecten ten aanzien van landschap en vogels niet onderschat worden. Een lagere uitvoering van de ashoogte (doch minimaal 64 meter) zal iets gunstiger scores ten aanzien van zichtbaarheid (landschap) en barrièrewerking (vogels).

In de richtlijnen van dit I-MER is geadviseerd om varianten te ontwikkelen voor verschillende ashoogten. Dit was gebaseerd vanuit de gedachte dat ashoogten van 60 en 80 meter reële opties waren die voordelen konden bieden ten opzichte van een ashoogte van 70 meter (zie tabel 4.1). Aangezien dit geen reële opties betreffen zijn deze varianten in dit I-MER niet verder uitgewerkt.

4.4 Het meest milieuvriendelijk alternatief

Het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) kan worden gedefinieerd als het alternatief waarbij de negatieve milieueffecten het kleinst zijn en de positieve milieueffecten het grootst. Het MMA wordt, aan de hand van de optredende milieueffecten, gekozen uit de beschreven inrichtingsvarianten (zie paragraaf 4.3). Daarnaast is het mogelijk om een aantal effectbeperkende maatregelen te nemen (zie laatste paragraaf bij hoofdstukken 8 tot en met 14), waardoor de optredende milieueffecten verder worden beperkt. Het MMA wordt verder beschreven in hoofdstuk 6.

4.5 Het nulalternatief

Het nulalternatief is het alternatief waarbij het NSW niet wordt gerealiseerd⁹. Er wordt dan geen duurzame energie geproduceerd en de emissie van schadelijke stoffen wordt niet beperkt. In dat geval wordt de realisatie van de doelstellingen uit o.a. de Uitvoeringsnota (emissiereductie van 6 procent in de periode 2009 tot 2012 t.o.v. 1990) en de Derde Energie nota (aandeel van duurzame energiebronnen van 10 procent in 2020) moeilijker haalbaar. De huidige situatie plus de autonome ontwikkeling (beschreven in de hoofdstukken 8 tot en met 14) wordt beschouwd als referentie voor de effecten van de inrichtingsvarianten.

4.6 Beschrijving huidige situatie en autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, effecten en mitigerende maatregelen

In de hoofdstukken 8 tot en met 14 wordt een beschrijving gegeven van de bestaande situatie, de autonome ontwikkeling en de milieueffecten van de inrichtingsvarianten. Onder de bestaande situatie wordt, tenzij anders vermeld, de situatie verstaan bij aanvang van de m.e.r.-studie (1 juli 2002). De beschrijving richt zich op de milieuaspecten die door de inrichtingsvarianten kunnen worden beïnvloed.

Bij de beschrijving van de bestaande situatie en de autonome ontwikkeling is uitgegaan van een studiegebied dat per aspect kan verschillen. Bepalend voor de omvang van het studiegebied is de reikwijdte van de effecten. De beschrijving van de bestaande milieutoestand en de autonome ontwikkeling (het nulalternatief) is van belang voor het voorspellen van de potentiële optredende milieugevolgen.

⁹ Omdat er reeds een kabinetsbesluit is genomen over de realisatie van het NSW (pkb-NSW) is er geen reëel nulalternatief. Conform de Richtlijnen wordt als referentiepunt voor de te verwachten milieueffecten de bestaande milieusituatie plus autonome ontwikkeling genomen.

Hierbij is onderscheid gemaakt naar de volgende milieuaspecten:

- vogels;
- landschap;
- kust en zee;
- onderwaterleven;
- scheepvaart en veiligheid;
- gebruiksfuncties;
- waterdiepte en energieopbrengst.

De beschrijving van de milieueffecten vindt eveneens plaats aan de hand van de bovengenoemde milieuaspecten.

Voor de betreffende milieuaspecten waarbij mogelijk sprake is van effecten op het milieu zijn toetsingscriteria opgesteld. De inrichtingsvarianten worden beoordeeld aan de hand van de geformuleerde toetsingscriteria. De beoordeling, ten behoeve van de effectvergelijking, vindt zoveel mogelijk plaats in concrete, kwantificeerbare eenheden.

Bij de effectbeschrijving wordt onderscheid gemaakt in effecten van aanleg, gebruik, verwijdering en onderhoud. Bij de effectbeschrijving wordt waar mogelijk aangegeven of de effecten tijdelijk of permanent zijn, op te heffen of onomkeerbaar zijn, op korte of langere termijn spelen en of er sprake is van cumulatie van milieueffecten. Tevens wordt aangegeven welke effectbeperkende maatregelen mogelijk zijn en hoe deze in verhouding staan tot de effecten. Naast het beschrijven van de negatieve effecten wordt ook aandacht besteed aan de mogelijke positieve ontwikkelingen voor het milieu.

Wijze van effectbeoordeling

Bij het toetsen van de inrichtingsvarianten aan de geformuleerde criteria worden waar mogelijk de effecten gekwantificeerd. Waar dit niet mogelijk is wordt een kwalitatieve beoordeling gegeven. De beschreven effecten worden per milieuaspect samengevat in een tabel, waarin de effecten in de vorm van een relatieve plusmin-beoordeling worden weergegeven.

De kwalitatieve beoordeling is een relatieve beoordeling. Hierbij worden de varianten beoordeeld ten opzichte van de autonome ontwikkeling, zijnde de situatie waarbij er geen Near Shore Windpark wordt gerealiseerd. Deze variant wordt verder de nulvariant genoemd. Wanneer er geen significante verschillen in milieueffecten optreden ten opzichte van het nulvariant krijgt een inrichtingsvariant de kwalitatieve waardering "0". Wanneer er voor een inrichtingsvariant negatieve milieueffecten worden verwacht ten opzichte van de nulvariant, dan wordt dit uitgedrukt met de relatieve beoordeling "-". In geval van positieve milieueffecten wordt een beoordeling "+" gegeven.

Voor een aantal milieuaspecten zal de realisatie van de inrichtingsvarianten negatieve milieueffecten met zich meebrengen. Vaak zal dan het verschil in effecten tussen het nulalternatief en de inrichtingsvarianten veel groter zijn dan het verschil tussen de inrichtingsvarianten onderling. Om toch significante verschillen tussen inrichtingsvarianten in een kwalitatieve beoordeling tot uiting te kunnen brengen, worden de beoordelingen "+ +" en "- -" gehanteerd. Deze beoordelingen geven aan dat het milieueffect van de betreffende variant groter is dan van de varianten met een enkele "-" of "+". Dit betekent dat er geen evenredigheid is tussen de waarderingen "0", "-", "+" en "- -".

Samenvatting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil ten opzichte van de nulvariant (situatie zonder windpark)
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant
- + een significant positief verschil t.o.v. de nulvariant
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de negatieve effecten van deze inrichtingsvariant groter zijn dan bij de inrichtingsvarianten met een enkele “-” waardering
- ++ een significant positief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de positieve effecten van deze inrichtingsvariant groter zijn dan bij de inrichtingsvarianten met een enkele “+” waardering.

5 Vergelijking 1,5 MW versus 2,75 MW

5.1 Algemeen

Ten tijde van het L-MER werd er nog van uitgegaan dat het windpark zou worden ingericht met 1,5 MW windturbines (totaal 66 windturbines). Inmiddels hebben diverse windturbineleveranciers windturbines ontworpen die speciaal geschikt zijn voor offshore toepassing. Zoals reeds in het L-MER was verwacht, hebben deze windturbines vanwege voortschrijdende (technologische) ontwikkelingen een groter turbinevermogen. Dit heeft er toe geleid dat nu wordt uitgegaan van 36 windturbines van 2,75 MW. De realisatie van een windpark met windturbines van 2,75 MW is een van de uitgangspunten die zijn vastgelegd in de overeenkomst tussen het consortium NoordzeeWind en de Ministeries van EZ en Financiën.

In het pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] is er van uitgegaan dat het windpark zou worden ingevuld met windturbines van minimaal 1,5 MW. Het pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] laat de mogelijkheid vrij om windturbines met een groter vermogen toe te passen. De Cie-m.e.r. heeft in haar advies voor de richtlijnen voor het I-MER expliciet geadviseerd om een vergelijking op hoofdlijnen tussen een 1,5 MW en een 2,75 MW inrichtingsalternatief in dit I-MER op te nemen. Dit advies is door het Bevoegd Gezag overgenomen in de definitieve richtlijnen. Dit hoofdstuk gaat specifiek over deze vergelijking. Indien middels een globale vergelijking kan worden aangetoond dat een 2,75 MW alternatief vanuit milieuoogpunt niet ongunstiger is dan een 1,5 MW alternatief, dan kan - conform de richtlijnen voor deze I-MER - een windpark bestaande uit 2,75 MW windturbines als uitgangspunt worden beschouwd.

Bij de onderstaande effectvergelijking wordt aan de hand van de conclusies van de effectbeschrijving van de 2,75 MW windturbines (hoofdstukken 8 t/m 14) op een beknopte manier het verschil tussen het 1,5 en 2,75 MW alternatief beschreven. De effectvergelijking vindt plaats op hetzelfde detailniveau als dat van het L-MER, dat wil zeggen op criterium respectievelijk subcriterium niveau. Ook is bij de beschrijving van de effecten onderscheid gemaakt tussen het gebruik van het park en de effecten bij aanleg, onderhoud en verwijdering.

Om het I-MER goed leesbaar en beknopt te kunnen houden, is gekozen om eerst de vergelijking van de alternatieven (1,5 versus 2,75 MW) te presenteren en daarna de effecten van de inrichtingsvarianten (2,75 MW). Indien de lezer vooraf inzicht zou willen krijgen in de milieueffecten, dan wordt aanbevolen om eerst de effectbeschrijving van de 2,75 MW windturbines te lezen (zie hoofdstuk 8 t/m 14). In deze hoofdstukken wordt uitgebreid ingegaan op de diverse aspecten en worden conclusies nader onderbouwd.

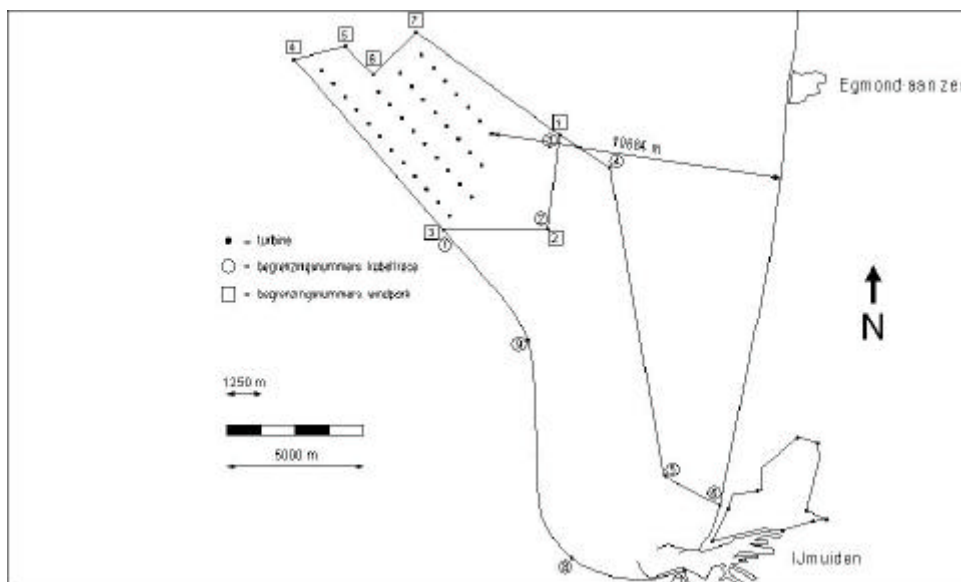
5.2 Vergelijking milieueffecten van 2,75 versus 1,5 MW windturbines

De beschrijving van de verschillen in milieueffecten tussen het 2,75 MW en 1,5 MW alternatief vindt plaats aan de hand van de basisvarianten. De basisvariant 2,75 MW (zie figuur 5.1) is op basis van dezelfde uitgangspunten en vergelijkbare verhoudingen doorvertaald naar een 1,5 MW variant (zie figuur 5.2).

In de onderstaande tabel zijn de belangrijkste verschillen tussen het 2,75 MW en 1,5 MW alternatief weergegeven. De manier waarop het ruimtebeslag en de afstand tot de kust zijn berekend is beschreven in paragraaf 4.3.1.

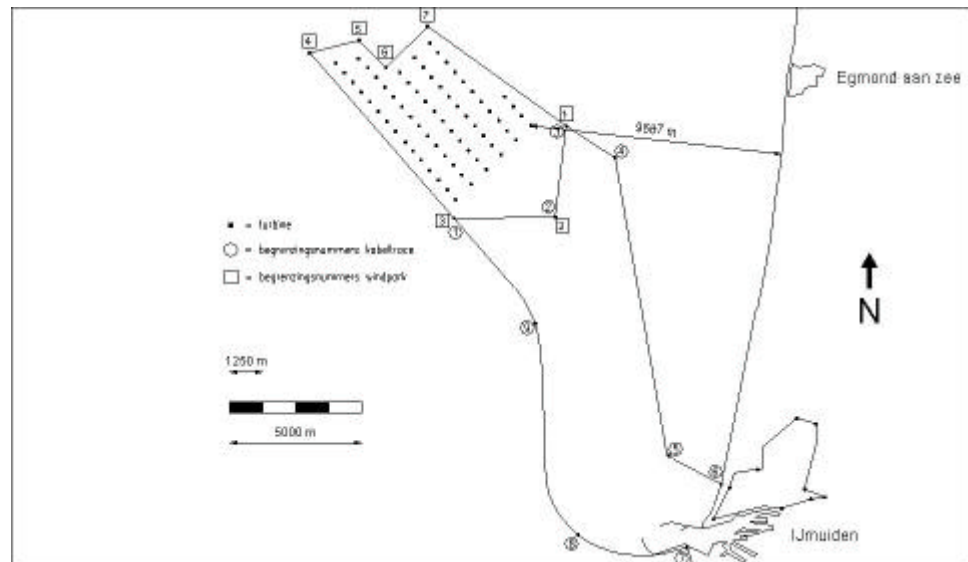
Tabel 5.1 **Overzicht kenmerken 2,75 MW en 1,5 MW windturbine**

Kenmerken	2,75 MW alternatief	1,5 MW alternatief
geïnstalleerd turbinevermogen	99 MW	99 MW
totale rotoroppervlak	239.328	253.968
turbinevermogen	2,75 MW	1,5 MW
aantal turbines	36	66
ashoogte	70 m	60 m
rotordiameter	92 m	70 m
type fundering	monopaal	monopaal
diameter monopaal	4,3 m	3 m
waterdiepte	15 - 20 m	15 - 20 m
afstand in de rij	644 m (7D)	490 m (7 D)
afstand tussen de rijen	1044 m (11,3D)	791 m (11,3 D)
ruimtebeslag, incl. 500 m zone	25,33 km ²	29,85 km ²
ruimtebeslag, excl. 500 m zone	15,05 km ²	18,87 km ²
minimale afstand tot de kust	10,7 km	9,6 km
parkefficiëntie	95,6 %	93,7 %
netto energieopbrengst	335.409 MWh/jaar	333.216 MWh/jaar ¹⁰



Figuur 5.1 **2,75 MW alternatief**

¹⁰ De netto energieopbrengst is berekend met een NM72, zie paragraaf 5.2.8.



Figuur 5.2 1,5 MW alternatief

5.2.1 Ruimtebeslag

Er is een groot verschil tussen het ruimtebeslag van beide alternatieven. Bij het 2,75 MW alternatief is het ruimtebeslag 25,33 km² (incl. veiligheidszone), terwijl bij het 1,5 MW alternatief het ruimtebeslag 29,85 km² bedraagt (incl. veiligheidszone). Het 2,75 MW alternatief wordt daarom vanuit ruimtebeslag aanzienlijk beter beoordeeld. Dit komt ook duidelijk naar voren als wordt gekeken naar de energieopbrengst of de vermeden CO₂ emissies per km² (zie paragraaf 5.2.8: techniek en economie). In paragraaf 5.2.8. (techniek en economie) wordt het ruimtebeslag gerelateerd aan de netto geproduceerde energie en de vermeden CO₂ emissies.

5.2.2 Vogels

5.2.2.1 Effecten gebruik

Bij risico's van windturbines voor vogels spelen drie effecten een belangrijke rol: aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring (zie paragraaf 8.3). In de onderstaande alinea's wordt dit nader toegelicht.

Aanvaringsrisico

Seizoenstrek

Bij de beoordeling van het aanvaringsrisico zijn met name de afstand tot de kust (i.v.m. de vogeldichtheid), de vorm van het windpark (t.o.v. de vliegroute) en het rotoroppervlak (van alle windturbines gezamenlijk) van belang. Tussen beide alternatieven zijn ten aanzien van de vorm en de afstand tot de kust slechts kleine verschillen. Aan de noordzijde van het windpark zitten bij het 1,5 MW alternatief 2 inhammen (fuike¹¹), dit wordt vanuit het aanvaringsrisico iets negatiever beoordeeld. Daarnaast ligt het 1,5 MW alternatief circa 1 kilometer dichter bij de kust, wat als gevolg van de iets hogere vogeldichtheid kan leiden tot een licht hoger aanvaringsrisico.

¹¹ Dit begrip wordt nader uitgelegd in paragraaf 8.4.2.1 (criterium aanvaringsrisico).

De meest bepalende factor is echter de oppervlakte van het rotorvlak, indien volgens de methode Winkelman (1992a) het aantal vogelslachtoffers wordt berekend dan scoort het 2,75 MW alternatief aanzienlijk beter (zie onderstaande tabel).

Tabel 5.2 *Kwantitatieve berekening aantal vogelslachtoffers bij seizoenstrek*

Vermogen: 2,75 MW; rotordiameter: 92 m		Vermogen: 1,5 MW; rotordiameter: 70 m	
totale oppervlak rotorvlak (m ²)	239.328	totale oppervlak rotorvlak (m ²)	253.968
aanvaringskans/windturbine (%)	0,14	aanvaringskans/windturbine (%)	0,14
aantal vogels/m ² /najaar/s nachts	6	aantal vogels/m ² /najaar/s nachts	6
kansreductie [Tucker, 1996]	0,5	kansreductie [Tucker, 1996]	0,6
vogelslachtoffers najaar	1.005	vogelslachtoffers najaar	1.280
totaal jaar (najaar + voorjaar)	1.440	totaal jaar (najaar + voorjaar)	1.830

Bij een vergelijking van het aantal vogelslachtoffers per eenheid ruimtegebruik (km²) en per eenheid energie (GWh) blijkt dat in beide gevallen het 2,75 MW alternatief beter scoort (zie onderstaande tabel).

Tabel 5.3 *Aantal vogelslachtoffers per eenheid ruimtegebruik (km²) en per eenheid netto energieopbrengst (GWh)*

	2,75 MW alternatief	1,5 MW alternatief
aantal slachtoffers/km ²	95,5	97,0
aantal slachtoffers/GWh	4,28	5,49

Omdat de aanvaringskans voor vogels dicht bij de rotoras groter is dan verder weg neemt de aanvaringskans af bij een grotere rotordiameter. De aanvaringskans is om deze reden bij het 2,75 MW alternatief kleiner dan bij het 1,5 MW alternatief. Om te corrigeren voor een lagere aanvaringskans bij het 2,75 MW alternatief is gebruikt van de redenering van Tucker (1996). Op basis van de redenering, die volgt uit Tucker (1996), is bij het 1,5 MW alternatief een reductiefactor van 0,6 en bij het 2,75 MW alternatief een reductiefactor van 0,5 aangehouden.

De oppervlakte van de drie rotorbladen van de 1,5 MW windturbine bedraagt circa 190 m², dit is circa 6 % van de oppervlakte van het rotorvlak van de 1,5 MW windturbine. Bij de 2,75 MW windturbine is dit circa 4 %. De invloed van de lagere omwentelingssnelheid van de 2,75 MW windturbine (14,15 omw./min.) ten opzichte van de 1,5 MW windturbine (17,3 omw./min.) op de aanvaringskans is moeilijk in te schatten. Enerzijds neemt de aanvaringskans af door de lagere omwentelingssnelheid van het rotorblad maar anderzijds neemt de aanvaringskans weer toe door de grotere dikte van het rotorblad van de 2,75 MW windturbine. Wat voor invloed deze factoren hebben op het aanvaringsrisico is niet bekend, dit zal in het "demonstratiepark" NSW worden onderzocht.

In paragraaf 8.4.2.1 wordt ingegaan op de onnauwkeurigheid van deze berekeningswijze en de aannames die daarbij zijn gedaan. Geconcludeerd wordt dat de betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten laag is.

De wijze waarop aannames voor de berekening van het aantal vogelslachtoffers heeft plaatsgevonden is wat betreft het 1,5 MW en 2,75 MW alternatief gelijk. Hoewel de verschillen in absolute zin tussen beide alternatieven in de praktijk veel kunnen verschillen kan wel worden geconcludeerd dat het zeer waarschijnlijk is dat het aantal vogelslachtoffers voor het 1,5 MW alternatief groter zal zijn dan bij het 2,75 MW alternatief.

Grote onzekerheden in de bovenstaande berekening zijn de vogeldichtheid ter hoogte van het rotorblad en de aanvaringskans. Er is te weinig bekend over de trek van zeevogels op afstanden groter dan 5 tot 7 kilometer van de kust, de vlieghoogte van de vogels, de dichtheid aan vogels en de (soort)specifieke aanvaringskansen in (on)gestuwde situaties op zee. Pas als hier meer over bekend is (zie ook de leemten in kennis in het L-MER) kan een gefundeerde uitspraak worden gedaan over aantal vogelslachtoffers. Het "demonstratieproject" NSW draagt bij aan de invulling van de geconstateerde leemten in kennis.

Kustbroedvogels

Direct ten oosten van het windpark ligt alleen een kolonie Aalscholvers. Het NSW vormt hier geen bedreiging voor (zie hoofdstuk 8). Daarnaast mag er bij kustbroedvogels (m.u.v. juvenielen) van worden uit gegaan dat de vogels bekend zijn (of snel bekend worden) met de lokale situatie (de aanwezigheid van het windpark) en dat daardoor het aanvaringsrisico beperkt zal zijn. Bij beide alternatieven zal het aantal aanvaringsslachtoffers vermoedelijk maximaal enkele tientallen per seizoen bedragen. Uit de berekening van het aantal vogelslachtoffers (conform Winkelman) volgt dat het 2,75 MW alternatief iets beter scoort (vanwege het kleinere totale rotoroppervlak en de lager kansreductiefactor (Tucker)). Daarnaast speelt ook mee dat bij het 2,75 MW alternatief de afstand tot de kust iets groter is, waardoor de vogeldichtheid waarschijnlijk iets lager is.

Pleisterende niet-broedvogels

Ook hier geldt dat bekendheid met de lokale situatie zal leiden tot een lager aanvaringsrisico. Een schatting van het aantal vogelslachtoffers is echter niet te geven. Het aantal vogelslachtoffers zal hoger zijn in gebieden met een hoog voedselaanbod (Spisula-banken), dit betreft met name de ondiepe kustzone. Doordat het 2,75 MW alternatief iets verder uit de kust (in dieper water) ligt wordt deze iets beter beoordeeld.

Barrièrewerking

Het verschil in ashoogte (10 meter) zal nauwelijks invloed hebben op de barrièrewerking. Pas als de ashoogte met tientallen meters toeneemt zou dit enig effect kunnen hebben (mondelinge mededeling S. Dirksen, bureau Waardenburg).

Seizoenstrek

In vergelijking met de totale route die vogels afleggen, zijn de extra meters die vogels moeten afleggen om het park te ontwijken verwaarloosbaar. Het 2,75 MW alternatief wordt vanwege de grotere afstand tot de kust (lagere vogeldichtheid) en het kleinere ruimtebeslag beter beoordeeld.

Kustbroedvogels

Doordat direct ten oosten van het windpark alleen een kolonie Aalscholvers voorkomt (het NSW vormt hier geen bedreiging voor; zie hoofdstuk 8) zal de eventuele barrièrewerking voor kustbroedvogels die loodrecht op de kust vliegen beperkt zijn. Voor de kustbroedvogels die evenwijdig aan de kustlijn vliegen geldt dat, des te verder de barrière in zee ligt, des te kleiner de barrièrewerking is. Vanuit deze optiek wordt het 2,75 MW alternatief iets beter beoordeeld.

Pleisterende niet-broedvogels

Het grootste deel van de vliegbewegingen van pleisterende niet-broedvogels is evenwijdig aan de kust en boven de ondiepere kustzone (Spisula-banken). Doordat het 2,75 MW alternatief iets verder in zee ligt wordt deze iets beter beoordeeld. Over de mate waarin barrièrewerking zich zal voordoen is geen duidelijkheid te geven.

Verstoring

Kustbroedvogels

De verstoring¹² is rechtevenredig met het ruimtebeslag van het NSW. Het ruimtebeslag van het 1,5 MW alternatief is circa 4,5 km² groter dan het 2,75 MW alternatief; het 1,5 MW alternatief wordt om deze reden negatiever beoordeeld.

Pleisterende niet-broedvogels

Bij verstoring van pleisterende niet-broedvogels is met name het voorkomen van Spisula-banken (belangrijke voedselbron van o.a. zee-eenden en Eider-eenden) van belang. Deze Spisula-banken komen vooral voor op dieptes van minder dan 15 meter. Vanuit deze optiek wordt het 2,75 MW alternatief, dat op groter afstand van de kust ligt, iets beter beoordeeld.

5.2.2.2 Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering

De effecten als gevolg van aanleg, onderhoud en verwijdering van beide alternatieven zijn over het algemeen beperkt van omvang, tijdelijk en lokaal. Er zijn echter wel verschillen aan te geven. Bij het 1,5 MW alternatief worden 66 windturbines geplaatst, de aanleg- en verwijdertijd (en daarmee de verstoringperiode) zal dan ook langer zijn dan bij het 2,75 MW alternatief (per 2,75 MW windturbine zal de aanleg- en verwijdertijd iets langer zijn dan van een 1,5 MW windturbine, echter de aanleg- en verwijderperiode zal niet twee maal zo lang zijn). Bij het 1,5 MW alternatief worden meer monopalen de grond ingeheid en vinden meer scheepsbewegingen plaats. Het 1,5 MW alternatief wordt om deze redenen negatiever beoordeeld.

5.2.3 Landschap

5.2.3.1 Effecten gebruik

Het belangrijkste verschil tussen het 1,5 en 2,75 MW alternatief betreft het aantal windturbines: bij het 1,5 MW alternatief staan 66 windturbines (min. afstand tot de kust 9,6 km) en bij het 2,75 MW alternatief 36 windturbines (min. afstand tot de kust 10,7 km).

¹² Omdat een aantal vogels een bepaalde afstand aanhoudt tot het windpark is hier gekeken naar het ruimtebeslag inclusief de 500 meter zone

Bij het 2,75 MW alternatief zijn de windturbines door de grotere maatvoering (hogere ashoogte, grotere rotordiameter en grotere diameter monopaal) beter zichtbaar, het aantal windturbines is echter circa de helft van het aantal windmolens bij het 1,5 MW alternatief. Doordat het 1,5 MW alternatief uit bijna twee maal zoveel windturbines bestaat ligt dit alternatief prominenter in het gezichtsveld (het 1,5 MW alternatief oogt als een dichtere wolk). De groter maatvoering van de 2,75 MW windturbines afwegende tegen het groter aantal windturbines van het 1,5 MW alternatief leidt tot een ongeveer gelijke zichtbaarheid. In figuur 5.3 en 5.4 zijn de visualisaties van beide alternatieven weergegeven vanuit de locatie Egmond aan Zee.

Het theoretisch maximale zicht wordt bepaald door de kromming van de aarde. De 2,75 MW windturbines (ashoogte: 70 m, ooghoogte: 1,5 m) zullen in theorie waarneembaar zijn tot een afstand van circa 35,9 km (bron: Scheepvaart Almanak), verder in zee verdwijnen de windturbines achter de horizon. Voor de 1,5 MW windturbines (ashoogte: 60 m, ooghoogte: 1,5 m) bedraagt het maximale zicht circa 33,5 km. Het theoretisch maximale zicht is echter geen reële situatie. Het zicht wordt in de praktijk beperkt door golven en de heiligheid van de lucht. Uit een studie uitgevoerd door Meteo Consult blijkt dat tijdens goede weersomstandigheden (zomer en herfst) het zicht vanaf de kust 70 % van de tijd meer dan 10 km bedraagt, 15 % van de tijd meer dan 20 km en 1 % van de tijd meer dan 30 km. Beide alternatieven liggen circa 10 kilometer uit de kust en zullen dus ongeveer 70 % van de tijd zichtbaar zijn.

Het windpark heeft een invloed op de beleving van de zee, dit wordt in het kader van het MEP-NSW nader onderzocht.

5.2.3.2 Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.

Tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark zal een tijdelijke verhoging van de scheepvaartintensiteit in de omgeving van het concessiegebied en tussen het concessiegebied en de haven bij IJmuiden optreden. Naast het installatievaartuig (zie figuur 4.8) zullen ook een aantal werkschepen in het gebied aanwezig zijn. Vanaf de kust zal het installatievaartuig (hoogte circa 100 m) duidelijk te zien zijn. De werkschepen zullen door hun geringe omvang (hoogte) niet of nauwelijks zichtbaar zijn. De werkzaamheden voor aanleg en verwijdering zijn tijdelijk (april-september). Bij het 2,75 MW alternatief is de aanleg- en verwijderingsperiode korter dan bij het 1,5 MW alternatief (als gevolg van het kleiner aantal windturbines) en ligt het park iets verder uit de kust waardoor de zichtbaarheid iets minder is.

5.2.4 Kust en zee

5.2.4.1 Effecten gebruik

Golven

Door de aanwezigheid van het NSW zal het golfpatroon rondom de monopalen veranderen. Dit effect is lokaal en (zeer) beperkt van omvang (1 à 2 maal de diameter van de monopaal). De effecten zijn verwaarloosbaar.

Waterbeweging

Door de aanwezigheid van het NSW zal de waterbeweging rondom de monopalen veranderen. Dit effect is lokaal en (zeer) beperkt van omvang (1 à 2 maal de diameter van de monopaal). De effecten zijn verwaarloosbaar.

Waterdiepte en bodemvormen

Zowel het 1,5 als 2,75 MW alternatief hebben geen wezenlijke invloed op de aanwezige bodemvormen (zandbanken), alleen in de directe omgeving van de monopalen treedt een zeer beperkt en lokaal effect op (ontstaan van erosiekuilen: zie paragraaf sedimenttransport). Bij het 1,5 MW alternatief zullen de effecten (door het groter aantal monopalen) iets groter zijn dan bij het 2,75 MW alternatief, absoluut gezien zijn de effecten verwaarloosbaar.

Sedimentsamenstelling

Beide alternatieven hebben geen invloed op de sedimentsamenstelling.

Troebelheid en waterkwaliteit

Alleen tijdens de aanleg en verwijdering treden er zeer beperkte en lokale effecten op (vertroebeling). Aanleg in een ander seizoen leidt niet tot wezenlijk andere effecten. Het 2,75 MW alternatief wordt, als gevolg van het kleiner aantal turbines, iets beter beoordeeld.

Sedimenttransport

Door de effecten van golven en stroming treedt erosie op rondom de fundering (zonder toepassing van bodembescherming). Onder een constante golf- en stromingconditie ontstaat na enige tijd (dagen tot weken) een evenwicht in de erosiekuil. Onder stormcondities kan de erosiekuil dieper of ondieper worden. Alkyon (2003) heeft voor beide alternatieven de maximale ontgrondingsdiepte berekend: 5 tot 6,5 meter voor de 2,75 MW windturbine en 3,5 tot 4,5 meter voor de 1,5 MW windturbine. Het effect van de waterdiepte is gering. Voor de 2,75 MW windturbine heeft de erosiekuil een diameter van 50 tot 65 meter bij een helling van de kuil van 1 op 5. Voor de 1,5 MW windturbine heeft de erosiekuil een diameter van 35 tot 45 meter. Het sedimenttransport zal als gevolg van de erosieprocessen enige toename vertonen. Het 1,5 MW alternatief heeft als gevolg van het groter aantal windturbines een iets grotere effect op het sedimenttransport.

Kustveiligheid

De gevolgen van het windpark voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande toetsingscriteria. Al deze veranderingen zijn in feite afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. Naarmate de afstand van het windpark tot de kust groter is, zullen de gecombineerde gevolgen van het windpark op de kust (en dus op de kustveiligheid) kleiner zijn. Vanuit deze optiek wordt het 2,75 MW alternatief (ligt circa 1 km verder uit de kust) iets beter beoordeeld.

5.2.4.2 Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering

De effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering van beide alternatieven op hydrologisch en morfologische processen zijn lokaal, tijdelijk en zeer beperkt van omvang. Het sedimenttransport zal ten gevolge van de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het NSW een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van het opgewoelde sediment. De alternatieven zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

5.2.5 Onderwaterleven

5.2.5.1 Effecten gebruik

Macrobenthos

Door het plaatsen van de monopalen gaat ter plaatse van de monopaal en in de directe omgeving een verwaarloosbaar oppervlak aan zandig substraat (vestigingsplaats macrobenthos) verloren. De effecten hiervan zijn bij het 2,75 MW alternatief (2,75 MW alternatief: 523 m², 1,5 MW alternatief: 466 m²) iets groter, absoluut gezien is het effect verwaarloosbaar. Na enkele jaren, als er een evenwicht is bereikt in de erosiekuil, zal er weer herstel optreden. Daar tegenover staat dat een nieuwe vestigingsmogelijkheid (hardsubstraat: monopalen) wordt toegevoegd. Bij het 1,5 MW alternatief wordt, door het groter aantal monopalen, meer hard substraat toegevoegd. Indien wordt uitgegaan van een waterdiepte van 15 meter dan wordt bij het 1,5 MW alternatief circa 9.300 m² hard substraat toegevoegd, bij het 2,75 MW alternatief wordt circa 7.300 m² hard substraat toegevoegd. Vanuit dit opzicht (creëren nieuwe vestigingsmogelijkheden) wordt het 1,5 MW alternatief iets beter beoordeeld.

Rond de monopalen zal het stromingspatroon beperkt veranderen, dit kan van invloed zijn op vestiging en groei. Dit effect is lokaal en (zeer) beperkt van omvang. De effecten zijn verwaarloosbaar.

Vissen/bodemvissen

Op vissen treden waarschijnlijk geen negatieve effecten op (over de impact van onderwatergeluid is weinig bekend), positieve effecten worden wel verwacht. Vissen profiteren mogelijk van de plaatsing van de monopalen. Zo bieden de monopalen de mogelijkheid om eieren af te zetten en voedsel te zoeken (tussen de aangroei). Doordat bij het 1,5 MW alternatief meer hard substraat wordt toegevoegd (zie bovenstaande alinea) wordt dit alternatief iets beter beoordeeld.

Zeezoogdieren

Onderwatergeluid kan effect hebben op zeezoogdieren. Omdat de aard en omvang van het onderwatergeluid op dit moment nog niet bekend zijn kunnen hier geen nadere uitspraken over worden gedaan. In het kader van het MEP NSW zal hier nader onderzoek naar worden gedaan. De alternatieven zijn vermoedelijk niet/nauwelijks onderscheidend.

Refugiumfunctie

Doordat het windpark, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark, zal worden gesloten voor de scheepvaart (uitgezonderd vaartuigen bestemd voor onderhoud van het park en schepen van de overheid) krijgt het windpark een refugiumfunctie voor zowel macrobenthos, (bodem)vissen als zeezoogdieren (zie ook paragraaf 11.4.2). Doordat het 1,5 MW alternatief een iets groter ruimtebeslag heeft, wordt het 1,5 MW alternatief iets beter beoordeeld.

5.2.5.2 Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering

De effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering van beide alternatieven op het onderwaterleven zijn lokaal, tijdelijk en zeer beperkt van omvang. Tijdens de aanleg en verwijdering van het NSW kan er door activiteiten als heien (monopalen) en trenchen (ingraven parkbekabeling) een extra vertroebeling van het water optreden.

De vertroebeling is lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang. Alhoewel de effecten zeer klein zijn valt toch een rangschikking aan te brengen. Bij het 1,5 MW alternatief worden 66 windturbines en circa 37,5 kilometer aan parkbekabeling aangebracht, bij het 2,75 MW alternatief worden 36 windturbines en circa 28 kilometer aan parkbekabeling aangebracht. Het heien van de monopalen en het trenchen van de kanels zal leiden tot een tijdelijke vertroebeling en verstoring (geluid). De verstoring die optreedt bij het 1,5 MW alternatief is het grootst. De effecten van onderwatergeluid en trillingen zijn niet bekend (zie ook paragraaf 11.4.3).

5.2.6 Scheepvaart en veiligheid

5.2.6.1 Effecten van gebruik

Aanvaringsrisico

Met betrekking tot de vergelijking die in dit hoofdstuk wordt gemaakt concludeert het Marin [Van der Tak, 2003] dat de kans op een aanvaring of aandrijving ruw evenredig is met het aantal windturbines. Dit blijkt uit de door Marin uitgevoerde berekeningen van de aanvaar-/aandrijfkansen voor de "base-case 2,75 MW" (zie hoofdstuk 12 en bijlage 4).

Het Marin geeft aan dat de gevolgen bij een aanvaring met een 2,75 MW turbine niet veel zullen afwijken van een aanvaring met een 1,5 MW turbine. Het aantal windturbines is maatgevend, niet de grootte ervan. Een windpark met minder windturbines is zonder meer gunstiger voor de veiligheid van de scheepvaart.

Daarnaast kan worden opgemerkt dat de schade die optreedt bij een aanvaring of aandrijving relatief groter zal zijn wanneer er delen van de turbine uitsteken. Ten tijde van het L-MER is uitgegaan van een type turbine waar op het niveau van de zeespiegel een ladder bescherming zou worden geplaatst en op ca. 16 meter hoogte boven de zeespiegel een werk- en trafodek. Wanneer een schip in aanraking komt met dergelijke uitstekende delen dan is de kans dat de aanvaring of aandrijving schade veroorzaakt groter dan wanneer er minder delen uitsteken. Het type windturbine waarmee NoordzeeWind het windpark wil realiseren kent in tegenstelling tot de 1,5 MW turbine uit het L-MER geen ladderbeschermingsconstructie. Juist een dergelijke constructie die uitsteekt op zeespiegelniveau vergroot de kans dat een aanvaring/aandrijving negatieve gevolgen heeft. Vanuit dit oogpunt lijkt de 2,75 MW turbine "aanvaringsvriendelijker" dan de 1,5 MW turbine.

Derhalve wordt vanuit het oogpunt van aanvaringsrisico een alternatief met 36 turbines van 2,75 MW gunstiger beoordeeld dan een alternatief met 66 turbines van 1,5 MW.

Radarverstoring

Door de aanleg van het NSW zal aan de noord-noordwestzijde van het windpark schaduwwerking in het dekkingsgebied van het radarsysteem IJmuiden optreden. De optredende schaduwwerking is met name afhankelijk van de afstand van het windpark tot het radarsysteem in IJmuiden, en de oppervlakte en vorm van het windpark. Aan HITT (Holland Institute of Traffic Technology) is de vraag voorgelegd welk alternatief de grootste invloed heeft op de radardekking.

HITT is van mening dat de radarverstoring van beide alternatieven ongeveer even groot is; bij beide alternatieven zal de radardekking achter het NSW slecht tot zeer slecht zijn.

Het 2,75 MW alternatief heeft door zijn geringere breedte (gezien vanuit IJmuiden) een iets kleinere schaduwwerking, de verschillen zijn echter klein.

Er is inmiddels een besluit genomen om ook bij Zandvoort een walradar te plaatsen. Dit zal echter weinig invloed hebben op de schaduwwerking van het NSW doordat het windpark door de (toekomstige) radar bij Zandvoort min of meer vanuit dezelfde richting wordt aangestraald als door de walradar bij IJmuiden.

In het pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] is aangegeven dat een steunradar moet worden geplaatst of dat radarverstoring op een andere wijze zal worden opgelost. HITT heeft aangegeven dat als de steunradar iets ten noord-noordwesten van het windpark (of op land ten noorden van Egmond) wordt geplaatst de optredende schaduwwerking geheel wordt opgeheven. Met andere woorden; na installatie van de steunradar zijn de alternatieven niet meer onderscheidend.

5.2.6.2 Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering.

Het Kustwachtcentrum zal tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark middels navigatieberichtgeving de scheepvaart informeren over de werkzaamheden omtrent de aanleg en verwijdering van het windpark. Dit wordt ook door de Dienst der Hydrografie (Berichten aan Zeevarenden) en de verkeersambtenaren van het Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam (informatie inkomend/uitgaand scheepvaartverkeer) gedaan.

De bij de aanleg en verwijdering te gebruiken werkschepen zorgen voor waarschuwing van de scheepvaart bij mist. Beide alternatieven zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

5.2.7 Gebruiksfuncties

5.2.7.1 Effecten aanleg

Visserij

Bij de effecten van het NSW op de visserij is alleen het ruimtebeslag relevant. Vanuit deze optiek scoort het 2,75 MW alternatief (ruimtebeslag 25,33 km²) beter dan het 1,5 MW alternatief (ruimtebeslag 29,85 km²).

Scheepvaart

De scheepvaart op zee kan worden onderverdeeld in twee groepen, namelijk "routegebonden" en "niet routegebonden". Het routegebonden scheepvaartverkeer bevat de scheepvaartbewegingen van koopvaardijsschepen die van de ene haven naar de andere varen. Het concessiegebied doorsnijdt geen vaste scheepvaartroutes (hier is bij de locatiekeuze rekening mee gehouden). De alternatieven zijn dan ook niet onderscheidend.

De "niet routegebonden" scheepvaart bevat de scheepvaartbewegingen van schepen die een doel ergens op zee hebben, zoals visserij (zie bovenstaande alinea), supplyvaart (bijv. bevoorrading olieplatforms) en recreatievaart. Bij deze "niet routegebonden" scheepvaart is het ruimtebeslag van de alternatieven van belang.

Het ruimtebeslag van het 2,75 MW alternatief (ruimtebeslag 25,33 km²) is lager dan het ruimtebeslag van het 1,5 MW alternatief (ruimtebeslag 29,85 km²). Het 2,75 MW alternatief wordt daarom beter beoordeeld.

Militaire oefenterreinen

Het plangebied ligt in een gebied waar Defensie oefent met het leggen en vegen van mijnen. Doordat het Ministerie van Defensie mogelijkheden ziet om elders te oefenen wordt hier niet nader op ingegaan. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Olie- en gaswinning

In het plangebied liggen geen bestaande, vergunde en geplande platforms voor olie- en gaswinning. Het plangebied ligt wel in een gebied waarvoor een concessie voor exploratie en winning is verleend aan Clyde Petroleum Exploratie BV. Clyde Petroleum Exploratie BV (de heer D.J. Drijver) heeft echter kenbaar gemaakt de komende vijftientig jaar in principe geen activiteiten te ondernemen ter plaatse van het plangebied. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Zand- en schelpenwinning

Het plangebied ligt niet in een bestaand of potentieel zandwingebied. Effecten op de schelpenwinning worden niet verwacht. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Baggerstort

Het plangebied ligt op ruime afstand van bestaande en voorgenomen locaties voor baggerstort. Noordwestelijk van IJmuiden bevindt zich een stortlocatie voor baggerspecie. Effecten van deze stortplaats ter hoogte van het windpark worden niet verwacht (zie ook paragraaf 11.2: sedimentsamenstelling). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Kabels en leidingen

Binnen het plangebied liggen geen bestaande kabels en leiding (hier is bij de locatiekeuze rekening mee gehouden). Voor toekomstige kabels en leidingen kan het windpark wel een belemmering vormen (er vanuit gaande dat kabels en leidingen niet door het windpark mogen lopen). Het 2,75 MW alternatief (ruimtebeslag 25,33 km²) scoort dan beter dan het 1,5 MW alternatief (ruimtebeslag 29,85 km²).

Recreatie

Voor recreatie langs de kust zijn het geluid en de zichtbaarheid van het windpark van belang. Gezien de minimale afstand van de alternatieven tot de kust (9,6 km) kan worden aangenomen dat het windpark niet hoorbaar is aan de kust (zie ook hoofdstuk 13 van het L-MER). De zichtbaarheid van windpark vanaf de kust wordt met name bepaald door de afstand tussen het windpark en de kust, het aantal windturbines, de maatvoering en in mindere mate de configuratie (zie paragraaf 5.2.3: landschap). De zichtbaarheid (zie figuur 5.3 en 5.4) van beide alternatieven is ongeveer gelijk, en dus niet onderscheidend. Doordat het windpark (incl. een veiligheidszone van 500 meter) wordt afgesloten voor de scheepvaart wordt de bewegingsvrijheid van recreanten enigszins beperkt. Het 2,75 MW alternatief heeft het kleinste ruimtebeslag (incl. veiligheidszone) en wordt vanuit deze optiek het beste beoordeeld.

Het windpark heeft een invloed op de beleving van de zee door recreanten, dit wordt in het kader van het MEP-NSW nader onderzocht.

Cultuurhistorie

Er is niets bekend over de mogelijke aanwezigheid van cultuurhistorische waarden in het plangebied (nader bodemonderzoek zal hier duidelijkheid over geven). Echter door een kleine aanpassing van de configuratie van de windturbines kan rekening worden gehouden met eventueel aanwezige cultuurhistorische waarden. De alternatieven zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Luchtvaart

Gedurende de exploitatieduur van het windpark (circa 20 jaar) zal geen nieuwe nationale luchthaven worden aangelegd. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

5.2.7.2 Effecten aanleg, onderhoud en verwijdering

De effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering heeft nagenoeg geen invloed op de gebruiksfuncties. Zowel de aanleg, het onderhoud als de verwijdering vinden plaats in een afgesloten gebied.

Het Kustwachtcentrum zal tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark middels navigatieberichtgeving de scheepvaart informeren over de werkzaamheden omtrent de aanleg en verwijdering van het windpark. Dit wordt ook door de Dienst der Hydrografie (Berichten aan Zeevarenden) en de verkeersambtenaren van het Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam (informatie inkomend/uitgaand scheepvaartverkeer) gedaan.

De bij de aanleg en verwijdering te gebruiken werkschepen zorgen voor waarschuwing van de scheepvaart bij mist. Beide alternatieven zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

5.2.8 Techniek en economie

Om de elektrische opbrengst van een windturbine te kunnen berekenen dient er een verband te worden aangenomen tussen de energie in de wind en de te genereren elektrische energie. Dit verband wordt gegeven in de PV curve van een windturbine. In deze berekeningen wordt uitgegaan van de Neg Micon met rotordiameter 72 (NM 72) daar deze turbine het best te vergelijken is met de turbine gekozen in het L-MER en tevens, vanwege hetzelfde fabrikaat, aansluit bij de 2,75 MW turbine (NM 92).

De netto energieopbrengst (de energie die wordt geleverd aan het netwerk) van het 2,75 alternatief bedraagt circa 335.000 MWh, dit is circa 2.000 MWh meer dan het 1,5 MW alternatief (circa 333.000 MWh). Aangezien de netto energieopbrengst van beide alternatieven nagenoeg gelijk is, zullen ook de vermeden emissies van beide alternatieven ongeveer gelijk zijn. Als echter wordt gekeken naar de netto energieopbrengst/km² en de vermeden emissies/km² dan zijn er duidelijk verschillen tussen de beide alternatieven. Door het kleinere ruimtebeslag van het 2,75 MW alternatief zijn zowel de netto energieopbrengst/km² als de vermeden emissies/km² duidelijk hoger dan het 1,5 MW alternatief. In de onderstaande tabel zijn de netto energieopbrengst en de vermeden emissies per eenheid ruimte (km²) weergegeven. Voor de berekeningswijze van de vermeden emissies wordt verwezen naar paragraaf 15.5 (emissiebeperking).

Tabel 5.4 **Overzicht opbrengsten en vermeden emissies**

	1,5 MW alternatief	2,75 MW alternatief
netto energieopbrengst (MWh/jaar)	333.216	335.409
netto energieopbrengst/km ² (MWh/jaar)	17.655	22.279
vermeden CO ₂ emissie (ton/jaar)	189.933	191.183
vermeden CO ₂ emissie/km ² (ton/jaar)	10.064	12.699
vermeden SO ₂ emissie (ton/jaar)	417	419
vermeden SO ₂ emissie/km ² (ton/jaar)	22,07	27,85
vermeden NO _x emissie (ton/jaar)	383	386
vermeden NO _x emissie/km ² (ton/jaar)	20,30	25,62

5.3 Samenvatting effecten

In de onderstaande tabel zijn de milieueffecten van het 2,75 en 1,5 MW alternatief samengevat. In paragraaf 5.4 worden de alternatieven kwalitatief vergeleken en volgt een algemene conclusie.

