# 5 VERGELIJKING VAN LOCATIES, ALTERNATIEVEN EN MMA

## 5.1 Algemeen

De effecten van het offshore windpark op het milieu zijn per aspect beschreven in deel B van dit MER. Daaruit blijkt dat het offshore windpark naast positieve milieueffecten ook negatieve milieueffecten heeft, met name ten aanzien van vogels en onderwaterleven. Bij de afweging van belangen en bij het ontwerp en de exploitatie van het offshore windpark zijn technische en economische overwegingen van belang.
Op basis van de resultaten van de effectbeschrijving in deel B worden in dit hoofdstuk de effecten van het offshore windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP vergeleken met het nul-alternatief en met een offshore windpark op de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP. Ook worden de effecten van de basisinrichting vergeleken met die van de inrichtingsvarianten. Uit deze vergelijking volgt een beoordeling van de voorkeurslocatie en de basisinrichting ten opzichte van de alternatieven.
Vervolgens komen de mogelijkheden aan de orde om de negatieve effecten van het offshore windpark te beperken (te mitigeren). De onderlinge rangorde tussen de voorkeursvariant en de alternatieven kan wijzigen onder invloed van de mitigerende maatregelen.
Dit hoofdstuk sluit af met het ontwikkelen van het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (het MMA).

## 5.2 Het nul-alternatief

Wanneer geen offshore windpark wordt gerealiseerd, wordt geen duurzame energie geproduceerd en wordt de uitstoot van schadelijke emissies niet beperkt. Alle negatieve en positieve effecten voor het milieu, die een direct gevolg zijn van de aanleg en het instandhouden van het offshore windpark, treden in dat geval niet op. Dat geldt voor de kans op aanvaringen, de afname van de visserij inspanning, wanneer het gebied rond het windpark tot gesloten gebied voor de scheepvaart zou worden verklaard, maar evenzeer voor de toename van biodiversiteit en biomassa als gevolg van de introductie van hard substraat en het herstel en de ontwikkeling van het bodemleven.
In het kader van de Graadmeterontwikkeling Noordzee (Ministerie van V&W, 2000) zijn indicatoren voor het ecosysteem Noordzee ontwikkeld. Een onderlinge weging van deze indicatoren en een gewenst niveau of een streefwaarde is echter nog niet vastgesteld. Daarnaast is geen relatieve waarde toegekend aan verlies aan visgrond, het omvaren van schepen en/of de productie van duurzame energie.
In het nul-alternatief wordt geen windenergie op zee gerealiseerd. Zoals in hoofdstuk 2 vermeld, is windenergie op zee echter nodig om de doelstelling voor duurzame energie te kunnen realiseren. Maar bij de realisatie van windenergie op zee moeten de eventuele negatieve effecten voor het milieu en voor de andere gebruikers van de Noordzee wel zoveel mogelijk beperkt worden. Daarnaast blijkt het offshore windpark positieve neveneffecten te hebben voor het ecosysteem van de Noordzee.
Uitgaande van de noodzaak van windenergie op zee moet beoordeeld worden of de negatieve effecten aanvaardbaar en voldoende beperkt zijn.

## 5.3 De voorkeurslocatie en de alternatieven

Voor elk van de in deel B beschreven milieu-aspecten volgt hierna een samenvatting van de aard en omvang van de effecten en het gevolg voor de onderlinge rangorde tussen de voorkeurslocatie en de alternatieven. Vervolgens worden alle effecten van de voorkeurslocatie Q7-WP vergeleken met die van de alternatieven Q4-WP en P12-WP.

*Vogels*
Het belangrijkste effect van het offshore windpark voor vogels is te verwachten als gevolg van aanvaringen tijdens de seizoentrek van zeevogels en van niet-zeevogels. Het geschatte aantal slachtoffers bedraagt minder dan 0,1% van het aantal langstrekkende vogels. De kans op aanvaringsslachtoffers onder pleisterende niet-broedvogels is een ordegrootte kleiner. Het risico voor aanvaringsslachtoffers is het grootst in donkere nachten met slecht zicht. Naar verwachting is dit risico voor de voorkeurslocatie en de alternatieven gelijk. In tegenstelling tot windturbines op land zijn offshore windturbines ten behoeve van scheepvaart en luchtvaart gemarkeerd. Het is niet bekend in welke mate deze markering het risico op aanvaringsslachtoffers verminderd. Verstoring van pleisterende niet-broedvogels is een ander belangrijk effect van het offshore windpark voor vogels. Het gaat hierbij hooguit om een paar honderd vogels en niet om een substantieel deel van de betrokken populaties. Dit effect is volgens de experts ook voor alle locaties gelijk.

Als gevolg van de grotere afstand tot de kust en omdat de kans op voedsel (Spisulabanken) hier het kleinst is, zullen de effecten voor pleisterende niet-broedvogels op locatiealternatief P12-WP het kleinst zijn.

Tijdens de aanleg van het offshore windpark treedt gedurende korte tijd verstoring op.

*Conclusie*
Vanuit het risico voor aanvaringsslachtoffers onder vogels is er geen voorkeur tussen de voorkeurslocatie Q7-WP en de alternatieven Q4-WP en P12-WP. Op grond van de effecten voor pleisterende niet-broedvogels is er een lichte, niet nader gekwantificeerde, voorkeur voor alternatief P12-WP. In alle gevallen gaat het echter om effecten op een klein deel van de betrokken populatie(s).