Tabel 5.5 **Samenvatting effecten 2,75 MW alternatief en 1,5 MW alternatief**

Aspect	Criterium	Subcriterium	2,75 MW alternatief (36 turbines, rotordiameter 92 m, as-hoogte 70 m)	1,5 MW alternatief (66 turbines, rotordiameter 70 m, ashoogte 60 m)
ruimtebeslag	oppervlak (incl. veiligheidszone)		25,33 km ²	29,85 km ²
vogels	aanvaringsrisico	seizoenstrek	Winkelman: 1.440 slachtoffers	Winkelman: 1.830 slachtoffers
		kustbroedvogels	enkele tientallen per seizoen	enkele tientallen per seizoen, iets slechter dan 2,75 MW alternatief
		pl. niet broedvogels	niet bekend	niet bekend, iets slechter dan 2,75 MW alternatief
	barrièrewerking	seizoentrek	geen (noemenswaardig) effect	geen (noemenswaardig) effect, iets slechter dan 2,75 MW alternatief
		kustbroedvogels	niet bekend, vermoedelijk een beperkt effect	niet bekend, vermoedelijk een beperkt effect, iets slechter dan 2,75 MW alternatief
		pl. niet broedvogels	niet bekend, vermoedelijk een beperkt effect	niet bekend, vermoedelijk een beperkt effect, iets slechter dan 2,75 MW alternatief
	verstoring	kustbroedvogels	verstoring enkele tientallen vogels	verstoring enkele tientallen vogels, iets meer verstoring dan het 2,75 MW alternatief als gevolg van het groter ruimtebeslag

Aspect	Criterium	Subcriterium	2,75 MW alternatief (36 turbines, rotordiameter 92 m, as-hoogte 70 m)	1,5 MW alternatief (66 turbines, rotordiameter 70 m, ashoogte 60 m)
		pl. niet broedvogels	verstoring afhankelijk van voedselaanbod (Spisula), bij hoog voedselaanbod kunnen grote aantallen vogels verstoord worden	iets meer verstoring dan het 2,75 MW alternatief als gevolg van groter ruimtebeslag en grotere afstand tot de kust
landschap	zichtbaarheid vanaf de kust		NSW beperkt zichtbaar	NSW beperkt zichtbaar, zichtbaarheid even groot als het 2,75 MW alternatief
kust en zee	golven		geen (noemenswaardig) effect	geen (noemenswaardig) effect, geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief
	waterbeweging		geen (noemenswaardig) effect	geen (noemenswaardig) effect, geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief
	waterdiepte en bodemvormen		geen (noemenswaardig) effect	geen (noemenswaardig) effect, geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief
	sedimentsamenstelling		geen effect	geen effect
	troebelheid		alleen tijdens aanleg en verwijdering marginaal effect	als gevolg van het groter aantal turbines is het effect tijdens aanleg en verwijdering iets groter dan het 2,75 MW alternatief
	sedimenttransport		beperkte toename van het sedimenttransport a.g.v. ontgrondingskuilen	beperkte toename van het sedimenttransport a.g.v. ontgrondingskuilen, door groter aantal ontgrondingskuilen iets slechter dan het 2,75 MW alternatief
	kustveiligheid		geen effect	geen effect
onderwaterleven	macrobenthos		vermoedelijk geen (noemenswaardig) effect	vermoedelijk geen (noemenswaardig) effect, geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief
	vis-sen/bodemvissen		vermoedelijk geen (noemenswaardig) effect	vermoedelijk geen (noemenswaardig) effect, geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief
	zeezoogdieren		vermoedelijk geen (noemenswaardig) effect	vermoedelijk geen (noemenswaardig) effect, geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief

Aspect	Criterium	Subcriterium	2,75 MW alternatief (36 turbines, rotordiameter 92 m, ashoogte 70 m)	1,5 MW alternatief (66 turbines, rotordiameter 70 m, ashoogte 60 m)
scheepvaart en veiligheid	aanvaringsrisico's		beperkt aanvaringsrisico	beperkt aanvaringsrisico, iets groter aanvaringsrisico a.g.v. het groter aantal windturbines dan het 2,75 MW alternatief
		radarverstoring	zonder steunradar: achter het NSW ontstaat een slechte tot zeer slechte radardekking met steunradar: geen schaduwwerking	zonder steunradar: achter het NSW ontstaat een slechte tot zeer slechte radardekking, iets slechter dan 2,75 MW alternatief met steunradar: geen schaduwwerking
gebruiksfuncties	visserij		verlies visgronden 25,33 km ²	verlies visgronden 29,85 km ²
	scheepvaart		route gebonden: geen effect niet route gebonden: beperkt effect	route gebonden: geen effect niet route gebonden: beperkt effect, iets slechter dan het 2,75 MW alternatief (a.g.v. het groter ruimtebeslag)
	militaire terreinen		geen effect	geen effect
	olie- en gaswinning		geen effect	geen effect
	zand- en schelpenwinning		geen effect	geen effect
	baggerstort		geen effect	geen effect
	kabels en leidingen		beperkt effect op nieuwe K & L (ruimtebeslag 25,33 km ²)	beperkt effect op nieuwe K & L (ruimtebeslag 29,76 km ²), iets slechter dan het 2,75 MW alternatief
	recreatie	<i>recreanten op de kust</i>	geluid: geen effect zichtbaarheid: beperkt	<i>recreanten op de kust</i> geluid: geen effect zichtbaarheid: beperkt, even groot als het 2,75 MW alternatief
		<i>recreanten op de zee</i>	beleving: niet bekend (wordt nog onderzocht)	<i>recreanten op de zee</i> beleving: niet bekend (wordt nog onderzocht)
	cultuurhistorie		waarschijnlijk geen effect (hangt af van nader bodemonderzoek)	waarschijnlijk geen effect (hangt af van nader bodemonderzoek), geen verschil t.o.v. 2,75 MW alternatief
	luchtvaart		geen effect	geen effect

Aspect	Criterium	Subcriterium	2,75 MW alternatief (36 turbines, rotordiameter 92 m, as-hoogte 70 m)	1,5 MW alternatief (66 turbines, rotordiameter 70 m, ashoogte 60 m)
techniek en economie	netto energieopbrengst		335.409 MWh (22.279 MWh/km ²)	333.216 MWh (17.655) MWh/km ²)
		vermeden CO ₂ emissie	191.183 ton CO ₂ (12.699 ton CO ₂ /km ²)	189.933 ton CO ₂ (10.064 ton CO ₂ /km ²)
	vermeden SO ₂ emissie		419 ton SO ₂ (27,85 ton SO ₂ /km ²)	417 ton SO ₂ (22,07 ton SO ₂ /km ²)
		vermeden NO _x emissie	386 ton NO _x (25,62 ton NO _x /km ²)	383 ton NO _x (20,30 ton NO _x /km ²)

5.4 Vergelijking alternatieven en conclusie

In de onderstaande tabel zijn de twee alternatieven kwalitatief (d.m.v. plussen en minnen) met elkaar vergeleken. Het 2,75 MW alternatief is als referentie genomen en op nul gesteld. Vervolgens is aangegeven of het 1,5 MW alternatief beter ("+"), gelijkwaardig ("0") of slechter ("-") scoort dan het 2,75 MW alternatief.

Bij het aspect (efficiënt) **ruimtegebruik** scoort het 2,75 MW alternatief aanzienlijk beter; de oppervlakte is aanzienlijk kleiner terwijl de energieopbrengsten/km² significant hoger zijn. Bij **vogels** hangt de negatievere beoordeling van het 1,5 MW alternatief voornamelijk samen met het groter ruimte beslag (barrièrewerking en verstoring) en de grotere aanvaringskans. **Landschappelijk** gezien zijn beide alternatieven min of meer even goed zichtbaar vanaf de kust en worden daarom gelijkwaardig beoordeeld. Bij de aspecten **kust en zee en onderwaterleven** treden geen significante verschillen op. Bij het aspect **scheepvaart en veiligheid** wordt ten aanzien van aanvaringsrisico's het 1,5 MW alternatief negatiever beoordeeld, dit hangt samen met het aantal windturbines. Radarverstoring treedt bij beide alternatieven op, de schaduwwerking is echter bij het 1,5 MW alternatief het grootst. Bij het aspect **gebruiksfuncties** treden er verschillen op bij de criteria visserij, scheepvaart, (nieuwe) kabels en leidingen en recreatie. De verschillen worden veroorzaakt door het grotere ruimtebeslag van het 1,5 MW alternatief. Bij het aspect **techniek en economie** scoort het 2,75 MW alternatief aanzienlijk beter. Zowel de netto energieopbrengst/km² als de vermeden emissies/km² zijn een stuk hoger.

Tabel 5.6 Kwalitatieve vergelijking 1,5 MW alternatief met 2,75 MW alternatief

Aspect	Criterium	Subcriterium	Relatieve beoordeling 1,5 MW alternatief (t.o.v. 2,75 MW alternatief)
ruimtebeslag	oppervlak		-
vogels	aanvaringsrisico	seizoenstrek	-
		kustbroedvogels	-
		pl. niet broedvogels	-
	barrièrewerking	seizoentrek	-
		kustbroedvogels	-
		pl. niet broedvogels	-
	verstoring	kustbroedvogels	-
		pl. niet broedvogels	-
landschap	zichtbaarheid vanaf de kust		0

Aspect	Criterium	Subcriterium	Relatieve beoordeling 1,5 MW alternatief (t.o.v. 2,75 MW alternatief)
kust en zee	golven		0
	waterbeweging		0
	waterdiepte en bodemvormen		0
	sedimentsamenstelling		0
	troebelheid		0/-
	sedimenttransport		0/-
	kustveiligheid		0
onderwaterleven	macrobenthos		0
	vissen/bodemvissen		0
	zeezoogdieren		0
scheepvaart en veiligheid	aanvaringsrisico's		-
	radarverstoring		- (met steunradar: neutraal)
gebruiksfuncties	visserij		-
	scheepvaart		- ("niet routegebonden scheepvaart")
	militaire terreinen		0
	olie- en gaswinning		0
	zand- en schelpenwinning		0
	baggerstort		0
	kabels en leidingen (nieuwe)		-
	recreatie		-
	cultuurhistorie		0
	luchtvaart		0
techniek en economie	energieopbrengst/km ²		-
	vermeden CO ₂ emissie/km ²		-
	vermeden SO ₂ emissie/km ²		-
	vermeden NO _x emissie/km ²		-

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil ten opzichte van het 2,75 MW alternatief;
- een significant negatief verschil ten opzichte van het 2,75 MW alternatief;
- een significant negatief verschil ten opzichte van het 2,75 MW alternatief, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen de alternatieven zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

Conclusie

Op basis van de voorgaande vergelijking wordt geconcludeerd dat het 2,75 MW alternatief over de gehele linie gelijkwaardig of milieuvriendelijker is dan het 1,5 MW alternatief. Met name bij de belangrijkste milieuaspecten (vogels, scheepvaart en veiligheid en efficiënt ruimtegebruik (oppervlak in relatie tot energieopbrengst) scoort het 2,75 MW alternatief aanzienlijk beter.

Op basis van deze vergelijking is besloten om ten behoeve van dit I-MER alleen voor het 2,75 MW alternatief inrichtingsvarianten uit te werken. In hoofdstuk 8 tot en met 14 worden de milieueffecten van de inrichtingsvarianten toegelicht.

6 Effectvergelijking en ontwikkeling MMA

6.1 Algemeen

De effecten van de inrichtingsvarianten van het NSW zijn in deel B (hoofdstuk 8 tot en met 14) van dit MER zowel kwantitatief (waar mogelijk) als kwalitatief beschreven. Elk hoofdstuk eindigt met een paragraaf 'samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling'. Hierin zijn de effecten van de inrichtingsvarianten samengevat en zijn de varianten kwalitatief (door middel van plussen en minnen) beoordeeld. Daaruit blijkt dat het NSW enkele negatieve effecten heeft, met name ten aanzien van vogels en landschap. Het NSW heeft een positief effect voor wat betreft de opwekking van duurzame energie.

In dit hoofdstuk worden de inrichtingsvarianten en de kabelvarianten door middel van een kwalitatieve beschouwing met elkaar vergeleken. De basis voor deze vergelijking wordt gevormd door de effectbeschrijving (hoofdstuk 8 t/m 14). In dit hoofdstuk worden per milieuaspect de belangrijkste conclusies uit de effecthoofdstukken weergegeven. Waar mogelijk worden de effecten uitgedrukt per eenheid ruimte (km²) en energieopbrengst (MWh).

6.2 Vergelijking van de inrichtingsvarianten

Vogels

De omvang van de effecten (aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring) wordt in sterke mate bepaald door de afstand van het windpark tot de kust en het ruimtebeslag van het windpark. Vanuit deze optiek worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D (relatief grote afstand tot de kust en relatief klein ruimtebeslag) als beste beoordeeld. De overige varianten worden vanwege de kleinere afstand tot de kust en het grotere ruimtebeslag negatiever beoordeeld. In tabel 6.1 is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

Tabel 6.1 **Relatieve beoordeling effecten vogels**

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement Variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
aanvaringsrisico	-	--	--	-	--
barrièrewerking	-	--	--	-	--
verstoring	-	--	--	-	--

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

Vergelijking aantal vogelslachtoffers per eenheid geproduceerde energie (GWh)

Een andere manier om de inrichtingsvarianten te vergelijken is om te kijken naar het aantal vogelslachtoffers per GWh. Het aantal vogelslachtoffers is berekend met de methode Winkelman (1992a). Deze methode is nader toegelicht in paragraaf 8.4.2.1 (criterium aanvaringsrisico). Voor de basisvariant en de variant bolstapeling 7,5D komen op basis van een correctie in de aanname voor de vogeldichtheid (zie toelichting onder tabel 8.3) de aantallen vogelslachtoffers lager uit dan bij de overige varianten. De wijze waarop de netto energieopbrengst is berekend staat beschreven in paragraaf 14.3 (energieopbrengst). In de onderstaande tabel is het aantal vogelslachtoffers per GWh weergegeven. De verschillen tussen de varianten zijn klein, dit wordt veroorzaakt door de geringe variatie in de netto energieopbrengst (het verschil tussen de minimale en maximale netto energieopbrengst bedraagt slechts 2,5 %). Uit de tabel kan worden afgeleid dat de basisvariant en de variant bolstapeling 7,5D het meest gunstigst scoren; het aantal vogelslachtoffers per GWh is hier het kleinst.

Tabel 6.2 **Vergelijking aantal vogelslachtoffers per GWh**

	Basis variant	Corridorvariant	Rendement Variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
aantal vogelslachtoffers	1.315	1.440	1.440	1.315	1.440
netto energieopbrengst (GWh)	335,4	337,7	338,5	330,2	337,4
aantal vogelslachtoffers per GWh	3,92	4,26	4,25	3,98	4,27

Landschap

De zichtbaarheid van het windpark is voornamelijk afhankelijk van de afstand tot de kust: des te groter de afstand tot de kust des te minder de zichtbaarheid. Omdat de basisvariant en de bolstapeling 7,5D circa 2 à 3 kilometer verder uit de kust liggen dan de overige varianten, worden deze varianten als beste beoordeeld. In tabel 6.3 is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

Tabel 6.3 **Relatieve beoordeling effecten landschap**

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement Variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
zichtbaarheid	-	--	--	-	--

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
 - een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
 -- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

In de richtlijnen voor het I-MER wordt gevraagd om de zichtbaarheid van het windpark uit te drukken per kWh. Omdat de zichtbaarheid van het windpark niet valt uit te drukken per kWh is, in overleg met het bevoegd gezag, besloten om dit punt te laten vervallen.

Kust en zee

Nagenoeg alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van gebruik, aanleg en verwijdering, en onderhoud van het NSW zijn beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover ze optreden, zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de geringe afmetingen van de monopalen en het geringe aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving (variërend van enkele meters tot maximaal 100 meter) van de monopalen en de elektriciteitskabels). De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend. In de onderstaande tabel is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

Tabel 6.4 **Relatieve beoordeling effecten kust en zee**

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement Variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
golven	0	0	0	0	0
waterbeweging	0	0	0	0	0
waterdiepte en bodemvormen	0	0	0	0	0
sedimentsamenstelling	0	0	0	0	0
troebelheid en waterkwaliteit	0	0	0	0	0
sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
kustveiligheid	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
 - een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
 -- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

Onderwaterleven

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er nagenoeg geen effecten optreden. Ten aanzien van het criterium 'hard substraat' treedt een positief effect op door het creëren van extra vestigingsmogelijkheden voor levensvormen (voornamelijk macrobenthos) die afhankelijk zijn van hard substraat. Ten aanzien van het criterium 'onderwatergeluid en trillingen' is onvoldoende informatie beschikbaar, nadere metingen in het kader van het MEP-NSW zullen hier uitsluitsel over moeten geven. De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend. In de onderstaande tabel is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

Tabel 6.5 **Relatieve beoordeling effecten onderwaterleven**

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement Variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
macrobenthos	+	+	+	+	+
(bodem)vissen	0	0	0	0	0
zeezoogdieren	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);

+

Scheepvaart en veiligheid

Bij de locatiekeuze van het park is goed gekeken naar de scheepvaartroutes op de Noordzee. De locatie van het NSW is gelegen in een gebied waar relatief weinig scheepvaart aanwezig is. Daarnaast wordt de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine verkleind doordat een veiligheidszone van 500 meter vanaf de buitenste windturbines wordt aangehouden. In het algemeen kan dan ook worden gesteld dat de kans dat een schip in aanvaring komt met het NSW niet groot is. De kans op milieuverontreiniging is erg klein: eens in de 1.823 jaar komt gemiddeld 346 m³ bunkerolie vrij en eens in de 23.169 jaar komt gemiddeld 1.854 m³ ladingolie vrij.

Op basis van de berekeningen van de aanvaar/aandrijfkans per windturbine kunnen vier van de vijf inrichtingsvarianten op het aspect veiligheid voor de scheepvaart en de mogelijke consequenties van aanvaringen/aandrijvingen duidelijk in de volgende volgorde van gunstig naar minder gunstig gezet worden:

1. corridorvariant;
2. bolstapeling 10.5D;
3. rendementsvariant;
4. basisvariant.

De variant bolstapeling 7.5D komt qua veiligheid (persoonlijk letsel) op de laatste plaats maar zou uit milieuoogpunt iets hoger kunnen worden geplaatst en is voor het niet-routegebonden verkeer zelfs de meest gunstige inrichtingsvariant. Op basis van het veiligheidsaspect is deze inrichtingsvariant toch op de laatste plaats gezet.

In de onderstaande tabel is de kwalitatieve beoordeling weergegeven. Doordat de kans op een aanvaring zeer klein is en de onderlinge verschillen relatief beperkt zijn, zijn alle inrichtingsvarianten gelijkwaardig beoordeeld.

Tabel 6.6 Relatieve beoordeling scheepvaart en veiligheid

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
oorzaken voor ongevallen	0	0	0	0	0
veiligheidsrisico's (letselschade)	0	0	0	0	0
milieurisico's	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark).

Vergelijking kans op letselschade en milieuschade per eenheid geproduceerde energie (GWh)

Een andere manier om de inrichtingsvarianten te vergelijken is om te kijken naar de kans op letsel- en milieuschade per GWh. Bij de kans op letselschade is de kans op een aanvaring bij routegebonden verkeer van belang. Bij de kans op milieuschade is de kans op een aandrijving bij routegebonden verkeer van belang. De kansen zijn weergegeven in tabel 12.2. De wijze waarop de netto energieopbrengst is berekend staat beschreven in paragraaf 14.3 (energieopbrengst). In de onderstaande tabel is de kans op letsel- en milieuschade weer gegeven per GWh.

Tabel 6.7 Vergelijking kans op letselschade en milieuschade per GWh

	Basis variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
kans op letselschade	eens in de 1.727 jaar	eens in de 3.460 jaar	eens in de 2.053 jaar	eens in de 1.560 jaar	eens in de 2.410 jaar
kans op milieuschade	eens in de 103 jaar	eens in de 115 jaar	eens in de 108 jaar	eens in de 99 jaar	eens in de 108 jaar
netto energieopbrengst (GWh)	335,4	337,7	338,5	330,2	337,4
kans op letselschade per GWh	eens in de 579.275 jaar	eens in de 1.168.512 jaar	eens in de 695.072 jaar	eens in de 515.133 jaar	eens in de 813.012 jaar
kans op milieuschade per GWh	eens in de 34.546 jaar	eens in de 38.836 jaar	eens in de 36.558 jaar	eens in de 32.690 jaar	eens in de 36.439 jaar

Uit de tabel blijkt dat de rangorde, zowel qua kans op letselschade als de kans op milieuschade, gehandhaaft blijft. Dit wordt veroorzaakt door de geringe variatie in de netto energieopbrengst (het verschil tussen de minimale en maximale netto energieopbrengst bedraagt slechts 2,5 %).

Rangorde kans op letselschade per GWh:
corridorvariant;
bolstapeling 10,5D;
rendementvariant;
basisvariant;
bolstapeling 7,5D.

Rangorde kans op milieuschade per GWh:

corridorvariant;
 rendementvariant;
 bolstapeling 10,5D;
 basisvariant;
 bolstapeling 7,5D.

Gebruiksfuncties

Het NSW heeft alleen beperkte gevolgen voor de visserij en de recreatie op zee. De mogelijkheden voor de visserij worden door het NSW in beperkte mate beïnvloed omdat het areaal aan visgronden afneemt. Bij de variant bolstapeling 7,5D neemt het areaal aan visgronden het minste af: 19,21 km² (incl. veiligheidszone).

Bij de corridorvariant gaan de meeste visgronden verloren: 35,09 km² (incl. veiligheidszone). De effecten van het NSW voor de recreatie op zee heeft betrekking op de bewegingsvrijheid van recreanten. Bij de variant bolstapeling 7,5D wordt 19,21 km² (incl. veiligheidszone) afgesloten voor de scheepvaart. Bij de corridorvariant betreft dit 35,09 km² (incl. veiligheidszone). In de onderstaande tabel is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

Tabel 6.8 **Relatieve beoordeling gebruiksfuncties**

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
visserij	-	--	--	-	--
militaire oefengebieden	0	0	0	0	0
olie- en gaswinning	0	0	0	0	0
zand- en schelpenwinning	0	0	0	0	0
baggerstort	0	0	0	0	0
kabels en leidingen	0	0	0	0	0
recreatie	-	--	--	-	--
luchtvaart	0	0	0	0	0
overige ontwikkelingen	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
 - een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
 -- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

Energieopbrengst en vermeden emissies

In hoofdstuk 14 zijn de resultaten van de energieopbrengst en vermeden emissies van de uitstoot van CO₂, NO_x en SO₂ gepresenteerd. Wat opvalt zijn de verschillen in waarderingen van de varianten tussen energieopbrengst en vermeden emissies in absolute zin versus die in relatieve zin.

In absolute zin scoort de rendementsvariant het hoogst en de bolstapeling 7,5D het laagst. Wanneer de berekeningen worden vertaald naar een netto energieopbrengst en vermeden emissie per km² ruimtebeslag, dan scoort de bolstapeling 7,5D het hoogst. Het verschil met de rendementsvariant is dan circa een factor 2.

De corridorvariant wordt, als gevolg van het relatief grote ruimtebeslag, als minste beoordeeld. In de onderstaande tabel is de kwalitatieve beoordeling weergegeven voor energieopbrengst en de emissies per km² ruimtebeslag.

Tabel 6.9 Relatieve beoordeling energieopbrengst en vermeden emissies

(Sub)criteria	Basis variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
netto energieopbrengst (MWh/km ²)	+	+	+	++	+
	(22.279)	(13.513)	(16.114)	(32.758)	(16.556)
vermeden CO ₂ emissie (ton CO ₂ /km ²)	+	+	+	++	+
	12.699	7.703	9.185	18.672	9.437
vermeden SO ₂ emissie (ton SO ₂ /km ²)	+	+	+	++	+
	27,85	16,89	20,14	40,95	20,69
vermeden NO _x emissie (ton NO _x /km ²)	+	+	+	++	+
	25,62	15,54	18,53	37,67	19,04

Toelichting kwalitatieve waardering:

0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);

+ een significant positief verschil t.o.v. de nulvariant;

++ een significant positief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering “++” aan-geeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een “+” waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen

6.2.1 Vergelijking kabelvarianten

Bij de vergelijking van de kabelvarianten treden alleen (beperkte) effecten op bij de aspecten 'kust en zee' en 'onderwaterleven'.

Kust en zee

De aanleg en verwijdering van de elektriciteitskabel naar de kust zullen tijde-lijk leiden tot een verhoogde troebelheid. De verhoogde troebelheid blijft ech-ter binnen de natuurlijke variatie. Bij de varianten van de elektriciteitskabel naar de kust wordt de variant die deels buiten de concessiecorridor ligt als beste beoordeeld. De lengte van de elektriciteitskabels is bij deze variant circa 6.600 meter korter dan de variant die geheel binnen de concessiecorridor ligt.

Onderwaterleven

Bij de aanleg en verwijdering van de kabels naar de kust treedt verstoring op van het bodemleven. Vanuit deze optiek wordt de kabelvariant die deels bui-ten de concessiecorridor ligt vanwege de kleinere lengte iets positiever beoor-deeld. De effecten zijn echter beperkt van omvang en tijdelijk van aard.

In tabel 6.10 is de kwalitatieve beoordeling voor de aspecten 'kust en zee' en 'bodemleven' weergegeven.

Tabel 6.10 Relatieve beoordeling kabelvarianten

Aspect	Kabeltracé geheel binnen de concessiecorridor	Kabeltracé deels buiten de concessiecorridor
kust en zee	-	0/-
onderwaterleven	-	0/-

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
 - een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
 -- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

In de onderstaande tabel zijn voor de toetsingscriteria - waarop de effectbeoordeling is gebaseerd in de hoofdstukken 8 t/m 14 - de effecten van de inrichtingsvarianten ten opzichte van de autonome ontwikkeling weergegeven. In overleg met het Bevoegd Gezag is er voor gekozen om een samenvattend overzicht te presenteren van alle effecten, en deze niet te integreren tot een beoordeling per aspect (bijvoorbeeld één eindbeoordeling voor het aspect vogels). Reden hiervan is dat een dergelijke integratieslag in deze I-MER weinig extra overzicht biedt. Om te integreren zou een weging moeten plaatsvinden tussen de verschillende subcriteria. Een dergelijke weging is subjectief en vaak discutabel en biedt in dit geval weinig meerwaarde.

Tabel 6.11 Samenvatting effecten inrichtingsvarianten

Aspect	Criterium	Subcriterium	Basisvariant	Corridor-variant	Rendement-variant	Bolstapeling 7,5 D	Bolstapeling 10,5 D
ruimtebeslag	oppervlak (incl. veiligheidszone)		25,33 km ²	35,09 km ²	33,03 km ²	19,21 km ²	30,91 km ²
vogels	aanvaringsrisico	seizoenstrek	000	000	000	000	000
		kustbroedvogels	0	0	0	0	0
		pl. niet broedvogels	(0)0	(0)0	(0)0	(0)0	(0)0
	barrièrewerking	seizoenstrek	-	-	-	-	-
		kustbroedvogels	?	?	?	?	?
		pl. niet broedvogels	?	?	?	?	?
	verstoring	kustbroedvogels	0	0	0	0	0
		pl. niet broedvogels	(0)00	(0)00	(0)00	(0)00	(0)00
land-schap	zichtbaarheid vanaf de kust		beperkt (afst. kust: 10,7 km)	beperkt (afst. kust: 8,7 km)	beperkt (afst. kust: 8,7 km)	beperkt (afst. kust: 12,0 km)	beperkt (afst. kust: 8,9 km)

Aspect	Criterium	Subcriterium	Basisvariant	Corridor-variant	Rendement-variant	Bolstapeling 7,5 D	Bolstapeling 10,5 D
kust en zee	golven					geen (noemenswaardig) effect	
	waterbeweging					geen (noemenswaardig) effect	
	waterdiepte en bodenvormen					geen (noemenswaardig) effect	
	sedimentsamenstelling					geen effect	
	troebelheid					alleen tijdens aanleg en verwijdering verhoogde troebelheid	
	sedimenttransport					beperkte toename van het sedimenttransport als gevolg van ontgrondingskuilen	
	kustveiligheid					geen effect	
	macrobenthos					positief effect (toename hard substraat: extra vestigingsmogelijkheden)	
onder-waterleven	(bodem)vissen					vermoedelijk geen noemenswaardig effect, het effect van onderwatergeluid en trillingen op vissen/bodemvissen wordt in het monitoringsprogramma nader onderzocht	
	zeezoogdieren					vermoedelijk geen noemenswaardig effect, het effect van onderwatergeluid en trillingen op zeezoogdieren wordt in het monitoringsprogramma nader onderzocht	
scheepvaart en veiligheid	aanvaringsrisico's	kans op letselschade (kans op aanvaring van routegebonden verkeer)	eens in de 1.727 jaar	eens in de 3.460 jaar	eens in de 2.053 jaar	eens in de 1.560 jaar	eens in de 2.410 jaar
		kans op milieueffect (kans op aandrijving van routegebonden verkeer)	eens in de 103 jaar	eens in de 115 jaar	eens in de 108 jaar	eens in de 99 jaar	eens in de 108 jaar
	radarverstoring					zonder steunradar ontstaat bij alle varianten een slechte tot zeer slechte radardekking achter het windpark, plaatsing van een steunradar heft de schaduwwerking op	
	gebruiksfuncties	visserij	verlies visgronden: 25,33 km ²	verlies visgronden: 35,09 km ²	verlies visgronden: 33,03 km ²	verlies visgronden: 19,21 km ²	verlies visgronden: 30,91 km ²
	scheepvaart					niet-routegebonden verkeer zal moeten omvaren, de om te varen route is afhankelijk van het ruimtebeslag (zie kopje 'ruimtebeslag' in deze tabel)	
	militaire terreinen					geen effect	
	olie- en gaswinning					geen effect	
	zand- en schelpenwinning					geen effect	
	baggerstort					geen effect	
	kabels en leidingen					het windpark vormt een belemmering voor nieuwe kabels en leidingen, de omvang is van dit effect is afhankelijk van het ruimtebeslag (zie kopje 'ruimtebeslag' in deze tabel)	

Aspect	Criterium	Subcriterium	Basisvariant	Corridor-variant	Rendement-variant	Bolstapeling 7,5 D	Bolstapeling 10,5 D
	recreatie		<i>recreanten op de kust</i> geluid: geen effect zichtbaarheid: beperkt (zie kopje 'landschap' in deze tabel)				
			<i>recreanten op zee</i> beleving: niet bekend (wordt in het monitoringsprogramma onderzocht)				
	cultuurhistorie		waarschijnlijk geen effect (hangt af van nader bodemonderzoek)				
	luchtvaart		geen effect				
techniek en economie	netto energieopbrengst (MWh)		335.409 (22.279/km ²)	337.698 (13.513/km ²)	338.517 (16.114/km ²)	330.213 (32.758/km ²)	337.388 (16.556/km ²)
	vermeden CO ₂ emissie (ton)		191.183 (12.699/km ²)	192.488 (7.703/km ²)	192.955 (9.185/km ²)	188.221 (18.672/km ²)	192.311 (9.437/km ²)
	vermeden SO ₂ emissie (ton)		419 (27,85/km ²)	422 (16,89/km ²)	423 (20,14/km ²)	413 (40,95/km ²)	422 (20,69/km ²)
	vermeden NO _x emissie (ton)		386 (25,62/km ²)	388 (15,54/km ²)	389 (18,53/km ²)	380 (37,67/km ²)	388 (19,04/km ²)

Toelichting kwantitatieve waardering bij vogels:

- geen noemenswaardige effecten
- 0 tientallen exemplaren
- (0)0 tientallen, mogelijk honderden exemplaren
- (0)00 honderden, mogelijk duizenden exemplaren
- 000 duizenden exemplaren
- ? onbekend

6.3 Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)

Het MMA kan worden gedefinieerd als de inrichtingsvariant waarbij de negatieve milieueffecten het kleinst zijn en de positieve milieueffecten het grootst. Hiervoor moet in ieder geval worden gekeken naar die aspecten waarbij de varianten duidelijk van elkaar verschillen. Dat is het geval bij de aspecten vogels, landschap, scheepvaart en veiligheid, (enkele van) de gebruiksfuncties en energieopbrengst en vermeden emissies.

Bij de aspecten vogels en landschap is de beoordeling van de varianten rechtstreeks afhankelijk van de afstand tot de kust en het ruimtebeslag. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D (bij beide varianten is de afstand tot de kust relatief groot en het ruimtebeslag relatief klein) scoren ten aanzien van de toetsingscriteria duidelijk beter dan de overige varianten.

Bij het aspect scheepvaart en veiligheid is de kans op een aanvaring/aandrijving zeer klein, mocht er echter een aanvaring/aandrijving optreden dan kunnen de effecten (milieu- en letselschade) groot zijn. De corridorvariant scoort, zowel qua veiligheid als uit milieuoogpunt, relatief gezien nog het beste. Doordat het veiligheidsniveau voor alle inrichtingsvarianten ver beneden de normen liggen en de kans op een milieuverontreiniging zeer klein is zijn alle inrichtingsvarianten gelijkwaardig beoordeeld.

Ten aanzien van de gebruiksfuncties visserij en recreatie scoren de basisvariant en de bolstapeling 7,5D vanwege hun relatief beperkte ruimtebeslag beter dan de overige varianten.

Bij de aspecten energieopbrengst en vermeden emissies (CO₂, NO_x en SO₂) scoort de variant bolstapeling 7,5D als gevolg van het relatief beperkte ruimtebeslag aanzienlijk beter dan de overige varianten, wanneer deze aspecten worden uitgedrukt in km² ruimtebeslag. Anderzijds scoort de bolstapeling 7,5D in absolute zin hierop juist minder gunstig.

Bij de kabelvarianten komt duidelijk naar voren dat de variant die deels buiten de concessiecorridor ligt als beste wordt beoordeeld, dit hangt samen met de kleinere kabellengte.

Wat is nu het meest milieuvriendelijk alternatief?

Als wordt gekeken naar de belangrijkste milieuaspecten (vogels, landschap, scheepvaart en veiligheid, efficiënt ruimtegebruik en energieopbrengst) dan kan worden geconcludeerd dat op alle aspecten, met uitzondering van scheepvaart en veiligheid, de basisvariant en de variant bolstapeling 7,5D relatief het beste scoren. Beide varianten komen dan ook in aanmerking voor de kwalificatie Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA).

Wanneer het accent wordt gelegd op het minimaliseren van negatieve milieueffecten in combinatie met het ruimtebeslag van het windpark, scoort de variant bolstapeling 7,5D beter dan de basisvariant. De energieopbrengst en hoeveelheid vermeden emissies zijn echter voor deze variant relatief laag. Wanneer deze positieve milieueffecten nadrukkelijk worden meegewogen scoort de basisvariant beter. Dit blijkt ook het geval wanneer milieuaspecten als vogel-slachtoffers en scheepvaart en veiligheid worden uitgedrukt per GWh.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat zowel de basisvariant als de bolstapeling 7,5D gezien kunnen worden als het MMA. Dit in combinatie met aanleg van een kabeltracé dat deels buiten de concessiecorridor ligt.

6.4 Het MMA met mitigerende maatregelen

In paragraaf 6.3 zijn de variant bolstapeling 7,5D en de basisvariant samen met het kabeltracé dat deels buiten de concessiecorridor ligt, beoordeeld als de meest milieuvriendelijke alternatieven. Bij toepassing van de in de effecthoofdstukken beschreven mitigerende maatregelen is het mogelijk om de optredende milieueffecten verder te beperken. Bij de aspecten vogels, kust en zee, en scheepvaart en veiligheid zijn effectbeperkende maatregelen voorgesteld.

In tabel 6.12 is een overzicht gegeven van mogelijke effectbeperkende maatregelen.

Tabel 6.12 **Overzicht effectbeperkende maatregelen**

	MMA	MMA + effectbeperkende maatregelen
vogels		
verhogen detectie, stilzetten windturbines tijdens extreme situaties (hoge vogeldichtheden)	een à enkele duizenden aanvaringsslachtoffers	minder aanvaringsslachtoffers
kust en zee		
aanbrengen erosiebescherming op de zeebodem rondom de monopalen	met name tijdens stormen verhoogde resuspensie rondom de monopalen	geen erosie rondom monopalen
scheepvaart en veiligheid		
inzetten van een extra sleepboot (waker) in de buurt van het windpark	kans op een aanvaring/aandrijving	lagere kans op een aanvaring/aandrijving

Toepassing van bovengenoemde mitigerende maatregelen leidt tot een vermindering van de in het MER beschreven effecten ten aanzien van vogels, kust en zee en scheepvaart en veiligheid. Voor de mitigerende maatregelen ter verkleining van het aanvaringsrisico voor vogels zal eerst de effectiviteit van de maatregelen nader onderzocht dienen te worden. Dit gebeurt in het kader van het MEP-NSW.

6.5 Compensatie landschap en vogels

In het L-MER is het NSW uitgebreid getoetst aan de beschermingsformules van het SGR en de Habitat- en Vogelrichtlijn. Uit de toetsing kwam naar voren dat het NSW effecten zal hebben op één en mogelijk twee wezenlijke waarden van de Noordzee, te weten landschap en mogelijk vogels. Voor landschap heeft deze invloed vooral betrekking op de openheid van de zee. Een zorgvuldige inrichting van het windpark - binnen de grenzen van de haalbaarheid van het NSW - dient de landschappelijke effecten zoveel mogelijk te beperken [EZ/VROM, 2000-2001]. Aan de hand van dit I-MER zal het bevoegd gezag moeten bepalen of het landschappelijke effect (verstoring van de rust en openheid op zee) toelaatbaar is of niet.

Omdat er onvoldoende inzicht bestaat in de effecten op vogels is het kabinet van mening dat er sprake is van een mogelijke aantasting van de leefsituatie van vogels [EZ/VROM, 2000-2001]. Een gedegen monitoringsprogramma zal daartoe de nodige informatie moeten leveren. Pas als de eerste resultaten van het monitoringsprogramma bekend worden (vermoedelijk enkele jaren na de aanleg van het windpark) kan worden beoordeeld of het windpark zal leiden tot aantasting van het leefgebied van vogels.

Hoe te compenseren?

Als het bevoegd gezag van oordeel is dat de effecten op landschap en vogels niet toelaatbaar zijn zal gezocht dienen te worden naar compenserende maatregelen.

Verstoring van de openheid op zee en het effect op vogels (met name aanvaringsslachtoffers) valt echter niet ter plaatse van het windpark te compenseren. Wel bestaat de mogelijkheid om in de directe omgeving van het windpark, bijvoorbeeld de kuststrook tussen Castricum en Egmond, compenserende maatregelen uit te voeren die een positieve invloed hebben op (kust)vogels en landschap. Daarbij kan worden gedacht aan het herstel van kwelstromen vanuit de duinen naar het achterliggend poldergebied, het opknappen van landgoederen en het verwijderen van hoogspanningsmasten.

Bovengenoemde projecten dragen ongetwijfeld bij aan lokale natuur- en landschapswaarden maar zullen nooit het effect op zeevogels en het zeelandschap kunnen compenseren.

Het bevoegd gezag zal aan de hand van dit I-MER moeten besluiten hoe om te gaan met compensatie. Na vaststelling dat er compenserende maatregelen dienen te worden genomen kan in overleg met betrokken overheden, deskundigen en belangengroepen een compensatievoorstel worden uitgewerkt. Het compensatievoorstel zal voordat het windpark wordt gerealiseerd aan het bevoegd gezag dienen te worden voorgelegd. Daadwerkelijke compensatie zal eventueel gebeuren op basis van werkelijke effecten gemonitord middels het MEP.

7 Leemten in kennis en evaluatieprogramma

7.1 Algemeen

De evaluatie van de milieueffecten is de laatste stap van de m.e.r.-procedure. Door evaluatie van de milieueffecten kan worden getoetst of de optredende milieueffecten overeenkomen met de in het MER voorspelde effecten. Als de optredende milieueffecten afwijken van wat in het MER staat beschreven kunnen aanvullende maatregelen worden genomen. Een andere belangrijke functie van een monitoring- en evaluatieprogramma is het opvullen van leemten in kennis en het leren van het werkelijk uitvoeren van het project. De invulling van deze leemten in kennis is van nut voor de besluitvorming over nieuwe projecten en nieuw te formuleren beleid.

7.2 Het Monitoring- en Evaluatieprogramma NSW

Een belangrijke reden om het NSW te realiseren is om kennis te vergaren om in de nabije toekomst verder op zee grootschalig windenergie op te wekken. De kennis die met het NSW wordt opgedaan moet beschikbaar komen voor alle partijen die betrokken zijn bij de realisatie van offshore windparken. Om deze kennis te vergaren en toegankelijk te maken is aan het NSW een uitgebreid Monitoring- en Evaluatieprogramma gekoppeld, het MEP-NSW. De functie van het MEP-NSW is het registreren van economische, technische, ecologische en maatschappelijke effecten.

De in het MEP-NSW opgenomen leerdoelen komen onder meer uit de in het L-MER geconstateerde leemten in kennis. Daarnaast zijn, om een vollediger beeld te krijgen van de gewenste inhoud van het MEP-NSW, de leerdoelen bij de direct betrokken partijen (overheid, belangenorganisaties en commerciële ondernemingen) geïnventariseerd.

7.3 Leemten in kennis

De meeste geconstateerde leemten in kennis in dit MER komen overeen met de in het L-MER geconstateerde leemten in kennis. In het MEP-NSW wordt relatief uitgebreid aangegeven hoe aan deze leemten invulling kan worden gegeven. Voor een uitgebreide beschrijving van de leemten in kennis en de daaruit voortvloeiende leerdoelen wordt derhalve verwezen naar het L-MER respectievelijk het MEP-NSW. Het MEP-NSW zal gelijktijdig ter informatie met het I-MER ter inzage worden gelegd.

In onderstaande paragrafen wordt kort ingegaan op de belangrijkste leemten in kennis en de gevolgen daarvan voor het te nemen besluit.

7.3.1 Vogels

De belangrijkste leemte in kennis betreft het gebrek aan informatie en methodieken om te kunnen beoordelen in welke mate de verschillende inrichtingsvarianten effecten hebben op vogels. Hoewel in hoofdstuk 8 hier uitgebreid op mogelijke effecten op vogels wordt ingegaan zijn er geen (weinig) feitelijke gegevens. Tellingen moeten nog worden gehouden, een nulmeting wordt hiervoor opgesteld (zie het MEP-NSW). Ook zijn er geen vergelijkbare windparken op zee aan de hand waarvan concrete inschattingen kunnen worden gemaakt. In hoofdstuk 8 is derhalve - eigenlijk uit armoede - de oude en op land gebaseerde methode van Winkelman gehanteerd voor de inschatting van het aantal vogelslachtoffers. Met deze methodiek kan inzicht worden gegeven in mogelijke relatieve verschillen in effecten tussen de varianten. Een betrouwbaar beeld van absolute aantallen vogelslachtoffers kan hiermee niet worden gegeven.

Daarnaast is het voor de effectbepaling van de verschillende varianten op vogels vooral interessant welke vorm van het windpark het minste aantal vogelslachtoffers zal maken. Met name de vorm van het windpark zal van alle inrichtingsaspecten wel eens het meest bepalend kunnen blijken te zijn voor het aantal vogelslachtoffers. Deskundigen van Alterra en Waardenburg hebben aangegeven dat een "ruitvorm" waarschijnlijk het minst ongunstig zal zijn voor vogels. Dit is echter een inschatting op basis van expert-judgement en kan helaas in de praktijk niet worden gemonitord, aangezien het niet mogelijk is om verschillende configuraties van het windpark gelijktijdig te realiseren.

Conclusie

Geconstateerd wordt dat juist voor één van de belangrijkste negatieve milieueffecten van een windpark - de effecten op vogels - de leemten in kennis het grootst zijn. Het effect van deze leemten op de besluitvorming is relatief groot. Om deze leemten te kunnen invullen zijn echter ervaringsgegevens nodig, die enkel kunnen worden opgedaan door het monitoren van de effecten op vogels in de praktijk. In het MEP-NSW wordt hier uitgebreid op ingegaan.

7.3.2 Overige aspecten

Voor de overige aspecten zijn de leemten in kennis beperkt en is het effect daarvan op de besluitvorming relatief klein. Voor belangrijke milieuaspecten als landschap en scheepvaart en veiligheid is het door middel van fotovisualisaties respectievelijk modelberekeningen mogelijk gebleken een goed beeld te schetsen van de mogelijke effecten van een Near Shore Windpark voor de kust van Egmond aan zee.

8 Vogels

8.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de effecten van het NSW op vogels. Hierbij wordt voornamelijk gebruik gemaakt van de informatie die is verzameld in het kader van de Haalbaarheidstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark [Haskoning, 1997] en het daaropvolgend L-MER NSW [EZ/VROM, 2000]. Voor deze studies (met name het recentere L-MER NSW) is alle beschikbare kennis over vogels en windturbines op zee geïnventariseerd, geëvalueerd en in een review door externe deskundigen getoetst.

Voor het I-MER kon geen gebruik worden gemaakt van de radarmetingen die zijn uitgevoerd in het kader van het Flyland onderzoek van de luchtvaart en de nulmeting voor NSW en Q7. Deze gegevens komen pas in de loop van 2003 beschikbaar.

In de afgelopen twee jaar (de periode tussen het L-MER en het I-MER) zijn verschillende rapportages en artikelen uitgekomen. Deze nieuwe gegevens hebben veelal betrekking op de beschrijving van de huidige situatie (het voorkomen van soorten). Vaak betreft dit de actualisatie van "oudere" gegevens (jaarrapportages). In het I-MER is niet gestreefd naar het uitputtend beschrijven van de huidige situatie, daar deze nieuwe informatie niet leidt tot wezenlijk andere inzichten dan ten tijde van het L-MER. Bij het schrijven van het MER is de nadruk gelegd op de relatie tussen ingreep (bouw windpark) en effect (aanvaringsrisico, barrièrewerking, verstoring). Hierbij is met name gebruik gemaakt van in het buitenland opgedane kennis (o.a. bij de offshore windparken Horns Rev en Tunø Knob).

Bij het opstellen van dit hoofdstuk zijn onder andere de volgende bronnen geraadpleegd:

- Impact of windfarms on birds and precautionary measures [Council of Europe, 2002];
- Horns Rev wind farm, Progress report: 1 January - 30 June 2002 [NERI, 2002];
- Status report of seabird surveys at Horns Rev, 2000 - 2001 [NERI, 2002a];
- Assessment of the effects of offshore wind farms on birds [Ecology Consulting, 2001];
- Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev: results and conclusions 2000/2001 [NERI, 2001];
- Considerations on Environmental Issues in the Planning of Offshore Wind Farms in The Netherlands [Dirksen, 2000].

Daarnaast zijn vogeldeskundigen geconsulteerd (de heren M. Leopold van Alterra en S. Dirksen van bureau Waardenburg).

8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de informatie uit het L-MER, voor een uitgebreide beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling wordt verwezen naar het L-MER (hoofdstuk 8, blz 11 t/m 18). Ten opzichte van het L-MER is geen nieuwe informatie beschikbaar gekomen wat leidt tot wezenlijk andere inzichten en conclusies.

Op de Noordzee worden verschillende soorten vogels aangetroffen, deze vogels zijn onder te verdelen in een aantal groepen:

- zeevogels (soorten die gedurende grote delen van hun jaarcyclus op zee leven);
- niet-zeevogels (waaronder zangvogels en soorten die binnen het bereik van de kustlijn leven);
- kustbroedvogels (soorten die langs de kust broeden en hun voedsel deels of geheel van zee kunnen halen).

Binnen de groep zeevogels wordt onderscheid gemaakt in trekkende vogels (vogels die het gebied passeren) en pleisterende vogels (niet-broedvogels die in het gebied verblijven). Onder trek wordt in dit verband verstaan een periodieke verplaatsing tussen broed- en overwinteringsgebieden en omgekeerd. Bewegingen als voedsel- en slaaptrek maken deel uit van het dagelijkse patroon van pleisterende vogels.

Seizoentrek van zeevogels

Over de trek van zeevogels in de daglichtperiode geldt over het algemeen dat des te dichter de trek bij de kust plaats vindt des te meer informatie beschikbaar is. Zo is er over de trek van zeevogels direct onder de kust (0-3 km) voldoende informatie beschikbaar. Over de trek verder uit de kust (3-15 km) en op open zee (> 15 km) is weinig informatie beschikbaar. Vooral in het voor- en najaar trekt een groot aantal zeevogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden [o.a. Camphuysen & Van Dijk, 1983; Plattewijk et al, 1994], dagelijks vele honderden tot maximaal vele duizenden. Schattingen wijzen er op dat van een groot aantal zeevogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken [Van der Winden et al, 1997]. In tabel 8.3 van het L-MER is een overzicht gegeven van de trek van zeevogels en steltlopers in de kustzone en verder op zee.

Breedte en hoogte van de trekstroom

Uit diverse studies blijkt over het algemeen (uitzonderingen, zoals een aantal meeuwensoorten, daargelaten) dat de doortrekintensiteit boven open zee (> 15 km) lager is dan direct onder de kust [Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994; Camphuysen, 2000]. Onder bepaalde weersomstandigheden (zoals sterke zuidwestelijke tot noordwestelijke wind in het najaar of noordelijke tot noordoostelijke wind in het voorjaar) treedt onder de kust stuwings op van zeevogeltrek, de aantallen kunnen hierbij sterk oplopen [Camphuysen & Van Dijk, 1983]. De breedte van deze trekstroom is niet bekend, maar zal op open zee vermoedelijk niet meer merkbaar zijn. Uit radarwaarnemingen bij Hoek van Holland blijkt dat nachtelijke (niet)-zeevogeltrek langs de kust boven zee in de regel op hoogtes van minder dan 150 meter plaatsvindt [Buurma & Van Gasteren, 1989].

Overdag werd lager gevlogen (over het algemeen lager dan 100 meter) dan 's nachts, maar in beide perioden waren de aantallen op lage hoogtes het grootst. Over de ruimtelijke en temporele variatie, zowel overdag als 's nachts, is weinig informatie beschikbaar. Op grond van indirecte en incidentele waarnemingen 's nachts is het aannemelijk dat de meeste zeevogelsoorten zowel overdag als 's nachts trekken, al is de verhouding waarin dit gebeurt onbekend. Ook Van der Winden et al (1997) komen tot deze conclusie.

Verspreiding en activiteit van pleisterende vogels

Over het algemeen genomen ligt de dichtheid van pleisterende vogels op open zee (>15 km) lager dan direct onder de kust. De vogeldichtheid in de kustzone tot 20 meter waterdiepte loopt uiteen van ongeveer 20 exemplaren per km² in de zomer tot meer dan het tienvoudige daarvan in de winter [Camphuysen, 1998]. Op open zee bedraagt de vogeldichtheid in de zomer over het algemeen minder dan 4 exemplaren per km² en in de winter ongeveer het tienvoudige [Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994; Skov et al, 1995; Camphuysen, 1998].

Kustzone

Onder de Hollandse kust overwinteren (in sommige jaren) veel Zwarte zee-eenden [Leopold et al, 1995; Skov et al, 1995; Baptist en Meininger, 1996]. De laatste jaren worden in de winter ook grote aantallen Eidereenden geteld [Baptist et al, 1997; Skov et al, 1995]. De eenden worden met name onder de kust van Noord-Holland aangetroffen, in de nabijheid van Spisula-banken. In de kustzone pleisteren ook flinke aantallen viseters, verder op zee veel minder. Concentratiegebieden wisselen van jaar tot jaar, afhankelijk van de aanwezigheid van vis [Baptist en Wolf, 1993].

Open zee

Lokaal doen zich concentraties van Stormvogels, Jan van Genten, Meeuwen en Zeekoeten voor, bijvoorbeeld achter vissersboten (> 1.000/km²), in opwelingsgebieden of in andere gebieden met een hoog voedselaanbod. Op open zee en buiten de broedtijd zijn relatief hoge dichtheden (1 tot 5 exemplaren per km²) vastgesteld van Noordse stormvogel, Zilvermeeuw, Kleine mantelmeeuw, Drieteenmeeuw en Zeekoet [Skov et al, 1995; Camphuysen, 2000; Camphuysen, 2000a]. Lokaal kunnen de dichtheden van deze soorten het vijf- tot tienvoudige bedragen [Camphuysen 2000; Camphuysen, 2000a].

Nachtelijke activiteit

Over de dagelijkse bewegingen is nog maar weinig bekend, maar er wordt verondersteld dat de meeste zeevogelsoorten ten minste een deel van de nacht actief zijn [Camphuysen, 1992; Camphuysen, 1996; Garthe & Hüppop, 1996; Tulp et al, 1999]. In vergelijkende studies van duikeenden en steltlopers is geen verschil in vlieghoogtes gevonden tussen dag en nacht [o.a. Spaans et al, 1995; Dirksen et al, 1996a]. Dit betekent dat er vooralsnog vanuit wordt gegaan dat vogels boven zee, tussen foerageergebied en rustgebied of tussen foerageergebieden onderling, regelmatig nachtelijke vliegbewegingen uitvoeren op hoogtes van minder dan 100 meter.

Seizoentrek van niet-zeevogels

Boven de Noordzee vindt een omvangrijke trek plaats van niet-zeevogels (zie tabel 8.3 van het L-MER). De trek van niet-zeevogels is onder te verdelen in twee belangrijke trekstromen: een trekstroom evenwijdig langs de kust van het Europees continentaal plat en een trekstroom tussen Europa en de Britse Eilanden.

Trekstroom evenwijdig langs de kust van het Europees continentaal plat

De trekstroom langs de kust van het Europees continentaal plat betreft de periodieke verplaatsing tussen broed- en overwinteringsgebied. Het gaat hierbij hoofdzakelijk om trekstromen tussen Noord- /West-Europa en Zuidwest-Europa/Afrika. De vogels in deze route zullen de Noordzee niet of nauwelijks oversteken.

Trekstroom tussen Europa en de Britse Eilanden.

Via de trekstroom tussen Europa en de Britse Eilanden trekken vogels naar West-/Zuid-Europa. De soorten, die naar het zuidwesten moeten, verlaten de Britse Eilanden overwegend in het zuiden. Het aandeel dat hiervan boven de Noordzee wordt gezien, is klein. Soorten, die naar en via West-Europa trekken, zijn reguliere doortrekkers boven het Nederlandse deel van de Noordzee. De overheersende trekrichting is vermoedelijk dwars op de kust.

Zangvogels

In het voor- en najaar treedt langs de Nederlandse kust sterke trek op van zangvogels [Lensink en Van der Winden, 1997]. Boven land stuwt de trek overdag regelmatig, waarbij in een smalle strook achter en boven de zeereep per dag vele tienduizenden vogels kunnen passeren [o.a. Buurma, 1987]. Ook in de nacht kan de trekstroom langs de kust verdichten, maar minder sterk dan overdag [Buurma & Van Gasteren, 1989].

Vooraf onder gunstige weersomstandigheden waarbij meewind een belangrijke factor is, trekken 's nachts grote aantallen vogels over de Noordzee [Richardson, 1978; Buurma, 1987; Lensink en Van der Winden, 1997]. Bij gunstige wind vliegen de vogels over het algemeen hoger dan 200 meter en in een zeer breed front [o.a. Van Dobben, 1953, Buurma, 1987]. In de ochtend vliegen deze nachttrekkers vooral op minder dan 150 meter hoogte [o.a. Deelder & Tinbergen, 1947; Buurma, 1987; Buurma & Van Gasteren, 1989].

Steltloper trek

Van een groot aantal steltlopers trekken internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust [Van der Winden et al, 1997]. Met name in de kuststrook kunnen per dag tot tienduizenden steltlopers passeren. Tien kilometer uit de kust (Meetpost Noordwijk) zijn lagere aantallen vastgesteld. Met rugwind trekken steltlopers op hoogtes van meer dan 100 meter in een tamelijk breed front langs en boven de kust [Camphuysen & Van Dijk, 1983]. Vooral in het voorjaar trekken deze soorten bij tegenwind op lagere hoogten gestuwd langs de kust [Camphuysen & Van Dijk, 1983]. Deze lage trek kan 's nachts doorgaan [Dirksen et al, 1996]. Bij vorstinvallen in het najaar of in de winter trekken vele duizenden steltlopers langs en over de Noordzee naar het zuiden of westen [Keijl & Mostert, 1988; Platteeuw et al, 1994]. De ruimtelijke patronen en vlieghoogtes zijn over het algemeen vergelijkbaar met de reguliere seizoentrek.

Ganzen en eenden

Ganzen en eenden trekken in grote lijnen volgens dezelfde patronen als steltlopers. Een deel van de vogels trekt min of meer evenwijdig aan de kust naar het zuid(west)en en een deel (bijvoorbeeld Rotganzen) trekt over de Noordzee naar Engeland [o.a. Camphuysen & Leopold, 1994].

Verspreiding en activiteit van kustbroedvogels

Sommige broedvogelsoorten van de Nederlandse kust foerageren in de broedtijd op zee. De dichtheid van deze vogels neemt af met een toenemende afstand tot de kolonie. De afstanden waarop de diverse soorten foerageren, variëren [Bauer & Gutz von Blotzheim, 1966; Glutz von Blotzheim & Bauer, 1982]. De meeste vliegbewegingen van kustbroedvogels naar de foerageergebieden op zee vinden overdag plaats. Buurma & Van Gasteren (1989) stelden een duidelijk verschil vast tussen dag en nacht. Hiermee is niet uitgesloten dat tenminste een deel van de soorten ook 's nachts foerageert [o.a. Garthe & Hüppop, 1996].

Beschermde vogelsoorten

In de huidige situatie broeden geen soorten van de Rode Lijst binnen de invloedsfeer van het plangebied. In het L-MER (hoofdstuk 8, tabel 8.6) zijn de (niet-broedvogel)soorten van de Blauwe Lijst en Vogelrichtlijn opgenomen die in de omgeving van het plangebied kunnen pleisteren of overtrekken.

Autonome ontwikkeling

Onder ongewijzigde omstandigheden blijft de Noordzee (kustzone en open zee) voor een aantal vogelsoorten een belangrijke functie vervullen. Deze functies zijn foerageergebied voor broedvogels, overzomeringsgebied, doortrek-/opvet-/ruigebied en overwinteringsgebied. De verspreiding van vogels wordt onder meer bepaald door het voedselaanbod, waardoor van jaar op jaar kleine verschillen in aantallen en verspreiding ontstaan. Op hoofdlijnen zal de verspreiding ongeveer gelijk blijven omdat veel voedselbronnen gekoppeld zijn aan waterdiepte en doorzicht. De vogeltrek over de Noordzee verloopt volgens een vast patroon waarin timing en omvang min of meer vast liggen. Verschillen tussen jaren in tijd en ruimte zijn relatief klein en hangen voor een groot deel samen met weersfactoren en populatieschommelingen.

8.3 Toetsingscriteria

In deze paragraaf worden de toetsingscriteria beknopt toegelicht, voor een uitgebreide beschrijving en onderbouwing wordt verwezen naar het L-MER (hoofdstuk 8, blz 7 t/m 11).

Windturbines zijn (in Nederland) tot nu toe voornamelijk op land geplaatst. Daarom is nog weinig onderzoek uitgevoerd naar de effecten van near shore windturbines op vogels. Om toch tot een effectbeschrijving te komen zijn de resultaten van onderzoek naar effecten van windturbines op vogels in algemene zin (en dus vooral op land) samengevat. Delen daarvan zijn ook van toepassing voor near shore plaatsing van windturbines. Het schaarse onderzoek naar windturbines op zee (o.a. Horns Rev en Tunø Knob) is hierin meegenomen.

In de risico's van windturbines voor vogels worden drie typen effecten onderscheiden.

1. Aanvaringsrisico's

Effecten op passerende vogels. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.

2. Barrièrewerking

Als direct gevolg van het onder 1. genoemde risico kunnen vogels hun vlieg-route verleggen. Windturbines vormen dan een barrière op een vliegroute of trekbaan.

3. Verstoring

Effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, het gebied rond de windturbine dan wel windpark. De verstoringafstand verschilt per soort. Hierdoor gaat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren. Verstoring van broedgebieden wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat op zee geen vogels broeden.

Aan de hand van de bovengenoemde drie typen effecten zijn voor het aspect vogels (sub)criteriën geformuleerd (zie tabel 8.1). Tevens zijn de bijbehorende meeteenheden vermeld. Bij alle toetsingscriteriën gaat het om het aantal vogels dat het betreffende effect ondervindt. De gewenste meeteenheid voor de barrièrewerking betreft in principe het aantal vogels dat niet meer van de oorspronkelijke vliegroute gebruik kan maken. Dit is echter vrijwel onmogelijk om te meten. Daarom is in dit I-MER als meeteenheid gekozen voor het aantal vogels in combinatie met het aantal kilometers, dat deze vogels extra zouden moeten vliegen om de barrière te ontwijken.

Tabel 8.1 **Overzicht toetsingscriteriën**

Criterium	Subcriterium	Meeteenheid
aanvaringsrisico	seizoen trek	aantal vogelslachtoffers
	kustbroedvogels	aantal vogelslachtoffers
	pleisterende niet-broedvogels	aantal vogelslachtoffers
barrièrewerking	seizoen trek	aantal vogels per kilometer
	kustbroedvogels	aantal vogels per kilometer
	pleisterende niet-broedvogels	aantal vogels per kilometer
verstoring	kustbroedvogels	aantal verstoorde vogels
	pleisterende niet-broedvogels	aantal verstoorde vogels

8.4 Effectbeschrijving

8.4.1 Algemeen

De effecten van het windpark op vogels worden voorspeld aan de hand van de criteria: aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring (zie tabel 8.1). Bij de effectbeschrijving wordt verder onderscheid gemaakt in: de effecten van de inrichtingsvarianten (configuraties), de effecten van aanleg en verwijdering, de effecten van onderhoud en de effecten van de aanleg van de elektriciteitskabel naar de wal. Door de aanwezigheid van een aantal leemten in kennis over de effecten van windturbines op vogels (aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring) worden de effecten voornamelijk kwalitatief beschreven, waar mogelijk wordt een kwantitatieve beschrijving gegeven (om de grootte van de effecten in te schatten).

Over de effecten van het verhogen van de detectie van windturbines door middel van kleur, geluid of licht is nagenoeg niets bekend, dit zal dan ook niet worden meegenomen in de effectbeoordeling.

Wel is bekend dat met name permanent schijnende witte (felle) verlichting een aantrekkende werking [Winkelman, 1992] heeft op vogels en kan leiden tot een verhoogd aanvaringsrisico. Uit de literatuur [o.a. Baldwin, 1965; Avery et al, 1976] blijkt dat toepassing van knipperende- of stroboscoopverlichting (t.o.v. permanent schijnende verlichting) het aantal aanvaringssslachtoffers sterk kan reduceren of zelfs kan elimineren. Hierbij gaat de voorkeur uit naar toepassing van (witte) stroboscoopverlichting met een minimaal aantal lampen, een minimale intensiteit en een minimaal aantal flitsen per minuut (bron: United States Department of Interior Fish and Wildlife Service).

De effectiviteit van licht- en geluidsignalen zal in het MEP-NSW nader worden onderzocht.

Conform de IALA richtlijnen zal het NSW worden uitgevoerd met knipperende gele lichten (zie markering windturbines in paragraaf 4.2.1). Door middel van geluidsignalen kan de detectie van windturbines door vogels mogelijk worden vergroot, hierover is echter niets bekend (zie paragraaf 8.6: mitigerende maatregelen).

8.4.2 Effecten van de inrichtingsvarianten

8.4.2.1 Criterium aanvaringsrisico

Bij het aanvaringsrisico zijn het aantal vogels, de soortspecifieke aanvaringskansen en de vorm van het windpark belangrijke parameters. Over de aanvaringsrisico's, als gevolg van windturbines op zee, zijn geen studies bekend. Waar mogelijk wordt teruggesproken op de studie van Winkelman (1992a) in het windpark bij Oosterbierum (Friesland). Over de soortspecifieke aanvaringskansen van vogelsoorten is weinig bekend, alleen dat zangvogels een grotere kans op aanvaring hebben dan eenden en dat eenden een grotere kans op aanvaring hebben dan steltlopers [Winkelman, 1992a]. Onder eenden is de aanvaringskans van Eidereenden relatief groot [Still et al, 1995]. De vorm van het windpark heeft invloed op het uitwijkgedrag van vogels, zo zal een bepaald uitwijkgedrag waarschijnlijker worden met een bepaalde configuratie (mondelinge mededeling M. Leopold, Alterra). Bij nadering van de eerste windturbine zal een vogel naar links of rechts uitwijken. Bij een ruitvorm is de uitwijking ten opzichte van ieder volgende windturbine al ingezet en zal de kans op een botsing lager zijn dan bij een opstelling waarbij de vogel steeds weer dezelfde kans heeft om frontaal op een volgende molen aan te vliegen. Op basis van de bovenstaande redenering heeft een ruitvorming windpark, waarbij de scherpe hoekpunten in de trekroute wijzen, de voorkeur boven een vierkant windpark of een windpark met inhammen (fuiken).

Aanvaringsrisico seizoen trek

Kwalitatief

Zoals beschreven in het L-MER (hoofdstuk 8, blz 19) is er een geconcentreerde trekstroom van zeevogels evenwijdig aan de kust (overheersend noord-zuid trek). De verdichting reikt in ieder geval verder dan 10 kilometer, hoe deze gradiënt precies verloopt is niet bekend.

Ervan uitgaande dat de dichtheid aan vogels afneemt met een toenemende afstand tot de kust kan worden gesteld dat de inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen gunstiger scoren dan de varianten die dicht bij de kust liggen. Dit betekent dat de basisvariant (minimale afstand tot kust 10,7 km) en de bolstapeling 7,5D (minimale afstand tot kust 12,0 km) gunstiger scoren dan de overige varianten (minimale afstand tot de kust 8,7 à 8,9 kilometer). Een deel van de zeevogels, steltlopers, eenden en ganzen uit de seizoenstrek snijdt de bocht in de Hollandse kust mogelijk af [o.a. Platteeuw, 1990]. Deze vogels vliegen als het ware in een rechte lijn van Zeeland naar Noord-Holland. Waar de as van deze stroom precies ligt is niet bekend, evenmin als de verhouding tussen de kustgebonden trek en de trek op enige afstand van de kust. Wel is het aannemelijk dat de kustgebonden trek veel omvangrijker is dan de stroom die de kust afsnijdt. Over de kwalitatieve effecten van het windpark (en de varianten) op de vogels die de bocht afsnijden valt (gezien de huidige kennis) niets te zeggen.

De trek van zangvogels verloopt ten dele evenwijdig aan de kust, waarbij ook boven zee verdichting optreedt. Overdag is de stuwing sterker en wordt lager gevlogen dan 's nachts [Buurma & van Gasteren, 1989]. Er wordt aangenomen dat het windpark buiten het bereik ligt van de gestuwde zangvogeltrek evenwijdig aan de kust. Daarnaast is er breedfronttrek van zangvogels van Nederland over de Noordzee naar de Britse Eilanden en vice versa [Lensink en Van der Winden, 1997]. Zangvogeltrek over zee kan zich overdag en aan het einde van de nacht op lage hoogten afspelen, maar 's nachts overwegend boven 150 meter hoogte [o.a. Buurma, 1987]. Doordat de trek 's nachts, wanneer bijna alle vogelslachtoffers vallen [Winkelman, 1992a], voornamelijk boven de 150 meter hoogte afspeelt (rotorbladen reiken tot 116 meter hoogte) zullen er vermoedelijk maar een beperkt aantal slachtoffers vallen. Uit het oogpunt van risico's voor zangvogeltrek over de Noordzee zijn de inrichtingsvarianten niet onderscheidend.

Bij de beoordeling van de inrichtingsvarianten ten aanzien van hun vorm, zijn de vorm en de trekrichting de bepalende factoren. Bij een trek van zuid naar noord scoren de basisvariant en de bolstapeling 7,5D relatief gunstig vanwege hun ruitvorm (lagere aanvaringskans). Daarnaast zorgt de relatief dichte stapeling van de windturbines ervoor dat de vogels als het ware gedwongen worden om er om heen te vliegen (in plaats van er door heen). Bij de overige varianten is de hoek van het windpark minder scherp en staan de windturbines op een grotere afstand van elkaar, waardoor de kans bestaat dat sommige vogels door het park heen vliegen, met als gevolg, een groter kans om geraakt te worden.

Bij een trek van noord naar zuid geldt min of meer het omgekeerde, hier scoren de basisvariant en de bolstapeling 7,5D relatief ongunstig vanwege de fuiken (inhammen) aan de noordzijde van het park. Bij de overige varianten is de fuikvorm nagenoeg niet aanwezig, maar de optimale ruitvorm ontbreekt.

Bij de corridorvariant hebben de vogels twee mogelijkheden om de windturbines te ontwijken. De vogels kunnen het windpark ontwijken door er om heen te vliegen, of ze vliegen (gezien de ruime afstand tussen de rijen) door het windpark heen. In welke mate vogels dat zullen doen is echter niet bekend (zie ook criterium barrièrewerking).

In de onderstaande tabel is het aanvaringsrisico ten aanzien van de vorm van het windpark samengevat. Bij de beoordeling is alleen gekeken naar de belangrijkste trekrichting (noord-zuid), de varianten zijn niet onderling beoordeeld.

Tabel 8.2 **Beoordeling aanvaringsrisico in relatie tot de vorm van het windpark**

Varianten	Trek van zuid naar noord	Trek van noord naar zuid	Totaal beoordeling
basisvariant	++	--	0
bolstapeling 7,5D	++	--	0
bolstapeling 10,5D	0/-	-	-
corridorvariant	0	0	0
rendementsvariant	-	-	--

Bij de basisvariant en de bolstapeling 7,5D wordt de positieve beoordeling van de vorm aan de zuidzijde tenietgedaan door een negatieve beoordeling van de vorm aan de noordzijde, resulterend in een per saldo neutraal oordeel.

CONCLUSIE VERGELIJKING AANVARINGSRISICO SEIZOENSTREK:
 Bij de beoordeling van het aanvaringsrisico zijn met name de afstand van het windpark tot de kust en de vorm (ten opzichte van de trekrichting) van het windpark bepalend. De variant bolstapeling 10,5D en de rendementsvariant worden wat betreft de afstand tot de kust en de vorm van het windpark (zie bovenstaande tabel) als minste beoordeeld. De basisvariant en de variant bolstapeling 7,5D worden zowel wat betreft de afstand tot de kust als de vorm van het windpark (zie bovenstaande tabel) iets beter beoordeeld.

Kwantitatief

De absolute omvang van het aanvaringsrisico bij windturbines op zee is onbekend. Met name gegevens over zeevogels ontbreken om een verantwoorde schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers te maken [Van der Winden et al, 1997]. Om echter toch een indruk te geven van het mogelijke aantal vogelslachtoffers wordt op basis van breedfront seizoenstrek over land een schatting van de ordegrrootte gegeven van het aantal slachtoffers in breedfront-seizoenstrek over zee. In het L-MER (hoofdstuk 8, blz 19 en 20) is met behulp van het onderzoek van Winkelman (1992a) een schatting gegeven van het mogelijke aantal vogelslachtoffers bij seizoenstrek. Onderstaand wordt met dezelfde methode een inschatting gemaakt van het mogelijke aantal aanvaringsslachtoffers. Voor een uitgebreide beschrijving van de methode wordt verwezen naar het L-MER (hoofdstuk 8, blz 19 en 20). De invloed van de vorm van het windpark (zie bovenstaande kwalitatieve beschrijving) heeft hoogstwaarschijnlijk invloed op het aantal vogelslachtoffers, de invloed hiervan valt echter niet te kwantificeren en is daarom niet in de onderstaande berekening meegenomen.

Uit het onderzoek van Winkelman (1992a) blijkt dat aanvaringsslachtoffers voornamelijk 's nachts vallen. De grootste risico's vallen samen met donkere nachten en nachten met slecht zicht. In totaal blijkt per windturbine circa 0,14% van de vogels, die 's nachts op rotorhoogte door het windpark vlogen, te verongelukken.

Het rotoroppervlak van de 2,75 MW windturbines (6.648 m^2) is circa 9,4 keer zo groot als het rotoroppervlak van de turbines in het windpark bij Oosterbierum (707 m^2). De aanvaringskans voor vogels is dichterbij de rotoras groter dan verder weg [Tucker, 1996]. Dit betekent dat het aantal slachtoffers per windturbine op grond van het rotoroppervlak weliswaar groter zal zijn dan in het windpark bij Oosterbierum, maar minder dan 9,4 keer. Om te corrigeren voor een lagere aanvaringskans bij een grotere rotordiameter is gebruikt van de redenering van Tucker (1996). Op basis van de redenering van Tucker (1996) is een reductiefactor van 0,5 aangehouden. Deze reductiefactor is voor alle inrichtingsvarianten hetzelfde aangezien alle varianten dezelfde rotordiameter hebben. Het aantal vogelslachtoffers (zie tabel 8.3) komt gegeven het totale oppervlak van het rotorvlak (239.328 m^2), de aanvaringskans (0,14%), de vogeldichtheid (6 exemplaren/ m^2 /najaar/'s nachts) en de reductiefactor (0,5) op circa 1.000 vogels per najaar. In het voorjaar is het vogelaanbod lager en dus komt de schatting voor het totaal aantal slachtoffers ook lager uit. De ordeschatting voor het totaal aantal slachtoffers per jaar is op basis hiervan ongeveer 1.400 vogels.

De onzekerheid van de berekende vogelslachtoffers is groot. De methodiek is meer dan 10 jaar geleden opgesteld voor andere windturbines op land. Het is echter op dit moment de best beschikbare methodiek om een inschatting te kunnen doen van het aantal vogelslachtoffers. Vanwege de grote onzekerheden bij het hanteren van deze berekeningswijze en de grove inschatting van variabelen als de Tuckerfactor is de foutmarge groot. Experts (Waardenburg e.a.) geven aan dat deze enkele honderden vogels kan bedragen. Aangezien er op dit moment geen betere methodiek beschikbaar is, is deze toch gehanteerd om een inschatting te maken van het aantal vogelslachtoffers.

In de onderstaande tabel is het geschatte aantal aanvaringslachtoffers weergegeven.

Tabel 8.3 **Schatting aantal vogelslachtoffers**

Vermogen: 2,75 MW; rotordiameter: 92 m	
totale oppervlak rotorvlak (m^2)	239.328
aanvaringskans/windturbine (%)	0,14
aantal vogels/ m^2 /najaar/'s nachts	6
reductiefactor [Tucker, 1996]	0,5
 vogelslachtoffers najaar	 1.005
totaal jaar (najaar + voorjaar)	1.440

De inrichtingsvarianten zijn uitgaande van de in de bovenstaande tabel genoemde uitgangspunten niet onderscheidend. Het is echter aannemelijk om te stellen dat bij de inrichtingsvarianten die het verste uit de kust liggen (de basisvariant en de bolstapeling 7,5D) de dichtheid van vogels (vogels/ m^2 /najaar/'s nachts) vermoedelijk iets lager ligt dan de varianten die dichterbij de kust liggen (zie ook kwalitatieve beschouwing).

De mate waarin de vogeldichtheid afneemt naarmate men verder uit de kust komt is niet bekend. Om toch in kwalitatieve zin een indruk te kunnen geven van de verschillen wordt op basis van expert-judgement ingeschat dat bij de basisvariant en de bolstapeling 7,5D (beide liggen circa 2 à 3 kilometer verder uit de kust) een vogeldichtheid van 5,5 exemplaren/m²/najaar/s nachts correcter is dan een dichtheid van 6,0 (voor de overige varianten). In dit geval daalt het totaal aantal vogelslachtoffers op jaarbasis met circa 8% tot 1.315. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D worden vanuit dit perspectief positiever beoordeeld.

Door Van der Winden et al (1999) wordt op basis van het onderzoek van Winkelman (1992) uitgegaan van 0,045 vogelslachtoffers per windturbine per dag gedurende de seizoentrek (gegeven de rotordiameter van 30 meter in Oosterbierum). Gedurende 6 maanden per jaar is er sterke trek over Nederland en gedurende 6 maanden zwakke trek die ongeveer eenderde van de sterke trek bedraagt [Van der Winden et al, 1999]. In de berekening vallen dan gedurende 8 maanden (240 dagen) 0,045 slachtoffers per windturbine/dag. Daarnaast neemt de kans op aanvaringen bij grotere diameters niet evenredig toe (zie reductiefactor uit tabel 8.3). Op basis van deze getallen valt te berekenen dat per windturbine van 2,75 MW per jaar 51 (= $240 \cdot 0,045 \cdot 0,14 \cdot 0,5$) vogels verongelukken. Voor het NSW komt dit neer op circa 1.840 vogelslachtoffers/jaar. Ook hier worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D (beide liggen circa 2 à 3 kilometer verder uit de kust) positiever beoordeeld.

Beide berekeningen (Winkelman (1992a) en Van der Winden et al (1999)) gaan uit van ongestuwde trek boven het vaste land (bij Oosterbierum en bij Arnhem). Over de verhouding tussen het aantal vogels in de onderste luchtlagen op deze beide locaties en het aantal boven de Noordzee is niets bekend. De doortrekintensiteit boven de Noordzee zal niet lager zijn dan die van ongestuwde trek in het binnenland, eerder hoger. Eveneens is er weinig bekend over de verdeling van de vogels over de onderste luchtlagen boven zee in de loop van de dag en in de loop van het jaar. Op grond van deze twee onbekenden zijn beide berekeningen niet meer dan een *indicatie* van de ordegrrootte van de te verwachten aantallen slachtoffers in het NSW. Het aantal aanvaringslachtoffers ligt vermoedelijk in de ordegrrootte van enkele duizenden per jaar.

Over de aanvaringskansen van zeevogels is niets bekend. De meeste van deze vogels vliegen in de onderste luchtlagen. De aantallen aanvaringslachtoffers zullen bij de schatting uit de vorige alinea moeten worden opgeteld.

De voorgaande schatting van het aantal vogelslachtoffers is een indicatie van de gemiddelde jaarlijkse orde van grootte. Onder exceptionele omstandigheden kan deze enkele malen groter zijn. De grootste risico's treden op bij sterke trek, tijdens rustig weer met donkere nachten en/of slecht zicht (mist) [o.a. Verheijen, 1980, 1981]. In de Amerikaanse literatuur wordt dan gesproken van rampnachten, waarin bij een enkel opstakel (in dit geval hoge zendmasten) in één nacht onder nachttrekkende zangvogels duizenden tot meer dan tienduizend slachtoffers kunnen vallen [Hebert et al, 1995; Trapp, 1998]. Uit onderzoek blijkt dat deze zogenaamde 'rampnachten' nagenoeg uitsluitend voorkomen bij objecten (bijv. zandmasten) hoger dan circa 150 à 200 honderd meter (mondelinge mededeling S. Dirksen, bureau Waardenburg).

CONCLUSIE OMVANG AANVARINGSRISICO SEIZOENSTREK:

Het aantal vogelslachtoffers in het NSW tijdens breedfront-seizoentrek kan in het voor- en najaar oplopen tot enkele duizenden slachtoffers, op een geschat aantal van enkele miljoenen passerende vogels. Het aantal slachtoffers onder trekkende zeevogels komt hier bovenop. De inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden iets beter beoordeeld.

Aanvaringsrisico kustbroedvogels

Kwalitatief

Het aanvaringsrisico voor kustbroedvogels bestaat zowel voor vogels die vanuit kolonies loodrecht op de kust vliegbewegingen van en naar foerageergebieden maken als voor vogels die vanuit kolonies min of meer evenwijdig aan de kust van en naar foerageergebieden in de kustzone vliegen. In de directe omgeving (circa 20 km) van het windpark ligt alleen een kolonie Aalscholvers (Castricum). Aalscholvers foerageren alleen overdag en vliegen meestal slechts enkele meters boven het wateroppervlak (met windmee kunnen ze ook aanzienlijk hoger vliegen). De kans op een mogelijke aanvaring met een windturbine is daarom verwaarloosbaar. Ten noorden van het windpark liggen bij Petten en Callantsoog enkele meeuwenkolonies, ten zuiden van het windpark liggen enkele meeuwenkolonies bij IJmuiden. Ook liggen er in de ruimere omgeving van het windpark kolonies Aalscholvers (Zwanenwater en Amsterdamse Waterduinen). Uit het in 1999 uitgevoerde radaronderzoek [Buurma, 1999] (zie voor een uitgebreide beschrijving het L-MER, hoofdstuk 8, blz. 17) blijkt dat circa 80 % van de lokale echo's wordt veroorzaakt door meeuwen. Uit de vliegpatronen valt op te maken dat de meeuwen tot het einde van het radarbereik (circa 13 kilometer uit de kust) de zee opvliegen. Daarnaast blijkt dat de vogeldichtheid afneemt van circa 100% langs de kust tot circa 5-20 % op 10 kilometer uit de kust.

Voor kustbroedvogels (m.u.v. juvenielen) mag worden aangenomen dat ze bekend zijn met de lokale situatie (de aanwezigheid van het windpark) en dat daardoor het aanvaringsrisico aanzienlijk lager is (mondelinge mededeling M. Leopold, Alterra). Om de bovenstaande reden is de vorm van het windpark niet meegenomen in de beoordeling van het aanvaringsrisico voor kustbroedvogels. Daarnaast speelt ook mee dat de dichtheid aan kustbroedvogels veel lager ligt dan bij de seizoenstrek (zie onderstaande kwantitatieve beschrijving).

CONCLUSIE VERGELIJKING AANVARINGSRISICO KUSTBROEDVOGELS

De aanvaringsrisico's voor kustbroedvogels zijn voor alle inrichtingsvarianten min of meer even groot. De inrichtingsvarianten die iets verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden iets beter beoordeeld.

Kwantitatief

Verondersteld mag worden dat lokale kustbroedvogels (m.u.v. juvenielen) bekend zijn in het gebied en dat hun aanvaringsrisico kleiner is dan van vogels die deelnemen aan de seizoenstrek.

Het aanbod aan kustbroedvogels dat over en naar het windpark vliegt, ligt in de ordegrootte van 200 exemplaren¹³ per dag (bron: L-MER). Onder de aanname van twee- tot viermaal per dag een passage, een broedseizoen van 120 dagen en alle bewegingen beneden 100 meter hoogte over een front van 4 kilometer, betekent dit een vogelaanbod van 0,12 tot 0,24 vogel per vierkante meter. Dit is ongeveer een factor 100 lager dan van de seizoentrek. Daarmee wordt het aantal slachtoffers geschat op enkele tientallen exemplaren per seizoen. Een verdere differentiatie is niet mogelijk; ook omdat niets bekend is over het feitelijk aantal bewegingen per etmaal en de gevoeligheid van soorten.

CONCLUSIE OMVANG AANVARINGSRISICO KUSTBROEDVOGELS
 Het aantal slachtoffers onder kustbroedvogels zal in de ordegrootte van maximaal enkele tientallen exemplaren per seizoen liggen, een verdere differentiatie is niet mogelijk. De inrichtingsvarianten die iets verder uit de kust (basisvariant en bolstapeling 7,5D) liggen worden iets beter beoordeeld.

Aanvaringsrisico pleisterende niet-broedvogels

Kwalitatief

De belangrijkste vliegbewegingen bestaan uit compensatie voor verdrifting door de zeestroom, uitwisseling tussen foerageergebieden en verplaatsingen tussen foerageergebieden en rustgebieden. Omdat de zeestroom min of meer evenwijdig aan de kust loopt en de foerageergebieden vaak samenvallen met een bepaalde diepte van de zee, mag worden aangenomen dat het gros van deze bewegingen evenwijdig is aan de kust en dat de meeste zich afspelen boven de ondiepere kustzone. De foerageergebieden zijn voornamelijk afhankelijk van het voorkomen van Spisula-banken, deze belangrijke voedselbron voor zee-eenden komt voor tot een diepte van 15 meter, incidenteel tot 20 m [Leopold, 1996]. Het plangebied ligt dichtbij gebieden die relatief veel door zee-eenden (en soms Eidereenden) worden benut, het gebied zou dan ook regelmatig gekruist kunnen worden door groepen zee-eenden en/of Eidereenden. Vanuit deze beschouwing worden de inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) iets positiever beoordeeld.

Daarnaast mag ook hier worden aangenomen dat de pleisterende vogels bekend zijn met de lokale situatie (de aanwezigheid van het windpark) en dat daardoor het aanvaringsrisico aanzienlijk lager is.

CONCLUSIE VERGELIJKING AANVARINGSRISICO PLEISTERENDE NIET-BROEDVOGELS
 De inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden iets positiever beoordeeld.

Kwantitatief

Over het aanvaringsrisico van lokale niet-broedvogels, in het bijzonder duikers, zee-eenden en meeuwen, zijn geen gegevens voorhanden. Informatie over het aantal bewegingen per etmaal en de gevoeligheid van soorten voor aanvaringen met windturbines ontbreekt.

¹³ Als gevolg van visserijactiviteiten kan het aantal vogels dat per dag over het windpark vliegt aanzienlijk hoger liggen.

Wanneer plaatsing buiten Spisula-gebieden plaatsvindt, zullen zich geen grote groepen in de nabijheid van het park ophouden. Dan kan de ordegrootte van te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers mogelijk beperkt blijven tot tientallen of hooguit honderden per jaar. Op grond van de huidige kennis is een eenduidige uitspraak niet mogelijk. Wel lijken de eerste resultaten van onderzoek in Denemarken in een gunstige richting te wijzen: Eidereenden vliegen in donkere nachten minder dan in lichte en vermijden de directe omgeving van het windpark. Beide punten leiden tot verkleining van de risico's.

CONCLUSIE OMVANG AANVARINGSRISICO PLEISTERENDE NIET-BROEDVOGELS

Een schatting van de ordegrootte van te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokale niet-broedvogels is niet te geven. De inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden iets gunstiger beoordeeld.

In de onderstaande tabel is de beoordeling (kwantitatief en kwalitatief) van de inrichtingsvarianten voor het toetsingscriterium "aanvaringsrisico" samengevat. Bij de kwalitatieve beoordeling is ook de afstand tussen het windpark en de kust meegenomen. Dit resulteert, in tegenstelling tot de kwantitatieve beoordeling, wel in een onderscheid tussen de varianten. De varianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden uit oogpunt van aanvaringsrisico iets beter beoordeeld.

Tabel 8.4 Samenvatting waardering aanvaringsrisico vogels

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
<i>kwantitatief</i>					
seizoenstrek	000	000	000	000	000
kustbroedvogels	0	0	0	0	0
pl. niet broedvogels	(0)0	(0)0	(0)0	(0)0	(0)0
<i>kwalitatief</i>					
seizoenstrek	-	--	--	-	--
kustbroedvogels	-	--	--	-	--
pl. niet broedvogels	-	--	--	-	--

Toelichting kwantitatieve waardering (in aantallen dodelijke slachtoffers per jaar):

- geen noemenswaardige effecten
- 0 tientallen exemplaren
- (0)0 tientallen, mogelijk honderden exemplaren
- (0)00 honderden, mogelijk duizenden exemplaren
- 000 duizenden exemplaren
- ? onbekend

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

8.4.2.2 Criterium barrièrewerking

Radaronderzoek bij het windpark Tunø Knob laat zien dat zowel eidereenden als zee-eenden 's nachts (slecht zicht) het windpark vermijden. Uit het onderzoek bleek dat er minder vluchten plaatsvonden binnen 1.500 meter van de windturbines. Bij eidereenden werd waargenomen dat ze vermeden om door de rijen (afstand < 200 m) heen te vliegen.

De corridorvariant is speciaal ontworpen om de barrièrewerking (noord-zuid) te verminderen. De gedachte achter de corridorvariant is dat vogels, bij voldoende ruimte tussen de rijen windturbines, door het windpark heen vliegen. Informatie over de soortspecifieke barrièrewerking (m. a.w. hoe groot moet de afstand tussen de rijen windturbines zijn voor verschillende vogelsoorten), is niet bekend. Het is daarom niet mogelijk om de inrichtingsvarianten te beoordelen ten aanzien van de oriëntatie van de rijen en de afstand daartussen.

Guillemette et al (1998) en Tulp et al (1999) adviseren de volgende maatregelen om de barrièrewerking te verminderen:

- plaats de windturbines zo dicht mogelijk op elkaar om het ruimtebeslag te verminderen;
- lijnopstellingen loodrecht op de vliegroutes moeten worden vermeden;
- zorg voor corridors tussen groepen windturbines van een paar kilometer breed;
- plaats de windturbines zo ver mogelijk uit de kust.

Barrièrewerking seizoentrek

In het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 22) is geconcludeerd dat uit oogpunt van barrièrewerking voor seizoentrek locaties dicht bij de kust ongunstiger scoren dan locaties verder weg. Vanuit deze optiek zijn ook de inrichtingsvarianten bekeken. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D (afstand tot kust: 10,7 à 12,0 kilometer) worden dan iets beter beoordeeld dan de overige varianten (deze liggen op 8,7 à 8,9 kilometer uit de kust).

Een andere zienswijze is het beoordelen van de varianten aan de hand van de oriëntatie van de rijen windturbines en de afstand tussen de rijen. Configuraties waarbij de rijen windturbines evenwijdig met de kust lopen en waarbij de afstand tussen de rijen voldoende groot is, hebben hierbij de voorkeur. Soortspecifieke gegevens omtrent de minimale afstand tussen de windturbines ontbreken echter grotendeels, het is daarom niet mogelijk om een goede afweging te maken tussen verschillende inrichtingsvarianten ten aanzien van de oriëntatie van de rijen en de afstand daartussen. Daarnaast kan de oriëntering van de rijen en de afstand tussen de rijen niet los worden gezien van het ruimtebeslag. Een grote afstand tussen de rijen heeft waarschijnlijk voor een aantal soorten een positief effect maar anderzijds leidt dit voor soorten die niet tussen de rijen willen doorvliegen tot een grotere barrière. Pas als er voldoende kennis over soortspecifieke barrièrewerking beschikbaar is kan een goede afweging worden gemaakt.

Daarnaast speelt ook mee dat vogels tijdens de trek hun route kunnen aanpassen om het windpark te ontwijken. In vergelijking met de totale route die vogels afleggen, zijn de extra meters die vogels moeten afleggen om het windpark te ontwijken van geen betekenis.

CONCLUSIE BARRIÈREWERKING SEIZOENTREK:

Bij de beoordeling van de inrichtingsvarianten is vanwege het ontbreken van kennis over de soortspecifieke barrièrewerking alleen gekeken naar de afstand tot de kust. Vanuit deze optiek worden de varianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) als beste beoordeeld.

Barrièrewerking kustbroedvogels

Het NSW kan op de route liggen naar verder op zee gelegen foerageergebieden. De barrièrewerking voor kustbroedvogels is te bepalen aan de hand van het "aantal vogels", de "afstand van de barrière tot het herkomstgebied" en de "grootte van de barrière". Indien een barrière op grote afstand van een kolonie ligt, wordt een kleiner (voedsel)gebied afgeschermd dan op een geringe afstand. Verder van de kolonie neemt de afgeschermdde hoek immers af. Eventuele effecten kunnen niet worden gekwantificeerd.

Vogels vliegen over het algemeen loodrecht op de kust de zee op. Doordat direct ten oosten van het windpark geen kolonies liggen (bij Castricum ligt wel een kolonie Aalscholvers, hierop wordt geen invloed verwacht: zie aanvaringsrisico kustbroedvogels (kwalitatief)), zal een eventuele barrièrewerking beperkt zijn. De eventuele barrièrewerking zal het kleinst zijn bij varianten die het verste uit de kust liggen en waarbij het ruimtebeslag (zie tabel 4.4) het kleinst is; dit betreffen de basisvariant en de bolstapeling 7,5D.

Voor vogels die evenwijdig aan de kustlijn richting voedselgebieden vliegen is de barrièrewerking van varianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) het minst. Het is niet mogelijk om eventuele effecten te kwantificeren.

De oriëntering van de rijen en de afstand daartussen is in de effectbeoordeling van barrièrewerking niet meegenomen, omdat soortspecifieke gegevens omtrent de minimale afstand tussen de windturbines ontbreken.

CONCLUSIE BARRIÈREWERKING KUSTBROEDVOGELS:

In het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 23) is geconcludeerd dat uit oogpunt van barrièrewerking voor kustbroedvogels locaties dicht bij de kust ongunstiger scoren dan locaties verder weg. Vanuit deze optiek zijn ook de inrichtingsvarianten bekeken. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D (afstand tot kust: 10,7 à 12,0 kilometer) worden dan iets beter beoordeeld dan de overige varianten (deze liggen op 8,7 à 8,9 kilometer uit de kust). Over de mate waarin barrièrewerking zich zal voordoen is geen duidelijkheid te geven.

Barrièrewerking pleisterende niet-broedvogels

Over de dagelijks door vogels af te leggen afstanden tussen rust- en foerageergebieden van soorten op zee is nauwelijks informatie beschikbaar. Op grond van gegevens van landlocaties en zoete wateren mag worden aangenomen dat deze variëren van enkele tot hooguit enkele tientallen kilometers. Over het absolute effect van een windpark als barrière voor lokale niet-broedvogels is daarom weinig te zeggen. Een vogel zal een aantal kilometers moeten omvliegen om van de ene zijde van het park naar de andere zijde te komen, deze afstand is bij de basisvariant en de bolstapeling 7,5D het kleinst. Dit zijn extra energie-uitgaven die gecompenseerd moeten worden door een grotere voedselopname. Over de flexibiliteit van vogels in deze is niets bekend.

Een vogel zal de extra energie-uitgaven en grotere voedselopname afzetten tegen de mogelijkheden van alternatieve vliegroutes en locaties. Indien vogels kiezen voor foerageer- of rustlocaties elders, betekent dit dat de barrièrewerking ook kan leiden tot het onbereikbaar worden van voedsel- of rustgebieden in de nabijheid van het park.

De eerste resultaten van onderzoek in Denemarken wijzen wel op de mogelijkheid van het optreden van barrièrewerking voor op zee verblijvende vogels: Eidereenden lijken de directe omgeving van het windpark te mijden. Voor zover ze in de buurt komen vliegen ze er merendeels omheen, soms na duidelijk afbuigende bewegingen.

De oriëntering van de rijen en de afstand daartussen is in de effectbeoordeling van barrièrewerking niet meegenomen, omdat soortspecifieke gegevens omtrent de minimale afstand tussen de windturbines ontbreken.

CONCLUSIE BARRIÈREWERKING PLEISTERENDE NIET-BROEDVOGELS:
Het grootste deel van de vliegbewegingen van pleisterende niet-broedvogels is evenwijdig aan de kust en boven de ondiepere kustzone. In het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 23) is geconcludeerd dat uit oogpunt van barrièrewerking voor pleisterende niet-broedvogels locaties dicht bij de kust ongunstiger scoren dan locaties verder weg. Vanuit deze optiek zijn ook de inrichtingsvarianten bekeken. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D (afstand tot kust: 10,7 à 12,0 kilometer) worden dan iets beter beoordeeld dan de overige varianten (deze liggen op 8,7 à 8,9 kilometer uit de kust). Over de mate waarin barrièrewerking zich zal voordoen is geen duidelijkheid te geven.

In tabel 8.5 is de beoordeling (kwantitatief en kwalitatief) van de inrichtingsvarianten voor het toetsingscriterium "barrièrewerking" samengevat. Bij de kwalitatieve beoordeling is ook de afstand tussen het windpark en de kust meegenomen. Dit resulteert, in tegenstelling tot de kwantitatieve beoordeling, wel in een onderscheid tussen de varianten. De varianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden uit oogpunt van barrièrewerking iets beter beoordeeld.

Tabel 8.5 Samenvatting waardering barrièrewerking vogels

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
<i>kwantitatief</i>					
seizoenstrek	-	-	-	-	-
kustbroedvogels	?	?	?	?	?
pl. niet broedvogels	?	?	?	?	?
<i>kwalitatief</i>					
seizoenstrek	-	--	--	-	--
kustbroedvogels	-	--	--	-	--
pl. niet broedvogels	-	--	--	-	--

Toelichting kwantitatieve waardering:

- geen noemenswaardige effecten
- 0 tientallen exemplaren
- (0)0 tientallen, mogelijk honderden exemplaren
- (0)00 honderden, mogelijk duizenden exemplaren
- 000 duizenden exemplaren
- ? onbekend

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

8.4.2.3 Criterium verstoring

Bij het windpark Tunø Knob is uitvoerig onderzoek verricht naar het verstoringseffect van een windpark op vogels. Het onderzoek bij Tunø Knob had met name betrekking op eidereenden en zee-eenden. Uit het onderzoek komt naar voren dat het windpark geen significant verstoringseffect heeft op de aanwezige vogels (met name eidereenden en zee-eenden). Het enige effect dat werd waargenomen was dat eidereenden vermeden om binnen de 100 meter van de turbines te landen en te vliegen.

Verstoring kustbroedvogels

In het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 23-25) is aan de hand van de afstand tussen de kolonies en het windpark de gemiddelde dichtheid aan vogels berekend ter hoogte van het windpark. Bij de berekening is uitgegaan van kolonies in de omgeving van het windpark. Van de volgende vogelsoorten zijn kolonies aanwezig: Aalscholver, Stormmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw. Uit de berekening in het L-MER volgt dat het aantal verstoorde vogels rechtevenredig is met het ruimtebeslag van het windpark. In tabel 8.6 is het aantal verstoorde vogels voor de verschillende varianten aangegeven.

Tabel 8.6 **Aantal verstoorde kustbroedvogels**

Variant	Oppervlakte (incl. 500 meter zone rond windpark)	Verstoorde vogels (incl. 500 meter zone rond windpark)
basisvariant	25,33 km ²	16,2
corridorvariant	35,09 km ²	22,5
bolstapeling (7,5D)	19,21 km ²	12,3
bolstapeling (10,5D)	30,91 km ²	19,8
rendementsvariant	33,03 km ²	21

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat varianten met het kleinste ruimtebeslag het minste aantal verstoorde vogels oplevert. Vanuit deze optiek wordt de variant bolstapeling 7,5D (12,3 verstoorde vogels) als beste beoordeeld. De corridorvariant (22,5 verstoorde vogels) wordt als slechtste beoordeeld.

CONCLUSIE VERSTORING KUSTBROEDVOGELS:

De verstoring van koloniebroedende kustbroedvogels is rechtevenredig met het ruimtebeslag van de inrichtingsvarianten. De inrichtingsvarianten met het kleinste ruimtebeslag (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden iets positiever beoordeeld dan de overige varianten.