*Landschap*
Het offshore windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP is vanaf de kust minder dan 15% van het jaar zichtbaar. Dit geldt ook voor locatiealternatief Q4-WP. Als gevolg van de grotere afstand tot de kust is een windpark op locatie P12-WP slechts circa 1% van het jaar zichtbaar.
Het offshore windpark zal gevolgen hebben voor de visuele ervaring van de leegte, ruimte, ongereptheid en natuurlijkheid van de zee door zeevarenden. Dit effect voor de beleving van het zeelandschap wordt negatief beoordeeld. Anderzijds accentueert het offshore windpark op locatie Q7-WP de scheepvaartroutes en -links voor zeevarenden. Ook sluit het aan bij bestaande onrust (druk scheepvaartverkeer). Dat geldt in versterkte mate voor alternatief Q4-WP en in mindere mate voor alternatief P12-WP.

*Conclusie*
Vanuit de beoordeling door de waarnemer op de kust bestaat een lichte voorkeur voor alternatief P12-WP boven de voorkeurslocatie Q7-WP of alternatief Q4-WP. Vanuit de beleving door zeevarenden bestaat een voorkeur voor locatie Q7-WP en alternatief Q4-WP. Naar verwachting zijn er in absolute aantallen meer zeevarenden, die de invloed van het offshore windpark op het (zee)landschap ervaren, dan waarnemers op de kust.

*Morfologie, hydrologie en waterkwaliteit*
Bijna alle morfologische en hydrodynamische veranderingen, die het gevolg zijn van het offshore windpark, zijn tijdelijk en/of zeer plaatselijk van aard. De kustveiligheid wordt niet beïnvloed. Voorzover er veranderingen optreden zijn deze zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. De veranderingen blijven dus binnen de natuurlijke variatie. De emissie van zink als gevolg van de kathodische bescherming van de ondersteuningsconstructies wordt negatief beoordeeld. De introductie van breuksteen, ten behoeve van de erosiebescherming, leidt zeer plaatselijk tot een andere samenstelling van de bodem. Dit effect wordt neutraal beoordeeld. De buispaal en de erosiebescherming leiden tot zeer geringe en zeer lokale veranderingen in de samenstelling van het sediment. Na enige tijd treedt een nieuw evenwicht op. Deze effecten worden neutraal beoordeeld. Er zijn geen onderscheidende verschillen tussen de gevolgen van een offshore windpark op de voorkeurslocatie of op een van de alternatieve locaties.

*Conclusie*
Uit het oogpunt van morfologie, hydrologie en waterkwaliteit is er geen voorkeur voor een offshore windpark op voorkeurslocatie Q7-WP of op de alternatieven Q4-WP en P12-WP.

*Onderwaterleven*
Het offshore windpark zal van invloed zijn op het bodemleven en het macrobenthos. Omdat deze levensvormen aan de basis staan van de voedselketen voor vissen en zeezoogdieren, zal het windpark niet alleen direct, maar ook indirect (via de voedselketen) invloed kunnen hebben op het leven onder water.
Hoewel onvoldoende gegevens beschikbaar zijn over het onderwatergeluid van windturbines zijn naar verwachting de effecten van het onderwatergeluid van het offshore windpark voor vissen en met name zeezoogdieren vergelijkbaar met de effecten van de bestaande onrust in het gebied als gevolg van het intensieve scheepvaartverkeer. Het effect van het onderwatergeluid wordt bepaald door de eigenschappen van de windturbine, maar ook door de waterdiepte en de bodem. Uitsluitend door metingen aan het gerealiseerde windpark zal meer kennis kunnen worden verkregen over het onderwatergeluid, dat door windturbines wordt geproduceerd.
Zowel de voorkeurslocatie als de alternatieven liggen tussen druk bevaren scheepvaartroutes en -links. De aard van de scheepvaart verschilt per locatie enigszins. Daarnaast bevindt zich in de nabijheid van de voorkeurslocatie Q7-WP het ankergebied. Bij alternatief Q4-WP vindt gaswinning plaats. Alternatief P12-WP ligt tussen twee belangrijke scheepvaartroutes en in de nabijheid van een zandwingebied. Als gevolg hiervan is de bestaande onrust op alle locaties relatief hoog.
De gevolgen van het offshore windpark voor het onderwaterleven op de verschillende locaties vertonen grote overeenkomsten. Dit hangt samen met de geringe verschillen in de abiotische en biotische omstandigheden in dit deel van de Noordzee. Als gevolg van de aanleg van de erosiebescherming rond de ondersteuningsconstructies van het windpark, gaat in het gebied, waar het windpark wordt geplaatst, een fractie (< 1‰) van het zandig substraat verloren. De introductie van hard substraat wordt licht positief beoordeeld.

De holtes in het harde substraat in combinatie met de afsluiting van het gebied voor de scheepvaart, bieden kansen voor zogeheten K-strategen: langlevende soorten, zoals Noordzeekrab en Zeepaling. Hoewel biomassarijke schelpenbanken in het algemeen niet reiken tot op de diepte van de voorkeurslocatie en van de alternatieven bestaat toch een zeer kleine kans op het voorkomen hiervan. Deze kans is het grootst voor alternatief Q4-WP en het kleinst voor alternatief P12-WP.

Het is onzeker of windturbines van invloed zijn op (het gedrag van) zeezoogdieren. De kans op voorkomen van bruinvissen en zeehonden is waarschijnlijk wat groter bij het noordelijk gelegen locatiealternatief Q4-WP, maar het gaat ook hier om kleine aantallen in verhouding tot de populatie. Naar verwachting heeft het meest zuidelijke locatiealternatief P12-WP de minste invloed op zeezoogdieren, gevolgd door de voorkeurslocatie Q7-WP en tenslotte het alternatief Q4-WP.
De effecten van de aanleg van de kabel zijn tijdelijk en hangen direct samen met de lengte van het tracé. De voorkeurslocatie Q7-WP heeft het kortste kabeltracé (28 km), alternatief P12-WP het langste (33 km).