Verstoring pleisterende niet-broedvogels

In het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 25-27) is geconcludeerd dat uit oogpunt van verstoring van pleisterende niet-broedvogels locaties dicht bij de kust ongunstiger scoren dan locaties verder weg. Vanuit deze optiek zijn ook de inrichtingsvarianten bekeken. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D (de varianten liggen 10,7 à 12,0 km uit de kust en hebben het kleinste ruimtebeslag) worden dan positiever beoordeeld dan de overige varianten (deze liggen op 8,7 à 8,9 kilometer uit de kust en hebben een groter ruimtebeslag). Voor een nader (kwantitatieve) onderbouwing wordt verwezen naar het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 25 t/m 27).

De achterliggende gedachte van deze redenering is voornamelijk gebaseerd op het (potentiële) voorkomen van *Spisula*-banken (belangrijke voedselbron voor o.a. Zwarte zee-eenden en Eidereenden). De *Spisula*-banken komen voornamelijk voor op diepten minder dan 15 meter). Ter hoogte van het windpark is het water ongeveer 17 meter diep. Er bestaat een kans dat zich hier *Spisula*-banken ontwikkelen en daarmee grote aantallen Zwarte zee-eenden en Eidereenden aantrekken. De kans daarop is bij de basisvariant en de bolstapeling 7,5D het kleinst (liggen circa 2 à 3 kilometer verder in zee).

CONCLUSIE VERSTORING PLEISTERDE NIET-BROEDVOGELS:

Uit het oogpunt van verstoring voor pleisterende niet-broedvogels zijn de inrichtingsvarianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) het gunstigst.

In tabel 8.7 is de beoordeling (kwantitatief en kwalitatief) van de inrichtingsvarianten voor het toetsingscriterium "verstoring" samengevat. Bij de kwalitatieve beoordeling is ook de afstand tussen het windpark en de kust, en het oppervlak van het windpark meegenomen.

Dit resulteert, in tegenstelling tot de kwantitatieve beoordeling, wel in een onderscheid tussen de varianten. De varianten die het verste uit de kust liggen en het kleinste oppervlak hebben (basisvariant en bolstapeling 7,5D) worden uit oogpunt van verstoring iets beter beoordeeld.

Bij pleisterende niet-broedvogels is er vanuit gegaan dat zich ter hoogte van het windpark Spisulabanken ontwikkelen en daarmee grote aantallen Zwarte zee-eenden en Eidereenden aantrekken. Dit is een worst case scenario.

Tabel 8.7 Samenvatting waardering verstoring vogels

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
<i>kwantitatief</i>					
kustbroedvogels	0	0	0	0	0
pl. niet broedvogels	(0)00	(0)00	(0)00	(0)00	(0)00
<i>kwalitatief</i>					
kustbroedvogels	-	--	--	-	--
pl. niet broedvogels	-	--	--	-	--

Toelichting kwantitatieve waardering:

- geen noemenswaardige effecten
- 0 tientallen exemplaren
- (0)0 tientallen, mogelijk honderden exemplaren
- (0)00 honderden, mogelijk duizenden exemplaren
- 000 duizenden exemplaren
- ? onbekend

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

8.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering

Tijdens de aanleg en verwijdering van het NSW kunnen een aantal werkzaamheden leiden tot de verstoring van de lokaal aanwezige vogels, dit betreffen:

- het scheepvaartverkeer (verstoring als gevolg van geluid, licht en beweging);
- het gebruik van een hei-installatie (verstoring als gevolg van geluid, trilling en vertroebeling water);
- het plaatsen c.q. verwijderen van turbines en rotorbladen (aanvaringsrisico);

Het NSW wordt aangelegd in het zomerhalfjaar, de periode van april tot en met september (als het weer relatief rustig is). In deze periode zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust aanzienlijk lager dan in de winterperiode [o.a. Camphuysen en Leopold, 1994].

De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van de aanleg en verwijdering is relatief klein in vergelijking tot de totale scheepvaart in het gebied. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door werkschepen als gering ingeschat.

Op basis van ervaringen bij het plaatsen van onder andere boorplatforms wordt verondersteld dat (tijdelijke) verstoring, als gevolg van het heien van de monopalen, verwaarloosbaar is. In het L-MER (hoofdstuk 13, blz 123 en 124) is berekend dat de piekgeluiden (60 dB) van de hei-installatie op circa 200 meter van de installatie liggen. De mogelijke troebeling van het omringende water (vanwege het heien en verwijderen van de monopaal) zal lokaal van aard zijn en van beperkte duur. Op grond hiervan kan nauwelijks een effect worden verwacht op de foerageermogelijkheden voor bijvoorbeeld visetende vogels.

De aanvaringsrisico's tijdens het plaatsen van de turbines zijn relatief klein: uit onderzoek blijkt dat de risico's van een stilstaande windturbine voor vogels veel kleiner zijn dan van een draaiende (Winkelman, 1992a).

CONCLUSIE EFFECTEN VAN AANLEG EN VERWIJDERING:

Op grond van de voorgaande overwegingen worden de risico's van aanleg en verwijdering voor vogels als minimaal ingeschat. De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

8.4.4 Effecten van onderhoud

Tijdens het onderhoud aan het NSW kunnen een aantal werkzaamheden leiden tot de verstoring van de lokaal aanwezige vogels, dit betreffen:

- het scheepvaartverkeer (verstoring als gevolg van geluid, licht en beweging);
- het vervangen van grote onderdelen (bijv. rotorbladen);

Het onderhoud aan het windpark, uitgezonderd storingsonderhoud, zal voornamelijk in het zomerhalfjaar (april - september) plaats vinden, als het weer relatief rustig is. Het onderhoud wordt uitgevoerd met behulp van werkschepen en vindt alleen overdag plaats.

In het zomerhalfjaar zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust aanzienlijk lager dan in de winterperiode [o.a. Camphuysen en Leopold, 1994]. De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van het onderhoud is relatief klein in vergelijking tot de totale scheepvaart in het gebied. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door werkschepen als gering ingeschat. De aanvaringsrisico's met een stilstaande windturbine zijn relatief klein: uit onderzoek blijkt dat de risico's van een stilstaande windturbine voor vogels veel kleiner zijn dan van een draaiende [Winkelman, 1992a].

Storingsonderhoud

Ten behoeve van het verhelpen van storingen kan gedurende het hele jaar storingsonderhoud plaats vinden. Het storingsonderhoud wordt uitgevoerd met behulp van werkschepen en vindt alleen overdag plaats.

Het storingsonderhoud wordt waar mogelijk gecombineerd met andere onderhoudstaken, waardoor de bezoektijd zoveel mogelijk wordt benut en toekomstige bezoeken beperkt kunnen worden. Naar verwachting wordt elke windturbine, naast het reguliere onderhoud, hoogstens twee keer per jaar (de eerste jaren zeker minder) bezocht. De eventuele verstoring, als gevolg van de werkboden, is incidenteel en beperkt van omvang. De gevolgen voor vogels worden verwaarloosbaar geacht.

CONCLUSIE EFFECTEN VAN ONDERHOUD:

Op grond van de voorgaande overwegingen worden de risico's van onderhoud voor vogels als minimaal ingeschat. De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

8.4.5 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

Gebruik elektriciteitskabel

Het gebruik van de elektriciteitskabel heeft geen effect op vogels.

Aanleg en verwijdering elektriciteitskabel

Tijdens de aanleg en verwijdering van de elektriciteitskabel kunnen een aantal werkzaamheden leiden tot de verstoring van de lokaal aanwezige vogels, dit betreffen:

- het scheepvaartverkeer (verstoring als gevolg van geluid, licht en beweging);
- het trenchen van de kabels (vermindering doorzicht van omringende water).

De elektriciteitskabel wordt aangelegd in het zomerhalfjaar, de periode van april tot en met september (als het weer relatief rustig is). In deze periode zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust ongeveer een factor tien lager dan in de winterperiode [o.a. Camphuysen en Leopold, 1994].

De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van de aanleg en verwijdering van de elektriciteitskabel is relatief klein in vergelijking tot de totale scheepvaart in het gebied. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door werkschepen als gering ingeschat. De mogelijke troebeling van het omringende water (als gevolg van het trenchen) zal lokaal van aard zijn en van beperkte duur. Op grond hiervan kan nauwelijks een effect worden verwacht op de foerageermogelijkheden voor bijvoorbeeld visetende vogels.

Op grond van deze overwegingen worden de risico's van aanleg en verwijdering voor vogels als minimaal ingeschat. De beide kabelvarianten worden gelijkwaardig beoordeeld.

Onderhoud elektriciteitskabel

Tijdens onderhoudswerkzaamheden of reparatiewerkzaamheden aan de elektriciteitskabel (bijvoorbeeld controle diepteliggering of herstel van een kabelbreuk) kan tijdelijk troebeling van het omringende water optreden. De troebeling van het omringende water zal lokaal van aard zijn en van beperkte duur. Op grond hiervan kan nauwelijks een effect worden verwacht op de foerageermogelijkheden voor bijvoorbeeld visetende vogels.

De geluidproductie van onderhoudsvaartuigen langs de elektriciteitskabel kan enige verstoring geven. De verstoring is echter lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang en is verwaarloosbaar ten opzichte van de verstoring die optreedt als gevolg van het reguliere scheepvaartverkeer.

CONCLUSIE EFFECTEN VAN DE ELEKTRICITEITSKABEL NAAR DE KUST:
Op grond van bovenstaande overwegingen worden de risico's van aanleg, verwijdering en onderhoud voor vogels als minimaal ingeschat. De beide kabelvarianten zijn niet onderscheidend.

8.5 Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling

Bij het NSW zijn de grootste milieueffecten te verwachten van het **aanvaringsrisico** tijdens de seizoenstrek van zeevogels en niet-zeevogels. De omvang van het aantal vogelslachtoffers is, als gevolg van de afnemende vogeldichtheid, bij inrichtingsvarianten die verder uit de kust liggen (basisvariant en bolstapeling 7,5D) minder groot. Het aantal vogelslachtoffers ligt vermoedelijk in de ordegrootte van duizend tot enkele duizenden vogelslachtoffers per jaar. Een ordegrootte van tienduizend of meer kan niet worden uitgesloten.

Deze schattingen van de ordegrootte kunnen (door een gebrek aan beschikbare kennis) niet worden vergeleken met de exacte aantallen vogels die over het plangebied vliegen. Wel is een indicatie te geven van het totale aantal vogels dat over de kustzone van de Noordzee trekt: voor zeevogels enkele miljoenen (zie bijlage B in Van der Winden et al, 1997) en voor niet-zeevogels miljoenen tot enkele tientallen miljoenen [Lensink en Van der Winden, 1997]. Dit zou betekenen dat de schatting van de ordegrootte voor aanvaringsslachtoffers overeenkomt met een ordegrootte van 0,01 - 0,1 procent van de langstrekken-de vogels.

Afhankelijk van de soort kan de jaarlijkse overleving van soorten verschillen van enkele tientallen procenten tot meer dan 90 procent. Zeevogels zijn in veel gevallen grotere, lang levende soorten (met dus een hoge jaarlijkse overleving). Sterfte bij windturbines kan vogels betreffen die anders 'toch' zouden zijn omgekomen op de trek of in de wintergebieden, maar kan ook vogels betreffen die normaliter het volgende reproductieve seizoen zouden halen (additieve sterfte). Een in absoluut aantal kleine additieve sterfte kan voor soorten een wezenlijk negatief effect op de populatie betekenen.

De biologische betekenis van de schatting van de ordegrootte zoals die hierboven voor sterfte door aanvaring gegeven is, kan dus niet worden bepaald.

Wat betreft de **barrièrewerking** kan worden gesteld dat des te verder de inrichtingsvariant uit de kust ligt en des te kleiner het ruimtebeslag, des te kleiner de barrièrewerking is. Vanuit deze optiek worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D als beste beoordeeld.

Ook bij **verstoring** geldt dat, des te verder de inrichtingsvariant uit de kust ligt en des te kleiner het ruimtebeslag, des te kleiner de verstoring is. Ook hier worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D als beste beoordeeld. Verstoring kan, indien geen compenserende voedselbronnen beschikbaar zijn, leiden tot een hogere wintersterfte van vogels door voedselgebrek. Gelet op de geringe effecten en de aanwezigheid van soortgelijke foerageergebieden, kan worden gesteld dat de effecten gering zijn.

Daarnaast betekent realisatie van het NSW niet automatisch dat het hele gebied verloren gaat als foerageergebied. Een aantal (minder schuwe) soorten, zoals bijvoorbeeld de Aalscholver, zal het gebied blijven gebruiken als foerageergebied.

In de onderstaande twee tabellen zijn de effecten van de inrichtingsvarianten en de kabelvarianten weergegeven. De effecten van het gebruik zijn weergegeven per toetsingscriterium. De effecten van aanleg, verwijdering en onderhoud zijn gezien de beperkte omvang en duur van de effecten samengevoegd.

Bij de effecten van aanleg en verwijdering van de elektriciteitskabel naar de kust zijn er (gezien de verschillen in lengte) kleine verschillen tussen de kabelvarianten. De effecten zijn echter zo klein en bovendien tijdelijk van aard, dat beide varianten neutraal ("0") worden beoordeeld.

Tabel 8.8 **Kwalitatieve beoordeling inrichtingsvarianten**

Subcriteria	Basis-variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
effecten van de inrichtingsvarianten (gebruik)					
<i>aanvaringsrisico</i>					
seizoenstrek	-	--	--	-	--
kustbroedvogels	-	--	--	-	--
pl. niet broedvogels	-	--	--	-	--
<i>barrièrewerking</i>					
seizoenstrek	-	--	--	-	--
kustbroedvogels	-	--	--	-	--
pl. niet broedvogels	-	--	--	-	--
<i>verstoring</i>					
kustbroedvogels	-	--	--	-	--
pl. niet broedvogels	-	--	--	-	--
effecten van de aanleg en verwijdering van het windpark	-	-	-	-	-
effecten van onderhoud	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 *geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.*

Tabel 8.9 **Kwalitatieve beoordeling kabelvarianten**

	Kabeltracé geheel binnen concessiecorridor	Kabeltracé deels buiten concessiecorridor
effecten van de kabel naar de kust (gebruik)		
<i>aanvaringsrisico</i>	0	0
<i>barrièrewerking</i>	0	0
<i>verstoring</i>	0	0
effecten van aanleg en verwijdering van de kabel naar de kust		
<i>effecten van onderhoud van de kabel naar de kust</i>	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

0 *geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark).*

Conclusie

Uit de voorgaande vergelijking blijkt dat voor alle subcriteria geldt dat de varianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant: 10,7 km en bolstapeling 7,5D: 12,0 km) het beste worden beoordeeld. Dit hangt samen met de afnemende vogeldichtheid verder op zee. De exacte omvang van de effecten (zie tabel 8.4, 8.5 en 8.7) is als gevolg van een aantal leemten in kennis (zie hoofdstuk 7) niet te bepalen. Mogelijk kan het MEP-NSW daar een nadere invulling aan geven.

8.6 Mitigerende maatregelen

Over de risico's en effecten van windturbines op zee is weinig informatie beschikbaar, over mitigerende maatregelen en de effectiviteit daarvan is nog minder bekend. In de onderstaande alinea's is een samenvatting gegeven van mogelijke mitigerende maatregelen. In het L-MER (hoofdstuk 8, blz. 32 t/m 34) wordt hier uitgebreider op ingegaan.

Verminderen aanvaringsrisico

Verhogen detectie

Het aanvaringsrisico hangt sterk samen met de detectie van het windpark. Zo zal een goede detectie van het windpark (vergelijk de dagsituatie) het aanvaringsrisico waarschijnlijk minimaliseren. Verhoging van de detectie is mogelijk door middel van kleur, verlichting of geluid. Over de effectiviteit van detectieverhogende maatregelen is echter weinig tot niets bekend (zie hoofdstuk 7).

Stilzetten windturbines

Het aanvaringsrisico kan ook worden verkleind door de windturbines, tijdens extreme situaties (wanneer de aanvaringskansen groot zijn), tijdelijk stil te zetten.

Aanpassing vorm windpark

Door het verplaatsen van enkele windturbines kan de vorm van het windpark (ten aanzien van het aanvaringsrisico) worden geoptimaliseerd. Zogenaamde "fuiken" (inhammen) kunnen hiermee worden verminderd/voorkomen, hierdoor zal het aantal aanvaringsslachtoffers waarschijnlijk verminderen. Zo zal bijvoorbeeld bij de basisvariant de fuik aan de noordzijde verdwijnen als de drie meest westelijke windturbines worden verplaatst naar de oostzijde.

Verminderen barrièrewerking

Configuratie van de windturbines

Configuraties waarbij de rijen windturbines evenwijdig met de vliegroute lopen en waarbij de afstand tussen de rijen/clusters voldoende groot is, hebben over het algemeen de laagste barrièrewerking. Soortspecifieke gegevens omtrent de minimale afstand tussen de windturbines ontbreken echter grotendeels. Pas als er voldoende kennis over soortspecifieke barrièrewerking beschikbaar is kan een goede afweging worden gemaakt.

Ruimtebeslag van het windpark

De configuratie van het windpark (zie bovenstaande) kan niet los worden gezien van het ruimtebeslag. Een grotere afstand tussen de rijen/clusters heeft waarschijnlijk voor een aantal soorten een positief effect maar anderzijds leidt dit voor (schuwe) soorten, die niet tussen de rijen willen doorvliegen, tot een grotere barrière. Pas als er voldoende kennis is over de soortspecifieke barrièrewerking, kan een goede afweging worden gemaakt tussen enerzijds aanpassing van de configuratie en anderzijds het ruimtebeslag.

Ashoogte van de windturbines

Een iets lagere ashoogte (bijvoorbeeld 65 m in plaats van 70 m) zal nauwelijks invloed hebben op de barrièrewerking. Pas als de ashoogte met tientallen meters wordt verlaagd zou dit enig effect kunnen hebben (mondelinge mededeling bureau Waardenburg). Dit is echter geen realistische maatregel (zie onderbouwing ashoogte in paragraaf 4.2.1).

9 Landschap

9.1 Algemeen

Het landschap van de kustzone is in de waarneming en beleving zeer bijzonder. Door het ononderbroken uitzicht op de horizon kan men aan de kust de oneindige, natuurlijke en ongerepte ruimte van de zee ervaren. Kenmerken als rust en ruimte, ongereptheid en natuurlijkheid, zich één kunnen voelen met de natuur, zijn belangrijke ervaringen [Coeterier et al, 1997]. Bij een inventarisatie van ervaringen aan de kust kwam naar voren dat beschrijvingen elkaar vaak tegenspreken. De kustzone geeft gelegenheid tot het ervaren van een breed scala aan gevoelens. De zee is eeuwig maar ook veranderlijk. De zee is oneindig maar vindt haar einde aan de kust. De zee is woest en de zee is stil. De zee als leeg landschap heeft velen geïnspireerd en biedt de mogelijkheid tot vrijheid en bevrijding uit alledaagse kaders [Jacobs, 1999].

Windturbines kunnen invloed hebben op de ervaring van leegte, ruimte, ongereptheid en natuurlijkheid van de zee.

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van visualisaties ingegaan op de visuele effecten van de inrichtingsvarianten van het NSW. Het gaat om de zichtbaarheid van de windturbines vanaf de kust. Er is gekozen voor een kwalitatieve benadering omdat met name de rangorde qua zichtbaarheid van de verschillende inrichtingsvarianten een grote rol speelt. Er is alleen gekeken naar de mate waarin het windpark vanaf de kust te zien zal zijn, de waarneming (en beleving) vanaf het water blijft buiten beschouwing. Ook zal in dit hoofdstuk niet worden ingegaan op de beleving van de windmolens, dit zal in het kader van het MEP-NSW uitgebreid worden onderzocht.

9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Huidige situatie

Kustzone

Het landschap van het studiegebied bestaat van west naar oost uit de Noordzee, het strand en de duinen. De onderwateroever, het strand en de duinen vormen samen de kustzone. De duinen in de omgeving variëren streek in breedte: van 1,5 kilometer (Egmond aan Zee) tot 4 kilometer (Castricum). Belangrijke onderbrekingen in de duinenrij zijn het Noordzeekanaal (circa 1 kilometer) en in mindere mate de Kerf tussen Bergen en Schoorl (circa 200 meter). De duinen tussen Hoek van Holland en Bergen aan Zee behoren tot de kalkrijke duinen [Klijn, 1981].

Het duingebied ten noorden van Bergen aan Zee is breed en langs de binnen-duinrand relatief hoog (hoger dan 50 meter). Een groot deel van deze duinen is bebost om zandverstuivingen tegen te gaan. De zeereep (de eerste duinenrij vanaf het strand) is hier tussen 10 en 15 meter hoog.

Het duingebied tussen Hoek van Holland en Bergen aan Zee bestaat uit duinenreeksen die ongeveer evenwijdig aan de kust liggen. Het gedeelte tussen Bergen aan Zee en Egmond Binnen varieert van 1 tot 2,5 kilometer breedte en is veel minder bebost dan ten noorden van Bergen aan Zee. In dit gedeelte komen relatief veel hogere duinen voor, die het mogelijk maken de Noordzee te zien. Tussen Egmond Binnen en Beverwijk zijn de duinen weer veel breder en voor een groot deel bebost. In de duinvalleien vindt waterinfiltratie plaats. Hier is het vooral vanaf de zeereep, die hier op een hoogte ligt van circa 18 meter, mogelijk om de Noordzee te zien.

Ten zuiden van IJmuiden tot Ruigenhoek is het duingebied circa 4,5 tot 5 kilometer breed en sterk bebost. De binnenduinrand is sterk bebost, verder komen er veel verspreide kleine bosjes voor. Verspreide duintoppen maken het mogelijk om over de zeereep heen te kijken en de Noordzee te zien. Ten zuiden van Zandvoort is dat veel minder mogelijk omdat de oppervlakte van duinvalleien hier groot is. Deze zijn voor een belangrijk deel in gebruik voor de drinkwaterwinning.

Zeelandschap

De omgeving van het plangebied wordt gekenmerkt door veel menselijke activiteit. Direct grenzend aan de noordoostzijde van het plangebied (hoekpunten 1 en 7 uit figuur 1.1) staan twee platforms (gasplatform Q8-A en Q8-B) voor de winning van olie en gas. Daarnaast wordt het beeld sterk bepaald door scheepvaartverkeer. Zo liggen er in de omgeving van het plangebied diverse scheepvaartroutes (o.a. routes: IJmuiden > Texel, Maas-TSS > Texel-TSS en de IJ-geul). Ook ligt er een ankergebied direct ten noorden van de IJ-geul. Met name de olie- en gasplatforms en grote zeeschepen zijn waarneembaar vanaf de kust.

Autonome ontwikkeling

Kustzone

De ontwikkeling van de kustzone wordt enerzijds bepaald door natuurlijke processen (zoals kustafslag, verstuivingen en sluftervorming, mede in relatie tot zeespiegelstijging) en anderzijds door menselijke activiteiten (zoals vergravingen, verstedelijking, drinkwaterwinning, bebossing etc.).

Voor de ontwikkeling van het landschap is het beleid voor de kustzone van belang. Regering en parlement hebben in 1990 gekozen voor het dynamisch handhaven van de kustlijn [V&W, 1990]. De doelstellingen van dynamisch handhaven zijn duurzaam handhaven van de veiligheid en duurzaam behoud van functies en waarden in duingebieden. Het beleid is gericht op bescherming van het landschap en op het tot staan brengen van de achteruitgang van de kustlijn op zo'n manier dat de natuurlijke dynamiek van de kust (het vrije spel van zand, water en wind) zoveel mogelijk in tact blijft [V&W, 1996]. Verwacht mag worden dat door dit beleid, maar ook doordat grote delen beheerd worden door natuurbeschermingsorganisaties en drinkwaterbedrijven, de duinen ook op de langere termijn beschermd zijn. Tegelijk zal de verstedelijking in de nabijheid van de kustzone toenemen en daarmee de recreatieve druk in het studiegebied.

Zeelandschap

Naar verwachting zal de intensiteit van het scheepvaartverkeer in de toekomst toenemen en het aantal olie- en gasplatforms afnemen.

9.3 Toetsingscriteria

Voor de voorspelling van de effecten van de inrichting van het windpark op het aspect 'landschap' wordt één toetsingscriterium gehanteerd: zichtbaarheid vanaf de kust.

De zichtbaarheid van het NSW vanaf de kust is afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust, de positie van de waarnemer en de algemene zichtbaarheid (configuratie, helderheid en contrast) van het windpark. Des te groter de afstand tot de kust, des te minder zichtbaar zullen de windturbines zijn. De zichtbaarheid over grote afstand is afhankelijk van een combinatie van de volgende factoren:

- kromming van de aarde;
- perspectivische verkleining;
- heigheid van de lucht;
- meteorologische zicht;
- seizoenseffecten;
- hoogte van de waarnemer;
- kleur van de windturbine;
- markeringsverlichting;

Kromming van de aarde

Het theoretisch maximale zicht wordt bepaald door de kromming van de aarde. Zo zal een waarnemer (ooghoogte 1,5 m) op het strand geen objecten kunnen zien die minder dan 40 m boven zeeniveau uitsteken en zich bevinden op een afstand van 28,3 km (bron: Scheepvaart Almanak). De voorgestelde windturbines (tiphoogte: 116 m) zullen in theorie waarneembaar zijn tot een afstand van circa 44,9 km, verder in zee verdwijnen de windturbines achter de horizon.

Staande op een boulevard, zeedijk of duinovergang, op een hoogte van ongeveer 8 m boven zeeniveau, zijn de windturbines op een afstand van 50,8 km niet meer zichtbaar (bron: Scheepvaart Almanak). Dit maximale theoretische zicht geldt alleen bij situaties zonder golfslag.

De onderstaande aspecten leiden er echter toe dat het zicht in veel gevallen niet verder reikt dan 15 à 20 km.

Perspectivische verkleining

Bij het bepalen van de zichtbaarheid speelt ook de perspectivische verkleining een belangrijke rol. Zo zal een windpark op grote afstand van de waarnemer minder van het zichtveld in beslag nemen dan een windpark dichterbij. Dit geldt zowel voor de horizontale (breedte windpark) als de verticale hoek (hoogte windturbines). Hierdoor wordt een object minder snel waargenomen.

Heigheid van de lucht

In de praktijk wordt het theoretisch maximale zicht ook aanzienlijk beperkt als gevolg van de heigheid van de atmosfeer tussen het windpark en de waarnemer. De heigheid van de atmosfeer wordt bepaald door de hoeveelheid vocht en verontreinigingen in de lucht.

Bij mist bevat de lucht zoveel vocht dat het zicht sterk vermindert. Echter ook op andere dagen bevat de lucht als gevolg van golfslag en de branding veel vocht.

Meteorologisch zicht

De mate waarin het windpark vanaf de kust te zien zal zijn, wordt onder andere bepaald door het meteorologisch zicht. Naarmate de afstand van een object tot de kust toeneemt, zal de zichtbaarheid afnemen. Het KNMI doet al geruime tijd zichtwaarnemingen op zee. Omdat deze waarnemingen bedoeld zijn om het optreden van slecht weersituaties in kaart te brengen, zijn slechts weinig gedetailleerde, statistische gegevens bekend over het zicht over grotere afstanden [Korevaar, 1987].

Voor de lichtschepen Noordhinder, Schouwenbank, Haaks en Terschellingerbank heeft het KNMI vastgesteld, dat gemiddeld circa 77% van het jaar het zicht op zee meer dan 9,25 kilometer (5 zeemijlen) bedraagt. Het meteorologisch zicht neemt bij afstanden groter dan 18,5 kilometer (10 zeemijlen) sterk af. Uit langjarige waarnemingen vanaf lichtschepen blijkt dat het meteorologisch zicht slechts circa 20% van het jaar meer dan 18,5 kilometer (10 zeemijlen) bedraagt [KNMI, 1999].

Seizoenseffecten

Uit een studie uitgevoerd door Meteo Consult (in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat) blijkt dat gedurende de zomer en herfst vaker sprake is van goed zicht, beter dan in de winter en lente [V&W, 1998b]. Uit deze studie blijkt dat in de zomer het zicht vanaf de kust ruim 70% van de tijd meer dan 10 kilometer bedraagt en ruim 15% van de tijd meer dan 20 kilometer. Het zicht over grote afstand wordt in de zomer belemmerd door heigigheid (zie alinea 'heigigheid van de lucht').

Hoogte van de waarnemer

De zichtafstand op 1,5 meter (ooghoogte) van het strand is aanzienlijk minder dan op grotere hoogten (meteorologische waarneemhoogtes). Dit wordt onder andere veroorzaakt door opspattende kleine waterdruppeltjes en luchttrillingen boven (opwarmend) land.

Kleur van de windturbine

Een windturbine met een heldere kleur (rood) is beter zichtbaar dan een windturbine met een onopvallende kleur (grijs of blauw), althans als de waarnemingsafstand niet te groot is. Verwacht wordt dat de kleur van windturbines bij een afstand vanaf 8 km tot de kust een ondergeschikte rol speelt in de zichtbaarheid. Voor een waarnemer op de kust zal een grijs/blauw windpark minder zichtbaar zijn dan een windpark met een opvallende kleur (rood). Echter ook een windpark met een opvallende kleur is slechts beperkt zichtbaar vanaf de kust.

Markeringsverlichting

Het windpark zal ten behoeve van de scheepvaart en luchtvaart worden voorzien van markeringsverlichting. De verlichting wordt uitgevoerd conform de IALA richtlijnen en de eisen die worden gesteld vanuit de luchtvaart (zie paragraaf 4.2.1). De verlichting heeft een bereik van circa 9,26 km (5 mijl). De markeringsverlichting zal, gezien de afstand van het windpark tot de kust (variërend van 8,7 tot 12,0 km), nauwelijks zichtbaar zijn.

9.4 Effectbeschrijving

9.4.1 Algemeen

Om de inrichtingsvarianten te beoordelen op hun zichtbaarheid zijn voor drie (qua afstand onderscheidende) inrichtingsvarianten (basisvariant, bolstapel 7,5D en bolstapel 10,5D) visualisaties opgesteld. Hierbij is als volgt te werk gegaan.

Zicht van de verschillende locaties

Bij Castricum aan Zee, Egmond aan Zee en Bergen aan Zee zijn vanaf de strandovergangen (op circa 10 meter boven NAP) foto's genomen. Deze foto's vormen de basis voor de visualisaties. Op de dag dat de foto's werden genomen (9 januari 2003) was het onbewolkt en was het zicht meer dan 10 kilometer. De boortoren voor de kust (ongeveer 8 kilometer) was vanaf alle drie de locaties zichtbaar. De foto's zijn genomen met een 50 mm lens. De beeldhoek hiervan is zo'n 45 graden, bij benadering hetzelfde als bij het menselijke oog.

Bepaling van de hoogte van de windturbine op foto

Om de hoogte van de windturbines op de foto te kunnen bepalen is gezocht naar een vergelijkbare situatie met windmolens op grote afstand. Deze situatie is gevonden in het zicht op het windturbinepark Irene Vorrink vanaf de dijk bij Urk. Hiervan is een foto genomen, eveneens met een 50 mm lens. De windturbines staan vanaf de dijk bij Urk op ongeveer 8 kilometer afstand. De ashoogte van deze molens is 50 meter. Op de foto meet de ashoogte van deze windturbines circa 2 mm. Dit betekent dat windturbines met een ashoogte van 70 meter (en eveneens op 8 kilometer afstand) op foto $(70/50) \times 2 = 2,8$ mm groot zijn. Doordat op 8 kilometer afstand de grootte van de windturbines op de foto bekend is, kan met behulp van de verhouding tussen ashoogte en afstand de grootte van de windturbines op andere afstanden worden berekend.

Projectie van de verschillende varianten

Nadat de grootte van de windturbines op verschillende afstanden is berekend zijn de windturbines op de foto's geprojecteerd. Voor de montage van de molens in de foto is een versimpelde versie van een windmolen, een turbinepaal met daarop een motor, gebruikt. Op zeer grote afstand zijn rotorbladen door hun ijle vorm en roterende beweging nauwelijks waarneembaar.

9.4.2 Effecten van de inrichtingsvarianten

Bij de beschrijving van de effecten is alleen gekeken naar de zichtbaarheid, de (subjectieve) beleving van het windpark zal in het kader van het MEP-NSW worden onderzocht.

Windmolens op zee

De zee is de laatste echte grote wildernis van ons land; wildernis in de zin van niet getemd door de mens, en groot in de zin van groter dan waarneembaar, zich uitstrekkend achter de horizon, verder dan men kijken kan. De eeuwige beweging van de golven in de branding, het ritme van eb en vloed.

Als zodanig een icoon een beeld dat meer betekenis draagt dan de feitelijke samenstelling van water, zout en zeevis. Door de eeuwen heen inspiratiebron voor schilders, schrijvers en dichters. En voor de ontspanning zoekende mens. Iedereen 'laadt' deze met eigen betekenis, ieder individu legt z'n eigen specifieke band met de zee.

Doet de aanleg van een windmolenpark daar afbreuk aan?

Ja, de aanleg van een windmolenpark doet afbreuk aan het gevoel van wildernis. Dat we dit kunnen maken (en ook doen), is een demonstratie van het overwinnen van de enorme krachten van de zee. Hoewel er altijd het gevoel van kwetsbaarheid aan blijft hangen: er komt een keer een orkaan of een vloedgolf die ze als luciferhoutjes zal laten knappen. Het is dan dus niet het temmen van de wildernis, maar het gevaar hanteerbaar maken.

Is de wildernis ook ongerept? Er staan al olieplatforms, en als je de zeekaart of de atlas van de Noordzee bekijkt is er zelfs nagenoeg geen ongebruikte ruimte op de Noordzee. De meeste zaken spelen zich onder water af, en zijn niet zichtbaar of zijn tijdelijk, zoals de voorbijvarende schepen op de hoofdvaarroutes. Dat doet blijkbaar geen afbreuk aan het gevoel van ongerept. Hoe is het met de olieplatforms en de zichtbaarheid?

Bij Ameland staat het duidelijk te dichtbij. Intimiderend ding met een hoop geweld aan staal en licht. Het steekt in je oog, en je gaat zo zitten dat je 'm niet hoeft te zien. Gelukkig kan dat. Bij Egmond is het al veel geheimzinniger. Een klein kubusje aan de horizon, waar je af en toe je blik langs laat dwalen, en je bewust wordt van activiteiten waar je nauwelijks kennis van hebt. Hier doet het mee in de geheimen van de zee, net als dat je weet dat Engeland aan de overkant ligt, en dat je je afvraagt waar de verre boten heen varen.

De windmolens zijn met meer. Ze beslaan een groter grondvlak, met een onregelmatig ritme van masten. Een wolk streepjes aan de horizon. Dat is storend als jouw band met de zee gaat over 'ongerept'. Minder storend als je vooral denkt aan de zee als constante in de eeuwigheid - de zee heeft alles al gezien, en er komt ook weer een tijd zonder deze molens - en rondt uitnodigend als de molens een kapstok worden voor nieuwe verhalen over de zee. Er is niet één opvatting (of oordeel) dat recht doet aan deze verscheidenheid van beleving. Een groep zal het verlies van ongereptheid betreuren. Voor anderen zal het hun nieuwsgierigheid prikkelen, en de beleving van de zee verrijken.

Voor de basisvariant, de bolstapeling 7,5D en bolstapeling 10,5D zijn voor drie zichtlocaties (Castricum aan Zee, Egmond aan Zee en Bergen aan Zee) visualisaties opgesteld (zie de figuren 9.1 t/m 9.9). Het aantal windturbines is geen onderscheidend criterium, aangezien alle inrichtingsvarianten uit 36 windturbines bestaan. De verlichting wordt voorgeschreven door de IALA richtlijnen en de eisen die de luchtvaart stelt (zie paragraaf 4.2.1). Ook de hoogte van de windturbines ligt min of meer vast (zie paragraaf 4.2.1), hier zijn geen reële varianten voor.

De zichtbaarheid van het windpark wordt voornamelijk bepaald door de configuratie van de windturbines en de afstand van het windpark tot de kust. Bij zowel de basisvariant als de variant bolstapeling 7,5D staan de windturbines relatief dicht op elkaar. Vanaf de kust (zie figuren 9.1 t/m 9.9) is dit verschil in dichtheid echter nauwelijks waarneembaar. De zichtbaarheid van het windpark wordt met name bepaald door de afstand van het windpark tot de kust. Doordat de zichtbaarheid van het windpark rechtevenredig is met de afstand tot de kust, worden de varianten met de grootste afstand tot de kust (basisvariant en bolstapeling 7,5D) als beste beoordeeld. Dit is onafhankelijk van de locatie vanaf waar wordt gekeken.

Het windpark zal vanaf Castricum aan Zee en Bergen aan Zee altijd minder goed zichtbaar zijn dan vanuit Egmond aan Zee, dit komt door de grotere afstand tot het windpark.

In de onderstaande tabel is de beoordeling (kwalitatief en kwantitatief) van de inrichtingsvarianten voor het toetsingscriterium "zichtbaarheid" (afstand tot de kust) samengevat.

Tabel 9.1 Samenvatting waardering zichtbaarheid windpark

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
<i>kwantitatief</i>					
zichtbaarheid (afstand tot kust)	10,7 km	8,7 km	8,7 km	12,0 km	8,9 km
<i>kwalitatief</i>					
zichtbaarheid	-	--	--	-	--

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

9.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering

Tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark zal een tijdelijke verhoging van de scheepvaartintensiteit in de omgeving van het concessiegebied en tussen het concessiegebied en de haven bij IJmuiden optreden. Naast het installatievaartuig 'de Svanen' (zie figuur 4.8) zullen ook een aantal werkschepen in het gebied aanwezig zijn. Vanaf de kust zal het installatievaartuig 'de Svanen' (hoogte circa 100 m) duidelijk te zien zijn. De werkschepen zullen door hun geringe omvang (hoogte) niet of nauwelijks zichtbaar zijn. De werkzaamheden voor aanleg en verwijdering zijn tijdelijk en kortdurend (april-september). De effecten hiervan (zichtbaarheid werkzaamheden) worden als minimaal beoordeeld. De inrichtingsvarianten (basisvariant en bolstapeling 7,5D) die het verste uit de kust liggen worden als beste beoordeeld.

9.4.4 Effecten van onderhoud

Het onderhoud van het windpark zal plaatsvinden met een aantal werkschepen. De werkschepen zullen door hun beperkte omvang niet of nauwelijks zichtbaar zijn vanaf de kust. De scheepvaartbewegingen ten behoeve van het onderhoud aan het windpark vormen slechts een klein deel van het totale aantal scheepsbewegingen in het gebied en hebben dus nagenoeg geen effect op de zichtbaarheid. De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

9.4.5 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

De aanleg van de elektriciteitskabel naar de kust zal worden uitgevoerd door enkele werkschepen. De zichtbaarheid van deze schepen is afhankelijk van de afstand tot de kust.

De scheepvaartbewegingen ten behoeve van de aanleg van de elektriciteitskabel vormen slechts een klein deel van het totale aantal scheepsbewegingen in het gebied en hebben dus nagenoeg geen effect op de zichtbaarheid.

9.5 Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling

De zichtbaarheid van het windpark wordt voornamelijk bepaald door de afstand van het windpark tot de kust. De zichtbaarheid van het windpark is rechtevenredig met de afstand tot de kust: des te groter de afstand tot de kust des te minder het windpark zichtbaar is. Vanuit deze optiek worden de basisvariant en de bolstapeling 7,5D als beste beoordeeld (bij zowel het gebruik als de aanleg en verwijdering van het windpark), beide varianten liggen circa 2 à 3 kilometer verder uit de kust dan de overige varianten. Effecten van het onderhoud (zichtbaarheid van werkschepen in het windpark) worden niet verwacht omdat de werkschepen beperkt van omvang zijn.

Van de aanleg, verwijdering en het onderhoud van de elektriciteitskabel naar de kust worden geen/nauwelijks effecten verwacht. Tijdens de aanleg en verwijdering zullen gedurende een paar weken enkele schepen waarneembaar zijn tussen het windpark en de kust. Dit valt niet/nauwelijks op als wordt gekeken naar de overige scheepvaartbewegingen in het gebied.

In de onderstaande twee tabellen zijn de effecten van de inrichtingsvarianten en de kabelvarianten weergegeven.

Tabel 9.2 *Kwalitatieve beoordeling inrichtingsvarianten*

Subcriteria	Basis-variant	Corridorvariant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
effecten van de inrichtingsvarianten (gebruik)					
<i>zichtbaarheid</i>	-	--	--	-	--
effecten van de aanleg en verwijdering van het windpark					
<i>zichtbaarheid</i>	-	--	--	-	--
effecten van onderhoud					
<i>zichtbaarheid</i>	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 *geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.*

Tabel 9.3 **Kwalitatieve beoordeling kabelvarianten**

	Kabeltracé geheel binnen concessiecorridor	Kabeltracé deels buiten concessiecorridor
effecten van de kabel naar de kust (gebruik)	0	0
effecten van aanleg en verwijdering van de kabel naar de kust	0	0
effecten van onderhoud van de kabel naar de kust	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark).

Conclusie

Uit de voorgaande vergelijking blijkt dat alleen effecten worden verwacht bij het gebruik, en de aanleg en verwijdering van het windpark. Het effect hangt samen met de zichtbaarheid. De varianten die het verste uit de kust liggen (basisvariant en de bolstapeling 7,5D) worden hierbij als beste beoordeeld.

9.6 Mitigerende maatregelen

De zichtbaarheid van het NSW wordt met name bepaald door de afstand van het windpark tot de kust, en door de hoogte en de kleur van de windturbines. Al deze aspecten liggen min of meer vast en kunnen dus niet worden gebruikt om de zichtbaarheid te verminderen. In de onderstaande alinea's wordt dit nader toegelicht.

Afstand van het windpark tot de kust

De afstand van het windpark tot de kust is in het pkb-NSW min of meer vastgelegd (het concessiegebied). Hiervan mag niet worden afgeweken. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D liggen van alle varianten het verste weg, deze varianten hebben dan ook de voorkeur.

Ashoogte van de windturbines

De ashoogte van de windturbines zal liggen tussen de 64 meter en de 70 meter (zie paragraaf 4.2.1). In de opgestelde visualisaties is uitgegaan van een ashoogte van 70 meter (worst case situatie). Indien wordt gekozen voor een ashoogte van bijvoorbeeld 65 meter dan zal dit leiden tot een iets lagere zichtbaarheid.

Kleur van de windturbines

Verwacht wordt dat de kleur van windturbines bij een afstand vanaf 8 km van de kust een ondergeschikte rol speelt in de zichtbaarheid. In het algemeen heeft die kleur de voorkeur, waarbij het contrast met de achtergrond het geringst is. Voor de Noordzee gaat het dan vooral om lichtgrijze kleuren. De kleur van de windturbine tussen het HAT en het werkbordes ligt vast, dit gedeelte zal conform de IALA-richtlijnen [IALA, 2000] geel worden geschilderd.

10 Kust en zee

10.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van de inrichting van het windpark op morfologische en hydrodynamische processen, besproken. Het gaat vooral om veranderingen in de zeebodem en het zeewater, ook mogelijke veranderingen van/op het strand worden in beschouwing genomen. Bij de beschrijving is, gezien de aard en de omvang van de ingrepen, alleen het bovenste deel van de zeebodem tot een diepte van ongeveer tien meter in beschouwing genomen.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de informatie die is verzameld in het kader van de Haalbaarheidstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark [Haskoning, 1997] en het daaropvolgend L-MER NSW [EZ/VROM, 2000].

Alkyon heeft een korte notitie [Alkyon, 2003] geschreven over de effecten van het windpark op het sedimenttransport en de effecten van het toepassen van bodembescherming. De bevindingen van deze notitie zijn, met name in paragraaf 10.4, geïntegreerd in dit hoofdstuk.

10.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de informatie uit het L-MER (hoofdstuk 10, blz. 70 t/m 72). Ten opzichte van het L-MER is (m.u.v. een notitie van Alkyon (2003)) geen nieuwe relevante informatie beschikbaar gekomen.

In het algemeen kan worden gesteld dat, gezien vanuit morfologische en hydrodynamische processen, op de Noordzee sprake is van een dynamisch evenwicht, waarin de variatie zeer groot is. De morfologie van de Hollandse kust wordt mede beïnvloed door grootschalige, menselijke ingrepen. Zo hebben de aanleg van bijvoorbeeld de Maasvlakte en de Deltawerken en de aanleg en verlenging van de havenhoofden bij IJmuiden duidelijk invloed. De invloed van het getij op de morfologische veranderingen is het grootst in diep water en neemt naar de kust toe af. De invloed van golven neemt juist in de richting van de kust toe. Voor een historisch overzicht van de kustlijnontwikkeling bij IJmuiden wordt verwezen naar de Haalbaarheidstudie NSW [Haskoning, 1997]. In die studie is tevens een lange termijn voorspelling gedaan van de bodemligging.

Golven

De golfhoogte in de Noordzee varieert sterk. De hoogste golven komen uit het noordwesten [Korevaar, 1990], bij deze golven is de strijklengte het grootst. Voor het noordelijke deel van de Noordzee wordt een gemiddelde golfhoogte gemeten van tussen de 1 en 2 meter. Naar het zuiden toe neemt de gemiddelde golfhoogte, mede onder invloed van de toenemende stroming en de (relatieve) vernauwing van de Noordzee, af. In het zuidelijk deel van de Noordzee ligt de gemiddelde golfhoogte tussen de 0,5 en 1 meter.

Waterbeweging

Het gemiddelde getijverschil bij IJmuiden bedraagt 1,70 meter. Ongeveer een uur na hoogwater is in de bovenste waterlaag een maximale getijstroom. Na laagwater stroomt het water in tegenovergestelde richting, maar bereikt daarbij een wat lagere snelheid. Hierdoor en door de overheersende zuidwestelijk wind loopt er een reststroom langs de kust in noordelijke richting. Deze reststroom is ongeveer 15 kilometer breed.

Waterdiepte en bodemvormen

De bodemligging van de Hollandse kust is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering wordt veroorzaakt door het optreden van gradiënten in het zandtransport. Langs het grootste gedeelte van de Hollandse kust komen brandingsruggen (of brekerbanken) voor. Deze brandingsruggen zijn voortdurend in beweging, waarbij met name tijdens stormperiodes grote verplaatsingen optreden. De Hollandse kust kan worden opgedeeld in:

- de zeebodem (de zone zeewaarts van NAP -20 meter);
- de vooroever (de zone tussen de NAP -20 m en NAP -8 m);
- de actieve zone (de zone tussen NAP -8 meter tot NAP +3 meter);
- de toegangseulen tot de havens van IJmuiden en Rotterdam.

De zeebodem is tamelijk stabiel, met een gemiddelde diepte van circa 20 meter NAP (ter plaatse van het plangebied bedraagt deze circa 17 m), waarop zandgolven en zandbanken zijn gevormd. De vooroever en de actieve zone vertonen daarentegen een grote dynamiek. Binnen de actieve zone treedt het grootste sedimenttransport op en zijn de golfgedreven transporten het belangrijkste.

Het plangebied ligt zo ver uit de kust (circa 8 kilometer) dat de zeebodem in principe vlak is (helling < 1:1.000). In het plangebied bevinden zich zandbanken met een zuidwest-noordoost oriëntatie. Zandbanken zijn relatief grote en stabiele bodemvormen met een hoogte van enige meters en een lengte van enkele kilometers. In het plangebied bevinden zich geen zandgolven¹⁴.

Sedimentsamenstelling

De zeebodem ter plekke van het plangebied bestaat voornamelijk uit zand. De gemiddelde korreldiameter in het plangebied varieert tussen 200 µm en 300 µm.

Troebelheid

De troebelheid van het water wordt bepaald door het stofgehalte. De troebelheid neemt zeewaarts af van 30-50 mg/l op 5 km tot 10 mg/l op 10 km en 5 mg/l op 20 km afstand van de kust.

¹⁴ Zandgolven zijn bodemvormen met hoogtes die variëren tussen 0,5 en 5 meter, met lengtes van enkele honderden meters en met een voortplantingssnelheid van enkele meters (1 tot 5) per jaar [Hulscher, 1996].

Op zee is het gehalte in de zomer circa 2 mg/l en het jaargemiddeld 5 tot 10 mg/l [RIKZ, 1997]. Bij storm kan het stofgehalte oplopen tot 1000 mg/l [Eisma, 1981].

Sedimenttransport

De verandering van de Hollandse kustlijn wordt hoofdzakelijk bepaald door het sedimenttransport langs de kust. In de actieve zone treedt het grootste transport op. In deze zone zijn de golfgedreven transporten dominant. Het netto transport in noordelijke richting bedraagt in de actieve zone circa 100.000 tot 500.000 m³ per jaar [Van Rijn, 1995].

Kustveiligheid

Met het huidige beleid van "dynamisch handhaven van de basiskustlijn" wordt waar mogelijk ruimte gegeven aan de natuurlijke processen. De zee krijgt binnen zekere grenzen enige speelruimte. Alleen daar waar structureel land verloren dreigt te gaan, wordt ingegrepen. Bij aantasting van de basiskustlijn (ligging van de kustlijn op 1 januari 1990) worden maatregelen genomen. In de praktijk betekent dit dat dan een zandsuppletie wordt uitgevoerd.

Autonome ontwikkeling

Bij de autonome ontwikkeling doen zich voor de Hollandse kust geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden (ook niet door de zeespiegelstijging). De situatie bij de autonome ontwikkeling wijkt daardoor nauwelijks af van de huidige situatie. Dit blijkt ook uit de zogenaamde kustlijnkaarten [V&W/RIKZ, 1998]. Deze kaarten geven een beschrijving van de ontwikkeling van de Hollandse kust.

10.3 Toetsingscriteria

In deze paragraaf worden de toetsingscriteria aangegeven, voor een uitgebreide beschrijving en onderbouwing wordt verwezen naar het L-MER (hoofdstuk 10, blz 68 t/m 70). Ten opzichte van het L-MER is geen nieuwe relevante informatie beschikbaar gekomen.

Voor de voorspelling van de effecten van de inrichting van het windpark op het aspect 'kust en zee' zijn zeven toetsingscriteria onderscheiden. Deze criteria hebben alleen of in samenspel met elkaar invloed op de Hollandse kust. Het is dus van belang om te weten hoe en in welke mate de inrichting van het windpark deze toetsingscriteria beïnvloedt.

De toetsingscriteria zijn:

- golven;
- waterbeweging (waterstand en stroming);
- waterdiepte en bodemvormen;
- sedimentsamenstelling;
- troebelheid;
- sedimenttransport;
- kustveiligheid.

10.4 Effectbeschrijving

10.4.1 Algemeen

De effecten van het windpark op kust en zee worden voorspeld aan de hand van de in paragraaf 10.3 genoemde toetsingscriteria. Bij de effectbeschrijving wordt verder onderscheid gemaakt in: de effecten van de inrichtingsvarianten (configuraties), de effecten van aanleg en verwijdering, de effecten van onderhoud en de effecten van de aanleg van de elektriciteitskabel naar de wal.

In de onderstaande effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat er geen erosiebescherming wordt toegepast. Bij de mitigerende maatregelen (paragraaf 10.6) wordt het effect van verschillende typen bodembescherming beschreven.

10.4.2 Effecten van de inrichtingsvarianten

Criterium golven

Door de aanwezigheid van het NSW zal het golfpatroon rondom de monopalen veranderen. Alleen lokaal achter de monopalen zal een verlaging van de golfhoogte optreden [Hoffman et al, 1997; Chakrabari, 1987]. Deze verandering treedt op tot een afstand van één tot twee maal de diameter van de monopaal, dus maximaal ($2 \times 4,3$ m) circa 9 meter. Een monopaal in een golfveld veroorzaakt door extra wrijving opstuwing aan de loefkant en enige verlaging van de waterstand aan de lijkant van de monopaal. Deze verandering is echter zeer gering. De invloed van het NSW op golven blijft daarmee ruim binnen de natuurlijke variatie. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium waterbeweging (waterstand en stroming)

Door de aanwezigheid van het NSW zal ook de waterbeweging rondom de monopalen veranderen. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen (één tot twee keer de diameter van de fundering) optreden [Hoffman et al, 1997; Chakrabari, 1987]. Een monopaal in een stromingsveld veroorzaakt een geringe verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopaal en turbulentie aan de lijzijde van de monopaal. Deze veranderingen zijn echter zeer gering als gevolg van de relatief kleine diameter van de monopaal (4,3 m) in vergelijking met de waterdiepte (circa 17 meter). De effecten zullen daardoor alleen merkbaar zijn in de directe omgeving van de turbines. De monopalen zullen geen invloed hebben op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de monopaal te klein, de waterdiepte te groot en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot (590-966). De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium waterdiepte en bodemvormen

De veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven en de waterdiepte. Naarmate de waterdiepte afneemt worden de snelheden langs de bodem groter, waardoor transport van sediment ontstaat en toeneemt. De golven en waterdiepte verschillen nauwelijks binnen de inrichtingsvarianten, de varianten zijn dan ook niet onderscheidend.

In het plangebied bevinden zich zandbanken met een zuidwest-noordoost oriëntatie. Gedurende de levensduur van het NSW (20 jaar) kunnen zandbanken in de orde van 15 meter van plaats veranderen.

De verticale ligging van de bodem zal dan in de orde van 10 tot 20 centimeter veranderen. De inrichtingsvarianten hebben geen wezenlijke invloed op deze processen. Het NSW zal, als gevolg van de naar verhouding geringe diameters van de monopalen en de grote onderlinge afstand van de turbines, alleen in de directe omgeving van de monopaal beperkte en sterk lokale effecten hebben op bodemvormen. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend. Bij het ontwerp en dimensioneren van de monopaal is rekening gehouden met de aanwezigheid van zandbanken. De stabiliteit van de monopaal wordt niet beïnvloed door het dynamische gedrag van zandbanken.

Criterium sedimentsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen het plangebied is vrij uniform. De bodem bestaat er uit erodeerbaar sediment, voornamelijk slibhoudend zand. Het NSW zal geen invloed hebben op de samenstelling van het sediment. Er wordt geen materiaal afgevoerd of aangevoerd. De werkzaamheden zijn, gezien vanuit morfologische en hydrodynamische processen, beperkt en tijdelijk van aard. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium troebelheid en waterkwaliteit

Tijdens de exploitatie van het NSW wordt over het algemeen geen verhoging van de troebelheid verwacht, aangezien er geen werkzaamheden zullen plaats vinden die daar aanleiding toe geven. Tijdens stormcondities kunnen de erosiekuilen dieper of ondieper worden (zie criterium 'sedimenttransport'). Dit leidt dan, als gevolg van een verhoogd sedimentatietransport, tot een hogere troebelheid. Wanneer tijdens het gebruik van het NSW een lekkage optreedt in het hydraulisch systeem of bij de tandwielkast, wordt de olie opgevangen in een opvangbak, die onder het betreffende onderdeel is geplaatst. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium sedimenttransport

Als gevolg van de effecten van golven en stroming (toenemende turbulentie) treedt erosie op rondom de funderingen en ontstaan erosiekuilen. De omvang van de ontgronding rondom de monopaal wordt bepaald door de diameter van de monopaal, de waterdiepte, golf- en stromingscondities en bodemgegevens. Met de rekenmethoden van Breusers et al (1977), Sumer et al (1992) en Johnson (1992) wordt de maximale ontgrondingsdiepte berekend op 5 tot 6,5 meter. Het effect van de waterdiepte hierbij is gering. De erosiekuil heeft een diameter van 50 tot 65 meter bij een helling van de kuil van 1 op 5.

Onder een constante golf- en stromingsconditie ontstaat na enige tijd (dagen tot weken) een evenwicht in de erosiekuil. Onder stormcondities kan de erosiekuil dieper of ondieper worden. Het sedimenttransport zal als gevolg van de erosieprocessen enige toename vertonen, de inrichtingsvarianten zijn hiervoor niet onderscheidend. Het dieper of ondieper worden van de erosiekuilen draagt slechts in beperkte mate bij aan het sedimenttransport, aangezien tijdens stormcondities het sedimenttransport al vrij hoog is (kan oplopen tot 1.000 mg/liter).

Indien de windturbines te dicht bij elkaar worden geplaatst kunnen de erosiekuilen van de verschillende turbines in elkaar overgaan. Dit zou kunnen leiden tot een grootschalige toename van het sedimenttransport. De afstand tussen de turbines bedraagt (afhankelijk van de inrichtingsvariant) 590 à 1438 meter, de erosiekuilen zullen daarom niet in elkaar overgaan.

Criterium kustveiligheid

De gevolgen van het NSW voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Al deze veranderingen zijn in feite afhankelijk van de afstand van het NSW tot de kust. Naarmate de afstand van het park tot de kust groter is (basisvariant en bolstapeling 7,5D), zullen de gecombineerde gevolgen van het NSW op de kust, en dus op de kustveiligheid, kleiner zijn. Doordat de afstand tot de kust minimaal 8,7 kilometer bedraagt en de veranderingen van bovengenoemde criteria marginaal zijn, zal geen effect op de kust optreden. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

In de onderstaande tabel is de beoordeling (kwalitatief en kwantitatief) van de inrichtingsvarianten samengevat.

Tabel 10.1 Samenvatting waardering effecten inrichtingsvarianten

Toetsingscriteria	Basis-variant	Corridor variant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
<i>kwantitatief</i>					
golven	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
waterbeweging	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
waterdiepte en bodemvormen	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
sedimentsamenstelling troebelheid en waterkwaliteit	geen verwaarloosbaar	geen verwaarloosbaar	geen verwaarloosbaar	geen verwaarloosbaar	geen verwaarloosbaar
sedimenttransport kustveiligheid	beperkt geen	beperkt geen	beperkt geen	beperkt geen	beperkt geen
<i>kwalitatief</i>					
golven	0	0	0	0	0
waterbeweging	0	0	0	0	0
waterdiepte en bodemvormen	0	0	0	0	0
sedimentsamenstelling troebelheid en waterkwaliteit	0	0	0	0	0
sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
kustveiligheid	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

10.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering

Criteria golven en waterbeweging

Bij de aanleg en verwijdering van het NSW zal door de aanwezigheid van (de)montage werktuigen (zie paragraaf 4.2.6) het golfbeeld lokaal iets veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt bij reguliere scheepvaart. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het NSW zal tijdens het plaatsen en heien van de monopalen en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit effect treedt alleen lokaal op en is van korte duur. De aanleg en verwijdering hebben geen gevolgen voor de waterdiepte en de lokale bodemvorm. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium sedimentsamenstelling

Bij de aanleg van het NSW zal tijdens het plaatsen en heien van de monopalen en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit heeft resuspensie (opwoeling) van sediment tot gevolg. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Tijdens de verwijdering van het NSW treden dezelfde geringe effecten op. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van het NSW zal tijdens het plaatsen en heien van de monopalen en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk troebelheid optreden. Bij het trenchen van de parkbekabeling is de verwachting dat de extra troebelheid in de orde van 50 mg/liter tot 500 mg/liter (dichtbij het trenchen) kan bedragen [Eisma, 1981]. Deze verhoging van de troebelheid valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van het zeewater is in normale situaties ongeveer 10 mg/liter maar kan tijdens storm oplopen tot 1.000 mg/liter [Eisma, 1981]. Doordat het park in de lente/zomer wordt aangelegd (een periode met relatief lage slibconcentraties) zal het effect iets groter zijn. Het totale effect is echter klein omdat het gebied waar vertroebeling optreedt zeer klein is en de periode waarin vertroebeling optreedt beperkt is (enkele weken). De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium sedimenttransport

Het sedimenttransport zal ten gevolge van de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het NSW een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van het opgewoelde sediment. Evenals bij de troebelheid valt deze verhoging binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Criterium kustveiligheid

De gevolgen van aanleg en verwijdering van het NSW voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Al deze veranderingen zijn in feite afhankelijk van de afstand van het NSW tot de kust. Naarmate de afstand van het park tot de kust groter is (basisvariant en bolstapeling 7,5D), zullen de gecombineerde gevolgen van het NSW op de kust, en dus op de kustveiligheid, kleiner zijn.

Doordat de afstand tot de kust minimaal 8,7 kilometer bedraagt en de veranderingen van bovengenoemde criteria marginaal zijn, zal geen effect op de kust optreden. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Het windpark kan indirect effect hebben op de kustveiligheid wanneer het windpark in een mogelijk zandwingsgebied voor suppleties ligt of op de route van zandwining tot suppletie ligt.

10.4.4 Effecten van onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine 1 x per jaar onderhoud (zie paragraaf 4.2.5) uit te voeren, dit onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal in de zomermaanden plaats vinden. Het onderhoud zal worden uitgevoerd met één of meer werkschepen. Te gebruiken en vrijkomende materialen (bijvoorbeeld olie en vetten) worden geconditioneerd aangevoerd, toegepast en afgevoerd. Hierdoor wordt voorkomen dat stoffen (zoals olie) in het milieu terechtkomen. Het onderhoud heeft geen effect op de toetsingscriteria.

10.4.5 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

De omvang van de morfologische veranderingen vanwege de aanleg van de elektriciteitskabel hangt samen met de lengte van de elektriciteitskabel, de eventuele doorkruising van een gebied met zandgolven/vaargeulen (zijn niet aanwezig binnen de concessiecorridor) en de diepte waarop de kabel wordt aangelegd.

Bij de beschrijving van de milieueffecten van de kabel is er van uit gegaan dat de kabel verdiept wordt aangelegd. De elektriciteitskabels worden vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust circa 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels 3 meter diep aangelegd (voor onderbouwing van diepteligging zie paragraaf 4.2.3). De kabel wordt door middel van jettrenchen in de bodem gelegd. Door middel van periodieke controle wordt gecontroleerd of de kabel nog op de juiste diepte ligt. Wanneer de dekking niet meer toerijkend is wordt dit hersteld.

De aanleg van de kabel heeft geen invloed op golven, waterbeweging, de waterdiepte en bodemvormen. Tijdens de aanleg van de kabel zal de bodem plaatselijk worden omgewoeld. Dit leidt tot een tijdelijke wijziging van de sedimentsamenstelling en een verhoogde troebelheid. Deze verhoging blijft binnen de natuurlijke variatie (zie paragraaf 10.4.3 criterium troebelheid en waterkwaliteit). Als gevolg van het opwoelen van sediment zal dit meegevoerd worden met de stroming en elders weer sedimenteren. Dit is een zeer lokaal effect, dat gedurende korte periode optreedt.

De gevolgen van de aanleg van de elektriciteitskabel voor de morfologische processen zijn klein ten opzichte van de fluctuaties in de achtergrondwaarden. Bij de variant waarbij het kabeltracé deels buiten de concessiecorridor ligt (offshore tracé 30.205 m, onshore 0 m) treedt, vanwege het kortere tracé, minder verstoring op. Deze variant wordt dan ook beter beoordeeld dan de variant die geheel binnen de concessiecorridor ligt (tracé offshore 35.804 m, onshore tracé 808 m).

10.5 Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling

Nagenoeg alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van gebruik, aanleg en verwijdering, en onderhoud van het NSW zijn beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover ze optreden, zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de geringe afmetingen van de monopalen en het geringe aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving (variërend van enkele meters tot maximaal 100 meter) van de monopalen en de elektriciteitskabels).

Doordat geen erosiebescherming wordt toegepast zullen er rondom de funderingen erosiekuilen ontstaan. Dit heeft (tot het moment waarop een evenwicht ontstaat in de erosiekuil) een lokaal en beperkt effect op het sedimenttransport en de troebelheid. Onder stormcondities kan de erosiekuil dieper of ondieper worden, met als gevolg een verhoogd sedimenttransport en een verhoogde troebelheid. De verhoogde troebelheid valt echter binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee.

In de onderstaande twee tabellen zijn de effecten van de inrichtingsvarianten en de kabelvarianten weergegeven. De effecten van het gebruik zijn weergegeven per toetsingscriterium. De effecten van aanleg, verwijdering en onderhoud zijn gezien de beperkte omvang en duur van de effecten samengevoegd.

Tabel 10.2 **Kwalitatieve beoordeling inrichtingsvarianten**

	Basis-variant	Corridor variant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
effecten van de inrichtingsvarianten (gebruik)					
golven	0	0	0	0	0
waterbeweging	0	0	0	0	0
waterdiepte en bodemvormen	0	0	0	0	0
sedimentsamenstelling	0	0	0	0	0
troebelheid en waterkwaliteit	0	0	0	0	0
sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
kustveiligheid	0	0	0	0	0
effecten van aanleg en verwijdering van het windpark	0	0	0	0	0
effecten van onderhoud van het windpark	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

Tabel 10.3 **Kwalitatieve beoordeling kabelvarianten**

	Kabeltracé geheel bin- nen concessiecorridor	Kabeltracé deels buiten conces- siecorridor
effecten van de kabel naar de kust (gebruik)		
golven	0	0
waterbeweging	0	0
waterdiepte en bodem- vormen	0	0
sedimentsamenstelling	0	0
troebelheid en water- kwaliteit	0	0
sedimenttransport	0	0
kustveiligheid	0	0
effecten van aanleg en verwijdering van de kabel naar de kust	0/-	0
effecten van onderhoud van de kabel naar de kust	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 *geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.*

Conclusie

Uit de voorgaande vergelijking blijkt dat voor alle criteria geen significante effecten optreden, de varianten zijn dan ook niet onderscheidend.

10.6 Mitigerende maatregelen

Erosiebescherming

Indien geen erosiebescherming wordt toegepast zullen rondom de monopalen erosiekuilen ontstaan. Dit beïnvloedt lokaal de troebelheid en het sedimenttransport, het effect is permanent (doordat onder stormcondities de erosiekuilen dieper of ondieper worden). Door het aanbrengen van erosiebescherming (bijvoorbeeld in de vorm van een steenbestorting) wordt het ontstaan van erosiekuilen voorkomen, hierdoor treedt geen effect op de troebelheid en het sedimenttransport op.

Bij de aanleg van erosiebescherming zal een beperkte resuspensie (omwoeling) van sediment plaatsvinden. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek. Daarnaast leidt de erosiebescherming uiteraard tot een wijziging in de sedimentsamenstelling, aangezien steenbestorting hier van nature niet voorkomt.

11 Onderwaterleven

11.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van de inrichting van het windpark op onderwaterleven besproken. Voor het bepalen van de effecten voor het aspect 'Onderwaterleven' zijn de levensvormen in de Noordzee (voor zover relevant) als uitgangspunt genomen. Bij de beschrijving wordt onder ander gebruik gemaakt van de informatie die is verzameld in het kader van de Haalbaarheidstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark [Haskoning, 1997] en het daaropvolgend L-MER NSW [EZ/VROM, 2000].

De tekst is voorgelegd aan S. Dirksen (Bureau Waardenburg), ter vergelijking met de destijds vanuit zijn bureau geschreven bijdrage aan het L-MER.

11.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de informatie uit het L-MER (hoofdstuk 11, 80 t/m 88). Ten opzichte van het L-MER is geen nieuwe relevante informatie beschikbaar gekomen.

De kustzone als leefgebied voor organismen

Oceanografische factoren zijn van invloed op het leven in de kustzone, waarin het plangebied ligt. Het gaat hier in het bijzonder om fysische en chemische factoren (waaraan het leven in de kustzone is aangepast) en om hydrodynamische en morfologische factoren (die zijn beschreven in hoofdstuk 10 'Kust en Zee').

Getij en waterbeweging

Het gemiddelde getijverschil bij IJmuiden bedraagt circa 1,70 meter. Als gevolg van het getij en de overwegende zuidwestelijke wind loopt er een reststroom langs de kust van zuid naar noord. Deze reststroom is van groot belang voor het transport van sediment en nutriënten, maar ook voor organismen, zoals larven van vissen en andere levensvormen. Naarmate golven groter worden, wordt de diepte waarop zij hun invloed uitoefenen eveneens groter. Dit betekent dat de zeebodem sterker en frequenter wordt opgewoeld naarmate zij ondieper is. Dit heeft gevolgen voor de organismen die in het sediment leven.

Zeewatersamenstelling

Het zeewater in de kustzone bestaat uit zogenaamd continentaal kustwater. In deze watermassa, die zich tot op een afstand van 40 kilometer uit de kust kan uitstrekken, is een component herkenbaar van de rivierafvoer van Schelde, Maas en Rijn.

Het zoutgehalte fluctueert enigszins, afhankelijk van de rivierwaterafvoer. Door de hogere nutriëntenlast bevat het kustwater relatief veel fytoplankton en is het troebeler.

Binnen de kustzone is er een duidelijke tweedeling in de watersamenstelling. In een zone tot 5 kilometer uit de kust worden chlorofylgehaltenes gevonden die 10 maal zo hoog zijn als in de zone tussen 5 en 40 kilometer [Van Scheppingen en Groenewold, 1990]. Het komt er op neer dat het meest voedselrijke continentale kustwater als het ware als een rivier langs de Nederlandse kust loopt. Deze "kustrivier" is een zone van ongeveer 15 kilometer breed [Smit et al, 1998] met een sterke riviercomponent, waarvan een groot deel in de Waddenzee belandt. De kustrivier bevat een relatief hoge nutriëntenlast, maar het slibgehalte is zó hoog dat het doorzicht veelal beperkend is voor de fytoplanktonproductie. Daarbuiten ligt een overgangszone waar zowel licht als nutriënten de productie van fytoplankton kunnen sturen.

Waterdiepte

De waterdiepte ter plaatse van het plangebied varieert van 17 tot 20 meter. De bodem helt het sterkst dicht bij de kust. Dit betekent dat naarmate de afstand tot de kust toeneemt, deze minder bepalend is voor de diepte. Het effect van geomorfologische verschijnselen (zie hoofdstuk 10 'Kust en Zee'), zoals zandbanken, krijgt in dit opzicht de overhand.

Geomorfologie

Het plangebied ligt zó ver uit de kust (circa 8 kilometer vanaf Ilws-lijn) dat, afgezien van zandbanken, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1:1.000). In het plangebied liggen diverse zandbanken (zie figuur 11.3 uit het L-MER), waarvan de kam een oriëntatie van zuidwest - noordoost heeft. Deze zandbanken hebben een semi-stabiel karakter (zie ook hoofdstuk 10 'Kust en Zee'). In het plangebied bevinden zich geen zandgolven. De dynamiek van de bovenste zandlaag wordt nog vergroot door de boomkorvisserij.

Sedimentsamenstelling

In het plangebied wordt alleen fijn zand (125-250 μm) aangetroffen. Noordwestelijk van IJmuiden bevindt zich een stortlocatie voor baggerspecie. In het algemeen is weinig bekend omtrent het transport en de gevolgen van gestorte baggerspecie [Stutterheim, 1999]. Uit sedimentologisch onderzoek naar de effecten van 'Loswal Noord' (een andere stortlocatie ter hoogte van Scheveningen) blijkt dat het slibgehalte op een locatie 9 kilometer ten noordoosten van de loswal met 5 procent is verhoogd [Daan et al, 1997]. Stutterheim (1999) vermeldt dat twee jaar na ingebruikname van deze loswal een verhoging van de verontreiniging werd gemeten tot op vijf kilometer afstand en dat de uitstraling in de vorm van een verminderde bodemfauna zo'n drie kilometer bedroeg. Gezien de afstand tot het plangebied (circa 15 kilometer) en vanwege de kustparallelle stroming valt van het baggerstortgebied IJmuiden weinig invloed te verwachten in het plangebied.

De afgelopen decennia zijn hoofdzakelijk door de rivierafvoer van de Rijn en de Maas verontreinigende stoffen (bijvoorbeeld zware metalen en organische verbindingen) in het kustwater terechtgekomen. Een deel van de verontreinigingen is gebonden aan het sediment en zodoende opgeslagen in de bodem van de Noordzee. Voor de meeste stoffen zijn de concentraties dicht onder de kust het hoogst zijn.

Bodemdieren

*Macrobenthos*¹⁵

In en op de bodem leeft het macrobenthos: ongewervelde dieren, zoals wormen en schelpdieren, die veelal ingegraven in het zand leven. Op de bodem kruipen zeesterren en kreeftachtigen. Veel van deze dieren zijn plaatsgebonden, of hun actieradius is dermate beperkt dat ze functioneel gezien toch als weinig mobiel kunnen worden beschouwd. Door de geringe mobiliteit is het type macrobenthos op een locatie een goede afspiegeling van de abiotische factoren die ter plekke op de wat langere termijn hebben geheerst. Daarnaast is het macrobenthos als voedsel voor een aantal vissoorten van cruciaal belang en indirect dus ook voor organismen die hoger in de voedselketen staan.

Levensgemeenschappen

Een analyse van het gehele Nederlands Continentaal Plat (inclusief 12-mijlszone) laat zien dat in de Nederlandse kustzone op zandige sedimenten slechts twee verschillende gemeenschappen worden aangetroffen [Holtmann et al, 1996]: een kust- en een offshore-gemeenschap. Beide gemeenschappen tonen een behoorlijke overeenkomst (tabel 4 in Holtmann et al, 1996), onder andere door het optreden van de worm *Spiophanes bombyx*. Deze soort is een indicatie voor het instabiele karakter van het milieu van deze levensgemeenschappen. Veel van de macrobenthossoorten in dit gebied hebben dan ook een lage levensverwachting, ze zijn hieraan aangepast door een snelle voortplanting en een groot aantal nakomelingen.

KUSTGEMEENSCHAP

De kustgemeenschap wordt vrijwel uitsluitend aangetroffen in een smalle zone langs de hele Nederlandse kust [Van Scheppingen en Groenewold, 1990; Holtmann et al, 1999]. Voor de Hollandse kust is deze zone slechts 5 kilometer breed en reikt ongeveer tot de 15 meter dieptelijn (NAP). De kustgemeenschap wordt gekenmerkt door een groot aantal soorten, een hoge dichtheid (met name van polychaete wormen) en een hoge biomassa. Het jaarlijkse uitgevoerde macrobenthos-onderzoek, uitgevoerd in het kader van de Biologische Monitoring Noordzee (BIOMON), laat tussen 1990-1998 een gemiddelde dichtheid zien variërend van 1.510-8.301 individuen/m² en een gemiddelde biomassa variërend van 36,0-89,6 gram Asvrij Drooggewicht per vierkante meter (AVDG/m²). Dit is de hoogste biomassa van het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Een belangrijk deel hiervan wordt gevormd door concentraties van tweekleppige schelpdieren (Bivalven).

De *Spisula subtruncata* heeft een sterk kustgebonden karakter. Ter hoogte van Egmond worden hoge biomassa's (1-100 g/m²) hooguit tot op 6 kilometer uit de kust gevonden, maar ter hoogte van Petten bevinden *Spisulabanken* zich op 8 kilometer uit de kust en verder [Leopold, 1996]. Volgens de macrofauna-atlas van Holtmann et al (1996) bevindt zich ter hoogte van Petten op 10 kilometer uit de kust een *Spisulabank* met een hoge biomassa (33-342 g/m²). De diepte bedraagt daar 20 meter, relatief diep voor een *Spisulabank*.

¹⁵ Monsters van macrobenthos geven in het algemeen een goede indruk van de dieren in de bodem (endobenthos) en de weinig mobiele soorten op de bodem (epibenthos). Een deel van het epibenthos in de vorm van garnalen en krabben is door hun levenswijze of dichtheid niet goed vertegenwoordigd in monsters van macrobenthos. Deze dieren zijn voor hun voedsel echter in sterke mate afhankelijk van het overige macrobenthos.

Mogelijk houdt de situatie bij Petten verband met de aanwezigheid van een ondiep gebied voor de kust (de Pettemer polder), omdat dat een afbuiging van de voedselrijke kusttrivier zou kunnen veroorzaken. In dat geval zou de kans klein zijn dat bij Egmond op 10 kilometer uit de kust ook een Spisulabank tot ontwikkeling komt.

OFFSHORE-GEMEENSCHAP

Buiten de 5 kilometer brede kustgemeenschap bevindt zich de offshore-gemeenschap. Deze wordt qua dichtheid gedomineerd door polychaeten. Zij heeft als kenmerkende soorten de polychaete worm *Nephtys cirrosa* en het gravende vlokreeftje *Bathyporeia guilliamsoniana*. Voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust neemt de biomassa in zeewaartse richting snel af. De gemiddelde biomassa van de offshore-gemeenschap is met 13,6 gram AVDG/m² drie maal zo laag als de kustgemeenschap. Grote schelpenbanken ontbreken dan ook, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen. Het jaarlijkse uitgevoerde macrobenthos-onderzoek, uitgevoerd in het kader van de Biologische Monitoring Noordzee (BIOMON), laat tussen 1990-1998 een gemiddelde dichtheid zien variërend van 1.098-2.010 individuen/m² en een gemiddelde biomassa variërend van 6,4-15,35 gram Asvrij Drooggewicht per vierkante meter (AVDG/m²).

Binnen de offshore-gemeenschap kan een overgangszone worden onderscheiden [Van Scheppingen en Groenewold, 1990]. Kustwaarts wordt deze overgangszone scherp begrensd op 5 kilometer van het strand. Richting zee loopt de overgangszone tot ongeveer 20 kilometer uit de kust en gaat daar geleidelijk over in het westelijk deel van de offshore-gemeenschap. De biomassa van de tweekleppigen, die voor de voedselketen zo belangrijk zijn, is in het westelijke deel van de offshore-gemeenschap drie maal zo laag als in de overgangszone, maar in de kustzone is zij een factor 15 hoger. Een samenvatting van aantallen en biomassa's in de diverse zones en een overzicht van de belangrijkste abiotische karakteristieken staat in tabel 11.4 van het L-MER.

Vissen

Temporele variatie visfauna

De ontwikkeling van de visfauna vertoont jaarlijks sterke fluctuaties. Een voorbeeld is de sterke achteruitgang van de Kabeljauw de laatste jaren.

Ruimtelijke variatie visfauna

Tussen de Hollandse kustzone en het gebied ten noorden van de Waddenzee bestaat een opmerkelijke overeenkomst in de visfauna. Deels wordt dit verklaard door de mobiliteit van vissen. Daarnaast is het ook onwaarschijnlijk dat er wezenlijke verschillen in visfauna zouden bestaan, gezien de kleine verschillen in milieuomstandigheden: zowel de abiotische kenmerken als het voedsel voor vissen verschillen nauwelijks binnen de kustzone.

Qua visfauna is er wel variatie in het kustgebied als de ondiepe kustzone, direct tegen het strand aan, wordt beschouwd. Jonge Tarbot met een lengte van enkele centimeters komt namelijk uitsluitend in heel ondiep water voor. Ook van andere platvissen (Schol en Schar) is bekend dat de kleinste exemplaren in heel ondiep water voorkomen. Naarmate ze groeien zoeken ze steeds dieper water op. Bij de concentratie van platvis in de zone dicht bij de kust speelt het bodemvoedsel een grote rol.

De soortenrijkdom van bodemgebonden vis neemt toe van de Duitse Bocht richting de zuidelijke Noordzee. Dit wordt verklaard door de grote temperatuurvariatie in de Duitse Bocht [Rijnsdorp et al, 1995].

Paai-, opgroei- en doortrekgebied

De kustzone heeft een belangrijke functie als kinderkamer voor platvissen zoals Schol, Tong, Horsmakreel, Schar, Tarbot en Griet, maar ook voor Haring, Kabeljauw en Ponen. Van de Schol in de Noordzee is 90 procent van alle jongen afkomstig uit de kustzone van België tot Jutland, inclusief de Waddenzee en de Zeeuwse stromen [Heessen, 1998]. Een- en tweejarige Schol bevindt zich vooral binnen de 30 mijlszone. De kinderkamergebieden van nul- en eenjarige tong liggen binnen de 12-mijlszone. Paai- en opgroeistadia zijn niet strikt plaatsgebonden.

In de diepere delen van de Noordzee bevinden zich gebieden die als paaigebied dienen voor verschillende vissoorten [Heessen et al, 1999]. De meeste van deze soorten produceren pelagische eieren waardoor er geen relatie is met de onderliggende bodem. In de Noordzee zetten slechts enkele vissoorten (waaronder de Haring, de Zandspiering en het Harsmannetje) hun eieren af op het substraat. De Haring paait niet in het plangebied omdat grindbedden ontbreken (de Haring is voor het afzetten van eieren afhankelijk van grindbedden).

Zeezoogdieren

Walvissen

Van de Walvisachtigen (Cetacea) is de Bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die regelmatig in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd, met name in de winter en voornamelijk ten noorden van de Waddeneilanden [Bergman en Leopold, 1992]. Hun habitat bestaat uit kusten en estuaria, maar de soort wordt ook ver van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter [Goodson, 1997; Read, 1997]. Voor zijn voedsel is de Bruinvis onder andere afhankelijk van vissoorten als Haring en Sprot, waarvan zich in de kustzone concentraties kunnen vormen.

In het Noord-Hollandse kustgebied komen de meeste waarnemingen van de Bruinvis uit de omgeving van Texel [Camphuysen en Leopold, 1998]. Uit luchtwaarnemingen [Witte et al, 1998] blijkt dat de zuidgrens van de zuidelijke Noordzeepopulatie van de Bruinvis voor de Nederlandse kust ligt. Het Noord-Hollandse kustgebied, en meer specifiek 53° noorderbreedte, wordt dan ook aangeduid als de zuidgrens van de Noordzeepopulatie van de Bruinvis. Gezien de noordelijke ligging van het plangebied kunnen Bruinvissen worden aangetroffen.

De Witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) wordt jaarlijks in de kustzone waargenomen, incidenteel kan het gaan om een groep van honderden individuen [Bergman en Leopold, 1992], maar meestal zwemt deze soort wat verder uit de kust. Andere soorten, zoals de Witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), de Tuimelaar (*Tursiops truncatus*), de Gewone dolfin (*Delphinus delphis*) en de Dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*), worden alleen zeer incidenteel waargenomen (hooguit enkele exemplaren per jaar). In bijlage 4 van de Habitatrichtlijn is aangegeven dat zowel de Bruinvis als Tuimelaar worden beschermd.

Zeehonden

In de Nederlandse kustwateren leven twee soorten zeehonden (Pinnipedia): de Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*). De laatste kent alleen een populatie in het Waddengebied. Daarbuiten wordt slechts incidenteel een exemplaar waargenomen. De grootste aantallen van de Gewone zeehond worden ook in de Waddenzee aangetroffen.

Vooraf van december tot en met februari worden ook zeehonden voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust waargenomen [Platteeuw et al, 1994]. Het vermoeden bestaat dat de zeehond met name in koude winters de Waddenzee verwisselt voor de kustzone. Waarschijnlijk is, vanwege de nabijheid van de Waddenzee, het noordelijk deel van de Hollandse kustzone belangrijker als uitwijkgebied voor zeehonden (*Phoca vitulina*) dan het zuidelijk deel. Gezien de noordelijke ligging van het plangebied kunnen zeehonden worden aangetroffen. In bijlage 4 van de Habitatrichtlijn is aangegeven dat zowel de Gewone als de Grijze zeehond worden beschermd.

11.3 Toetsingscriteria

Voor het bepalen van de effecten van het NSW zijn de levensvormen in de Noordzee (voor zover relevant) als uitgangspunt genomen. Daarbij zijn criteria onderscheiden, die de abiotische factoren betreffen die mogelijk veranderen door de plaatsing van windturbines en die relevant zijn voor één of meer biotische levensvormen. In de onderstaande tabel is per levensvorm aangegeven welke criteria worden onderscheiden. Tevens is aangegeven in welke fase van het windpark de criteria een rol spelen.

Tabel 11.1 **Overzicht toetsingscriteria**

Levensvorm	Criterium	Fase van het park
macrobenthos	Zandig substraat	Gebruik, aanleg en verwijdering
	Hard substraat	Gebruik
	Waterkwaliteit	Gebruik, aanleg en verwijdering
(bodem)vissen	Zandig substraat	Gebruik, aanleg en verwijdering
	Hard substraat	Gebruik
	Waterkwaliteit	Gebruik, aanleg en verwijdering
vissen	Elektromagnetische velden	Gebruik
	Stromingspatroon water	Gebruik
	Onderwatergeluid en trillingen	Gebruik, aanleg en verwijdering
zeezoogdieren	Waterkwaliteit	Gebruik, aanleg en verwijdering
	Onderwatergeluid en trillingen	Gebruik, aanleg en verwijdering
	Waterkwaliteit	Aanleg en verwijdering
	Elektromagnetische velden	Gebruik

Veranderingen in de criteria hebben gevolgen voor verschillende levensvormen. In dit I-MER wordt alleen ingegaan op een aantal dierlijke levensvormen. Ter plekke van het plangebied valt namelijk te weinig licht op de bodem om de groei van plantaardig materiaal in de vorm van vastzittende algen mogelijk te maken. Daardoor bestaat de levensgemeenschap in dit deel van de Noordzee, voor wat betreft de grotere organismen, uitsluitend uit diersoorten: bodemleven, (bodem)vissen en zeezoogdieren. Voor wat betreft het bodemleven wordt alleen ingegaan op de grotere organismen (groter dan 1 millimeter), het zogenaamde macrobenthos. Kleinere organismen, larventransport en plankton blijven buiten beschouwing.

Doordat het windpark geen veranderingen in het stromingspatroon zal veroorzaken (zie hoofdstuk 10, 'Kust en zee') is er naar verwachting geen invloed op deze kleinere organismen. Ook bestaat er geen informatie die er op wijst dat deze gevoelig zijn voor wijzigingen in elektromagnetische velden en geluid. Met name bij mobiele levensvormen, zoals vissen, kan bij de functie van het gebied een onderscheid worden gemaakt in diverse levensfasen volgens de onderstaande tabel.

Tabel 11.2 *Funcities van het gebied voor met name mobiele levensvormen*

Aspect	Functie
voortplanting	paaigebied
opgroei	kinderkamer/fourageergebied
migratie	doortrekgebied/fourageergebied
permanent aanwezig	leefgebied/fourageergebied

Bij het bepalen van de effecten op de diverse levensvormen worden verschillende maatstaven gehanteerd, namelijk dichtheden (voor alle levensvormen), biomassa (met name bij macrobenthos) en functies (voor alle levensvormen, zie bovenstaande tabel).

In Van der Winden et al (1997) wordt ook het effect van lichtschitteringen van rotorbladen in het water genoemd. Uit die studie blijkt dat lichtschitteringen van zeer geringe betekenis zijn voor het onderwaterleven. Dit onderwerp blijft daarom in het MER buiten beschouwing.

11.4 Effectbeschrijving

11.4.1 Algemeen

Uit de beschrijving van de huidige situatie blijkt dat ecosysteemkenmerken binnen het plangebied nauwelijks van elkaar verschillen: de abiotische omstandigheden en (dus) ook de verschillende levensvormen vertonen een grote mate van overeenkomst. Om niet in een te sterke herhaling te vervallen worden de effecten dan ook in twee stappen behandeld. Voor ieder criterium worden de effecten in algemene zin beschreven, zodat een beeld ontstaat van de aard en omvang van de effecten. Aan het eind van elk criterium wordt aangegeven in hoeverre er verschillen zijn tussen de inrichtingsvarianten.

11.4.2 Effecten van de inrichtingsvarianten

Doordat het windpark, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark, zal worden gesloten voor de scheepvaart (uitgezonderd vaartuigen bestemd voor onderhoud van het park en schepen van de overheid) ontstaat een gebied met relatief weinig verstoring. Doordat in het gebied geen (boomkor)visserij meer plaats vindt, zal het bodemleven zich beter kunnen ontwikkelen. Een goed ontwikkeld bodemleven kan vervolgens dienen als voedselbron voor vissen. Het windpark (incl. de veiligheidszone rondom het windpark) krijgt hiermee een refugiumfunctie voor zowel macrobenthos, (bodem)vissen als zeezoogdieren. In de onderstaande alinea's wordt nader ingegaan op de effecten van het windpark op onderwaterleven.

Criterium aard en oppervlak van zandig substraat

Zandoppervlak

Door het plaatsen van de windturbines gaat een te verwaarlozen oppervlak aan oorspronkelijk zandig substraat verloren. De afname bedraagt: $36 \text{ (aantal windturbines)} \times 14,52 \text{ m}^2 \text{ (oppervlakte dwarsdoorsnede monopaal)} = 522,72 \text{ m}^2$. Als deze oppervlakte wordt afgezet tegen het ruimtebeslag (zonder veiligheidszone) van de inrichtingsvarianten (varieert van 10,08 km² tot 25 km²) kan worden geconcludeerd dat het effect te verwaarlozen is.

Sedimentsamenstelling

De monopalen brengen extra wervelingen in de getijdenstroom met zich mee, die de morfologie en dynamiek van de bodem lokaal beïnvloeden. Op plaatsen met een verhoogde waterbeweging (rondom de monopalen) ontstaan erosiekuilen (zie paragraaf 10.4.2) en resteert alleen grofzandig materiaal.

Macrobenthos

De sedimentologische samenstelling van het substraat is van groot belang voor de fauna die zich daarin ontwikkelt. Door een grotere variatie in de samenstelling van het substraat is een grotere variatie in bewoners mogelijk. Grote verplaatsingen van sediment kunnen ook gevolgen hebben voor de bodemfauna. Bodemdieren kunnen volledig verdwijnen of permanent begraven worden [Bijkerk, 1988; Van Moorsel en Munts, 1995; RIKZ, 1996; RIKZ, 1998]. Bij het omwoelen van de bodem worden met name de fijnere sedimentfracties met de stroom meegevoerd en kunnen daar de filtratiemechanismen van bodemorganismen negatief beïnvloeden. Bij het herstel van de bodemfauna zullen in eerste instantie r-strategen domineren. Na enkele jaren zullen ook soorten die gekarakteriseerd kunnen worden als niet mobiele k-strategen terugkeren. Daar waar dieren, die zich voeden met gesuspendeerd materiaal, selectief verdwijnen door een verhoogde resuspensie van sediment vertaalt dit zich in een daling van de IT-index (Infaunal Trophic index). Tijdens de gebruiksfase is de situatie vergelijkbaar met de huidige situatie.

In zijn algemeenheid is de huidige levensgemeenschap in het plangebied goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Na een grote, al of niet natuurlijke, verstoring weten kleine dieren, zoals polychaete wormen en kreeftachtigen, zich vaak weer snel te herstellen door migratie en vestiging. Bij de meeste grotere schelpdieren duurt het in de regel enige jaren voordat een populatie weer haar oude status bereikt. Migratie vanuit de omgeving zal een belangrijke factor zijn bij het herstel van het bodemleven na aanleg of verwijdering van de windturbines. Omdat de afname van het zandig substraat klein is zal dit geen gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschap in het plangebied.

Bodemvissen

De afname van het oppervlak van de oorspronkelijke zandbodem heeft een navenante afname van de leefruimte tot gevolg voor met name bodemvissen, zoals platvis en pionen. Evenals de afname van het oppervlak van de oorspronkelijke zandbodem te verwaarlozen is, is ook de afname van de leefruimte voor bodemvissen te verwaarlozen.

CONCLUSIE EFFECTEN INRICHTINGSVARIANTEN

Het zandoppervlak en de sedimentsamenstelling zullen alleen op lokaal niveau een kleine verandering ondergaan. Op niveau van het plangebied zijn deze effecten verwaarloosbaar. Door de slechts marginale verandering in de sedimentologische karakteristieken treden er geen effecten op voor macrobenthos en bodemvissen. Het enige verschil tussen de inrichtingsvarianten is de turbineafstand (in de rij en tussen de rijen), dit verschil is niet onderscheidend voor genoemde veranderingen.

Criterium aard en oppervlak van hard substraat

Het plaatsen van monopalen voor windturbines komt neer op de introductie van hard substraat. Hierdoor wordt een milieutype gecreëerd dat 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. Bij een waterdiepte van 17 meter en een diameter van de monopaal van 4,3 meter bedraagt de toename van het harde substraat: $13,5 \text{ meter (omtrek monopaal)} \times 17 \text{ meter (diepte van het water)} \times 36 \text{ (aantal windturbines)} = 8.262 \text{ m}^2$.

Voor de mate en soort van aangroei is het type substraat van belang: de aard van het materiaal (staal) en de eventuele aanwezigheid van een stortsteen rond de monopalen. 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 onderstaande kader).

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 en het stenenmilieu neemt steeds verder af, doordat stenen in de netten van vissers terecht komen. 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 monopalen wordt in dit I-MER dan ook een (beperkte) natuurwaarde toegekend.

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 monopalen kan vestigen. Diergroepen, die op zandbodems vrijwel ontbreken, zoals sponzen, hydropoliepen, zeeanemonen en zeepokken, kunnen zich in grote 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 en kreeftachtigen, 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 Euro-platform (een monozuil) en de Meetpost Noordwijk (zespotige jacket) ontwikkelt zich binnen een jaar een laag mosselen van 8 tot 10 centimeter, voordat de pijlers schoon worden gemaakt. Deze aangroei wordt meestal jaarlijks op mechanische wijze verwijderd 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 zijn 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 voor meeuwen als voedsel dient. 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, breidt deze laag zich waarschijnlijk geleidelijk uit tot op grotere diepten.

Mosselen hechten zich met byssusdraden aan het substraat. De laagdikte die zich ontwikkelt, is afhankelijk van het type substraat. 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. Filter feeders, 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 bijdrage is echter zeer beperkt.

CONCLUSIE EFFECTEN INRICHTINGSVARIANTEN

De conclusie is dat er op het onderwatergedeelte van de monopaal een totaal andere levensgemeenschap te verwachten is dan op een zandbodem. Omdat de monopalen van windturbines dóór het wateroppervlak heen steekt, ontwikkelt zich waarschijnlijk een dikke laag mosselen in de getijdenzone en in de zone direct daaronder. Aangezien de oorspronkelijke zandfauna niet noemenswaardig wordt aangetast, zal de biodiversiteit en biomassa sterk toenemen. De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

(Bodem)vissen

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 kunst-riffen vormt voor de meeste vissoorten waarschijnlijk geen belangrijke reden voor het samenscholen. 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 een betere bescherming tegen predatie bereikt.

Zeezoogdieren

Samenscholingen van vissen zoals de Steenbolk, Harder en Zeebaars bij de windturbines kunnen een aantrekkende werking hebben op zeehonden. Omdat kabeljauwachtigen (met name Wijting) een belangrijke voedselbron kunnen vormen voor de Bruinvis [Addink, 2000] is het mogelijk, dat de aanwezigheid van Steenbolk ook tot concentraties van de Bruinvis leidt (los gezien van de mogelijke invloed van geluid en trillingen).

CONCLUSIE EFFECTEN INRICHTINGSVARIANTEN

Bij de inrichtingsvarianten die het verste in zee staan is het oppervlak aan hard substraat het grootst (de monopalen zijn hier gemiddeld iets langer). Het verschil in waterdiepte tussen de inrichtingsvarianten zal leiden tot een verschil in de omvang van de fauna die zich op het hard substraat van de monopaal zal ontwikkelen. Ervan uitgaande dat de ontwikkeling van fauna op het harde substraat als positief wordt bestempeld, hebben de basisvariant en de bolstapelingsvariant 7,5D in dit opzicht de voorkeur.

Criterium waterkwaliteit

Er wordt geen gebruik gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-fouling) op de monopalen. 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.

Conclusie effecten inrichtingsvarianten

Tijdens het gebruik van het windpark treden geen effecten op de waterkwaliteit op. De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

Criterium stromingspatroon water

Door de funderingen van de windturbines verandert het stromingsregime op die plaats. Water wordt gedwongen rond de monopalen te stromen. Stroomopwaarts ontstaat plaatselijk stuwings- en stroomafwaarts verschijnselen als zog en stroomluwte. De plaats waar deze verschijnselen optreden, hangt af van de stromingsrichting en wisselt dus met het getij. De verschijnselen zijn zeer lokaal en beperkt. Laminair stromingspatronen kunnen plaatselijk overgaan in turbulente stromingen. Verandering in de stroming van het water kan invloed hebben op vrijzwemmende vissen en op de bodemgemeenschappen en -samenstelling (zie criterium 'aard en oppervlak van zandig substraat', paragraaf 10.4.2). Dit effect is zeer lokaal en beperkt van omvang.

Macrobentos

De waterbeweging zorgt voor aanvoer van organismen (larven en eieren) en voedsel en is van invloed op de mogelijkheid voor organismen om zich te handhaven. Een verandering van de stromingssnelheid en/of turbulentie kan van invloed zijn op vestiging en groei. De verandering is lokaal en beperkt van omvang en heeft nagenoeg geen effect op macrobenthos.

Vissen

In de buurt van scheepswrakken en andere objecten, die boven de zeebodem uitsteken, worden in de Nederlandse kustzone grote scholen Steenbolk (*Trisopterus luscus*) aangetroffen. Mogelijk profiteren deze vissen van een afgenomen waterstroom. Dit zou uit energetisch oogpunt gunstig kunnen zijn, als zij zich op één plaats willen concentreren. Het is echter niet zeker of deze concentraties direct door een verandering van waterbeweging worden veroorzaakt. Het is namelijk ook goed mogelijk dat door turbulenties dieren, zoals garnalen, uit het zand tevoorschijn komen, zodat de samenscholingen van Steenbolk bij wrakken en dergelijke verklaard kunnen worden vanuit de aanwezigheid van voedsel. De gewijzigde waterbeweging is in dat geval indirect verantwoordelijk voor de concentratie van de Steenbolk.

CONCLUSIE EFFECTEN INRICHTINGSVARIANTEN

De effecten voor dit criterium zijn lokaal en zeer beperkt van omvang (rondom de monopalen), de inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

Criterium onderwatergeluid en trillingen

In water kan fysisch gezien geen onderscheid worden gemaakt tussen geluid 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 is op dit moment nog nauwelijks onderzoek gedaan. Metingen in het IJsselmeer aan een 600 kW windturbine van het windturbinepark Irene Vorrink laten zien dat het door de buispaal afgestraalde onderwatergeluid relatief gering is [Novem, 1999]. Op een afstand van 90 meter van de buispaal is het geluid van de windturbine niet meer waarneembaar tegen het achtergrondgeluid.

Door de geringe waterdiepte waarin gemeten wordt (maximaal 5 meter) en de andere bodemstelling kunnen de resultaten niet geëxtrapoleerd worden naar de situatie op de Noordzee.