*Conclusie*
Op grond van de toename van voedselrijkdom wordt de toename aan hard substraat licht positief beoordeeld. Op grond van de geringe kans op het voorkomen van spisulabanken én op het voorkomen van zeezoogdieren heeft alternatief P12-WP de voorkeur, gevolgd door voorkeurslocatie Q7-WP en tenslotte alternatief Q4-WP. De kans op voedselrijke schelpenbanken en/of zeezoogdieren wordt echter op alle locaties zeer klein geacht.
Tijdens de aanlegfase heeft de voorkeurslocatie, vanwege het korte kabeltracé, de voorkeur, gevolgd door alternatief Q4-WP en tenslotte P12-WP.

*Veiligheidsrisico's*
De kans op persoonlijk letsel als gevolg van een aandrijving of aanvaring van een schip met een windturbine is het kleinst op de voorkeurslocatie Q7 -WP en het grootst op alternatief P12-WP. De kans op milieuverontreiniging ten gevolge van ladingolie (inclusief transformator-, smeer- en hydrauliekolie) is het grootst voor de voorkeurslocatie (gemiddelde verontreiniging 0,174 $m^3$/jr) en het kleinst voor alternatief Q4-WP. De kans op milieuschade als gevolg van bunkerolie (inclusief dieselolie) is het kleinst voor de voorkeurslocatie (gemiddeld 0,458 $m^3$/jr) en het grootst voor P12-WP. De kans op milieuschade als gevolg van bunkerolie is in alle gevallen groter dan de kans op verontreiniging door ladingolie. De kans op een zogeheten 'ecological risk' als gevolg van een calamiteit met een chemicaliëntanker is voor de voorkeurslocatie en voor alternatief P12-WP ongeveer gelijk (eens in de één miljoen jaar) en voor alternatief Q4-WP ongeveer een factor 6 kleiner.

De voorkeurslocatie Q7-WP heeft relatief de meeste invloed op de walradar van IJmuiden. De opstelling van de windturbines in lijnen parallel met de radarbundel resulteert in de kleinst mogelijke radarschaduw (6 meter breed). Alternatief P12-WP ligt buiten het bereik van de walradar.
Door een juiste dimensionering van mast en gondel kan de eventuele invloed op scheepsradar vrijwel geëlimineerd worden.

De invloed van elektromagnetische straling als gevolg van de kabels op magnetische kompassen van schepen is verwaarloosbaar.

*Conclusie*
De voorkeurslocatie Q7-WP geniet de voorkeur met uitzondering van de kans op verontreiniging met ladingolie en de invloed op de walradar. De gemiddelde verontreiniging met ladingolie is veel kleiner (3 – 10 keer) dan de kans op verontreiniging met bunkerolie. De invloed op de walradar beperkt zich tot een kleine radarschaduw achter elke rij windturbines. De schaduw is zo klein dat de kans dat een schip dat zich in deze radarschaduw bevindt enige tijd 'onzichtbaar' is, vrijwel nihil is. Het effect op de walradar is daardoor aanvaardbaar.

*Geluid*
Het luchtgeluid tijdens de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het offshore windpark, zal op de kust niet merkbaar zijn. Tijdens aanleg en verwijdering kan het luchtgeluid in de directe omgeving van het windpark tot verstoring leiden. Dit effect is echter tijdelijk en zeer lokaal.

In de gebruiksfase kan tijdens onderhoud het luchtgeluid van de helikopter tot verstoring leiden. De helikopter blijft echter slechts korte tijd (10 minuten) boven de windturbine hangen. Het aantal helikopterbewegingen voor het windpark bedraagt minder dan 4% van het totale aantal helikopterbewegingen boven zee ten behoeve van het loodswezen.
Het effect van onderwatergeluid (en -trillingen) tijdens de aanleg en de verwijdering is zeer tijdelijk van aard.
Over het effect van het onderwatergeluid tijdens de gebruiksfase op vissen en zeezoogdieren is onvoldoende bekend. Naar verwachting is het onderwatergeluid van de windturbines vergelijkbaar met het onderwatergeluid van de schepen, die in de omgeving van het windpark veel voorkomen. Naar verwachting zijn de effecten van het onderwatergeluid tijdens de gebruiksfase voor de voorkeurslocatie en de alternatieven vrijwel gelijk.

*Conclusie*
Uit het oogpunt van geluid is er geen voorkeur uit te spreken voor een van de locaties van het offshore windpark.

*Gebruiksfuncties*
De gevolgen van het offshore windpark voor de scheepvaart zijn beperkt. Het offshore windpark ligt buiten scheepvaartroutes en links. Er is voldoende ruimte voor kleinere schepen om tussen het offshore windpark en de kust door te varen. De aanwezigheid van het windpark leidt tot een duidelijker markering van de scheepvaartroutes en daarmee een verlaging van de kans op aanvaringen buiten het windpark. Ten gevolge van het omvaren moet gemiddeld 340 zeemijl/jaar extra worden afgelegd. Dat is minder dan 0,001% van het totaal aantal afgelegde zeemijlen op het NCP. De extra vaartijd die supply vaart, visserij en werkschepen nodig hebben om het windpark te varen, is gering ten opzichte van de totale vaartijd. De mogelijkheden voor de visserij worden door het offshore windpark beïnvloed door het verlies aan bevisbaar oppervlak van het NCP en de verplaatsing van de vistijd. De afname van bevisbaar oppervlak bedraagt 0,035% tot 0,039%. Op basis van gedetailleerde gegevens over de visserij inspanning kan een voorkeur worden aangegeven voor locatiealternatief Q4-WP, gevolgd door alternatief P12-WP. Het grootste verlies aan bevisbaar oppervlak (0,039%) treedt op bij locatie Q7-WP.
Het offshore windpark belemmert de olie- en gaswinning niet. De schelpen- en zandwinning worden naar verwachting ook niet belemmerd door het offshore windpark op de voorkeurslocatie of op alternatief Q4-WP.

Locatiealternatief P12-WP ligt voor een deel in een zandwingebied en belemmert daardoor de mogelijkheden tot zandwinning in 3% van dit gebied.
De mogelijkheden voor het storten van baggerspecie worden door het offshore windpark niet belemmerd.

Op de voorkeurslocatie en op de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP heeft het windpark te maken met kabels en leidingen in de directe omgeving. Alternatief Q4-WP wordt ook doorsneden door twee kabels. De windturbines zijn op zodanige afstand van de kabels geplaatst dat inspectie van en onderhoud aan deze kabels normaal kan worden uitgevoerd.
Het offshore windpark blijkt niet van invloed op de huidige mogelijkheden voor de luchtvaart. De eventuele aanleg en realisatie van een toekomstige luchthaven in zee valt buiten de gebruiksduur van het offshore windpark.
Het offshore windpark hoeft geen gevolgen te hebben voor archeologische waarden.

*Conclusie*
Het onderscheid tussen de voorkeurslocatie en alternatieven wordt bepaald door de gevolgen voor de visserij, de mogelijkheden voor zandwinning op locatie P12-WP en de aanwezigheid van telecomkabels op locatie Q4-WP.

*Effecten op land*
De effecten op land hangen samen met de aanleg van de kabel vanaf de kust naar het aansluitpunt met het landelijke elektriciteitsnet. Voor de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP is een aansluiting voorzien bij Corus of de elektriciteitscentrale in Velsen. Het tracé loopt over, respectievelijk langs, het terrein van Corus. Voor locatiealternatief P12-WP ligt het aansluitpunt enkele kilometers landinwaarts bij Sassenheim.
Het landtracé voor deze locatie is 1 – 5 km langer dan voor de voorkeurslocatie Q7-WP en loopt parallel aan bestaande infrastructuur, door landelijk gebied.
Het tracé voor Q7-WP en Q4-WP naar Corus en Velsen zal bij de aanleg waarschijnlijk minder overlast veroorzaken dan het tracé voor P12-WP.

Het tracé voor Q7-WP en Q4-WP, dat aanlandt bij Wijk aan Zee, loopt over korte afstand door de bebouwde kom van het dorp.
Het tracé, dat aanlandt op het terrein van Corus, zal waarschijnlijk tot de minste overlast leiden, maar is mogelijk niet goed inpasbaar binnen de bedrijfsvoering van Corus.
Voor alle tracés geldt, dat de effecten van de kabel tijdens het gebruik te verwaarlozen zijn.

*Conclusie*
Bezien vanuit de effecten op land, gaat de voorkeur uit naar de locaties Q7-WP en Q4-WP.

*Positieve milieueffecten*
Bij de positieve milieueffecten is een onderscheid gemaakt tussen de vermeden emissies van broeikasgassen, vergroting van de biodiversiteit en, indien het offshore windpark tot gesloten gebied voor de scheepvaart wordt verklaard, een refugium voor het onderwaterleven.
De aard en omvang van de vermeden emissies is op alle locaties ongeveer even groot en bedraagt 205 kiloton $CO_2$ per jaar.
Aan de ondersteuningsconstructies vindt aangroei plaats en ook de erosiebescherming is nieuw geïntroduceerd hardsubstraat. Dit was voorheen niet aanwezig in het gebied en betekent een toename van biodiversiteit en biomassa.

De aangroei is voedsel voor vissen en ander onderwaterleven. Deze vergroting van de biodiversiteit wordt beschouwd als een verrijking van het ecosysteem van de Noordzee. Om die reden wordt dit effect positief beoordeeld. Het effect zal op de verschillende locaties in nagenoeg gelijke mate optreden.

Een voor de scheepvaart afgesloten gebied kan een functie als refugium gaan vervullen. In het refugium kan het bodemleven zich herstellen en ontwikkelen, kunnen levensgemeenschappen tot ontplooiing komen en soorten een schuilplaats vinden. In dat opzicht vormt het offshore windpark mogelijk een meerwaarde voor de van nature aanwezige fauna. Gegeven de grote biotische en abiotische overeenkomsten tussen de locaties is er wat dit betreft geen voorkeur voor één van de locaties uit te spreken.

*Conclusie*
De verschillen tussen de positieve milieueffecten van het offshore windpark op de verschillende locaties zijn zodanig gering, dat op grond hiervan geen voorkeur kan worden uitgesproken.

*Techniek en economie*
Het onderzoek naar de technische en economische aspecten maakt normaal gesproken geen onderdeel uit van een MER. Teneinde verschillende alternatieven te kunnen beoordelen in het licht van de vereiste bedrijfseconomisch verantwoorde exploitatie wordt hierop in dit MER toch ingegaan.