Windturbinegeluid

Windturbines produceren verschillende typen mechanische trillingen:

- Laagfrequente trillingen

Deze hangen samen 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,

Deze hangen samen 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 als gevolg van de min of meer constante draaisnelheid, de frequentie van het geluid door wiekpassage niet veranderen. 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 na realisatie van het NSW, de resultaten van metingen van onderwatergeluid worden ingepast in een reeds bestaand overzicht van geluidspectra van andere activiteiten (bijvoorbeeld Richardson et al, 1995). Van deze geluidspectra is in een aantal gevallen bekend 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.

Onderwatergeluid van baggerschepen is nog op te vangen tot een afstand van 20 tot 25 kilometer [Richardson et al, 1995]. Deze geluiden zijn waarschijnlijk van een andere frequentie en andere intensiteit dan het onderwatergeluid van de windturbines tijdens het gebruik van het NSW.

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 prooien. 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 dit deel van de Noordzee 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 (zie figuur 11.6 in L-MER) 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 in L-MER).

Ten aanzien van de invloed van geluid van draaiende windturbines 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 (semi)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 gewenning 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 en in ondiep water zijn geplaatst. Over het voorkomen van bruinvissen en andere walvisachtigen in het gebied rond Tunø Knob is niets bekend.

Een studie in Zweden naar de effecten van een windpark in zee op rustplaatsen van zeehonden toont ook geen duidelijke effecten aan van het in gebruik zijn van windturbines [Sundberg & Söderman, 1999].

CONCLUSIE EFFECTEN INRICHTINGSVARIANTEN

In relatief ondiep 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. De inrichtingsvarianten hebben allemaal min of meer dezelfde (gemiddelde) waterdiepte en sedimentsamenstelling, de inrichtingsvarianten zijn dan ook niet onderscheidend in onderwatergeluid als functie van de frequentie. Omdat de aard en omvang van het onderwatergeluid op dit moment nog niet bekend zijn (dit wordt in het MEP-NSW onderzocht) kunnen hier geen nadere uitspraken over worden gedaan.

In de onderstaande tabel is de beoordeling (kwantitatief en kwalitatief) van de inrichtingsvarianten samengevat.

Tabel 11.3 **Samenvatting waardering effecten inrichtingsvarianten**

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridor-variant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
kwantitatief					
<i>aard en oppervlak van zandig substraat</i>					
effect op macrobenthos	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
effect op (bodem)vissen	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
<i>aard en oppervlak van hard substraat</i>					
effect op macrobenthos	positief	positief	positief	positief	positief
effect op (bodem)vissen	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridor-variant	Rendement-variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
effect op zeezoog-dieren	verwaar-loosbaar	verwaar-loosbaar	verwaar-loosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
<i>waterkwaliteit</i>					
effect op macroben-thos	geen	geen	geen	geen	geen
effect op (bo-dem)vissen	geen	geen	geen	geen	geen
effect op zeezoog-dieren	geen	geen	geen	geen	geen
<i>stromingspatroon water</i>					
effect op macroben-thos	verwaar-loosbaar	verwaar-loosbaar	verwaar-loosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
effect op (bo-dem)vissen	verwaar-loosbaar	verwaar-loosbaar	verwaar-loosbaar	verwaarloosbaar	verwaarloosbaar
<i>onderwatergeluid en trillingen</i>					
effect op (bo-dem)vissen	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
effect op zeezoog-dieren	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
kwalitatief					
<i>aard en oppervlak van zandig substraat</i>					
effect op macroben-thos	0	0	0	0	0
effect op (bo-dem)vissen	0	0	0	0	0
<i>aard en oppervlak van hard substraat</i>					
effect op macroben-thos	+	+	+	+	+
effect op (bo-dem)vissen	0	0	0	0	0
effect op zeezoog-dieren	0	0	0	0	0
<i>waterkwaliteit</i>					
effect op macroben-thos	0	0	0	0	0
effect op (bo-dem)vissen	0	0	0	0	0
effect op zeezoog-dieren	0	0	0	0	0

Toetsingscriterium	Basis-variant	Corridor-variant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
<i>stromingspatroon water</i>					
effect op macrobenthos	0	0	0	0	0
effect op (bodem)vissen	0	0	0	0	0
<i>onderwatergeluid en trillingen</i>					
effect op (bodem)vissen	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
effect op zeezoogdieren	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen;
- + een significant positief verschil t.o.v. de nulvariant.

11.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering*Waterkwaliteit*

Tijdens de aanleg en verwijdering van het NSW kan er door activiteiten als heien (monopalen) en trenchen (ingraven parkbekabeling) een extra vertroebeling van het water optreden. De vertroebeling is lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang. Alhoewel de effecten zeer klein zijn valt toch een rangschikking aan te brengen op basis van de lengte van de parkbekabeling (zie tabel 4.2, paragraaf 4.2.2). De inrichtingsvariant met de kleinste lengte aan parkbekabeling (basisvariant: 27,98 km) scoort hierbij beter dan de inrichtingsvariant met de grootste lengte aan parkbekabeling (bolstapeling 10,5D: 35,08 km).

Onderwatergeluid en trillingen

De plaatsing en verwijdering van windturbines zullen gepaard gaan met trillingen door het heien van de monopalen. Voor zover dat infrason geluid (frequenties < 20 Hz) en andere lage frequenties betreft, werd al gesteld dat deze in relatief ondiep water snel uitdoven. Onderwatergeluiden van baggerschepen zijn nog op te vangen tot op een afstand van 20 tot 25 kilometer [Richardson et al, 1995]. Deze geluiden zijn echter waarschijnlijk van een andere aard dan het onderwatergeluid tijdens de aanleg en verwijdering van het NSW.

Ten aanzien van de invloed van geluid als gevolg van de aanleg van het NSW (heien) op organismen onder water blijkt uit het MER Winning van aardgas in blok Q4 van het Nederlands Continentaal Plat, dat er geen onaanvaardbare effecten zijn, mede omdat de activiteit van korte duur is.

Bij een studie in Zweden naar de effecten van een windpark in zee op rustplaatsen van zeehonden werd tijdens de aanleg van het windpark een tijdelijke daling in het aantal rustende dieren waargenomen [Sundberg & Söderman, 1999]. Ook waren de zeehonden onrustiger.

11.4.4 Effecten van onderhoud

Tijdens onderhoudswerkzaamheden aan de monopalen en de elektriciteitskabels in het windpark (bijvoorbeeld controle diepteligging of herstel van een kabelbreuk) kan tijdelijk een extra vertroebeling van de waterkolom en mogelijk een verlaging van het zuurstofgehalte optreden. Door resuspensie van het aanwezige slib kunnen daaraan gebonden verontreinigingen opnieuw beschikbaar komen en opgenomen worden in de voedselketen.

Onderhoud- en reparatiewerkzaamheden worden uitgevoerd met onderhoudsvaartuigen. Dit leidt tot geluidproductie onder water. 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.

11.4.5 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

Gebruik elektriciteitskabel

Elektrische en magnetische velden

De elektriciteitskabels worden vanaf het windturbinepark tot circa 3 kilometer uit de kust circa 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels 3 meter diep aangelegd. Bij de elektriciteitskabels wordt uitgegaan van drie 36 kV 3-fasenkabels. De kabels bestaan uit een mantel met daarin drie kabels. Doordat 3-fasen kabels worden gebruikt heffen de magnetische velden van deze kabels elkaar op en ontstaat er geen (verwaarloosbaar) magnetisch veld (zie ook paragraaf 4.2.2).

Met het gebruik van onderwater wisselspanningskabels in het NCP is weinig ervaring. Onderwater wisselspanningskabels worden echter al tientallen jaren toegepast in verschillende natte natuurgebieden in Nederland (Waddenzee, Wester- en Oosterschelde). Hier zijn geen aanwijzingen dat deze wisselspanningskabels schadelijke effecten hebben op de natuurwaarden van deze gebieden. De effecten van wisselspanningskabels op het ecosysteem van de Noordzee zijn vergelijkbaar met die van wisselspanningskabels in de Waddenzee en Wester- en Oosterschelde. Om deze reden wordt niet verwacht dat er effecten (barrièrewerking) optreden.

Indien er toch een zeer klein magnetisch veld optreedt dan zal de invloed op het bestaande magnetisch veld 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 elektriciteitskabel 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, maar niet aannemelijk, dat de oriëntatie en migratie van deze soorten door de geringe verandering in het magnetische veld worden beïnvloed.

Door het gebruik van 3-fasen kabels zal geen (of verwaarloosbaar) magnetisch veld ontstaan (zie paragraaf 4.2.2). In het geval dat er toch een zeer klein magnetische veld ontstaat dan wordt de voorkeur gegeven aan het kabeltracé met de kortste verbinding naar de kust (zie tabel 4.2, paragraaf 4.2.2: variant die deels buiten de concessieruimte ligt).

Aanleg en verwijdering elektriciteitskabel

Aard en oppervlak zandig substraat

Bij de aanleg van de elektriciteitskabels zal tijdens het trenchen een zeer gering verlies van bodemfauna optreden. De effecten voor de bodemfauna zijn zeer lokaal en beperken zich tot hooguit enkele meters aan weerszijden van de elektriciteitskabels. Bij het herstel van de bodemfauna zullen in eerste instantie r-strategen domineren. Na enige tijd zullen ook soorten die gekarakteriseerd kunnen worden als niet mobiele k-strategen terugkeren. Daar waar dieren, die zich voeden met gesuspendeerd materiaal, tijdelijk selectief verdwijnen door een verhoogde resuspensie van sediment vertaalt dit zich in een daling van de IT-index (Infaunal Trophic index). In zijn algemeenheid is de huidige levensgemeenschap in de kustzone goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Na een grote, al of niet natuurlijke, verstoring weten kleine dieren, zoals polychaete wormen en kreeftachtigen, zich vaak weer snel te herstellen door migratie en vestiging. Bij de meeste grotere schelpdieren duurt het in de regel enige jaren voordat een populatie weer haar oude status bereikt. Migratie vanuit de omgeving zal een belangrijke factor zijn bij het herstel van het bodemleven na aanleg of verwijdering van de elektriciteitskabel.

CONCLUSIE

De effecten op het bodemleven zijn lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang. De kabelvariant die deels buiten de concessiecorridor ligt heeft vanwege zijn kleinere lengte (30.205 m) de voorkeur boven de variant die geheel binnen de concessiecorridor ligt (35.804 m).

Waterkwaliteit

Tijdens de aanleg en verwijdering van de elektriciteitskabel naar de kust kan door het trenchen een extra vertroebeling van het water en mogelijk een verlaging van het zuurstofgehalte optreden. De omvang van de vertroebeling, de mogelijke zuurstofafname in het water en het mogelijk vrijkomen van verontreinigingen (als gevolg van resuspensie), vanwege de aanleg van de elektriciteitskabel, neemt toe met de lengte van de elektriciteitskabel. De gevolgen van de aanleg van de elektriciteitskabel zullen het grootst zijn op plaatsen waar de natuurwaarden het grootst zijn. Dit is de zone tot 5 kilometer uit de kust, die in beide kabelvarianten wordt doorsneden. De vertroebeling is echter lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang (zie hoofdstuk 10). Het risico van hernieuwde beschikbaarheid van verontreinigingen (als gevolg van resuspensie) wordt bepaald door de concentratie en oplosbaarheid van deze stoffen.

CONCLUSIE

Alhoewel de effecten zeer klein zijn valt toch een rangschikking aan te brengen (zie tabel 4.2, paragraaf 4.2.2). De kabelvariant die deels buiten de concessiecorridor ligt heeft vanwege zijn kleinere lengte (30.205 m) de voorkeur boven de variant die geheel binnen de concessiecorridor ligt (35.804 m).

Onderhoud elektriciteitskabel

Tijdens onderhoudswerkzaamheden of reparatiewerkzaamheden aan de elektriciteitskabel (bijvoorbeeld controle diepteligging of herstel van een kabelbreuk) kan tijdelijk een extra vertroebeling van de waterkolom en mogelijk een verlaging van het zuurstofgehalte optreden. Door resuspensie van het aanwezige slib kunnen daaraan gebonden verontreinigingen opnieuw beschikbaar komen en opgenomen worden in de voedselketen.

De geluidproductie van onderhoudsvaartuigen langs de elektriciteitskabel kan enige verstoring geven. De verstoring is echter lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang en is verwaarloosbaar ten opzichte van de verstoring die optreedt als gevolg van het reguliere scheepvaartverkeer.

11.5 Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling

Geconcludeerd kan worden dat er (nagenoeg) geen effecten optreden en dat de inrichtingsvarianten niet onderscheidend zijn. Ten aanzien van het criterium 'hard substraat' treedt een positief effect op door het creëren van extra vestigingsmogelijkheden voor levensvormen (voornamelijk macrobenthos) die afhankelijk zijn van hard substraat. Ten aanzien van het criterium 'onderwatergeluid en trillingen' is onvoldoende informatie beschikbaar, nadere metingen in het kader van het MEP-NSW zullen hier uitsluitsel over moeten geven. Alhoewel de effecten van aanleg en verwijdering van het windpark klein zijn valt toch een rangschikking aan te brengen. De rangschikking hangt samen met de lengte aan parkbekabeling die bij de inrichtingsvarianten wordt aangebracht. Bij de basisvariant is de totale kabellengte het kleinst (27,98 km) en bij de bolstapeling 10,5D het grootst (35,08 km). Bij de beoordeling van de kabelvarianten wordt de variant waarbij het kabeltracé deels buiten de concessiecorridor ligt vanwege de kleinere lengte iets positiever beoordeeld.

In de volgende twee tabellen zijn de effecten van de inrichtingsvarianten en de kabelvarianten weergegeven. De effecten van het gebruik zijn weergegeven per toetsingscriterium. De effecten van aanleg, verwijdering en onderhoud zijn gezien de beperkte omvang en duur van de effecten samengevoegd.

Tabel 11.4 **Kwalitatieve beoordeling inrichtingsvarianten**

	Basis-variant	Corridor variant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
effecten van de inrichtingsvarianten (gebruik)					
<i>aard en oppervlak van zandig substraat</i>					
effect op macrobenthos	0	0	0	0	0
effect (bodem)vissen	0	0	0	0	0
<i>aard en oppervlak van hard substraat</i>					
effect op macrobenthos	+	+	+	+	+
effect op (bodem)vissen	0	0	0	0	0
effect op zeezoogdieren	0	0	0	0	0
<i>waterkwaliteit</i>					
effect op macrobenthos	0	0	0	0	0
effect op (bodem)vissen	0	0	0	0	0
effect op zeezoogdieren	0	0	0	0	0
<i>stromingspatroon water</i>					
effect op macrobenthos	0	0	0	0	0
effect op (bodem)vissen	0	0	0	0	0
<i>onderwatergeluid en trillingen</i>					
effect op (bodem)vissen	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
effect op zeezoogdieren	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend	niet bekend
effecten van aanleg en verwijdering van het windpark	0/-	0/-	0/-	0/-	-
effecten van onderhoud van het windpark	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarden;
- +
- een significant positief verschil t.o.v. de nulvariant.

Tabel 11.5 **Kwalitatieve beoordeling kabelvarianten**

	Kabeltracé geheel binnen concessiecorridor	Kabeltracé deels buiten concessiecorridor
effecten van de kabel naar de kust (gebruik)		
<i>aard en oppervlak van zandig substraat</i>		
effect op macrobenthos	0	0
effect (bodem)vissen	0	0
<i>aard en oppervlak van hard substraat</i>		
effect op macrobenthos	0	0
effect op (bodem)vissen	0	0
effect op zeezoogdieren	0	0
<i>waterkwaliteit</i>		
effect op macrobenthos	0	0
effect op (bodem)vissen	0	0
effect op zeezoogdieren	0	0
<i>stromingspatroon water</i>		
effect op macrobenthos	0	0
effect op (bodem)vissen	0	0
<i>onderwatergeluid en trillingen</i>		
effect op (bodem)vissen	niet bekend	niet bekend
effect op zeezoogdieren	niet bekend	niet bekend
effecten van aanleg en verwijdering van de kabel naar de kust	0/-	0
effecten van onderhoud van de kabel naar de kust	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 *geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;*
- *een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.*

Conclusie

Uit de voorgaande vergelijking blijkt dat voor alle criteria geen significante effecten optreden, de varianten zijn dan ook niet onderscheidend.

11.6 Mitigerende maatregelen

Omdat er (nagenoeg) geen effecten optreden worden hier geen effectbeperkende maatregelen voorgesteld.

12 Scheepvaart en veiligheid

12.1 Algemeen

De mogelijke effecten van de voorgenomen activiteit op scheepvaart en veiligheid is een belangrijk aandachtspunt bij de realisatie van het NSW. Dit wordt met name veroorzaakt door de milieugevolgen die een ramp op zee kan hebben. Recente voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen die in 2002 zijn opgetreden bij scheepsrampen aan de Noordkust van Spanje (de enkelwandige olietanker *Prestige*) en de zuidoostkust van Engeland (de *Tricolor*).

De potentiële effecten met betrekking tot scheepvaart en veiligheid worden in hoofdlijnen bepaald door de volgende factoren:

- de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine;
- de kans dat een aanvaring een zodanig effect heeft dat er schade aan het milieu optreedt;
- de impact hiervan op het milieu.

In dit hoofdstuk wordt hierop uitgebreid ingegaan.

12.2 Reeds uitgevoerde studies

In het kader van het L-MER zijn twee rapporten opgesteld waarin het effect van het windpark op de afwikkeling en veiligheid van de scheepvaart staat beschreven. Dit betreffen:

- Veiligheidsstudie voor de milieu-effectrapportage van het Near Shore Windpark [Van der Tak, 1999];
- Nadere toelichting veiligheidsstudie voor het Near Shore Windpark [Haskoning, 2000].

In de Nadere toelichting [Haskoning, 2000] zijn de effecten voor de afwikkeling van de scheepvaart en de veiligheid voor het windpark bij Egmond gekwantificeerd. Er is daarbij gekeken naar twee aspecten, namelijk:

- de gevolgen voor de afwikkeling van de scheepvaart in termen van omvaren en extra kans op een aanvaring van schepen onderling door hogere concentraties van het scheepvaartverkeer buiten het windpark;
- de kans op een aanvaring/aandrijving van het windpark met bijbehorende consequentieberekening.

12.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Voor de beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling wordt verwezen naar het L-MER.

12.4 Toetsingscriteria

In deze paragraaf worden de toetsingscriteria beknopt toegelicht, voor een uitgebreide beschrijving en onderbouwing wordt verwezen naar het L-MER (hoofdstuk 12 en de daarop geschreven aanvulling [Haskoning, 2000]).

Voor de voorspelling van de effecten van de inrichting van het windpark op het aspect 'scheepvaart en veiligheid' zijn de volgende toetsingscriteria gehanteerd: 'oorzaken voor ongevallen', 'veiligheidsrisico's' en 'milieurisico's'. In de onderstaande tabel zijn de criteria en subcriteria weergegeven.

Tabel 12.1 **Overzicht toetsingscriteria**

Criterium	Subcriterium
oorzaken voor ongevallen	aanvaringen en aandrijvingen aanvaring tegen draaiend rotorblad Beïnvloeding scheepsradar en scheepvaartbegeleidingssysteem falen constructie (omvallen constructie of afbreken onderdelen) ijsafzetting op de rotorbladen onderhoudswerkzaamheden
veiligheidsrisico's (letselschade)	groepsrisico
milieurisico's	olie- en chemicaliënverontreiniging

12.4.1 Oorzaken voor ongevallen

Aanvaringen en aandrijvingen

Aanvaringen als gevolg van omvarende scheepvaart

Nadat het NSW is gerealiseerd zullen schepen moeten omvaren. Als gevolg van het omvaren ontstaan op andere locaties grotere concentraties schepen, waardoor op die routes de kans op een ongeval groter wordt.

Aanvaringen tussen een schip en het windpark

Bij een aanvaring van een schip met een windturbine zal door de relatief hoge snelheid (ten opzichte van een aandrijving) sprake zijn van een grote impact. De energie van de impact wordt bepaald door de massa (M) en de snelheid in het kwadraat (V^2). Een frontale aanvaring kan resulteren in grote schade aan zowel het schip als de windturbine. In het meest ongunstigste geval bezwijkt (knikt) de windturbine ter plaatse van het aanvaarpunt (knikpunt) en valt de gondel van de windturbine op het schip. Hierbij kan het dek van het schip worden beschadigd en kan lading vrijkomen. In de Nadere toelichting [Haskoning, 2000] zijn de bezwijkvormen nader toegelicht.

Aandrijvingen

Een aandrijving ontstaat wanneer een op drift geraakt schip tegen een windturbine botst. Doordat de snelheid van een op drift geraakt schip (ten opzichte van een aanvaring) relatief laag is, zal ook de impact beperkter van omvang zijn. De snelheid van een op drift geraakt schip wordt bepaald door de snelheid van de zeestroming en door de windkracht. De richting waarin het schip drijft hangt af van de windrichting en de stroomrichting.

Aanvaring tegen draaiend rotorblad

Theoretisch is het mogelijk dat wanneer een (heel) groot schip dicht langs een windturbine vaart, een draaiend rotorblad het schip of een bemanningslid raakt. Het effect van een botsing is met name afhankelijk van de omvang van het schip, de kracht waarmee het rotorblad het schip raakt en de aanwezigheid van personen op de plaats van de inslag. In de praktijk zal dit nauwelijks kunnen voorkomen aangezien bij de dimensionering van de turbine - in termen van masthoogte - rekening is gehouden met veiligheidseisen die de kans dat een rotorblad het schip kan raken minimaliseert. Dit tezamen met de kans dat een groot schip zich daadwerkelijk onder een windturbine bevindt en dat zich op dat moment bemanning op het voordek bevindt, maakt het zeer onwaarschijnlijk dat dit een oorzaak voor een ongeval kan zijn.

Beïnvloeding scheepsradar en scheepvaartbegeleidingssysteem

Radarsystemen voor het waarnemen van doelen op grote afstand worden in hun prestaties gehinderd door obstakels die tussen het doel (schip) en de radar staan. Bij plaatsing van windturbines binnen het bereik van een radarsysteem zal achter de windturbine een radarschaduw ontstaan, hierdoor wordt het radarbereik in desbetreffende richting beperkt. De radarschaduw wordt in hoofdzaak bepaald door de gondel en de relatief smalle mast. Daarnaast kan het voorkomen dat een object wordt waargenomen op een andere locatie dan de werkelijke: een schijndoel. In het L-MER (paragraaf 12.3.3) worden de begrippen 'schaduwwerking' en 'schijndoel' nader beschreven.

Falen constructie (omvallen constructie / breuk turbineonderdelen)

Een moderne windturbine heeft specifieke voorzieningen, gericht op het voorkomen van materiaalbreuk, brand- en elektrocutiegevaar. Windturbines die in Nederland worden geplaatst, moeten voldoen aan strenge veiligheidseisen aan het ontwerp en het materiaalgebruik van de turbine en aan de bedrijfsvoering. De kans dat de constructie faalt als gevolg van vermoeiing of een constructiefout is door de strenge normen zeer klein.

IJsafzetting op de rotorbladen

IJsafzetting op de rotorbladen kan, bij het wegslingeren van stukken ijs, een gevaar voor mensen betekenen die zich in de directe omgeving van de windturbines bevinden. De kans dat ijsafzetting optreedt is gering. De kans dat er mensen in de buurt komen idem dito.

Onderhoudswerkzaamheden

Risico's tijdens onderhoudswerkzaamheden aan het NSW hangen samen met het betreden en verlaten van het landingsbordes rond de turbines en met de hoogte waarop de werkzaamheden worden uitgevoerd. Dergelijke risico's treden niet op voor passanten en hebben daardoor niets te maken met externe veiligheid.

12.4.2 Veiligheidsrisico's

Voor het beoordelen van de aanvaardbaarheid van veiligheidsrisico's van het NSW is een referentiekader nodig. Er zijn echter geen formele normen of richtlijnen beschikbaar voor risico's door aanvaringen/aandrijvingen van scheepvaart met turbines (of schepen onderling). Om toch een referentiekader te hebben, is aansluiting gezocht bij de normen die het Ministerie van VROM hanteert voor risico's van gevaarlijke activiteiten op land (inrichtingen en transport van gevaarlijke stoffen).

De normen voor risico's zijn gebaseerd op de kans van overlijden van personen. Er wordt hierbij onderscheidt gemaakt in twee gestandaardiseerde risicomaten:

- **Individueel risico (IR):** de kans per jaar dat een persoon dodelijk wordt getroffen door een ongeval als hij zich permanent en onbeschermd op een bepaalde plaats zou bevinden.
- **Groepsrisico (GR):** de kans per jaar dat in de omgeving van het risico-object in een keer een groep personen dodelijk wordt getroffen door de gevolgen van een ongeval.

Het IR is echter geen goede risicomaat voor het NSW, aangezien het IR uitgaat van de permanente aanwezigheid van een persoon. Dat is rond het NSW onmogelijk. In de eerste plaats omdat het windpark op zee wordt gebouwd en in de tweede plaats door de veiligheidszone om het windpark. Bij de effectbeschrijving wordt alleen ingegaan op het groepsrisico.

12.4.3 Milieurisico's

Bij het aanvaren of aandrijven van een schip met een windturbine kan milieuschade ontstaan als gevolg van verontreiniging met olie of met chemicaliën. Het milieurisico wordt bepaald door de kans in relatie tot de omvang van de effecten. In paragraaf 12.5 (effectbeschrijving) wordt hierop ingegaan. Hoe klein de kans op negatieve milieueffecten ook mag zijn, de gevolgen voor het milieu zijn groot wanneer een olietanker als gevolg van een aanvaring met een windturbine lek slaat en olie verliest. Tot op heden zijn er in de wereld nog geen ervaringen met dergelijke milieurampen als gevolg van windturbines op zee bekend.

12.5 Effectbeschrijving

12.5.1 Effecten van de inrichtingsvarianten

Aanvaringen en aandrijvingen

Voor het I-MER is door MARIN onderzocht wat de effecten van de inrichtingsvarianten zijn op de veiligheid van de scheepvaart (zie bijlage 4). De berekeningen hiervoor hebben plaatsgevonden op windturbine niveau. Er zijn twee redenen voor een berekening van de veiligheid op windturbine niveau. De eerste reden is dat het niet goed mogelijk is om een rangorde van de inrichtingsvarianten te bepalen zonder een detailberekening omdat sommige inrichtingsaspecten gevolgen hebben die van elkaar verschillen. De tweede reden is dat voor het L-MER nooit naar de invulling van het windpark met turbines is gekeken, maar alleen naar een gesloten gebied waarbinnen windturbines zouden worden geplaatst. Voor het L-MER was dit voldoende maar voor de afweging van de verschillende inrichtingsvarianten is een berekening op windturbine niveau noodzakelijk. Een dergelijke berekening is na het L-MER reeds uitgevoerd voor het windpark Q7 en het windpark Meerwind in de Duitse Bocht.

Aanvaringen als gevolg van omvarende scheepvaart

In [Haskoning, 2000] wordt geconcludeerd dat de effecten buiten het NSW zeer klein zijn. De effecten zijn het grootst voor de verkeersongevallen (zonder aanvaringen met ankerliggers). Deze nemen toe met 0,0023, wat betekent een extra ongeval eens in de 435 jaar. Deze toename blijft beperkt tot 0,01% van het Nederlandse deel van de Noordzee.

Dat extra ongeval zal meestal een stranding zijn en treedt op omdat sommige schepen tussen IJmuiden richting Den Helder door het NSW dichters langs de kust gaan varen. Van der Tak (2003) concludeert dat, gezien de nagenoeg gelijke verkeersafwikkeling voor de inrichtingsvarianten, er geen aantoonbaar verschil zal zijn tussen de inrichtingsvarianten op dit aspect (zie bijlage 4).

Aanvaringen van schepen tegen een windturbine

In de Nadere toelichting veiligheidsrisico's van het NSW [Haskoning, 2000] is uitgebreid ingegaan op de effecten van een aanvaring/aandrijving. In de Nadere toelichting is beschreven wat er met de turbine gebeurt bij een aanvaring of aandrijving ("knikken" of "scharnieren"). Deze gegevens zijn nodig om de effecten voor het milieu en de mensen te bepalen. Ook wordt ingegaan op de mogelijke schade aan een schip bij een aanvaring of aandrijving met een windturbine. Onderstaand worden de conclusies weergegeven.

SCHADE AAN WINDTURBINE

Bepalend voor het effect van een aanvaring of aandrijving op de windturbine is de kinetische energie van het schip bij de botsing met de ondersteuningsconstructie. In het algemeen kan het volgende worden verondersteld:

- Bij frontale en schampende aanvaringen is de overgedragen energie in praktisch alle gevallen zo hoog dat de buispaal ernstig wordt beschadigd en bezwijkt. Daarbij kan de paal zowel knikken als scharnieren. De kans op scharnieren is verreweg het grootst. Verwacht wordt dat circa 10% van de aanvaringen tussen een schip en een windturbine frontaal is en 90% schampend [Haskoning, 2000].
- Bij aandrijvingen zullen kleinere schepen (tot circa 1.600 GT) geen blijvende schade aan de windturbine aanrichten. Aandrijvende schepen vanaf 1.600 GT zullen leiden tot scharnieren. Het knikken van de windturbine na een aandrijving van een schip wordt niet verwacht omdat de snelheid van het schip te laag zal zijn.

SCHADE AAN SCHIP

Bij een frontale aanvaring zal naar verwachting geen ernstige schade optreden aan het schip, omdat de constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) zeer stijf is. Bovendien blijft de schade beperkt tot het gedeelte van het schip voor het voorpiekschot, waar lek raken geen verdere consequenties heeft voor schip en milieu omdat zich daar geen lading of brandstoftanks bevinden. Wel kan er schade aan het schip optreden doordat bij een frontale botsing de turbine kan knikken of zelfs volledig kan breken. De vrijvallende gondel met mast kan op het dek terechtkomen, waarbij het dek waarschijnlijk zal scheuren. Bij schampen geldt in principe dat geen ernstige schade aan het schip zal optreden. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaierende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Maar ook hier geldt dat bij de grotere schepen (boven de 1.600 GT) in het slechtste geval (worst case scenario) de mast kan bezwijken en met de gondel op het dek van het schip terecht kan komen. Hierdoor zal schade aan het dek ontstaan.

Wanneer het schip met de zijkant in aanraking komt met de windturbine kan een gat ontstaan in het ladingdeel of ter plaatse van de bunkertank (brandstoftank gevuld met olie die op ieder schip voorkomt). Zo'n gat ontstaat wanneer het schip voldoende groot (boven de 1.000 GT) is en de afscherming van de mast van de windturbine in de scheepshuid drukt.

Doordat rondom de funderingsconstructie slechts een beperkte beschermingsconstructie wordt toegepast (kleiner dan wat in het L-MER is aangegeven) zal de kans op beschadiging van de scheepshuid klein zijn.

In algemene zin wordt opgemerkt dat de schade die optreedt bij een aanvaring of aandrijving relatief groter zal zijn wanneer er delen van de windturbine uitsteken. Ten tijde van het L-MER is uitgegaan van een type windturbine waar op het niveau van de zeespiegel een ladder bescherming zou worden geplaatst en op ca. 16 meter hoogte boven de zeespiegel een werk- en trafo-dek. Wanneer een schip in aanraking komt met dergelijke uitstekende delen dan is de kans dat de aanvaring of aandrijving schade veroorzaakt groter dan wanneer er minder delen uitsteken. Het type windturbine waarmee Noord-zeeWind het windpark wil realiseren kent in tegenstelling tot de 1,5 MW turbine uit het L-MER geen ladderbeschermingsconstructie. Vanuit dit oogpunt lijkt de 2,75 MW turbine "aanvaringsvriendelijker" dan de 1,5 MW turbine.

Aanvaringen tussen een schip en het windpark

Om de inrichtingsvarianten onderling te vergelijken is voor iedere inrichtingsvariant de aanvaar/aandrijfkans bepaald voor alle windturbines in het windpark (zie bijlage 4). In de onderstaande tabel zijn per inrichtingsvariant de gesommeerde kansen weergegeven.

Bij de gesommeerde kansen is er vanuit gegaan dat een schip na aanvaring met de eerste windturbine op volle vaart doorvaart en mogelijk tegen een volgende windturbine aanvaart (géén correctie voor dubbeltelling). Dit is een "worst case" situatie; in werkelijkheid zal het schip afremmen of stil komen te liggen na de eerste aanvaring.

Tabel 12.2 **Kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over 36 windturbines (zonder correctie voor dubbeltellingen a.g.v. schaduwwerking)**

Inrichtings-variant	Routegebonden verkeer			Niet-routegebonden verkeer			Alle verkeer		
	aanva-ring	aan-drijving	totaal	aanva-ring	aan-drijving	totaal	Aanva-ring	aan-drijving	totaal
basisvariant	0,000579	0,009743	0,010322	0,000049	0,010848	0,010897	0,000628	0,020591	0,021219
bolstapelning 10,5D	0,000415	0,009234	0,009649	0,000080	0,012405	0,012485	0,000496	0,021639	0,022135
bolstapelning 7,5D	0,000641	0,010062	0,010703	0,000034	0,009635	0,009669	0,000675	0,019697	0,020372
rendements-variant	0,000487	0,009263	0,009750	0,000091	0,012603	0,012694	0,000578	0,021866	0,022444
corridorvariant	0,000289	0,008691	0,008980	0,000101	0,015495	0,015596	0,000390	0,024186	0,024576

Uit de bovenstaande tabel kan worden geconcludeerd dat de kans op een aanvaring/aandrijving bij het routegebonden verkeer bij de corridorvariant het kleinst is. Bij de corridorvariant zal gemiddeld eens in de 111 jaar ($= 1 / 0,008980$) een routegebonden schip in aanvaring komen met het windpark. Bij de bolstapelning 7,5D is de kans op een aanvaring het grootst, namelijk eens in de 93 jaar ($= 1 / 0,010703$).

Bij het niet-routegebonden verkeer is de kans op een aanvaring/aandrijving over het algemeen iets groter en is de situatie precies omgedraaid. Hier is de kans op een aanvaring/aandrijving bij de corridorvariant het grootst (eens in de 64 jaar) en bij de bolstapeling 7,5D het kleinst (eens in de 103 jaar).

Aanvaring tegen draaiend rotorblad

De exacte ashoogte van de windturbines is op dit moment nog niet bekend, maar zal in ieder geval liggen tussen de 64 en 70 meter (zie paragraaf 4.2.1). Uitgaande van een ashoogte van 64 meter (in dit geval een worst case benadering) ligt het laagste punt dat het rotorblad bereikt circa (64-46) 18 meter boven mean sea level. Of het rotorblad het schip raakt is afhankelijk van de draairichting van de rotor en de hoogte van het dek en stuurhuis. Indien dit toch optreedt zal het gedeelte van het rotorblad dat het schip raakt afbreken. De impact van het rotorblad is namelijk niet zodanig groot dat het dek van een vrachtschip doorboord wordt.

In paragraaf 12.4.1 is reeds aangegeven dat het risico van aanvaring tegen een draaiend rotorblad en de impact daarvan voor mens en milieu nihil is.

Beïnvloeding scheepsradar

Voor de radarinstallaties op schepen is niet kwantitatief vast te leggen in welke richting of in welke mate schijndoelen of schaduwkegels zullen optreden. Uit onderzoek blijkt dat bij toepassing van conische buismasten en bij vermindering van verticale vlakken aan de windturbine, de kans op het optreden van schijndoelen en valse reflecties verwaarloosbaar is [Christiaan Huygens Lab, 1988]. De windturbines worden uitgevoerd met conische buismasten en hebben nagenoeg geen verticale vlakken. De kans op het optreden van schijndoelen en valse reflecties is dan ook verwaarloosbaar.

Bovendien is een verstoring van de scheepsradar het gevaarlijkst wanneer een echo van een schip niet wordt gezien doordat het schip in de schaduw van een windturbine vaart. Omdat het meeste scheepvaartverkeer ver van het windpark afligt en er geen aanleiding is om direct na de passage van een hoekpunt van het windpark van vaarrichting te veranderen zal de kans op een schip in de schaduw van een windturbine zeer klein zijn. Verder zal het schip bij het kleiner worden van de afstand tijdig op de radar in zicht komen.

Beïnvloeding scheepvaartbegeleidingssysteem

Voor de scheepvaartverkeersveiligheid zijn in Nederland drie systemen in gebruik:

- Radar;
- RDF (Radio Direction Finder);
- Marifoon (maritieme telefonie).

Volgens HITT (Holland Institute of Traffic Technology) en Rijkswaterstaat Dienstkring Noordzeekanaal zijn de gevolgen van het windpark op de marifoon en de RDF waarschijnlijk minder dan die op de radardekking en derhalve behoeven er op voorhand geen maatregelen getroffen te worden. Daarom is er in dit MER aan deze systemen verder geen aandacht besteed. Mocht te zijner tijd blijken dat verstoring optreedt bij deze systemen, dan zal in overleg met het bevoegd gezag worden gezocht naar een gepaste oplossing. Het windpark zal wel gevolgen hebben voor het radarbereik.

Door de aanleg van het NSW zal aan de noord-noordwestzijde van het windpark schaduwwerking in het dekkingsgebied van het radarsysteem IJmuiden optreden. De optredende schaduwwerking is met name afhankelijk van de afstand van het windpark tot het radarsysteem in IJmuiden, en de oppervlakte en vorm van het windpark. Aan HITT is de vraag voorgelegd welke inrichtingsvariant de grootste invloed heeft op de radardekking. HITT is van mening dat de radarverstoring van alle inrichtingsvarianten ongeveer even groot is; bij alle inrichtingsvarianten zal de radardekking achter het NSW slecht tot zeer slecht zijn. De basisvariant en de bolstapeling 7,5D hebben door hun geringere breedte (gezien vanuit IJmuiden) een iets kleinere schaduwwerking; de verschillen zijn echter klein.

Er is inmiddels een besluit genomen om ook bij Zandvoort een walradar te plaatsen. Dit zal echter weinig invloed hebben op de schaduwwerking van het NSW doordat het windpark door de (toekomstige) radar bij Zandvoort min of meer vanuit dezelfde richting wordt aangestraald als door de walradar bij IJmuiden.

In het pkb NSW [EZ/VROM, 2000-2001] is aangegeven dat een steunradar moet worden geplaatst of dat de radarverstoring op een andere gelijkwaardige wijze zal worden beperkt. HITT heeft aangegeven dat als de steunradar iets ten noord-noordwesten van het windpark (of op land ten noorden van Egmond) wordt geplaatst de optredende schaduwwerking geheel wordt opgeheven. Met ander woorden; na installatie van de steunradar zijn de inrichtingsvarianten niet meer onderscheidend.

Falen constructie (omvallen constructie of afbreken turbineonderdelen)

In de Nadere toelichting veiligheidsrisico's van het NSW [Haskoning, 2000] wordt uitgebreid ingegaan op het falen van de constructie. Hierbij is gekeken naar het omvallen van de constructie en het afbreken van turbineonderdelen (bijvoorbeeld afbreken van rotorbladen). De strenge veiligheidseisen beperken de kans op ongelukken als gevolg van het omvallen van de constructie of door rotorbladbreuk. Uit onderzoek blijkt dat de veiligheidsrisico's die samenhangen met het omvallen van de gehele constructie zonder invloed van buitenaf zeer klein zijn. In het handboek Risicozonering Windturbines [ECN, 2002] wordt op land de kans op het omvallen van de windturbine door mastbreuk geschat op $3,2 \times 10^{-4}$ (eens in de 3.125 jaar).

ECN (zie bijlage 3 van Nadere toelichting veiligheidsrisico's NSW) stelt dat voor windturbines tot 2,5 MW een afgebroken rotorblad in extreme gevallen hooguit 300 tot 400 meter van de turbinemast neer kan komen. De turbines waar het hier om gaat zijn 2,75 MW, dus deze afstandsgrens kan daardoor hoger komen te liggen dan 300 tot 400 meter. Gezien het feit dat er een veiligheidszone van 500 meter om het windpark zal worden ingesteld kan worden gesteld dat de kans zeer klein is dat een rotorblad een passerend schip raakt (tenzij een schip zich in de verboden veiligheidszone bevindt).

IJsafzetting op de rotorbladen

In de Nadere toelichting veiligheidsrisico's van het NSW [Haskoning, 2000] wordt ook uitgebreid ingegaan op ijsafzetting aan bewegende rotorbladen. Uit onderzoek blijkt dat de risico's die samenhangen met wegslingerende ijsdelen zeer klein zijn [SWOV, 1992; ECN, 2002].

De toegepaste verfsystemen voorkomen ijsafzetting. Indien in extreme omstandigheden toch sprake is van ijsafzetting, is het besturingssysteem zodanig te programmeren dat de rotor wordt stilgezet. Uit ervaring is bekend dat in Nederland ijsafzetting op de bladen meestal ontstaat tijdens stilstand van de windturbine. Observaties van dit fenomeen hebben laten zien dat bij een kleine beweging of doorbuiging van het blad het ijs in grote stukken naar beneden valt [ECN, 2002]. De veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark draagt er in grote mate aan bij dat - mocht er sprake zijn van ijsafzetting en ijsafslag - de kans dat een voorbij varend schip wordt geraakt zeer gering is. Voor zover bekend zijn er geen ervaringen bekend met ijsafslag van windturbines verder dan 500 meter. Voor de schepen die het onderhoud moeten verzorgen aan de windturbines en voor schepen die toch dicht bij windturbines terecht komen gaat deze redenering uiteraard niet op. Maar dan nog is de kans dat ijsafzetting tot negatieve milieueffecten zal leiden zeer gering.

Onderhoudswerkzaamheden

Risico's tijdens onderhoudswerkzaamheden aan het NSW hangen samen met het betreden en verlaten van het landingsbordes rond windturbines en met de hoogte waarop werkzaamheden worden uitgevoerd. Dergelijke risico's treden niet op voor passanten en hebben daarom niets van doen met *externe* veiligheid.

Groepsrisico (GR)

In de Nadere toelichting veiligheidsrisico's van het NSW [Haskoning, 2000] is gekeken naar de veiligheidsrisico's van het NSW. In de nadere toelichting wordt geconcludeerd dat de kans op meer dan 10 doden door aanvaring tussen schepen buiten het NSW nagenoeg nul is ($< 1 \times 10^{-6}$). De kans op meer dan 10 doden door een aanvaring van een schip met een windturbine binnen het NSW bedraagt 5×10^{-6} (een keer in de 200.000 jaar).

Voor het bepalen van het groepsrisico van de inrichtingsvarianten is een vergelijking gemaakt tussen aanvaar/aandrijfkans van de basisvariant met de voor het L-MER berekende kansen (zie bijlage 4, tabel 5.1). Uit deze tabel blijkt dat de basisvariant een lagere aanvaar/aandrijfkans heeft dan berekend in het L-MER. De veel kleinere waarde van de basisvariant voor de kans op een aanvaring van een niet-routegebonden schip, komt doordat de oostrand van de windturbines veel verder van het passerende niet-routegebonden verkeer afligt dan de oostrand van het gesloten gebied waarmee door Haskoning (2000) is gerekend. Omdat de kans op een aandrijving minder snel afneemt met de afstand werkt het effect van deze afstand minder door bij de aandrijfkans voor niet-routegebonden schepen.

Om een rangorde binnen de inrichtingsvarianten aan te brengen kan gebruik worden gemaakt van tabel 4.2 uit bijlage 4. Hier zijn de overige inrichtingsvarianten vergeleken met de basisvariant. Hieruit komt naar voren dat qua veiligheid de corridorvariant het gunstigst scoort en de bolstapeling 7,5D het ongunstigst.

Aangezien het feit dat het veiligheidsniveau ver beneden de norm ligt [Haskoning, 2000] zijn de detailberekeningen nu niet opnieuw uitgevoerd.

Milieuverontreiniging

In de Nadere toelichting veiligheidsrisico's van het NSW [Haskoning, 2000] is gekeken naar de milieugevolgen van een aanvaring/aandrijving. In de onderstaande tabel zijn de milieueffecten in de vorm van olie- of chemicaliënuitstroom samengevat.

Tabel 12.3 Milieueffecten van aanvaringen tussen schepen buiten het NSW en aandrijvingen/aanvaringen van schepen met turbines binnen het NSW

	Locatie Egmond
buiten het NSW	
hoeveelheid ladingolie in 'spills'	0,000 m ³ /jaar
hoeveelheid ladingolie op de kust	0,000 m ³ /jaar
aantal chemicaliën 'spills'	0,000 per jaar
binnen het NSW	
bunkerolie	Eens in 1.823 jaar (0,19 m ³ /jaar)
ladingolie	Eens in 23.169 jaar (0,08 m ³ /jaar)

Uit deze tabel blijkt dat er nagenoeg geen milieu-effecten buiten het NSW optreden optreden voor de locatie Egmond. Uit de berekeningen blijkt dat binnen het NSW eens in de 1.823 jaar er een hoeveelheid van gemiddeld 346 m³ bunkerolie vrijkomt (op jaarbasis is dit 0,19 m³). Voor ladingolie zijn deze getallen waarden een stuk lager. De kans op het verlies van een globaal even grote hoeveelheid bunkerolie na een ander incident wordt geschat op eens in de 3 jaar op het Nederlandse deel van de Noordzee, dus een 600 keer grotere kans. Lang niet alle incidenten waarbij bunkerolie vrijkomt eindigen in een milieuramp omdat het verlies van de bunkerolie vaak zeer geleidelijk gaat en er snel genoeg ingegrepen kan worden om erger te voorkomen. Of zo'n uitstroom een milieuramp wordt hangt vooral af van de plek waar het gebeurt, de weersomstandigheden en hoe snel de olie uitstroomt en hoe snel er oliebestrijdingsvaartuigen ter plaatse zijn. Ter vergelijking: bij de olieramp met de Prestige voor de noordwestkust van Spanje is ruim meer dan 10.000 m³ olie vrijgekomen. Een hoeveelheid van enkele honderden m³ bunkerolie is een hoeveelheid die in veel gevallen niet meteen tot een milieuramp zal leiden.

Bij een aanvaring zal in de meeste gevallen het voorste deel van een schip worden geraakt. Wanneer dit optreedt is de kans klein dat er ladingtanks worden geraakt. Het voorste deel van het dek is relatief sterk waardoor de schade beperkt blijft tot het deel voor het aanvaringsschot. De ladingtanks liggen pas achter het aanvaringsschot. Bij een dergelijke aanvaring is de kans dat er uitstroom van lading of bunkerolie plaatsvindt dan ook gering. Bij een aandrijving ontstaat er waarschijnlijk alleen een gat in de scheepshuid bij schepen boven de 1600 GT. Daar slechts 1‰ van de niet-routegebonden schepen hieraan voldoet is er alleen uitstroom van lading en bunkerolie te verwachten bij een aandrijving van routegebonden schepen.

Voor het bepalen van de milieueffecten van de inrichtingsvarianten is (evenals bij de veiligheidsrisico's) een vergelijking gemaakt tussen aandrijfkans van de basisvariant met de voor het L-MER berekende kansen (zie bijlage 4, tabel 5.1). Uit deze tabel blijkt dat de aandrijfkans van de basisvariant ongeveer gelijk is aan de in het L-MER veronderstelde aandrijfkans. Er mag dan ook geconcludeerd worden dat de kans op een milieuverontreiniging op hetzelfde niveau ligt als geschat in Nadere toelichting [Haskoning, 2000].

Deze conclusie geldt voor een gelijkblijvende schadematrix bij een aanvaring/aandrijving van een windturbine.

Om een rangorde binnen de inrichtingsvarianten aan te brengen wordt evenals bij de veiligheidsrisico's gebruik gemaakt van tabel 4.2 uit bijlage 4). Hier zijn de overige inrichtingsvarianten vergeleken met de basisvariant. Hieruit komt naar voren dat qua milieuverontreiniging de corridorvariant het gunstigst scoort en de bolstapeling 7,5D het ongunstigst.

Aangezien de kans op een milieuverontreiniging zeer klein is zijn de detailberekeningen niet opnieuw uitgevoerd.

12.5.2 Effecten van aanleg en verwijdering

Het Kustwachtcentrum zal tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark middels navigatieberichtgeving de scheepvaart informeren over de werkzaamheden omtrent de aanleg en verwijdering van het windpark. Dit wordt ook door de Dienst der Hydrografie (Berichten aan Zeevarenden) en de verkeersambtenaren van het Gemeentelijk Havenbedrijf Amsterdam (informatie inkomend/uitgaand scheepvaartverkeer) gedaan.

De bij de aanleg en verwijdering te gebruiken werkschepen zorgen voor waarschuwing van de scheepvaart bij mist. De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

12.5.3 Effecten van onderhoud

Het onderhoud van het windpark staat uitgebreid beschreven in paragraaf 4.2.5. De risico's tijdens onderhoudswerkzaamheden aan het NSW hangen samen met het betreden en verlaten van het landingsbordes rond de turbines en met de hoogte waarop de werkzaamheden worden uitgevoerd. Dergelijke risico's treden niet op voor passanten en hebben daardoor niets te maken met externe veiligheid.