De waterdiepte is op alle locaties vrijwel gelijk. Ook de energieopbrengst verschilt vrijwel niet per locatie. Locatiealternatief P12-WP ligt verder op zee. De investering in de kabelverbinding met het landelijk elektriciteitsnet en de onderhoudskosten van de kabel en het windpark zijn voor alternatief P12-WP, als gevolg van de grotere afstand tot de kust én het langere kabeltracé over land, hoger dan voor de beide andere locaties.
De zeekabel vanaf locatiealternatief Q4-WP naar de wal is langer dan de kabel vanaf voorkeurslocatie Q7-WP .De meerkosten van de langere kabel worden echter niet gecompenseerd door de hogere energieopbrengst.

*Conclusie*
Uit oogpunt van techniek en economie gaat de voorkeur uit naar de locatie Q7-WP.

De effecten van een offshore windpark op de voorkeurslocatie of op een van de alternatieven zijn samengevat in tabel 5.1.

| Aspect | Criterium | Subcriterium | Nul-optie | Locaties | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Q7-WP | Q4-WP | P12-WP |
| Vogels | Aanvaringen | Seizoenstrek | o | (0)000 | (0)000 | (0)000 |
| | | Kustbroed | o | o | o | o |
| | | Pl. niet-broed | o | - - (0)0 | - - (0)0 | - (0)0 |
| | Barrière | Seizoenstrek | o | o | o | o |
| | | Kustbroed | o | - | - | - |
| | | Pl. niet-broed | o | -- | -- | - |
| | Verstoring | Kustbroed | o | o | o | o |
| | | Pl. niet-broed | o | - - (0)00 | - - (0)00 | - (0)00 |
| Landschap (beleving rust & ruimte) | Zichtbaarheid a/d kust | | o | <15% | <15% | <1% |
| | Beleving zeevarenden | Zichtbaarheid | o | Accentuering vaarroute<br>Aansluiting bestaande onrust | | |
| | | Rust & ruimte | o | Ankergebied<br>- | Gasplatform<br>- | - - |
| Morfologie, hydrologie & waterkwaliteit | Golven | | Binnen natuurlijke dynamiek | | | |
| | Waterbeweging | | o | Zeer lokaal, direct rond buispaal | | |
| | Diepte & bodemvormen | | o | Zeer beperkt (stortsteen) | | |
| | Sediment | Samenstelling | o | Beperkt & zeer lokaal | | |
| | | Transport | o | | | |
| | Troebelheid | | o | | | |
| | Waterkwaliteit | | o | Emissie van anode | | |
| | Kustveiligheid | | o | | | |
| Onderwaterleven | Macrobenthos & bodemvissen | | o | Afname zandig substraat <1‰<br>Introductie hard substraat: +<br>=> toename biomassa & -diversiteit: +<br>Kansen voor K-strategen: + | | |
| | | Spisula | o | - - | - - - | - |
| | Vissen & Zeezoogdieren | Waterstroming | o | Samenscholing steenbolk | | |
| | | Geluid | o | Bedrijfsvoering turbines | | |
| | | Bruinvissen | o | - - | - - - | - |
| Geluid | Luchtgeluid | | o | 40 dB(A) contour op < 1500 meter | | |
| | | Oppervlakte | o | - | - - | - |
| | Onderwatergeluid | | Beperkt & vergelijkbaar met scheepvaart | | | |
| Veiligheid | Aanvaringen & Aandrijvingen | Letsel (n/jr) | o | 0,000107 | 0,000165 | 0,000253 |
| | | Ladingolie | o | 0,174 $m^3$/jr | 0,045 $m^3$/jr | 0,153 $m^3$/jr |
| | | Bunkerolie | o | 0,458 $m^3$/jr | 0,549 $m^3$/jr | 0,712 $m^3$/jr |
| | | Eco-risk (.. jr) | o | 1,1 miljn | 6,3 miljn | 0,8 miljn |
| | Radarverstoring | | o | - - - | - - | o |
| Ander gebruik | Visserij | Verlies areaal | o | 0,039% | 0,035% | 0,037% |
| | Scheepsvaart | Omvaren | o | Zeer beperkt t.o.v. totale vaartijd | | |
| | Zandwinning | | o | o | o | Afname 3% |
| | Kabels & buizen | | o | o | 2 kabels | o |
| Kabeltracé | Landkabel | | o | 3 - 7 km | 3 - 7 km | 8 km |
| | Zeekabel | | o | 28 km | 32 km | 33 km |
| Positieve effecten | Energieproductie | | o | 350 GWh | 352 GWh | 354 GWh |
| | Ontw. biodiversiteit | | o | + | + | + |
| | Refugium | | o | + | + | + |
| Economie | Toename invest. (in NLG x miljn.) | | n.v.t. | 0 | 8 | >10 |

Tabel 5.1 Samenvatting van de effecten van het offshore windpark.
Des te minder -, des te minder negatieve effecten.
Des te meer +, des te meer positief effect.
Per kolom mogen de - en + niet worden opgeteld, omdat geen weging heeft plaatsgevonden.
o = verwaarloosbaar of geen effect.
00, 000, (0)00 = aanduiding ordegrootte van het aantal vogels.

## 5.4 Vergelijking en weging van de effecten

### 5.4.1 *Effecten van de locaties*

De verschillende effecten zijn niet zonder meer onderling vergelijkbaar en kunnen dus niet bij elkaar opgeteld worden. Afhankelijk van de waarde, die aan een aspect wordt toegekend, kan een effect zwaarder of minder zwaar meewegen In de beoordeling. Wanneer bijvoorbeeld de productie van duurzame energie het enige relevante criterium zou zijn, zou het windpark op locatiealternatief P12-WP het beste scoren. Worden de kosten van de investering en het onderhoud van een windpark in de beschouwing betrokken, dan scoort het voorkeursalternatief Q7-WP het beste. Wordt bijvoorbeeld het grootste belang gehecht aan de beperking van de kans op persoonlijk letsel, dan komt het windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP als beste naar voren.

Een methode om de voorkeurslocatie en de alternatieven onderling te kunnen vergelijken, is door verschillende wegingen aan de effecten toe te kennen en de invloed op de rangorde te beoordelen.

| Aspect | Criterium | Subcriterium | Locaties | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Q7-WP | | Q4-WP | | P12-WP | |
| Vogels | Aanvaring | Seizoenstrek | (0)000 | 1 | (0)000 | 1 | (0)000 | 1 |
| | | Kustbroed | - | 1 | - | 1 | - | 1 |
| | | Pl. niet-broed | + (0)0 | 2 | + (0)0 | 2 | ++ (0)0 | 1 |
| Veiligheid | Aanvaringen & Aandrijvingen | Letsel (n/jr) | 0,000107 | 1 | 0,000165 | 2 | 0,000253 | 3 |
| | | Ladingolie | 0,174 $m^3$/jr | 3 | 0,045 $m^3$/jr | 1 | 0,153 $m^3$/jr | 2 |
| | | Bunkerolie | 0,458 $m^3$/jr | 1 | 0,549 $m^3$/jr | 2 | 0,712 $m^3$/jr | 3 |
| | | Eco-risk (.. jr) | 1,1 miljoen | 2 | 6,3 miljoen | 1 | 0,8 miljoen | 3 |
| Totaal | Vogelaanvaringen | | | 4 | | 4 | | 3 |
| | Veiligheid | | | 7 | | 6 | | 11 |
| | Vogels & Veiligheid | | | 11 | | 10 | | 14 |

Tabel 5.2 Vergelijking van vogelaanvaringen en veiligheidsrisico's.
Des te minder punten, des te minder effecten op het milieu.

In tabel 5.2 zijn ter illustratie uitsluitend de kans op vogelaanvaringen en de veiligheidsrisico's aangegeven. Deze effecten worden gelijk gewogen. Vervolgens wordt de onderlinge rangorde met een getal (1, 2 of 3) aangegeven en deze score wordt opgeteld. Het locatiealternatief Q4-WP heeft het minste aantal punten en scoort dus, in dit geval, als beste. De voorkeurslocatie Q7-WP scoort als tweede.
Op deze wijze ontstaat een absolute rangorde tussen de voorkeurslocatie en de alternatieven. Omdat de effecten echter onderling niet gewogen zijn, komen de in absolute zin geringe verschillen tussen de voorkeurslocatie en de alternatieven niet tot uiting. Voor de beoordeling van de locaties is dit echter wel van belang.

In tabel 5.3 is voor elk effect de onderlinge rangorde aangegeven tussen de voorkeurslocatie en de alternatieven. Des te meer +, des te minder negatieve effecten. Wanneer er geen of een niet meetbaar en verwaarloosbaar effect optreedt is dit aangegeven met een 0. Voor zover effecten eenduidig gekwantificeerd zijn (met name de veiligheidsrisico's) is een indexering toegepast, waarbij het effect van een windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP op 100 is gesteld.

| Aspect | Criterium | Subcriterium | Locaties | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Q7-WP | Q4-WP | P12-WP |
| Vogels | Aanvaringen | Seizoenstrek | + | + | + |
| | | Kustbroed | 0 | 0 | 0 |
| | | Pl. niet-broed | + | + | ++ |
| | Barrière | Seizoenstrek | 0 | 0 | 0 |
| | | Kustbroed | ++ | ++ | ++ |
| | | Pl. niet-broed | + | + | ++ |
| | Verstoring | Kustbroed | 0 | 0 | 0 |
| | | Pl. niet-broed | + | + | ++ |
| Landschap (beleving rust & ruimte) | Zichtbaarheid a/d kust | | + | + | ++ |
| | Beleving zeevarenden | Zichtbaarheid | + | | |
| | | Rust & ruimte | ++ | ++ | + |
| Morfologie, hydrologie & waterkwaliteit | Golven | | 0 | | |
| | Waterbeweging | | + | | |
| | Diepte & bodemvormen | | + | | |
| | Sediment | Samenstelling | + | | |
| | | Transport | 0 | | |
| | Troebelheid | | 0 | | |
| | Waterkwaliteit | | + | | |
| | Kustveiligheid | | 0 | | |
| Onderwaterleven | Macrobenthos & bodemvissen | Afname zand | + | | |
| | | Intro hardsubst. | + | | |
| | | Biomassa & div | + | | |
| | | K-strategen | + | | |
| | | Spisula | ++ | + | +++ |
| | Vissen & Zeezoogdieren | Waterstroming | + | | |
| | | Geluid | + | | |
| | | Bruinvissen | ++ | + | +++ |
| Geluid | Luchtgeluid | | + | | |
| | | Oppervlakte | ++ | + | ++ |
| | Onderwatergeluid | | + | | |
| Veiligheid | Aanvaringen & Aandrijvingen | Letsel (n/jr) | 100 | 154 | 236 |
| | | Ladingolie | 100 | 26 | 88 |
| | | Bunkerolie | 100 | 120 | 155 |
| | | Eco-risk (.. jr) | 100 | 16 | 137 |
| | Radarverstoring | | + | ++ | +++ |
| Ander gebruik | Visserij | Verlies areaal | 100 | 90 | 95 |
| | Scheepsvaart | Omvaren | + | | |
| | Zandwinning | | 0 | 0 | + |
| | Kabels & leidingen | | 0 | 2 | 0 |
| Kabeltracé | Landkabel | | ++ | ++ | + |
| | Zeekabel | | +++ | ++ | + |
| Positieve milieueffecten | Energieproductie | | 100 | 100,6 | 101 |
| | Toename biodiversiteit | | + | + | + |
| | Refugium bodemleven | | + | + | + |

Tabel 5.3 Samenvatting van de effecten van het offshore windpark ten behoeve van een weging van effecten. 0 betekent: geen effect. Des te meer +, des te minder negatieve effecten. Waar kwantificering van effecten mogelijk is, zijn de effecten van de locaties geïndexeerd en is het effect van een offshore windpark op voorkeurslocatie Q7-WP op 100 gesteld. Des te lager het indexcijfer, des te minder effect op het milieu.