12.5.4 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

Voor de elektriciteitskabels naar de kust worden drie 36 kV 3-fasenkabels gebruikt. Doordat 3-fasen kabels worden gebruikt heffen de magnetische velden van deze kabels elkaar op en ontstaat er geen (verwaarloosbaar) magnetisch veld (zie paragraaf 4.2.2). De elektriciteitskabels hebben daarom (en omdat het een wisselveld en geen gelijkstroom betreft) geen effect op een magnetisch kompas.

Bij de keuze voor de korte kabelvariant zal er een kruising met de bestaande gasleiding moeten plaatsvinden. Dit zal echter geen effect hebben op de (milieu)veiligheid omdat de kruising bovenlangs plaatsvindt en de jettrench ter weerszijden van de gasleiding een minimum afstand aanhoudt van 50 meter tot de gasleiding (zie paragraaf 4.3.2).

12.6 Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling

In het algemeen kan worden gesteld worden dat de kans dat een schip in aanvaring komt met het NSW niet groot is. Bij de locatiekeuze van het park is goed gekeken naar scheepvaartroutes op de Noordzee. De locatie van het NSW is gelegen in een gebied waar relatief weinig scheepvaart aanwezig is.

Daarnaast wordt de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine verkleint doordat een veiligheidszone van 500 meter vanaf de buitenste windturbines wordt aangehouden, zijnde een gebied waar geen scheepvaart mag plaatsvinden.

De kans dat een aanvaring zodanige schade veroorzaakt dat dit negatieve milieugevolgen met zich meebrengt wordt bepaald door een groot aantal factoren. Deze worden beschreven in paragraaf 12.5 (effectbeschrijving). In het kader van het L-MER heeft MARIN deze effecten gekwantificeerd. Het blijkt dat de kans dat milieuverontreiniging optreedt als gevolg van een aanvaring erg klein is (eens in de 1.823 jaar komt gemiddeld 346 m³ bunkerolie vrij en eens in de 23.169 jaar komt gemiddeld 1.854 m³ ladingolie vrij).

Ten aanzien van de kansberekening kan nog worden opgemerkt dat steeds is uitgegaan van enkelwandige tankers. Op dit moment is ongeveer 40% van de grotere olietankers op de Noordzee dubbelwandig. Het is de bedoeling dat vanaf 2010, en mogelijk eerder na de recente olierampen, alle grotere olietankers die op de Noordzee varen dubbelwandig moeten zijn uitgevoerd. Dit betekent voor het windpark dat de kans op een olieverontreiniging van ladingolie na een aandrijving behoorlijk zal afnemen.

Hoewel de kans op milieugevolgen dus erg klein is, kan de impact op het milieu groot zijn. Mocht een olietanker in aanvaring komen met het windpark en zodanig beschadigd raken dat er olie vrijkomt dan kunnen de gevolgen van een dergelijke ramp groot zijn. Dit gegeven is meegewogen bij het eerder genomen besluit om al dan geen NSW op te zetten voor de kust bij Egmond aan Zee.

Op basis van de berekeningen van de aanvaar/aandrijfkans per windturbine [Van der Tak, 2003] kunnen vier van de vijf inrichtingsvarianten op het aspect veiligheid voor de scheepvaart en de mogelijke consequenties van aanvaringen/aandrijvingen duidelijk in de volgende volgorde van gunstig naar minder gunstig gezet worden:

1. Corridorvariant
2. Bolstapeling 10.5D
3. Rendementsvariant
4. Basisvariant

De variant bolstapeling 7.5D komt qua veiligheid (persoonlijk letsel) op de laatste plaats maar zou uit milieuoogpunt iets hoger kunnen worden geplaatst en is voor het niet-routegebonden verkeer zelfs de meest gunstige inrichting variant. Op basis van het veiligheidsaspect is deze indelingsvariant toch op de laatste plaats gezet.

12.7 Mitigerende maatregelen

Bij het ontwerp van het NSW is reeds rekening gehouden met diverse maatregelen die de veiligheid vergroten.

Een voorbeeld hiervan is de veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark. Dit gebied is verboden voor alle scheepvaart (visserij en recreatievaart inbegrepen) met uitzondering van schepen bestemd voor het onderhoud van het windpark. Deze maatregel beperkt de kans op een aanvaring of aandrijving.

Een andere voorbeeld is de markering conform de IALA-richtlijnen [IALA, 2000] gemarkeerd (zie paragraaf 4.2.1. Door middel van kleur, verlichting en geluidsignalen (bij slecht zicht) wordt de scheepvaart geattendeerd op de aanwezigheid van het windpark.

Een derde maatregel betreft het plaatsen van een steunradar, gericht op het opheffen van de verminderde radarzichtbaarheid. Daarnaast zullen (conform IALA-richtlijnen) alle windturbines langs de buitenomtrek van het windpark worden voorzien van een radarreflector op het werkbordes.

Bovengenoemde maatregelen maken onderdeel uit van de voorgenomen activiteit en zijn in die zin dus geen "extra" maatregelen die kunnen worden getroffen om de effecten van scheepvaart en veiligheid nog verder te mitigeren. Als "extra" denkbare mitigerende maatregel zou nog kunnen worden gedacht aan de inzet van een sleepboot, die op drift geraakte schepen zou kunnen opvangen.

13 Gebruiksfuncties

13.1 Algemeen

Bij het afbakenen van het zoekgebied voor het NSW en in het L-MER NSW [EZ/VROM, 2000] is bij de keuze van de locatie zoveel mogelijk rekening gehouden met randvoorwaarden die de 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.

In dit hoofdstuk is voor de belangrijkste functies aangegeven of en in welke mate deze worden beïnvloed door de inrichting 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 daarom hier buiten beschouwing.

In de onderstaande paragrafen wordt per gebruiksfunctie een samenvatting gegeven van de huidige situatie en de wijze waarop het gebied wordt beïnvloed door het NSW. In het L-MER (hoofdstuk 14, blz. 131 t/m 140 en bijlage M) wordt hierop uitgebreider ingegaan. Vervolgens worden per gebruiksfunctie de effecten van de inrichtingsvarianten, aanleg en verwijdering, onderhoud en de elektriciteitskabel naar de kust beschreven.

Ten opzichte van het L-MER is geen nieuwe relevante informatie beschikbaar gekomen.

13.2 Visserij

Het NSW kan de visserij zowel direct als indirect beïnvloeden. Van directe beïnvloeding zal sprake zijn doordat het oppervlak aan visgronden wordt verminderd. Indirecte effecten kunnen ontstaan door bijvoorbeeld veranderingen in stroompatronen, veranderingen in de morfologie of door aantasting van paaigebieden en kinderkamers voor diverse vissoorten. Zoals is beschreven in hoofdstuk 10 ('Kust en Zee') heeft het NSW geen gevolgen voor het stroompatroon.

Het windpark kan ook positieve gevolgen hebben voor de visserij. Zo kan het windpark en het gesloten gebied rondom het windpark dienen als refugium voor het onderwaterleven. In dit gesloten gebied kan een goed ontwikkeld bodemleven ontstaan dat als voedselbron kan dienen voor vissen. In het kader van het L-MER NSW is reeds uitgebreid onderzoek gedaan naar mogelijke effecten van een windpark op de Nederlandse visserij [RIVO, 1999]. Bij de beschrijving van de effecten van de inrichting van het windpark zal van dit onderzoek gebruik worden gemaakt.

Huidige situatie en autonome ontwikkeling

'Visserij vindt op de gehele Noordzee plaats. De praktijk is dat 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 in opgroeigebieden van jonge vis. (...) Het toekomstbeeld is een gezonde bedrijfstak die op een ecologisch verantwoorde en efficiënte manier gebruik maakt van de zee' [V&W, 1998]. Binnen de 12-mijlszone worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. Het betreft met name visserij op platvis met boomkorschepen, de staandwantvisserij, garnalenvisserij, schelpdiervisserij en de visserij met de bordentrawl op rondvis (kabeljauw en wijting).

13.2.1 Effecten van de inrichtingsvarianten

In het L-MER zijn de effecten van het NSW op de visserij uitgebreid beschreven. 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. Daarnaast kan het windpark de vaarroutes beïnvloeden. Ten aanzien van de inrichting is alleen het ruimtebeslag relevant (zie paragraaf 4.3.1, tabel 4.4), inrichtingsvarianten met een kleiner ruimtebeslag zullen positiever worden gewaardeerd. Vanuit deze optiek bekeken wordt de variant bolstapeling 7,5D (ruimtebeslag, incl. 500 m rond windpark: 19,21 km²) als beste beoordeeld en de rendementsvariant (ruimtebeslag, incl. 500 m rond windpark: 33,03 km²) als minste.

13.2.2 Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het NSW hebben geen gevolgen voor de visserij, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepsbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepsvaart zeer klein, de visserij wordt hierdoor niet belemmerd.

13.2.3 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

Gebruik elektriciteitskabel

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, wordt voorkomen door de elektriciteitskabel voldoende diep aan te leggen. De elektriciteitskabels worden vanaf het windturbinepark tot circa 3 kilometer uit de kust circa 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels 3 meter diep aangelegd. Deze diepte is voldoende om te voorkomen dat boomkorvisserij met hun sleep de kabels kunnen beschadigen.

Aanleg, onderhoud en verwijdering elektriciteitskabel

Tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering van de elektriciteitskabel naar de kust zal ander scheepvaart tijdelijk worden geweerd uit het gebied waar de werkzaamheden plaatsvinden. Dit houdt in dat slechts gedurende een zeer korte periode (enkele weken) niet kan worden gevist ter plaatse van het kabeltracé. De gevolgen hiervan voor de visserij zijn verwaarloosbaar. De varianten voor het kabeltracé zijn (afgezien van de beperkte verschillen in lengte) niet onderscheidend.

13.3 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' [V&W, 1998]. Het plangebied 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 (bron: L-MER).

Doordat het Ministerie van Defensie mogelijkheden ziet om elders te oefenen in het leggen en vegen van mijnen wordt hier niet nader ingegaan op de effecten van de inrichtingsvarianten en het kabeltracé.

13.4 Olie- en gaswinning

In het plangebied liggen geen bestaande, vergunde en geplande platforms voor olie- en gaswinning. Het plangebied ligt geheel in een gebied waarvoor een concessie voor exploratie en winning is verleend aan Clyde Petroleum Exploratie BV.

Het windpark kan voor de concessiehouder de olie- en gaswinning bemoeilijken. Het is echter niet zo dat het NSW de 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, dit zal wel leiden tot hogere kosten. Een andere optie is het verwijderen van één windturbine en op de vrijgekomen plaats een platform te plaatsen. Ook het transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windpark worden belemmerd. Een olie- of gasleiding kan, in verband met de veiligheidszone ter weerszijden van de leiding, niet door het windpark worden aangelegd.

Clyde Petroleum Exploratie BV (de heer D.J. Drijver) heeft kenbaar gemaakt de komende vijftientwintig jaar in principe geen activiteiten te ondernemen ter plaatse van het plangebied.

13.4.1 Effecten van de inrichtingsvarianten

Binnen het plangebied liggen geen bestaande, vergunde en geplande platforms voor olie- en gaswinning. Wat betreft de verleende concessie kan worden gesteld dat in de komende vijftientwintig jaar naar alle waarschijnlijkheid geen activiteiten worden ondernomen ter plaatse van het plangebied. De effecten van het windpark worden daarom minimaal geacht. De inrichtingsvarianten zijn ten aanzien van dit aspect niet onderscheidend.

13.4.2 Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het NSW hebben geen gevolgen voor de olie- en gaswinning, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen waar geen platforms aanwezig zijn.

13.4.3 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

In de praktijk wordt ernaar gestreefd om kabels en leidingen vrij te leggen en het aantal kruisingen met andere kabels en leidingen te beperken. Dit betekent dat beide varianten voor het kabeltracé (tracé geheel binnen concessiecorridor en tracé deels buiten concessiecorridor) de mogelijkheden voor toekomstige olie- of gasleidingen beperken. De varianten voor het kabeltracé zijn niet onderscheidend.

De variant waarbij het kabeltracé geheel binnen de concessiecorridor ligt heeft als voordeel dat de aanwezige leiding (olie of gas) aan de oostzijde van het concessiegebied niet wordt gekruist. Dit heeft een praktisch en financieel voordeel (er hoeft geen overleg plaats te vinden met de leidingeigenaar en een relatief dure kruising wordt vermeden).

13.5 Zand en schelpenwinning

Op de Noordzee worden zand en schelpen gewonnen. In het Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen [V&W/VROM, 1996] is bepaald dat binnen de 20 meter dieptelijn (NAP) in beginsel geen winning van oppervlaktedelfstoffen is toegestaan. In het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee [V&W, 1991] is bepaald dat er geen zandwinning mag plaatsvinden binnen de 20 meter dieptelijn (Mean Sea Level (MSL)) of binnen de 20 kilometer grens, met uitzondering van de vaargeulen. Op de Noordzee zijn enkele locaties aangewezen voor de winning van zand, deze locaties liggen buiten de 20 meter dieptelijn en binnen 50 km van een haven.

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 het voorkomen 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 [V&W, 1998a] wordt grootschalige winning in de nabije toekomst niet realistisch geacht. 'Gelet op het ontbreken van opeenhopingen en het zeer grote aandeel Spisula wordt dit niet als economisch haalbaar gezien'.

13.5.1 Effecten van de inrichtingsvarianten

Het plangebied ligt niet in een bestaand of een potentieel (NSW ligt niet binnen de 20 meter dieptelijn) zandwingsgebied. 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 het NSW in principe geen belemmering vormen voor de schelpenwinning.

13.5.2 Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het NSW hebben geen gevolgen voor de zand en schelpenwinning.

13.5.3 Effecten van de elektriciteitskabel naar de kust

De varianten voor het kabeltracé doorsnijden geen bestaand of potentieel zandwingsgebied. Ook wordt er geen gebied doorsneden waar schelpen worden gewonnen.

13.6 Baggerstort

Bagger wordt op zee onder andere gestort in zogenaamde verdiepte loswallen. Dit zijn gegraven kuilen in de zeebodem waarin de bagger wordt gestort. Het plangebied ligt op ruime afstand van voorgenomen locaties voor verdiepte loswallen (ten noorden van de Euro-Maasgeul). Noordwestelijk van IJmuiden bevindt zich wel een stortlocatie, het windpark heeft hier echter geen invloed op.

Doordat bestaande en voorgenomen baggerstortlocaties niet in de directe omgeving van het NSW liggen wordt hier niet nader ingegaan op de effecten van de inrichtingsvarianten en het kabeltracé.

13.7 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 zullen de vaartuigen voor anker gaan, de ankerdraden kunnen hierbij enkele honderden meters naar voor en achter worden uitgezet. In overleg met de eigenaren van de kabels en leidingen wordt de benodigde afstand tussen de kabels en leidingen en de dichtstbijzijnde windturbine bepaald. De kruising van de gasleiding heeft enkele consequenties voor het onderhoud (zie paragraaf 4.3.2). Hierover worden afspraken gemaakt met de eigenaar van de gasleiding.

Nieuwe kabels en leidingen beperken de mogelijkheden voor toekomstige kabels en leidingen. Kabels mogen in de hele kustzone worden aangeland. De aanlanding van leidingen is slechts toegestaan op vier locaties aan de kust.

Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Op de bodem van de Noordzee liggen diverse telecommunicatiekabels en leidingen voor het transport van olie en gas (zie figuur 14.1 in het L-MER). In de toekomst zullen nieuwe telecommunicatiekabels (en andere kabels en leidingen) op de bodem van de Noordzee worden gelegd. Van enkele nieuwe kabels is het tracé reeds bekend. Vanuit Castricum aan Zee zal een kabel worden aangelegd, parallel aan het tracé van de twee kabels die reeds vanuit Castricum richting het westen lopen. Ook vanuit Zandvoort, Katwijk en Egmond zullen nieuwe kabels worden aangelegd. Voor windpark Q7 worden twee nieuwe elektriciteitskabels naar de kust aangelegd. Deze kabels zullen aanmonden bij Velzen-Noord en Wijk aan Zee [V&W, 2002].

13.7.1 Effecten van de inrichtingsvarianten

Bij de locatiekeuze van het NSW is al rekening gehouden met de aanwezige kabels en leidingen. De contouren van de locatie zijn zo begrensd dat er geen kabels en leidingen door het plangebied lopen. Er treedt dus geen effect op voor de bestaande kabels en leidingen.

Voor toekomstige kabels en leidingen kan het windpark wel een belemmering worden. Bij een inrichting met een klein ruimtebeslag (compacte stapeling) is de belemmering vanuit het ruimtebeslag relatief klein. Een compacte stapeling heeft echter als nadeel dat er weinig mogelijkheden zijn om nieuwe kabels en leidingen door het windpark heen aan te leggen. In de beoordeling is hier niet nader op in gegaan.

13.7.2 Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het NSW hebben geen gevolgen voor aanwezige kabels en leidingen.

13.7.3 Effecten van het kabeltracé

Zoals reeds opgemerkt bij de effecten op de olie- en gaswinning: elke nieuwe kabel of leiding beperkt de mogelijkheden voor toekomstige kabels en leidingen. Beide varianten voor het kabeltracé (tracé geheel binnen concessiecorridor en tracé deels buiten concessiecorridor) beperken de mogelijkheden voor toekomstige kabels en leidingen en zijn niet onderscheidend.

De variant waarbij het kabeltracé geheel binnen de concessiecorridor ligt heeft als voordeel dat de aanwezige leiding (olie of gas) aan de oostzijde van het concessiegebied niet wordt gekruist. Dit heeft een praktische en financieel voordeel (er hoeft geen overleg plaats te vinden met de leidingeigenaar en een relatief dure kruising wordt vermeden).

13.8 Recreatie

Voor de recreatie langs de kust en in de duinen zijn de zichtbaarheid en het geluid van het park van belang. Het windpark zal gezien de afstand tot de kust (minimaal 8,7 kilometer) niet hoorbaar zijn aan de kust. De zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is uitgewerkt in hoofdstuk 9 (landschap). Hieruit blijkt dat het windpark slechts beperkt zichtbaar is. Daarnaast wordt in hoofdstuk 9 ook beknopt ingegaan op de beleving van het windpark. Dit aspect zal in het kader van het MEP-NSW nader worden uitgewerkt.

Het NSW kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten te dicht bij het park komen. Dit risico is ten opzichte van het veel grotere vrachttransport (zie hoofdstuk 12) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de groter wendbaarheid van recreatievaartuigen. Om de kans op aanvaring te beperken wordt het park, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het park, gesloten voor alle scheepvaart (met uitzondering van vaartuigen bestemd voor onderhoud van het park en schepen van de overheid). Doordat het windpark (incl. een veiligheidszone van 500 meter) wordt afgesloten voor de scheepvaart wordt de bewegingsvrijheid van recreanten enigszins beperkt. De bolstapeling 7,5D heeft het kleinste ruimtebeslag (incl. veiligheidszone) en wordt vanuit deze optiek het beste beoordeeld.

13.9 Cultuurhistorie

Gebieden of objecten die van cultuurhistorische of archeologische belang zijn, worden cultuurhistorische waarden genoemd. Conform het Verdrag van Malta worden eventuele aanwezige cultuurhistorische waarden zoveel mogelijk beschermd en behouden (in situ). Het zal veelal gaan om scheepswrakken die (nadat de ligging nauwkeurig is bepaald) met de inrichting van het windpark kunnen worden omzeild. Uit de North Sea Atlas [ICONA, 1992] blijkt dat het deel van de Noordzee waarin het plangebied ligt geen bijzonder hoge cultuurhistorische verwachtingswaarden kent. In dit deel van de Noordzee komen slechts verspreide cultuurhistorische waarden voor in de bodem. Voorafgaand aan de bouw wordt de bodemopbouw nauwkeurig onderzocht.

Eventuele cultuurhistorische waarden worden vastgesteld. Bij de aanleg van het NSW wordt met eventueel aanwezige cultuurhistorische waarden rekening gehouden (door aanpassing van de configuratie van de windturbines). Ook bij het onderhoud en verwijdering van de windturbines en aanleg van de elektriciteitskabel wordt beschadiging van eventueel aanwezige cultuurhistorische waarden voorkomen.

Omdat niets bekend is over de aanwezigheid van cultuurhistorische waarden in het plangebied wordt hier niet nader ingegaan op de effecten van de inrichtingsvarianten en het kabeltracé.

Indien tijdens het nader bodemonderzoek cultuurhistorische waarden worden aangetroffen, dan zal dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en het ROB (Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek). In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de cultuurhistorische waarden zo goed mogelijk kunnen worden behouden. Een mogelijkheid is bijvoorbeeld om de locatie van een windturbine (of de ligging van een kabel) te wijzigen om zo een archeologisch object te ontwijken.

13.10 Luchtvaart

Een mogelijke toekomstige gebruiksfunctie in de Noordzee is een nieuwe nationale luchthaven. Het kabinet heeft echter op 17 december 1999 besloten om een luchthaven in zee vooralsnog niet verder mee te nemen in de besluitvormingsprocedure gezien de vele onzekerheden [V&W, 1999].

Gedurende de exploitatieduur van het NSW (circa 20 jaar) zal van aanleg van een nieuwe nationale luchthaven in zee geen sprake zijn. Om deze reden wordt hier niet nader ingegaan op de effecten van de inrichtingsvarianten en het kabeltracé.

13.11 Overige ontwikkelingen in zee

Tweede maasvlakte

Het PKB deel 4 van de Tweede Maasvlakte is goedgekeurd door de eerste kamer. Brussel moet nog toestemming verlenen in verband met de Vogel- en Habitatrichtlijn. Indien dit project wordt gerealiseerd dan heeft dat invloed op het stromingspatroon en daarmee ook het sedimenttransport langs de kust. Ter hoogte van het windpark zal het effect niet merkbaar zijn.

Offshore windpark Q7-WP

Voor de bouw van het windpark Q7-WP is in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) vergunning verleend. Het windpark ligt circa 23 kilometer uit de kust voor Egmond aan Zee (zie figuur in bijlage 2). Het windpark zal bestaan uit 60 windturbines met een vermogen van 2 MW en een hoogspanningsstation. De energie zal via twee 150 kV wisselspanningskabels naar de kust worden getransporteerd, de elektriciteitskabels zullen aanlanden bij de Velsen-Noord en Wijk aan Zee.

13.12 Cumulatie van milieueffecten

Uit het voorgaande is gebleken dat er veel activiteiten plaatsvinden op de Noordzee. Het gaat om zowel bestaande als toekomstige activiteiten (windpark Q7-WP). Door interactie van deze activiteiten met het NSW kan er voor bepaalde milieuaspecten sprake zijn van "gezamenlijke" (en mogelijk zelfs elkaar versterkende) effecten. In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op deze zogenaamde "cumulatieve" effecten. Bij de beschrijving van de cumulatieve effecten wordt vooral ingegaan op de aard van de effecten.

Vogels

Effecten van andere functies

WINDPARK Q7-WP

Het windpark Q7-WP heeft (even als het NSW) een negatief effect op vogels. Dit uit zich in met name aanvaringsrisico en in mindere mate barrièrewerking en verstoring. De optredende effecten van het windpark Q7-WP zijn lokaal en treden op gedurende een periode van circa 20 jaar (gebruikperiode windpark).

OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

Olie- en gaswinning kan effecten op vogels hebben door verstoring door geluid, door het affakkelen en door bewegingen op en rond het platform (scheepvaart en helikoptervluchten). Ook het drukke scheepvaartverkeer kan door geluid en beweging tot verstoring leiden. De effecten zijn in de meeste gevallen lokaal en tijdelijk.

Cumulatie effecten met het NSW

De effecten van het NSW op vogels is uitgebreid beschreven in hoofdstuk 8 (vogels). Het belangrijkste effect betreft de kans op vogelslachtoffers, met name tijdens de seizoenstrek. Van cumulatie van effecten zou daarom vooral sprake kunnen zijn voor wat betreft vogelslachtoffers en barrière. Beide windparken zullen volgens de schattingen leiden tot een aanzienlijk aantal vogelslachtoffers. Voor beide windparken is in het kader van de m.e.r. met behulp van de methode Winkelman (1992a) een schatting gemaakt van het mogelijk aantal vogelslachtoffers. Voor het windpark Q7-WP en het NSW is het aantal slachtoffers berekend op circa 800/jaar respectievelijk circa 1.400/jaar. Gezien de onzekerheden in de berekening (zie hoofdstuk 8) kan worden gesteld dat het aantal vogelslachtoffers zal liggen op enkele duizenden per jaar. Nader onderzoek (o.a. MEP-NSW) zal hier meer duidelijkheid over kunnen geven. Als het mogelijke aantal vogelslachtoffers (enkele duizenden/jaar) wordt afgezet tegen het aantal passerende vogels (enkele miljoenen per jaar) kan worden geconcludeerd dat het effect op vogels gering is. De beide windparken kunnen ook leiden tot een bepaalde mate van barrièrewerking. De totale barrièrewerking (in termen van omvliegen) is echter gering ten opzichte van de totale route die trekvogels afleggen (enkele duizenden kilometers). Doordat de afstand tussen beide windparken bij alle inrichtingsvarianten circa 8 kilometer bedraagt (zie figuur in bijlage 2) wordt niet verwacht dat de totale barrièrewerking meer dan evenredig toeneemt.

Landschap

Effecten van andere functies

WINDPARK Q7-WP

Het windpark Q7-WP zal door de grote afstand tot de kust (circa 23 kilometer) nauwelijks zichtbaar zijn. Alleen bij heldere weersomstandigheden (minder dan 15% van de tijd) zal het windpark zichtbaar zijn.

OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

Vanaf de kust bij Egmond is alleen het platform Q8-A zichtbaar (afstand tot de kust 5,5 kilometer). Daarnaast zullen ook regelmatig grote zeeschepen aan de horizon zichtbaar zijn.

Cumulatie effecten met het NSW

De landschappelijke effecten van het NSW zijn beschreven in hoofdstuk 9 (landschap). Het NSW zal circa 70% van de tijd beperkt zichtbaar zijn aan de horizon (zie figuren 9.1 t/m 9.9). Het cumulatieve effect zal door de beperkte zichtbaarheid van zowel het windpark Q7-WP als het platform Q8-A licht toenemen.

Kust en Zee*Effecten van andere functies*

WINDPARK Q7-WP

Nagenoeg alle morfologische en hydrodynamische veranderingen als gevolg van het windpark Q7-WP zijn tijdelijk en zeer lokaal (rond de ondersteuningsconstructie) van aard. De veranderingen, voor zover ze optreden, zijn gering ten opzichte van de grote fluctuaties van de natuurlijke processen.

OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

Voor olie- en gaswinning zijn bij regulier gebruik van een boorinstallatie geen duidelijke negatieve en blijvende effecten op de bodem te verwachten [Oranjewoud, 1998]. Effecten op morfologie en hydrologie zijn voorts te verwachten van baggerstort. Hierdoor verandert plaatselijk de sedimentsamenstelling, het stroompatroon en de waterdiepte en zal (tijdelijk) vertroebeling van het water optreden. Ook visserij met sleepnetten heeft door het omwoelen van de bodem effect op de morfologie en de troebelheid van het water.

Cumulatie effecten met het NSW

De effecten van het NSW op het aspect 'Kust en zee' zijn beschreven in hoofdstuk 10. De effecten van het NSW zijn lokaal (rond de monopalen) en (zeer) beperkt van omvang. Daardoor zullen de effecten van het NSW niet/nauwelijks cumuleren met de effecten van andere gebruiksfuncties.

Onderwaterleven*Effecten van andere functies*

WINDPARK Q7-WP

In het MER offshore windpark Q7-WP [E-Connection, 2001] wordt geconcludeerd dat er geen/nauwelijks effecten zullen optreden ten aanzien van macrobenthos, (bodem)vissen en zeezoogdieren. De effecten van onderwatergeluid en trillingen op (bodem)vissen en zeezoogdieren zijn niet bekend (hierover zijn onvoldoende gegevens beschikbaar).

OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

Het onderwaterleven wordt in de huidige situatie en bij een autonome ontwikkeling vooral beïnvloed door de visserij. De visserij is van grote invloed op de visstand in de Noordzee, evenals op de situatie van het overige onderwaterleven.

Dit wordt veroorzaakt door de zogenaamde 'bijvangst' (het onbedoeld vangen van soorten waarop niet wordt gevestigd) en door het gebruik van boomkorschepen (bij dit soort schepen sleept een gedeelte van het vangststelsel over de bodem). De winning van olie of gas heeft slechts beperkte, negatieve effecten op het bodemleven [Oranjewoud, 1998].

Cumulatie effecten met het NSW

De effecten van het NSW op het aspect 'Onderwaterleven' zijn beschreven in hoofdstuk 11. De effecten zijn lokaal en blijken gering van omvang. Door de toevoeging van hard substraat (monopalen) is mogelijk sprake van een positief effect voor het onderwaterleven (extra vestigingsmogelijkheden op de monopalen). Ook biedt de afsluiting van het gebied voor de visserij kansen voor herstel en ontwikkeling van het bodemleven. Cumulatie van effecten met andere gebruiksfuncties wordt niet verwacht.

Scheepvaart en veiligheid

Effecten van andere functies

WINDPARK Q7-WP

Op ca. 7 tot 8 km afstand zeewaarts van het NSW wordt mogelijk in de nabije toekomst het windpark Q7-WP aangelegd. In februari 2002 heeft het Ministerie van Verkeer en Waterstaat Directie hiervoor de benodigde vergunning verleend aan E-Connection Projects BV.

Cumulatie effecten met het NSW

Wanneer het windpark Q7-WP wordt gerealiseerd dan zullen de vaarroutes van schepen zich voor een deel verplaatsen in de richting van het NSW (zie Van der Tak, 2003; figuur 5.2). Hierdoor wordt het risico van met name een aandrijving van een schip met het NSW groter.

Andersom zal dit effect - de invloed van realisering van het NSW op Q7-WP - minder optreden, aangezien in het gebied van het NSW minder schepen varen dan in het gebied van Q7-WP.

Gezien de relatief grote afstand tussen beide windparklocaties wordt niet verwacht dat de windparken NSW en Q7-WP elkaar zullen beïnvloeden waar het gaat om effecten op scheepsradar en scheepvaartbegeleidingssystemen.

13.13 Samenvatting en conclusies van de effectvoorspelling

Het NSW heeft alleen beperkte gevolgen voor de visserij en de recreatie op zee. De mogelijkheden voor de visserij worden door het NSW in beperkte mate beïnvloed omdat het areaal aan visgronden afneemt. Bij de variant bolstapeling 7,5D neemt het areaal aan visgronden het minste af: 19,21 km² (incl. veiligheidszone). Bij de corridorvariant gaan de meeste visgronden verloren: 35,09 km² (incl. veiligheidszone). De effecten van het NSW voor de recreatie op zee heeft betrekking op de bewegingsvrijheid van recreanten. Bij de variant bolstapeling 7,5D wordt 19,21 km² (incl. veiligheidszone) afgesloten voor de scheepvaart. Bij de corridorvariant betreft dit 35,09 km² (incl. veiligheidszone). De kabelvarianten hebben geen invloed op de gebruiksfuncties.

In de onderstaande tabel zijn de effecten van de inrichtingsvarianten weergegeven. De effecten van het gebruik zijn weergegeven per toetsingscriterium. De effecten van aanleg, verwijdering en onderhoud zijn gezien de beperkte omvang en duur van de effecten samengevoegd.

Alleen het effect op de visserij en de recreatie is kwantitatief weergegeven, de overige effecten zijn niet te kwantificeren.

Tabel 13.1 Kwalitatieve beoordeling inrichtingsvarianten

	Basis-variant	Corridor variant	Rendement variant	Bolstapeling 7,5D	Bolstapeling 10,5D
effecten van de inrichtingsvarianten (gebruik)					
visserij	- (25,33 km ²)	-- (35,09 km ²)	-- (33,03 km ²)	- (19,21 km ²)	-- (30,91 km ²)
militaire oefengebieden	0	0	0	0	0
olie- en gaswinning	0	0	0	0	0
zand- en schelpenwinning	0	0	0	0	0
baggerstort	0	0	0	0	0
kabels en leidingen	0	0	0	0	0
recreatie	- (25,33 km ²)	-- (35,09 km ²)	-- (33,03 km ²)	- (19,21 km ²)	-- (30,91 km ²)
luchtvaart	0	0	0	0	0
overige ontwikkelingen	0	0	0	0	0
effecten van aanleg en verwijdering van het windpark	0	0	0	0	0
effecten van onderhoud van het windpark	0	0	0	0	0

Toelichting kwalitatieve waardering:

- 0 geen significant verschil t.o.v. van de nulvariant (situatie zonder windpark);
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant;
- een significant negatief verschil t.o.v. de nulvariant, waarbij de waardering "--" aangeeft dat de effecten in elk geval groter zijn dan in geval van een "-" waardering. Dit is gedaan om verschil in effecten tussen varianten zichtbaar te maken, en zegt niets over het absolute verschil in effecten ten opzichte van de overige waarderingen.

Conclusie

Uit de voorgaande vergelijking blijkt dat voor de meeste criteria geen effecten optreden. Er treedt alleen een beperkt effect op voor de visserij en de recreatie. Beide effecten zijn gerelateerd aan het ruimtebeslag.

13.14 Mitigerende maatregelen

Omdat er (nagenoeg) geen effecten optreden worden hier geen effectbeperkende maatregelen voorgesteld.

14 Waterdiepte en energieopbrengst

14.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt beknopt een nadere toelichting gegeven op de technische en economische randvoorwaarden van het NSW. In het I-MER wordt niet ingegaan op de investerings- en exploitatiekosten, en de daarmee samenhangende rentabiliteit: dit is een bedrijfseconomisch belang. Voor een uitgebreid onderzoek naar de rentabiliteit van het NSW wordt verwezen naar de Haalbaarheidstudie [Novem, 1997].

14.2 Waterdiepte

De waterdiepte stelt hoge eisen aan de ondersteuningsconstructie van de windturbines. De ondersteuningsconstructie (monopaal) moet bestand zijn tegen golven, stroming, eventuele verandering van de zeebodem (zandgolven, erosiekuilen), windbelasting, bewegingen van de windturbine en inwerking van zout water. Uit diverse studies is gebleken dat om technisch economische redenen de zogenaamde monopaal het meest in aanmerking komt [o.a. Stork, 1999]. Deze constructie bestaat uit een enkele stalen buis die in de zeebodem wordt geheid. Uit het onderzoek van Stork (1999) blijkt dat de maximale waterdiepte voor het NSW, vanuit een technisch-economische optiek, circa 22 tot 25 meter (llws) is.

Neg Micon heeft op basis van gedetailleerde gegevens van de toe te passen windturbine (NM 92/2750) en de monopaal, en locatiespecifieke omstandigheden (bodemgesteldheid, golf- en stromingsgegevens, extreme windbelasting en extreme golfhoogte) een ontwerp voor de totale constructie gemaakt. Uit de berekening volgt dat de fundering van de windturbines kan worden gevormd door één enkele stalen buis met een diameter van 4,3 meter en een lengte van 57 tot 60 meter. In de berekening is rekening gehouden met aanvaring/aandrijving met schepen.

Het gemeten bodemniveau in het park varieert van minimaal -16 m tot maximaal -20 m ten opzichte van Mean Sea Level (MSL). Voor de berekeningen van de funderingspalen is het maximale bodempeil van -20 m voor het gehele gebied in rekening gebracht. Eventuele dynamische effecten zoals bewegende zandduinen zijn hiermee in rekening gebracht. In het algemeen wordt dan nog een lokale ontgronding van 1.5 maal de paaldiameter in rekening gebracht. In onze berekeningen is hiervoor 1.6 maal de paaldiameter in rekening gebracht. Voorlopige morfologie studies wijzen erop dat in dit gebied een ontgronding van 1.5 maal de paaldiameter de bovengrens is. Er zal nog vervolgstudie worden verricht naar ontgronding en indien daar aanleiding toe is zal het ontwerp van de funderingen hierop worden aangepast.

De monopalen zijn dusdanig gedimensioneerd dat een ontgrondingskuil van 7 meter diep rondom de monopaal kan worden toegelaten. Hierdoor is het mogelijk om af te zien van het kostbare en onderhoudintensieve aanbrengen van steenbestortingen rondom de monopalen. In het kader van het MEP zal minstens één windturbine worden uitgerust met steenbestorting om het effect hiervan te meten.

Tijdens het ontwerpproces is de nadruk gelegd op betrouwbaarheid, dit vertaalt zich o.a. in: toepassing van bewezen technieken, weglaten (of vervangen) van storingsgevoelige systemen, monitoring mogelijk maken, dubbel uitvoeren van systemen. Elke combinatie van ondersteuningsconstructie (monopaal) en windturbine zal per locatie door Lloyd's (of gelijkwaardig) gecertificeerd worden.

14.3 Energieopbrengst

De bruto productie van het windpark wordt bepaald door de gemiddelde windsnelheid, de ashoogte en het turbinetype. De toegepaste windturbine is de NM92/2750, dit is een 2,75 MW windturbine met een ashoogte van 70 meter en een rotordiameter van 92 meter. De bruto productie van het windpark, bestaande uit 36 windturbines van 2,75 MW, is berekend op 411.957 MWh per jaar. De bruto energieopbrengst is voor alle inrichtingsvarianten gelijk.

De energieberekeningen zijn uitgevoerd met speciale software en gegevens gebaseerd op:

- Wind data: Wind speed prediction Egmond, Mr. Coeling and Mr. Van Zuylen, ECOFYS Utrecht, July 2001, E 60168 (confidential report);
- P-v curve: Preliminary, 16-11-01 as delivered bij the Contractor);
- WindPRO version 2.3: WAsP (RVEA11 1, 0, 0, 11)

Bij de bruto productie wordt ervan uitgegaan dat de windturbines geen onderling effect op elkaar hebben a.g.v. de turbulentie achter een windturbine (geen parkeffect), 100% voldoen aan de PV curve (energieopbrengst bij een bepaalde windhoeveelheid), geen elektrische transportverliezen kennen, 100% beschikbaar zijn (geen storingen).

Bij de berekening van de netto energieopbrengst moet voor deze factoren worden gecorrigeerd. In de onderstaande tabel is aan de hand van de correctiefactoren de netto energieopbrengst van de basisvariant berekend.

Tabel 14.1 **Berekening van de netto energieopbrengst basisvariant**

	Correctie (%)	Opbrengst (MWh/jaar)
bruto energieopbrengst		411.957
parkeffect	- 4,4 % (basisvariant)	
PV garantie	- 5,0 %	
elektrische verliezen	- 3,1 %	
beschikbaarheidsgarantie	- 8,0 %	
luchtdichtheid correctie	+ 0,6 %	
netto energieopbrengst		335.409

Aan de hand van de rendementen (= 100 % - parkeffect en overige verliezen + luchtdichtheid correctie) van de verschillende inrichtingsvarianten (tabel 4.4) kan ook voor de andere inrichtingsvarianten de netto energieproductie worden berekend. De PV garantie, de elektrische verliezen, de beschikbaarheidsgarantie en de luchtdichtheid correctie zijn voor alle varianten gelijk. In de onderstaande tabel is de netto energieopbrengst van de inrichtingsvarianten weergegeven.

Tabel 14.2 **Overzicht opbrengsten**

Varianten	Netto energieopbrengst (MWh/jaar)	
	hele windpark	per km ²
basisvariant	335.409	22.279
corridorvariant	337.698	13.513
rendementsvariant	338.517	16.114
bolstapeling 7,5D	330.213	32.758
bolstapeling 10,5D	337.388	16.556

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat de netto energieopbrengst van de inrichtingsvarianten min of meer in dezelfde orde grootte ligt. De rendementsvariant kent de hoogste netto energieopbrengst (338.517 MWh) en de bolstapeling 7,5D de laagste (330.213 MWh). De verschillen in energieopbrengst zijn met name afhankelijk van de onderlinge afstand van de windturbines (in de rij en tussen de rijen). Als wordt gekeken naar de netto energieopbrengst per eenheid ruimtegebruik dan is de netto energieopbrengst van de bolstapeling 7,5D (32.758 MWh/km²) circa twee keer zo hoog als de rendementsvariant (16.114 MWh/km²).

14.4 Duurzaamheid en energiebalans

Duurzaamheid

Nagenoeg alle onderdelen van een windturbine zijn recyclebaar. Dat geldt ook voor het ruimtebeslag: wanneer een windpark na zijn levensduur wordt ontmanteld, kan het landschap weer volledig in oude staat worden teruggebracht. De funderingspalen worden verwijderd tot een diepte van ten minste 6 meter onder de zeebodem, zie paragraaf 4.2.6. Een uitzondering vormen de rotorbladen, meestal gemaakt van glasvezel. Die worden momenteel slechts voor laagwaardige toepassingen opnieuw gebruikt, bijvoorbeeld als grondstof voor 'Amsterdammertjes' of als hulpstof in beton. Aan meer hoogwaardige vormen van hergebruik en het gebruik van natuurlijke vezels, zoals hout, wordt onderzoek uitgevoerd. [Beurskens en Van Kuik, 2001].

Energiebalans

Een andere maat voor duurzaamheid van windenergie is enerzijds de hoeveelheid energie die nodig is voor de productie, de installatie, het onderhoud en uiteindelijk de verwijdering, en anderzijds de tijd die verstrijkt voor de input (benodigde energie) is terugverdiend (energieopbrengsten). Door middel van een zogeheten Life Cycle Analyse kan dit worden nagegaan. Afhankelijk van het turbinetype en het windklimaat ter plaatse wordt die tijd geschat op drie tot zes maanden. Een levenscyclusanalyse van Deense windturbinefabrikanten komt uit op een energierugverdiendtijd van drie maanden [Danish Wind Turbine Manufacturers Association, 1999].

Afgezet tegen een technische levensduur van circa 20 jaar, betekent het dat een windturbine 40 tot 80 keer zijn eigen energie-input kan opleveren. Dit betekent dat de CO₂, NO_x, en SO₂ uitsloot als gevolg van de productie van een windturbine verwaarloosbaar is ten opzichte van de vermindering van deze stoffen gedurende zijn levensduur.

14.5 Emissiebeperking

Het windpark levert onder andere een bijdrage aan de reductie van de emissies van CO₂ (broeikasgas) en NO_x en SO₂ (verzurende stoffen). Ook komt bij de productie van elektrische energie door middel van windenergie geen koelwater vrij zoals bij thermische centrales het geval is. Productie van elektriciteit door middel van windenergie draagt bij aan de besparing van aardgas. Aardgas kan dan worden gebruikt voor meer hoogwaardiger toepassingen.

De bijdrage aan de reductie van CO₂, NO_x, en SO₂ is rechtevenredig met de netto energieopbrengst. In tabel 14.3 zijn de vermeden emissies CO₂, NO_x en SO₂ weergegeven voor het hele windpark en per vierkante kilometer. De reductie is berekend aan de hand van het huidige gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales. Hierbij zijn de volgende kengetallen gehanteerd (bron: WEOM): 0,57 kg CO₂/kWh, 0,00115 kg NO_x/kWh en 0,00125 kg SO₂/kWh.

Indien wordt gekeken naar de vermeden emissies voor het hele windpark dan kan worden geconcludeerd dat de vermeden emissies ongeveer in dezelfde orde grootte liggen. De rendementsvariant scoort dan het gunstigst en de bolstapeling 7,5D het minst gunstigst. Echter als wordt gekeken naar de vermeden emissies per vierkante kilometer dan scoort de variant bolstapeling 7,5D (kleinste ruimtebeslag) het gunstigst en de corridorvariant (grootste ruimtebeslag) het ongunstigst.

Tabel 14.3 Vermeden emissies (ton)

Varianten	Vermeden CO ₂ emissie		Vermeden SO ₂ emissies		Vermeden NO _x emissies	
	windpark	per km ²	windpark	per km ²	windpark	per km ²
basisvariant	191.183	12.699	419	27,85	386	25,62
corridorvariant	192.488	7.703	422	16,89	388	15,54
rendementsvariant	192.955	9.185	423	20,14	389	18,53
bolstapeling 7,5D	188.221	18.672	413	40,95	380	37,67
bolstapeling 10,5D	192.311	9.437	422	20,69	388	19,04

Geraadpleegde literatuur

[Addink en Smeenk, 1999]

Addink, M.J. en C. Smeenk, The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in Dutch coastal waters: Analysis of stranding records for the period 1920-1994, *Lutra* 41 (1-2) 55-80

[Addink, 2000].

Addink, M.J., The Harbour porpoise *Phocoena phocoena* in Dutch coastal waters: Analysis of stranding records for the period 1920-1994. Lezing Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Groningen 28 sept. 2000

[Alkyon, 2003]

Alkyon, Memo over de effecten van het windpark op het aspect Kust en Zee (kenmerk: A1092le01), 23 januari 2003

[Avery et al, 1976]

Avery, M., P.F. Springer and J.F. Cassel, The effects of a tall tower on nocturnal bird migration - a portable ceilometer study, *Auk* 93: 281-291

[IALA, 2000]

International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, Recommendation for the marking of Offshore Wind Farms, IALA Recommendation O-117, May 2000

[Van Alphen en Damoiseaux, 1989].

Alphen, J.S.L.J., van en M.A. Damoiseaux, A geomorphological map of the Dutch shoreface and adjacent part of the continental shelf, *Geol. en mijnb.* 68: 433-443

[Baldwin, 1995]

Baldwin, D.H., Enquiry into the Mass Mortality of Nocturnal Migrants in Ontario, *The Ontario Naturalist* 3(1): 3-11

[Baptist et al, 1997]

Baptist, H.J.M., R.H. Witte, P. Duiven en P. Wolf, Aantallen Eidereenden *Somateria mollissima* in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee in de winters 1993-1997, *Limosa* 70: 113-118

[Baptist en Meininger, 1996]

Baptist, H.J.M. en P.L. Meininger (red), Vogels van de Voordelta 1975-1995, Rapport RIKZ 96.018, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg

[Baptist & Wolf, 1993]

Baptist, H.J.M. en P.A. Wolf, Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat (rapport DWG-93.013), Rijkswaterstaat Dienst Getijdenwateren & Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Middelburg/Yerseke

[Bauer & Gutz von Blotzheim, 1966]

Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim (ed.), Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 1, Gaviiformes-Phoenicopteriformes, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main

[Bergman en Santbrink, 1998]

Bergman, M.J.N. en J.W. van Santbrink, Distribution of larger sized invertebrate species (megafauna) in the Dutch sector of the North Sea, BEON rapp. 98-2, 55-92

[Bergman en Leopold, 1992]

Bergman, M.J.N. en M.F. Leopold, De ecologie van de kustzone van Vlieland en Terschelling, NIOZ-rapport 1992-2

[Beurskens en Van Kuik, 2001].

Beurskens, J. en G. van Kuik, Alles in de Wind, Vragen en antwoorden over windenergie, 2001

[Bijkerk, 1988]

Bijkerk, R., Ontsnappen of begraven blijven, de effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden, RDD aquatic ecosystems, Groningen

{Brasseur, 2000]

Brasseur, S., Radio tracking of seals: behaviour and habitat use of free ranging harbour seals, Lezing Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Groningen 28 sept. 2000

[Breusers, et al, 1977]

Breusers, H.N.C.G. Nicolet & H.W. Shen, Local Scour around cylindrical piers, J. Hydraulic Research, IAHR, 15(3): 211-252

[Buurma, 1999]

Buurma, L.S., Tussenrapportage vogeltrekproject IJmuiden 1999, Koninklijke Luchtmacht, Sectie Natuurtechniek en Ecologisch Beheer

[Buurma & Van Gasteren, 1989]

Buurma, L.S. en H. van Gasteren, Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust, Koninklijke Luchtmacht (afdeling Luchtmacht Bedrijfsveiligheid, sectie Ornithologie), Den Haag

[Buurma, 1987]

Buurma, L.S., Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober, Limosa 60: 63-74

[Camphuysen, 2000]

Camphuysen, C.J., Vogels in het Noord-Hollandse kustgebied, rond en buiten de 20 m diepte contour, Report 2000-01, CSR Consulancy, Oosterend Texel

[Camphuysen, 2000a]

Camphuysen, C.J., Vogels van de Zuidelijke Bocht, in en rond het mijnbouwvak P12-WP (52° 22'NB, 04°OL), Report 2000-13, CSR Consulancy, Oostereind Texel

[Camphuysen, 1998]

Camphuysen, C.J., Vliegveld in de Noordzee: aanvaringsrisico's en ecologische betekenis van de kustwateren tussen Goeree en Wijk aan Zee, Werkdocument TNLI, CSR-rapport 98-03, Texel

[Camphuysen en Leopold, 1998]

Camphuysen, C.J. en M.F. Leopold, Kustvogels, zeevogels en Bruinvissen in het Hollandse kustgebied, NIOZ-rapport 1998-4, CSR-rapport 1998-2, IBN-rapport 354

[Camphuysen, 1996]

Camphuysen, C.J., Herring gull *Larus argentus* and Lesser Blackbacked gull *L. fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitieve scavenging versus efficiënt flying, *Ardea* 83: 365-380

[Camphuysen & Leopold, 1994]

Camphuysen, C.J. en M.F. Leopold, Atlas of seabirds in the southern North Sea, IBN Research Report 94/6, NIOZ-Report 1994-8, Institute for Forestry Nature Research, Dutch Seabird Groep and Netherlands Institute for Sea Research, Texel

[Camphuysen, 1992]

Camphuysen, C.J., Nachttrek van Grote Sterns *Sterna sandvicensis* door het binnenland, *Sula* 6: 56-57

[Camphuysen, 1988]

Camphuysen, C.J., Dode zangvogels op de vloedlijn, *Sula* 2: 79-82

[Camphuysen & Van Dijk, 1983]

Camphuysen, C.J. en Van Dijk, J., Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust 1974-79, *Limosa* 56: 81-230

[Camphuysen et al, 1982]

Camphuysen, C.J., G.O. Keijl en J.E. den Ouden, Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 1, Gaviidae-Ardeidae, CvZ-verslag, Amsterdam

[Chakrabari, 1987]

Chakrabari, S.K., Hydrodynamics of Offshore Structures, Computational Mechanics Publications

[Christiaan Huygens Lab, 1988]

Christiaan Huygens Lab, Onderzoeksrapport Radarhinder van windturbines, september 1988

[Coeterier et al, 1997]

Coeterier, J.F., A.E. Buijs en M.B. Scöne, Waarden van de Wadden, Belevingsonderzoek in het Waddengebied, DLO-Staring Centrum, Rapport 569, Wageningen

[Council of Europe, 2002]

Impact of windfarms on birds and precautionary measures, September 2002, Strasbourg

[Daan et al, 1997].