Vervolgens wordt ervan uitgegaan dat vogel aanvaringsslachtoffers zwaarder wegen dan verstoring van natuurwaarden. Daartoe worden de effecten van vogel aanvaringslachtoffers met een factor 2 vermenigvuldigd (tabel 5.4). Het aantal resulterende +-en wordt opgeteld, evenals de indexcijfers. Het hoogste aantal +punten en de laagste indexcijfers scoren het best.

| | | **Voorkeurslocatie Q7-WP** | **Alternatief Q4-WP** | **Alternatief P12-WP** |
|---|---|---|---|---|
| Vogel aanvaringsslachtoffers x 2 en verstoring natuurwaarden x 1 | + punten | 27 | 28 | 37 |
| Letsel en verontreiniging | index | 400 | 316 | 616 |

Tabel 5.4 Onderlinge vergelijking op basis van vogelaanvaringen, verstoring natuurwaarden en de kans op letsel en verontreiniging.

Een offshore windpark op locatiealternatief P12-WP scoort relatief goed op beperking van de negatieve, moeilijk kwantificeerbare effecten voor het milieu, maar relatief slecht op de kans op letsel en verontreiniging. Alternatief Q4-WP scoort zeer laag (positief) op letsel en verontreiniging, maar minder hoog op de beperking van de negatieve effecten op het milieu dan P12-WP.

De kans op vogelaanvaringen is op alle locaties vrijwel gelijk. De kans op aanvaringen van schepen tegen de windturbines is op de voorkeurslocatie Q7-WP het laagst, gevolgd door alternatief Q4-WP. De gevolgen van aanvaringen van schepen met het windpark verschillen echter sterk per locatie.
De bestaande, reeds aanwezige onrust is het hoogst in het gebied van de voorkeurslocatie Q7-WP (ankergebied) en locatiealternatief Q4-WP (gasplatform),

Ten aanzien van verstoring van andere gebruiksfuncties scoort een offshore windpark op het locatiealternatief Q4-WP het beste, gevolgd door het voorkeursalternatief Q7-WP (tabel 5.5).

| | | **Voorkeurslocatie Q7-WP** | **Alternatief Q4-WP** | **Alternatief P12-WP** |
|---|---|---|---|---|
| Letsel en verontreiniging | Index | 400 | 316 | 616 |
| Verstoring visserij | Index | 100 | 90 | 95 |
| Zandwinning | Ja/nee | Nee | Nee | Ja |

Tabel 5.5 Onderlinge vergelijking op basis van verstoring andere gebruiksfuncties.

*Conclusie*
Voor de initiatiefnemer weegt de economische rentabiliteit, c.q. de haalbaarheid, van het windpark zeer zwaar. Wanneer het offshore windpark niet rendabel te exploiteren is, zal het niet gerealiseerd kunnen worden. In dat geval worden ook de positieve milieueffecten niet gerealiseerd. Hoewel het offshore windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP niet op alle aspecten als meest gunstige naar voren komt, zijn de onderlinge verschillen tussen de locatiealternatieven klein.

Op basis van de geringe verschillen tussen de locaties voor wat betreft de effecten op het milieu en het belang van de economische en technische haalbaarheid, gaat de voorkeur van de initiatiefnemer uit naar een windpark op voorkeurslocatie Q7-WP.

### 5.4.2 *Effecten van de inrichting*

In deze paragraaf komt de invloed van de inrichting op de milieueffecten aan de orde. De rangorde tussen de locaties kan voor een bepaald milieuaspect veranderen wanneer in plaats van de basisinrichting gekozen wordt voor één van de inrichtingsvarianten, zoals genoemd in hoofdstuk 4 'Voorgenomen activiteit en alternatieven'.

Een aantal inrichtingsalternatieven voldoen niet aan de randvoorwaarden van de initiatiefnemer en de criteria met betrekking tot technische en economische haalbaarheid. De kwalitatieve invloed van deze alternatieven op de verschillende aspecten is meegenomen in de beoordeling om inzicht te verschaffen in de milieu-effecten van variaties in de inrichting.

*Ashoogte van de windturbine boven zeeniveau*

Een hogere ashoogte heeft een positief effect op energieopbrengst. De invloed op de aspecten vogels en landschap zijn echter negatief. Als gevolg van de zwaardere ondersteuningsconstructie, die nodig is bij een hogere mast, neemt de toename van biodiversiteit en biomassa toe. Om die reden is de invloed van een hogere mast op het aspect onderwaterleven positief.
Een hogere mast heeft een positieve invloed op het deelaspect piekbelasting en een negatieve invloed op het deelaspect verstoord gebied. De beoordeling van de invloed op het aspect geluid is daarom afhankelijk van de weging van deze deelaspecten.
De invloed van een hogere mast op de scheepvaartveiligheid is licht positief omdat de kans op botsingen tussen een schip en de draaiende rotor afneemt.
Een hogere mast heeft qua oppervlak geen invloed op het ruimtegebruik. De schaarse ruimte wordt efficiënter gebruikt als gevolg van de hogere energieopbrengst.