Daan, R., M.J.N. Bergman en J.W. van Santbrink, Macrobiotus op Loswal Noord na 35 jaar stortingen van havenslib en op Loswal Noordwest voor aanvang van stortingen, NIOZ-rapport 1997-3

[Danish Wind Turbine Manufacturers Association, 1999]

Danish Wind Turbine Manufacturers Association, The Energie Balance of Modern Wind Turbines, Wind Power Note 16, December 1999

[Deelder & Tinbergen, 1947]

Deelder, C.L. & L. Tinbergen, Waarnemingen over de vlieghoogte van trek-kende Vinken *Fringilla coelebs* L. en Spreeuwen *Sturnus vulgaris* L., *Ardea* 35: 45-78

[De Vlas, 1979]

Vlas, J., de, Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea, with special reference to consumption of regenerating parts of macrobenthic prey, *Neth.J.Sea.Res.*13 (1) 117-153

[Dirksen, 2000]

Dirksen, S., Workshop Offshore-Windenergienutzung Technik, Naturschutz, Planung, Considerations on Environmental Issues in the Planning of Offshore Wind Farms in The Netherlands, Bureau Waardenburg

[Dirksen et al, 1996]

Dirksen, S., A.L. Spaans & J. van der Winden, Nachtelijke trek en vlieghoogtes van steltlopers in het voorjaar over de noordelijke havendam van IJmuiden, *Sula* 10: 129-142

[Dirksen et al, 1996a]

Dirksen, S., A.L. Spaans, J. van der Winden en L.M.J. van den Bergh, Bureau Waardenburg, DLO-Instituut voor Bos- en natuuronderzoek, Vogelhindering door Windturbines, Landelijk onderzoekprogramma, deel 2: nachtelijke vlieghoogtemetingen van duikenden in het IJsselmeergebied, Bureau Waardenburg rapport nr. 96.18, Culemborg/Wageningen

[Van Dobben, 1953]

Van Dobben, W.H., Migration in the Netherlands, *Ibis* 95: 214-234

[ECN, 2002]

ECN, Handboek Risicozonering Windturbines, januari 2002

[Ecology Consulting, 2001]

Ecology Consulting, Assessment of the effects of offshore wind farms on birds

[E-Connection, 2001]

E-Connection, Milieueffect rapport offshore windpark Q7-WP, maart 2001

[Eisma, 1981]

Eisma, D., Suspended matter as a carrier for pollutants in estuaries and the sea, In: R.A. Geyer, Mar. Envir. Pollution, 2. Mixing and dumping, Elsevier Science Pub. Comp., Amsterdam

[Expert meeting, 2000]

Expert meeting, Beknopt verslag expert meeting van 26 oktober 2000 over scheepvaart en veiligheid MER offshore windpark, met prof. ir. A. Aalbers en ir. J.W. Frouws van de Vakgroep Scheepsontwerpen van de Technische Universiteit Delft en ir. A.W. Vredevelde van het Centrum voor Maritieme Constructies van TNO-Bouw

[EZ et al, 2001].

Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Monitoring- en Evaluatie Programma Near Shore Windpark (MEP-NSW), oktober 2001

[EZ/VROM, 2000-2001]

Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Project-planologische kernbeslissing Locatiekeuze Near Shore Windpark, Tevens partiele herziening Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening, Deel 1 t/m 4, februari 2000 - december 2001

[EZ/VROM, 2000]

Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Milieu-effectrapport Locatiekeuze Demonstratieproject Near Shore Windpark, februari 2000

[EZ, 1997]

Ministerie van Economische Zaken, Duurzame energie in opmars, Actieprogramma 1997-2000, Den Haag

[EZ, 1995]

Ministerie van Economische Zaken, Derde energienota, Den Haag

[Garthe & Hüppop, 1996]

Garthe, S. & O. Hüppop, Nocturnal scavenging by gulls in the southern North Sea, Colonial Waterbirds 19: 232-241

[Van Gasteren, 1986]

Van Gasteren, H., De trek van de Kievit over Nederland, Rapport, Klu, Den Haag

[Glutz von Blotzheim & Bauer, 1981]

Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (red.), Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 8/11, Charadriiformes, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden

[Goodson, 1997]

Goodson, A.D., Studying the acoustic signals of the harbour porpoise, pp. 56-59 in: Evans, P.G.H. (ed), European research on Cetaceans 10. Proc, 10th Annual Conference European Cetacean Society, Lisbon, Portugal, 11-13 March 1996

[Guillemette et al, 1998]

Guillemette, M., J.K. Larsen, I. Clausager, Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks, NERI Technical Report No. 227

[Hatakeyama et al, 1994]

Hatakeyama, Y., K. Ishii, T. Akamatsu, H. Soenda, T. Shimamura & T. Kojima, A review of studies on attempts to reduce the entanglement of the Dall's porpoise, *Phocoenoides dalli*, in the Japanese salmon gillnet fishery. Rep. Int. Whal. Comm. (Spec. Issue) 15: 549-563

[Haskoning, 2000]

Haskoning, Nadere toelichting veiligheidsstudie voor het Near Shore Windpark, Rapportnummer: H2699.DO/R003/JVDR/K K, september 2000

[Haskoning, 1997]

Haskoning, Haalbaarheidstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark - Cluster I: Voorstudie Locatieselectie - Deelstudie Windaanbod

[Haskoning, 1995]

Haskoning, MER Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland, Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

[Haskoning, 1995a]

Haskoning, MER Proefboringen naar aardgas in de Waddenzee, Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

[Hebert et al, 1995]

Hebert, E., E. Reese en L. Mark, Avian collision and electrocution: an annotated bibliography, Report P700-95-001, California Energy Commission

[Heessen et al, 1999]

Heessen, H.J.L., P.M. de Vries & H.C. Welleman, Ecosysteendoelen Noordzee: Vissen, Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), IJmuiden, RIVO-Rapport CO60/99

[Heessen, 1998]

Heessen, H.J.L., Gevolgen voor de zeevisserij van infrastructurele werken in de kustzone, Symp. Productschap Vis, Den Haag, januari 1998

[Hoffman et al, 1997]

Hoffman, C.J.C.M. en H.J. Verheij, Scour Manual, A.A. Balkema Publications

[Holtmann et al, 1999]

Holtmann, S.E., G.C.A. Duineveld & M. Mulder, The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1998 and a comparison with previous data, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), NIOZ-Rapport 1999-5, Texel

[Holtmann et al, 1996]

Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen en J. van der Meer, Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf, Ministry of transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, pp 244

[Hulscher, 1996]

Hulscher, S., Formation and Migration of Large Scale, Rhythmic Seabed Patterns: a Stability Approach, Universiteit Utrecht

[ICONA, 1992]

ICONA, Noordzee-Atlas, voor het Nederlandse beleid en beheer

[Jacobs, 1999].

Jacobs, M., Zee van vrijheid, Een studie naar motieven voor kusttoerisme en vrijetijdservaringen aan de kust, Landbouwniversiteit, Werkgroep Recreatie en Toerisme, Wageningen

[Johnson, 1992]

Johnson, P.A., Reliability based pier scour engineering, J. Hydraulic Engineering, ASCE, 121(8): 626-629

[Keijl & Mostert, 1988]

Keijl, G.O. & Mostert, Vorsttrek van Scholeksters *Haematopus ostralegus* langs de kust in 1987, Sula 2: 113-118

[Klijn, 1981]

Klijn, J.A., Nederlands kustduinen, geomorfologie en bodems, Wageningen

[Knijn et al, 1996]

Knijn, R.J., T.W. Boon, H.J.L. Heessen en J.R.G. Hislop, Atlas of the North Sea Fishes, ICAS coop. res. rep. nr. 194

[KNMI, 1999]

Koninklijk Nederland Meteorologisch Instituut, Maritiem Kennis Centrum, Op basis van ref.23: dertig jaar waarnemingen van 1910 t/m 1939

[Korevaar, 1990]

Korevaar, North Sea Climate: Based on observations from ships and light vessels, KNMI

[Korevaar, 1987]

Korevaar, Climatological data of the Netherlands lightvessels over the period 1949-1980, KNMI-rapport WR 87-9

[Kyoto, 1997]

Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change, 11 december 1997

[Lensink en Van der Winden, 1997]

Lensink, R. en J. van der Winden, Bureau Waardenburg, Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning (rapport nr. 97.023), Culemborg

[Leopold, 1996]

Leopold, M.F., *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland, BEON rapport 96-2

[Leopold et al, 1995]

Leopold, M.F., H.J.B. Baptist, P.A. Wolf en H. Offringa, De Zwarte zee-eend *Melanitta nigra* in Nederland, *Limosa* 68: 49-64

[NERI, 2002]

National Environmental Research Institute, Department of Coastal Zone Ecology, Horns Rev wind farm, Progress report: 1 January - 30 June 2002, Denmark

[NERI, 2002a]

National Environmental Research Institute, Status report of seabird surveys at Horns Rev, 2000 - 2001, Denmark

[NERI, 2001]

National Environmental Research Institute, Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev: results and conclusions 2000/2001, Denmark

[NoordzeeWind, 2002]

NoordzeeWind, Startnotitie Milieu-effectrapportage inrichting demonstratieproject Near Shore Windpark, juli 2002

[NoordzeeWind, 2002a]

NoordzeeWind, Projectvoorstel Near Shore Windpark, januari 2002

[Novem, 1999]

Novem, Akoestisch onderzoek, Onderwatermetingen windmolenpark Irene Vorrink, GO795.FD/R001/GCDD/JER

[Novem, 1997]

Novem, Haalbaarheidstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark, Amsterdam

[Oosterbaan, 1991]

Oosterbaan, A., De grote vijf van de Hollandse kust, Natura 1991 (4) 86-87

[Oranjewoud, 1998]

Oranjewoud, MER Proefboringen naar aardgas in de kustzone van de Concessie 'Middelie', Heerenveen

[Den Ouden & Van der Ham, 1988]

Ouden, J.E., den en N.F. van der Ham, Meetpost Noordwijk 1978-1991, verslag nr. 3, Stercorariidae-Alcidae, CvZ-verslag, Amsterdam

[Den Ouden & Camphuysen, 1983]

Ouden, J.E., den en C.J. Camphuysen, Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 2, Anatidae-Scolopacidae, CvZ-verslag, Amsterdam

[Platteeuw et al, 1994]

Platteeuw, M., N.F. van der Ham en J.E. den Ouden, Zeetrekellingen in Nederland in de jaren tachtig, Sula 8 (1/2, special issue): 1-203

[Platteeuw, 1990]

Platteeuw, M., Zwarte zee-eenden *Melanitta nigra* snijden Nederlandse kust af, Sula 4: 70-74

[Platteeuw et al, 1985]

Platteeuw, M., N.F. van der Ham en C.J. Camphuysen, K7-FA-1, K8-FA-1, Zeevogelobservaties winter 1984/1985

[Provinciale Waterstaat Zeeland, 1998]

Provinciale Waterstaat Zeeland, Uitzonderingsgebieden Wetland Oosterschelde en Mariezaatsmeer

[Read, 1997]

Read, A.J., Through the looking glass: the behaviour of harbour porpoises in relation to the entanglement in gill nets, in: European research on Ceteceans 11 Proc. 11 th Annual Conference European Cetecean Society, Stralsund, Germany, 11-12 March 1997

[Richardson et al, 1995]

Richardson, W.J., C.R. Greene, C.I. Malme en D.H. Thomson, Marine mammals and noise, Academic Press, Londen

[Richardson, 1978]

Richardson, W.J., Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review, Oikos 30: 224-272

[Van Rijn, 1995]

Rijn, L.C., van, Sandbudget and coastline changes of the central coast of Holland between Den Helder and Hoek van Holland, period 1964-2040, Kustgenese rapport H2129

[Rijnsdorp et al, 1995]

Rijnsdorp, A.D., P.I. van Leeuwen en B. Vingerhoed, Variation in abundance and distribution of demersal fish species in the coastal zone of the southeastern North Sea between 1980 and 1993, deel 3 (pp 20) in: Wintermans, G., N. Dankers, H. van der Veer, A.D. Rijnsdorp, P.I. van Leeuwen & B. Vingerhoed, Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone, BEON rapp. 95-12

[RIKZ, 1998]

Rijksinstituut voor Kust en Zee, RIACON 2, Long term effects of subaqueous sand extraction North of the island of Terschelling, Rapport RIKZ-98-034

[RIKZ, 1997]

Rijksinstituut voor Kust en Zee, Landen op zee, Kwalitatieve beschrijving van de morfologische en ecologische effecten van een vliegveld in de Noordzee, deel 1, Rapport RIKZ-97.047

[RIKZ, 1996]

Rijksinstituut voor Kust en Zee, Risk analysis of coastal nourishment techniques (RIACON), Rapport RIKZ-97.022

[RIVO, 1999]

Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, Effecten windpark op visserij (rapportnummer: C040/99), juli 1999

[Van Scheppingen en Groenewold, 1990]

Scheppingen, Y., van en A. Groenewold, De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse kustzone overzicht 1988-1989, Rijkswaterstaat directie Noordzee/Dienst getijdewateren, MILZON-BENTHOS rapport 90-03

[Shell, 2001]

Shell Global Solutions, Metocean conditions for the Egmond wind farm development, Preliminary design criteria and operating statistics offshore Egmond aan Zee, Netherlands, March 2001

[Skov et al, 1995]

Skov, H., J. Durinck, M.F. Leopold en M.L. Tasker, Important bird areas in the North Sea, including the Channel and the Kattegat, Birdlife International, Cambridge

[Smit et al, 1998]

Smit, M.J., I. Borup, J.M. Lourens en P. van Vessem, Landen op zee 2, Veranderingen in het water- en kustsysteem door het aanleggen van een vliegveld in zee in de zoekruimten Maasvlakte en Noordzee, Rapport RIKZ 98.025

[Spaans et al, 1995]

Spaans, A.L., J. van der Winden, L.M.J. van den Bergh en S. Dirksen, Bureau Waardenburg, DLO-Instituut voor Bos- en natuuronderzoek, Vogelhindert door Windturbines, Landelijk onderzoekprogramma, deel 1: verkennend onderzoek naar nachtelijke vliegbewegingen in getijdegebieden, Bureau Waardenburg rapport nr. 95.43, Culemborg/Wageningen

[Still et al, 1995]

Still, D., B. Little en S. Lawrence, The effect of wind turbines on the bird population at Blyth, ETSU, Haugh Lane Industrial Estate, Hexham

[Stork, 1999]

Stork Engineering Consultancy B.V., Projectnotitie Quick scan ten behoeve van MER NSW, document nr.: 63199-SEC-004, april 1999

[Stutterheim, 1999]

Stuttenheim, S., Balanceren met baggerspecie, een nieuwe loslocatie op de Noordzee voor licht verontreinigde baggerspecie uit de Rijnmond, Zoutkrant 1999 (3) 5-6

[Sumer et al, 1992]

Sumer, B.M., J. Fredsoe & N. Christiansen: Scour around vertical pile in waves, J. of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ACSE, 118(1): 15-31

[Sundberg & Söderman, 1999]

Sundberg, J. en M. Söderman, Windpower and Grey Seals: An impact assessment of potential effects by sea-based windpower plants on a local seal population. Anceps Ecologidata & Department of Animal Ecology, Uppsala University, Sweden

[SWOV, 1992]

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, D.A. Schreuder, De invloed van windturbineparken op de verkeersveiligheid; advies uitgebracht aan de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu bv NOVEM, R-92-74, Leidschendam

[TNO, 1994].

TNO, Ecologische risicoanalyse op basis van overschrijding van kritische verstoringsniveaus, TNO-rapport DH94-015

[Trapp, 1998]

Trapp, J., Bird kills at towers and other man-made structures: an annotated partial bibliography (1960-1998), Report, U.S. Fish and Wildlife Service, Virginia

[Tucker, 1995]

Tucker, V.A., A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors, Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262

[Tulp et al, 1999]

Tulp, I., J. van der Winden, H. Schekkerman, J. Larsen en S. Dirksen, Bureau Waardenburg, Nachtelijke vliegbewegingen van zee-eenden bij het windpark Tunø Knob in de Oostzee (rapport nr. 99.30), Culemborg/Wageningen

[Van Moorsel en Munts, 1995]

Moorsel, G.W.N.M. van en R. Munts, Bureau Waardenburg, Effecten van zandoverslag met de "Punaise II" op sediment en macrobenthos, Onderzoek in kader van strandsuppletie bij Bloemendaal-Zandvoort 1993 t/m 1995 (rapp. nr. 95.47), Culemborg

[Van Moorsel, 1994]

Moorsel, G.W.N.M. van, Bureau Waardenburg, Monitoring kunstrippen Noordzee 1993 (rapp. nr. 94.05), Culemborg

[Van Moorsel et al, 1991]

Moorsel, G.W.N.M. van, H.W. Waardenburg en J. van der Horst, Bureau Waardenburg, Het leven op en rond scheepswrakken en andere substraten in de Noordzee (1986 t/m 1990) - een synthese -, Culemborg (rapp. nr. 91.19)

[Van der Tak, 2003]

Van der Tak, C., IMER Near Shore Windpark: Effecten op de veiligheid van de scheepvaart voor vijf inrichtingsvarianten, MARIN, 18358.620/2, februari 2003

[Van der Tak, 1999]

Van der Tak, C., Veiligheidsstudie voor de milieu-effectrapportage van het Near Shore Windpark, MARIN, 15773.620/2, oktober 1999

[Van der Winden et al, 1999]

Van der Winden, J., A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers en S. Dirksen, Bureau Waardenburg, DLO-instituut voor Bos- en natuuronderzoek, Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal windpark Afsluitdijk, Bureau Waardenburg rapport 99.002, Culemborg/Wageningen

[Van der Winden et al, 1997]

Van der Winden, J., G.W.N.M. van Moorsel en S. Dirksen, Bureau Waardenburg, Near shore windenergie, voorstudie locatieselectie, deelstudie ecologie (rapport nr. 97.015), Culemborg/Wageningen

[Verboom, 1991]

Verboom, W.C., Possible disturbance of marine mammal hearing perception bij human made noises, preparatory study, TNO-rep. TPD-HAG-RPT-91-110, pp 39

[Verheijen, 1981]

Verheijen, F.J., Birds kills at tall lighted structures in the USA in the period 1935-1973 and kills at a Dutch lighthouse in the period 1924-28 show similar lunar periodicity, Ardea 69: 199-203

[Verheijen, 1980]

Verheijen, F.J., The moon: a neglected factor in studies on collision of nocturnal migrant birds with tall lighted structures and with aircraft, Vogelwarte 30: 305-320

[VROM, 1999]

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, 1999

[VROM, 1998]

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening, Den Haag

[V&W/RIKZ, 1998]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Rijksinstituut voor Kust en Zee, Kustlijnkaarten 1998, Rapport RIKZ-98.005

[V&W, 2002]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat directie Noordzee, Vergunning voor het leggen en onderhouden van elektriciteitskabels tussen windmolenpark Q7-WP en de kust bij Velsen-Noord en Wijk aan Zee (nummer: AMU/636), 12 februari 2002,

[V&W, 1999]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nota 'Toekomst van de Nederlandse Luchthaven'

[V&W, 1998]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Interactie zeegebonden gebruik, in opdracht van: Toekomstige Nationale Luchtvaart Infrastructuur (TNLI)

[V&W, 1998a]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Landelijke beleidsnota Schelpenwinning, Den Haag

[V&W, 1998b]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Zichtbaarheid landaanwinning, Meteo Consult, in opdracht van Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten Werkgroep Landschap, november 1998

[V&W, 1996]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Kustbalans 1995, de tweede kustnota, Den Haag

[V&W/VROM, 1996]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen, Deel 4: Planologische kernbeslissing, Den Haag

[V&W, 1991]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee, Rijswijk

[V&W, 1990]

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Kustverdediging na 1990, beleidskeuze voor de kustlijn zorg, Den Haag, Tweede Kamer 1989-1990, 21.136

[Waardenburg, 1987]

Bureau Waardenburg, De fauna op een aantal scheepswrakken in de Noordzee in 1986 (rapp. nr 87.19), Culemborg

[Winkelman, 1992]

De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: Aanvaringsslachtoffers, RIN-rapport 92/2, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem

[Winkelman, 1992a]

De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: Nachtelijke aanvaringskansen, RIN-rapport 92/3, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem

[Winkelman, 1992b]

De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3: Aanvliegedrag overdag, RIN-rapport 92/4, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem

[Winkelman, 1992c]

De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: Verstoring, RIN-rapport 92/5, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem

[Witte et al, 1998]

Witte, R.H., H.J.M. Baptist en P.V.M. Bot, Increase of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Dutch sector of the North Sea, *Lutra* 40 (2) 33-40

[Witte en Wolf, 1997]

Witte, R.H. en P.A. Wolf, Vliegtuigtellingen van de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) in de Voordelta, Westerschelde en Oosterschelde, Delta Project, Culemborg / Rijksinstituut voor kust en Zee, Middelburg

Lijst van begrippen en afkortingen

abiotisch	behorende tot de niet levende natuur
activiteit	fysieke handeling met invloed op het milieu
afwatering	afvoer van (overtollig) water uit een gebied via open watergangen (sloten, kanalen e.d.)
alternatief	een andere uitwerking van de voorgenomen activiteit om daarmee (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan het doel (doelen) van de initiatiefnemer; de Wet milieubeheer (Wm) schrijft voor dat alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen
archeologie	de wetenschap van stoffelijke resten uit oude tijden
autonome ontwikkeling	op zichzelf staande ontwikkeling (die plaatsvindt als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd)
Awb	Algemene wet bestuursrecht
bestemmingsplan	gemeentelijk plan (ontwerp) betreffende de bestemming van terreinen en de daarmee verband houdende voorschriften
bevoegd gezag	degenen die het besluit over de vergunningverlening moeten nemen, in dit geval De Minister van V&W, in overeenstemming met De Minister van VROM
biotisch	behorende tot de levende natuur
biotoop	leefomgeving van een leefgemeenschap van planten en/of dieren
bodem	vaste deel van de aarde waarin zich water, lucht en organismen bevinden
Cie-m.e.r.	commissie voor de milieueffectrapportage, deze bestaat uit een aantal onafhankelijke deskundigen uit diverse disciplines

CO ₂	kooldioxide
compensatiebeginsel	het principe, dat bij aantasting van waardevolle natuurgebieden of landschappen, mitigerende en/of compenserende maatregelen moeten worden genomen
compenserende maatregel	maatregel om de nadelige gevolgen van de voorgenomen activiteit voor het milieu te compenseren
cultuurhistorie	de geschiedenis van de door de mens gemaakte en door de mens beïnvloede omgeving
dB(A)	Decibel (A-gewogen), maat voor geluidniveau
decibel	zie dB(A)
ecologie	de wetenschap van de betrekkingen tussen organismen en hun milieu
ecologische hoofdstructuur	samenhangend stelsel van natuurkerngebieden, ontwikkelingsgebieden en verbindingszones
ecosysteem	geheel van planten- en dierengemeenschappen in een territorium, beschouwd in hun samenwerking met de milieufactoren
ecotoop	een ruimtelijke begrensde homogene ecologische eenheid, waarvan de samenstelling en ontwikkeling van de plantengroei wordt bepaald door abiotische (bodem, waterhuishouding, voedselstatus, zuurgraad, dynamiek), biotische en door de mens beïnvloede condities
emissie	uitstoot/lozing van stoffen of geluid
EZ	(Ministerie van) Economische Zaken
fauna	diersoorten die in een gebied worden aangetroffen
flora	plantensoorten die in een gebied worden aangetroffen
fourageergebied	gebied waar dieren voedsel zoeken
geluidemissie	hoeveelheid geluid, die door een geluidsbron wordt uitgezonden
habitat	leefgebied van planten of dieren
hard substraat	hard materiaal onder water (bijv. funderingen, scheepswrakken) waar mosselen, poliepen e.d.

	zich op kunnen hechten
hz	hertz, een maat voor trillingen
I-MER	inrichtings-milieueffectrapportage
initiatiefnemer	instantie of bedrijf dat van plan is om een (m.e.r.-plichtige) activiteit uit te voeren. De initiatiefnemer van deze m.e.r. is Noordzee-Wind b.v.
inrichtingsalternatief	alternatief voor de wijze van inrichting van het plangebied
k-strategen	zie k-strategie
k-strategie	conservatieve levensstrategie (soortkenmerken: energie wordt vooral in handhaving gestopt; langzame groei; hoge leeftijd; voortplanting op late leeftijd; weinig nakomelingen per jaar)
kustzone	gebied aan de zeezijde van het strand, evenwijdig aan de kust en met een relatief geringe waterdiepte
llws-lijn	laagste laagwater spring, laagste gemeten laagwaterstand onder invloed van zon, maan en wind
L-MER	locatie-milieueffectrapportage
macrobenthos	bodemleven bestaande uit grotere organismen (groter dan 1 millimeter)
meest milieuvriendelijk alternatief (MMA)	die combinatie van (haalbare) inrichtings- en beheerselementen die vanuit milieu-oogpunt het minst schadelijk is
MER	milieueffectrapport
m.e.r.	procedure van de milieueffectrapportage
milieu	het geheel van en de relaties tussen water, bodem, lucht, mensen, dieren, planten en goederen
milieueffectrapport (MER)	document waarin van een voorgenomen activiteit en de redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven of varianten de te verwachten gevolgen voor het milieu in hun onderlinge samenhang op systematische en zo objectief mogelijke wijze worden beschreven; het wordt opgesteld ten behoeve van een of meer beslui-

	ten die over de betreffende activiteit genomen moet(en) worden
milieu-effectrapportage (m.e.r.)	de procedure die bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een MER en het achteraf evalueren van de milieugevolgen die samenhangen met de uitvoering van een mede op basis van het MER genomen besluit; dit alles met inachtneming van de voorgeschreven procedures
mitigerende maatregel	maatregel om de nadelige gevolgen van de voorgenomen activiteit voor het milieu te voorkomen, te beperken of te compenseren
monitoring	metingen waarmee de ontwikkelingen in het milieu worden gevolgd
MW	megawatt
natuurgebied	een gebied met duidelijke natuur- en landschapswaarden die in hun planologische functie-aanduiding (mede) tot uiting komen
natuurontwikkeling	het scheppen van omstandigheden waarin natuurlijke ecosystemen zich kunnen ontwikkelen
NCP	Nederlands Continentaal Plat
near shore	gebied tussen kustlijn en de 12-mijlszone
Nederlands Continentaal Plat	NCP
netinpassingspunt	het punt waar de elektriciteitskabel uit het park wordt aangesloten op het elektriciteitsnetwerk
niet-routegebonden scheepvaart	visserij, werkvaart (bijv. voor offshore installaties), supply vaart en recreatievaart
NoordzeeWind	samenwerkingsverband bestaande uit Shell Windenergy B.V. en N.V. Nuon Duurzame Energie
NSW	Near Shore Windpark
nulalternatief	het uitblijven van de voorgenomen activiteit
off-shore	gebied buiten de 12-mijlszone
Pkb	(procedure van de) planologische kernbeslissing
plangebied	het gebied waar de voorgenomen activiteit

	wordt ondernomen
pleisterende vogels	niet-broedvogels (rustende vogels)
referentie	vergelijking (maatstaf)
refugium	plaats binnen een gebied waar planten of dieren kunnen overleven
reliëf	hoogteverschillen in een terrein
resedimentatie	opnieuw sedimenteren
richtlijnen	document waarin het bevoegd gezag aangeeft wat er in het MER tenminste moet worden onderzocht
routegebonden scheepvaart	veerboten, passagiersschepen en alle koopvaardijvaart (alle verkeer tussen zeehavens)
r-strategie	opportunistische (revolutionaire) levensstrategie (soortkenmerken: snelle vestiging op open plekken; snelle groei; voortplanting op jonge leeftijd; veel nakomelingen per jaar)
spisula	schelpensoort
startnotitie	eerste product in de m.e.r.-procedure, dat de formele start van de procedure vormt
streekplan	provinciaal plan waarin toekomstige ontwikkelingen van een gebied in hoofdlijnen wordt aangegeven
studiegebied	het gebied waar effecten kunnen optreden (plangebied en directe omgeving)
trenchen	het laten verzinken van kabels in de zeebodem door middel van het "verweken" van de bodem met water
variant	één van meerdere mogelijke oplossingen voor een deelprobleem
vegetatie	de concrete begroeiing van wilde planten in een bepaald gebied in een spontaan ontwikkelde orde en structuur
visueel	gericht op het zien
voorgenomen activiteit	de activiteit die de initiatiefnemer wil realiseren: het bouwen van een "demonstratie" windpark op de locatie "Egmond" (zoals beschreven in artikel 8.6.2 van de pkb-NSW)

voorkeursalternatief	alternatief die de voorkeur geniet van de initiatiefnemer
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
V&W	(Ministerie van) Verkeer en Waterstaat
Wbr	Wet beheer rijkswaterstaatswerken
wettelijke adviseurs	de regionale inspecteur milieuhygiëne van het Ministerie van VROM en de regionale directeur Landbouw, Natuur en Openluchtrecreatie van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij
Wm	Wet milieubeheer
zetting	het zakken van de bodem door het opbrengen van materiaal of door verlaging van de grondwaterstand
zog	dit is het effect waarbij het windveld van een windturbine wordt verstoord door het windveld van ander windturbines (hierdoor neemt de opbrengst van een windpark af)

Bijlage 1

Verantwoording van de toegepaste richtlijnen

Bijlage 1

Verantwoording van de toegepaste richtlijnen

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
	2 Hoofdpunten van het MER	
1 (blz. 2)	Formuleer het MMA, belangrijkste aspecten hierbij zijn: vogels, landschap, efficiënt ruimtegebruik, veiligheid en energieopbrengst.	Het MMA is uitgewerkt in hoofdstuk 6.
2 (blz. 2)	Vergelijk op hoofdlijnen het alternatief met 2,75 MW windturbines met het alternatief uit het L-MER waarbij wordt uitgegaan van 1,5 MW windturbines.	Deze vergelijking is weergegeven in hoofdstuk 5. De basisvariant 2,75 MW is op basis van dezelfde uitgangspunten en vergelijkbare verhoudingen door vertaald naar een 1,5 MW variant
3 (blz. 2)	Werk de voorgenomen activiteit uit in varianten en mitigerende maatregelen voor de plaatsing en opstelling van de windturbines, het turbinetype en de aanleg van de kabel (de "dichtste bolstapeling" dient in ieder geval te worden meegenomen).	Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 4.
4 (blz. 2)	Indien informatie uit het L-MER wordt gebruikt dient deze, indien nodig, geactualiseerd te worden.	Naast de informatie uit het L-MER is ook informatie opgenomen uit andere bronnen, dit is in de tekst vermeld.
5 (blz. 2)	In de samenvatting dient de voor het I-MER relevante informatie uit het L-MER beknopt te worden weergegeven.	Relevante informatie uit het L-MER is weergegeven in de samenvatting.
	3 Aansluiting op het Locatie-MER	
6 (blz. 3)	Het I-MER kan worden beschouwd als een aanvulling op en verdieping van het L-MER en hoeft niet zelfstandig leesbaar te zijn. Nog actuele informatie in het L-MER hoeft niet herhaald te worden, ga hier alleen op indien actualisatie dat nodig maakt.	Bij de opzet van het I-MER is er van uitgegaan dat het I-MER niet zelfstandig leesbaar hoeft te zijn (het L-MER wordt mee ter inzage gelegd), er wordt dan ook regelmatig verwezen naar het L-MER. Ten behoeve van de leesbaarheid is een bepaalde mate van herhaling niet te voorkomen.
7 (blz. 3)	In het MER dienen de verschillen tussen het 1,5 MW alternatief uit het L-MER en het 2,75 MW alternatief uit het I-MER duidelijk gemaakt te worden.	Zie antwoord punt 2.
	4 Probleemstelling, doel en besluitvorming	
8 (blz. 4)	Ga alleen in op ontwikkelingen die zich na het opstellen van het L-MER hebben voorgedaan (pkb-NSW, de tenderprocedure en de overeenkomst tussen EZ en Financiën: met name de milieurelevante zaken).	In de hoofdstukken 1, 2 en 3 worden de probleem- en doelstelling, het relevante beleid en de besluitvorming (procedure) beschreven.

Bijlage 1 (vervolg 2)

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
9 (blz. 4)	Noem de besluiten die in een later stadium moeten worden genomen om de voorgenomen activiteit te realiseren.	Dit is beschreven in hoofdstuk 3.
10 (blz. 4)	Maak in het MER inzichtelijk hoe gegarandeerd wordt dat de leerdoelen gerealiseerd worden en beschikbaar komen voor het publieke domein.	Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 7. De leerdoelen zijn onder andere gebaseerd op de geconstateerde leemten in kennis. In het MEP-NSW worden de leerdoelen (leemten in kennis) in detail uitgewerkt. Het MEP-NSW wordt mee ter inzage gelegd.
	5 Voorgenomen activiteit en alternatieven	
	5.1 Alternatieven	
11 (blz. 5)	In het MER dienen de verschillen tussen het 1,5 MW alternatief uit het L-MER en het 2,75 MW alternatief uit het I-MER duidelijk gemaakt te worden. Voer de vergelijking uit op het detailniveau van het L-MER. Spits de vergelijking toe op landschap, vogels, efficiënt ruimtegebruik, veiligheid en energieopbrengst. Als blijkt dat het 2,75 MW alternatief milieuvriendelijker is dan het 1,5 MW alternatief dan hoeven alleen varianten te worden uitgewerkt voor het 2,75 MW alternatief.	Zie antwoord punt 2.
12 (blz. 5)	Maak in de vergelijking van de alternatieven onderscheid in de verschillende fasen van het project (aanleg, gebruik en verwijdering).	Dit is beschreven in hoofdstuk 5.
	5.2 Varianten	
13 (blz. 5)	Onderzoek in het MER varianten voor: de inrichtingsvorm (configuraties, onderlinge afstanden) van het windpark, de ashoogte van de windturbines en het kabeltracé (tracé, aanleg en aanlandingspunt).	In paragraaf 4.3 zijn varianten uitgewerkt voor de inrichtingsvorm en het kabeltracé (ligging en aanlandingspunt). Voor de ashoogte zijn geen varianten onderzocht, de reden hiervoor is beschreven in paragraaf 4.3.3. Ook voor de aanleg van de elektriciteitskabels naar de kust zijn geen alternatieve wijze van aanleg onderzocht, de reden hiervan is beschreven in hoofdstuk 4.
14 (blz. 5)	Onderzoek in het MER wat vanuit technische en economische opzicht de maximaal haalbare waterdiepte is. Ga tevens in op de plaatsing van testturbines.	In hoofdstuk 14 wordt beschreven wat vanuit technisch oogpunt de maximale waterdiepte is. De plaatsing van de testturbines is beschreven in hoofdstuk 4.

Bijlage 1 (vervolg 3)

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
15 (blz. 6)	Werk in het MER ook een variant uit die uitgaat van "dichte bolstapeling" (gelijkzijdige driehoeken).	Twee van de in het MER onderzochte opstellingsvarianten gaan uit van het principe "bolstapeling" (gelijkzijdige driehoeken): bolstapeling 7,5D en bolstapeling 10,5D. Deze opstellingsvarianten zijn beschreven in paragraaf 4.3.1.
16 (blz. 6)	Houd bij het ontwikkelen van de inrichtingsvarianten rekening met de zichtbaarheid voor het scheepvaartbegeleidingssysteem (walradarpost IJmuiden).	Uitgangspunt bij de ontwikkeling van de opstellingsvarianten is dat een steunradar wordt geplaatst om de optredende radarverstoring op te heffen (conform pkb-NSW). Bij de ontwikkeling van de opstellingsvarianten is dan ook niet expliciet rekening gehouden met radarverstoring.
17 (blz. 6)	Maak bij de beschrijving van de varianten onderscheid in de verschillende fasen van het project (aanleg, gebruik en verwijdering).	In paragraaf 4.2 wordt de aanleg, de exploitatie en beheer, en de verwijdering van het windpark beschreven.
	5.3 Mitigerende maatregelen	
18 (blz. 6)	Onderzoek voor zowel het windpark als de elektriciteitskabel welke mitigerende maatregelen voor de verschillende fasen (aanleg, gebruik en verwijdering) van het project getroffen kunnen worden.	Aan het eind van de hoofdstukken van de effectbeschrijving wordt ingegaan op de mitigerende maatregelen.
19 (blz. 7)	Onderzoek ten aanzien van vogels in ieder geval: de inrichting van het windpark, de mogelijkheid om de windturbines stil te zetten en de detectiemogelijkheden.	Dit is in hoofdstuk 8 onderzocht.
20 (blz. 7)	Onderzoek ten aanzien van landschap in ieder geval: de inrichting van het windpark en de kleurstelling van de windturbines.	Dit is in hoofdstuk 9 onderzocht.
21 (blz. 7)	Onderzoek ten aanzien van scheepvaartveiligheid in ieder geval: de vorm van het windpark t.o.v. walradar, oriëntatie en vorm van het windpark t.o.v. vaarroutes, instelling veiligheidszone, voorlichting scheepvaart, vergroting detectie windturbines, aanbrengen markeringen, en bundeling en diepte elektriciteitskabels.	Scheepvaart en veiligheid is onderzocht in hoofdstuk 12. De mogelijkheid om de elektriciteitskabels te bundelen met de kabels van windpark Q7-WP en de diepteligging van de kabels is onderzocht in paragraaf 4.2.3.
22 (blz. 7)	Onderzoek ten aanzien de kabels in ieder geval: de mogelijkheden om de kabels te combineren met het Q7-windpark, de voor- en nadelen van bundeling op zee en de mogelijkheid om gebruik te maken van bestaande leidingstraten.	De mogelijkheid om de elektriciteitskabels te bundelen met de kabels van windpark Q7-WP en de diepteligging van de kabels is onderzocht in paragraaf 4.2.3.

Bijlage 1 (vervolg 4)

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
	5.4 Compenserende maatregelen	
23 (blz. 7)	In het MER dient te worden aangegeven in hoeverre compensatie van nadelige effecten op natuurwaarden kan plaatsvinden.	De mogelijkheden voor compensatie zijn beschreven in paragraaf 6.5.
	5.5 Nulalternatief, bestaande milieutoestand en autonome ontwikkeling	
24 (blz. 7)	Kies als referentie voor de te verwachten milieueffecten de bestaande milieutoestand plus autonome ontwikkeling uit het L-MER (indien nodig actualiseren, referentiesituatie hoeft niet opnieuw beschreven te worden).	De huidige situatie en de autonome ontwikkeling zijn beschreven in de effecthoofdstukken.
	5.6 Meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)	
25 (blz. 8)	Het MMA dient naar voren te komen uit een vergelijking van de varianten op drie punten: de absolute omvang van de gevolgen voor natuur, landschap, veiligheid en de absolute energieopbrengst; de omvang van de gevolgen voor natuur, landschap en veiligheid per kWh; efficiëntie van het ruimtegebruik en energieopbrengst, en reductie van CO ₂ -emissie per eenheid van ruimte.	In hoofdstuk 6 worden de inrichtingsvarianten met elkaar vergeleken, hieruit volgt het MMA. Ook wordt ingegaan op de effecten per eenheid energieopbrengst, dit is alleen uitgewerkt voor "vogels" en "scheepvaart en veiligheid" omdat van de overige milieuaspecten geen kwantitatieve gegevens voor handen zijn.
26 (blz. 8)	Maak in de uitwerking van het MMA onderscheid in de verschillende fasen van het project (aanleg, gebruik en verwijdering).	Het MMA wordt gekozen uit een van de onderzochte inrichtingsvarianten (zie paragraaf 4.3). Bij de beschrijving van de effecten van de onderzochte inrichtingsvarianten is onderscheid gemaakt tussen het gebruik, de aanleg en verwijdering en het onderhoud.
	6 Gevolgen voor het milieu	
27 (blz. 9)	Beschrijf voor de verschillende inrichtingsvarianten de effecten op vogels (aanvaringsrisico en barrièrewerking).	De effecten van de inrichtingsvarianten op vogels zijn beschreven in hoofdstuk 8.
28 (blz. 9)	Visualiseer in het I-MER de effecten (zichtbaarheid) vanuit een drietal locaties: Egmond aan Zee, Bergen aan Zee en Casticum.	De visualisaties zijn weergegeven in hoofdstuk 9.
29 (blz. 9)	Geef een kwalitatieve beschouwing over de effecten op ongereptheid van de zee als bron van rust en ruimte.	Dit is beschreven in hoofdstuk 9.

Bijlage 1 (vervolg 5)

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
30 (blz. 10)	Ga in op de mogelijkheden om de effecten op vogels en landschap tegelijkertijd te beperken.	De effectbeperkende maatregelen zijn beschreven in de paragrafen 8.6 (vogels) en 9.6 (landschap).
31 (blz. 10)	Ga in op de effecten op de (veiligheid van de) scheepvaart. Beschouw o.a. de detectiemaatregelen (geluid en verlichting) en de maatregelen conform IALA. Ga ook in op de effecten op het scheepvaartbegeleidings-systeem en de scheepsradar.	De effecten van de inrichtingsvarianten op scheepvaart en veiligheid zijn beschreven in hoofdstuk 12.
32 (blz. 10)	Onderzoek bij de mitigerende maatregelen of een variatie in de inrichting van het windpark kan bijdragen aan vermindering van de effecten op de radarsystemen.	Zie antwoord punt 16.
33 (blz. 10)	Geef inzicht in de kans op calamiteiten inclusief de milieugevolgen daarvan. Bekijk de kans op aanvaringen/aandrijvingen, het individuele (passanten) risico en het groeps (maatschappelijk) risico en de gevolgen voor het milieu.	Dit is beschreven in hoofdstuk 12.
34 (blz. 10)	Ga ook in op de kansen op knikken en scharnieren van windturbines bij aanvaringen en aandrijvingen (en de milieugevolgen daarvan).	Dit is beschreven in hoofdstuk 12.
35 (blz. 10)	Bekijk ook de risico's voor andere gebruiksfuncties als gevolg van calamiteiten zoals de afbraak van rotorbladen.	Dit is beschreven in hoofdstuk 12.
36 (blz. 10)	Beschrijf de effecten op vissen en zeezoogdieren (onderwatergeluid, trillingen en refugiumfunctie). Kijk specifiek naar de effecten van trillingen en/of obstakelwerking voor de bruinvis en gewone zeehond.	De effecten op vissen en zeezoogdieren zijn beschreven in hoofdstuk 11.
37 (blz. 10)	Beschrijf de effecten op bodemfauna (bodemvis en benthos).	De effecten op bodemfauna zijn beschreven in hoofdstuk 11.
38 (blz. 10)	Beschrijf de effecten op stromingspatronen en golfhoogte.	De effecten op stromingspatronen en golfhoogte zijn beschreven in hoofdstuk 10.
39 (blz. 10)	Onderzoek het ontstaan van erosiekuilen rond de monopalen en de doorwerking daarvan op lokaal bodemleven en de stabiliteit van de fundering.	Het ontstaan van erosiekuilen en de doorwerking daarvan op het lokale bodemleven zijn beschreven in de hoofdstukken 10 (kust en zee) en 11 (onderwaterleven). Het effect van erosiekuilen op de stabiliteit is beschreven in hoofdstuk 14 (waterdiepte en energieopbrengst).

Bijlage 1 (vervolg 6)

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
40 (blz. 11)	Bekijk de effecten van het windpark op erosie/aanzanding van de kust (i.r.t. kustveiligheid) en op water/zand/slibstromen naar de Waddenzee.	De effecten op de kustveiligheid zijn beschreven in hoofdstuk 10 (kust en zee).
41 (blz. 11)	Onderzoek de energieopbrengst van de verschillende inrichtingsvarianten. De vermeden emissies SO ₂ , NO _x en CO ₂ dienen gekwantificeerd te worden. Presenteer ook de energiebalans (energieopbrengst versus de energiekosten van constructie, plaatsing, onderhoud en verwijdering).	De energieopbrengst, de vermeden emissies en de energiebalans zijn beschreven in hoofdstuk 14 (waterdiepte en energieopbrengst).
42 (blz. 11)	Ga in het MER in op de technisch en economisch maximaal haalbare waterdiepte. Ga ook in op de toepassing van stortsteen rond de monopalen en de eventuele effecten daarvan op hydrologie en morfologie.	De technisch en economisch maximaal haalbare waterdiepte is beschreven in hoofdstuk 14 (waterdiepte en energieopbrengsten). De toepassing van stortsteen rond de monopalen en de eventuele effecten daarvan op hydrologie en morfologie zijn beschreven in paragraaf 10.6.
43 (blz. 11)	Ga in op de optimalisering van de verwijderingsdiepte van de monopalen,	De verwijdering van het windpark is beschreven in paragraaf 4.2.6.
44 (blz. 11)	Ga in op de aanwezige archeologische waarden en op welke wijze dit kan worden behouden.	De effecten op archeologische waarden zijn beschreven in paragraaf 13.9.
45 (blz. 11)	Ga in op de mogelijke effecten op andere gebruiksfuncties (o.a. visserij) en de mogelijkheden om de effecten zoveel mogelijk te beperken. Ga ook in op de cumulatieve effecten met het offshore windpark Q7-WP.	De effecten op andere gebruiksfuncties, de mogelijkheden om deze te beperken en de cumulatieve effecten met het offshore windpark Q7-WP zijn beschreven in hoofdstuk 13 (gebruiksfuncties).
46 (blz. 11)	Beschrijf de effecten van de aanleg van de kabels op natuur (o.a. effect van elektromagnetische velden), geomorfologie en hydrologie op het land en voor de kust.	De effecten van de kabels in zee zijn expliciet meegenomen in de effectbeschrijving van de verschillende milieuaspecten (hoofdstuk 8 t/m 13).
47 (blz. 11)	Onderzoek welke mogelijkheden er zijn om de effecten van de (aanleg van de) elektriciteitskabel te beperken.	Wordt behandeld in hoofdstuk 4.
48 (blz. 11)	Onderzoek wat zowel economisch als ecologisch het beste aanlandingspunt voor de kabels is.	Wordt behandeld in hoofdstuk 4.

Bijlage 1 (vervolg 7)

NR	RICHTLIJNEN	VERANTWOORDING
	7 Vergelijking van alternatieven	
49 (blz. 12)	Vergelijk in een overzichtelijke tabel de varianten met elkaar en met de referentie (gebruik waar mogelijk kwantitatieve gegevens).	De vergelijking van de varianten met de referentiesituatie is opgenomen in de effecthoofdstukken (deelB). De onderlinge vergelijking vindt plaats in hoofdstuk 6 (effectvergelijking en ontwikkeling MMA).
50 (blz. 12)	Vergelijk de effecten zowel in absolute zin als per eenheid van opgewekte energie en per eenheid van ruimte.	De effectvergelijking (hoofdstuk 6) is waar mogelijk kwantitatief van opzet. Vergelijkingen per eenheid van opgewekte energie en per eenheid ruimte zijn waar mogelijk opgenomen (zie ook antwoord punt 25).
51 (blz. 12)	Presenteer een voorkeursvolgorde van de varianten per milieuaspect.	Dit is weergegeven in hoofdstuk 6 (effectvergelijking en ontwikkeling MMA).
	8 Leemten in informatie	
52 (blz. 13)	Geef per milieuaspect de aanwezige leemten in kennis.	In hoofdstuk 7 (leemten in kennis en evaluatieprogramma) wordt ingegaan op de aanwezige leemten in kennis. In het MEP-NSW wordt de leerdoelen (leemten in kennis) in detail uitgewerkt. Het MEP-NSW wordt mee ter inzage gelegd.
	9 Evaluatieprogramma	
	Maak in de uitwerking van het evaluatieprogramma onderscheid in de verschillende fasen van het project (aanleg, gebruik en verwijdering).	In het MEP-NSW wordt uitgebreid ingegaan op de nulmetingen en de effectmetingen van diverse aspecten. Het MEP-NSW wordt mee ter inzage gelegd.

Bijlage 2

Electriciteitskabels bij windpark Q7-WP

Bijlage 3

Constructie en Ontmantelingsplan

Bijlage 4

Effecten op de veiligheid van de scheepvaart