*Grotere rotordiameter*

Een windturbine met een grotere rotordiameter heeft een ashoogte van tenminste 57 meter in verband met de veilige afstand tussen het werkbordes en de onderzijde van de rotor. De zwaardere gondel/rotor combinatie en de hogere mast maken daarnaast een zwaardere ondersteuningsconstructie nodig.
Een grotere rotordiameter heeft een negatieve invloed op de aspecten vogels, landschap en geluid. Een grotere rotordiameter heeft geen invloed op het aspect scheepvaartveiligheid.
Als gevolg van de zwaardere ondersteuningsconstructie is de invloed van een grotere rotordiameter op het onderwaterleven positief.
Een grotere rotordiameter heeft een positieve invloed op de energieopbrengst.
Het ruimtegebruik is bij een grotere rotordiameter hoger.

*Onderlinge afstand tussen de windturbines*

De invloed van een grotere onderlinge afstand tussen de windturbines op de energieopbrengst is licht positief. Als gevolg van de grotere onderlinge afstand neemt het ruimtebeslag van het windpark toe. Dit heeft negatieve invloed op de andere gebruiksfuncties en op het aspect scheepvaartveiligheid.
Een groter gebied leidt mogelijk tot meer verstoring voor vogels. Anderzijds leidt de grotere onderlinge afstand tussen de windturbines tot een afname van de kans op slachtoffers.

Of een grotere onderlinge afstand leidt tot een verkleining van de barrièrewerking, omdat vogels tussen de windturbines door kunnen vliegen, is niet bekend. Het netto effect op het aspect vogels is niet bekend.
Een grotere onderlinge afstand betekent dat de piekbelasting van het geluid tussen de windturbines afneemt, maar dat een groter gebied verstoord wordt. De beoordeling van de invloed op het aspect geluid is daarom afhankelijk van de weging van deze deelaspecten.
Een grotere onderlinge afstand betekent dat het windpark een groter gebied beslaat. Een groter gesloten gebied heeft positieve gevolgen voor het herstel en de ontwikkeling van het bodemleven en de voedselrijkdom.

*Kleurstelling*
De kleur van de windturbines is van invloed op de aspecten vogels, landschap en op de veiligheid voor de scheepvaart.
Voor het aspect vogels is geen relatie tussen aanvaringskansen en de kleur van objecten bekend. Vooralsnog wordt er echter van uitgegaan, dat een heldere, lichte kleur de zichtbaarheid voor vogels in het donker vergroot. Door de kleurstelling van de windturbines zodanig te kiezen dat het contrast met de zee groot is, kan mogelijk ook de kans op aanvaringen van schepen met de windturbines worden verkleind. De kans op aanvaringen wordt echter slechts in zeer beperkte mate beïnvloed door de zichtbaarheid van de windturbines, maar heeft te maken met de nabijheid van vaarroutes en calamiteiten aan boord van het aanvarende of aandrijvende schip.
Op grond van eisen van het bevoegd gezag ten aanzien van de markering van het windpark moet de ondersectie van de mast (van de waterlijn tot het werkbordes op 15 meter boven zeeniveau) geel geschilderd worden.
Een heldere, lichte kleur vergroot de zichtbaarheid van het windpark. Dit wordt vanuit het aspect landschap negatief beoordeeld.

De kleurstelling leidt naar verwachting niet tot verschuivingen in de rangorde tussen de voorkeurslocatie en de alternatieven. Vanuit de beperking van de effecten heeft een heldere kleur (de basisinrichting) de voorkeur.

*Flitsende rode markeringsverlichting*
Vast brandende markeringslichten kunnen vogels tijdens de seizoenstrek aantrekken en desoriënteren. Bij deze inrichtingsvariant wordt ten behoeve van de luchtvaart flitsende rode markeringsverlichting toegepast op het dak van de gondel, op het dak van het hoogspanningsstation en aan de buitenzijde van het windpark. Deze variant heeft geen invloed op de andere aspecten. De zichtbaarheid voor luchtvaart, scheepvaart en de beleving van de open ruimte door zeevarenden veranderen niet door knipperende in plaats van vast brandende markeringsverlichting.
Vanuit het aspect vogels heeft flitsende markeringsverlichting de voorkeur. Deze variant is niet onderscheidend voor de onderlinge vergelijking van de locaties.

*Parkopstelling*
Deze variant is neutraal ten aanzien van de energieopbrengst. Op grond van de minder goede herkenbaarheid van opstellingsvorm wordt de invloed van een cirkelvormige parkopstelling op het aspect landschap negatief beoordeeld.
De trekroutes over en langs de locatie van het windpark zijn niet in detail bekend. Gemiddeld vormt voor willekeurige aanvliegrichtingen de cirkelvormige opstelling de kleinste barrière. De invloed van een cirkelvormige opstelling op het aspect vogels is daarom licht positief.

Als meer bekend is over de trekroutes over en langs het windpark, kunnen meer nauwkeurige uitspraken over de invloed van de parkopstelling op het aspect vogels worden gedaan.
De cirkelvorm is een compacte opstellingvorm. De invloed van een cirkelvormige opstelling op het aspect ruimtegebruik wordt licht positief beoordeeld.
De parkopstelling heeft geen invloed op het aspect onderwaterleven.
Op grond van IALA aanbevelingen moeten de windturbines op de hoekpunten van het park worden voorzien van nautische markeringsverlichting. Een cirkelvormige opstelling kent echter geen hoekpunten. Dat betekent dat alle windturbines, die geplaatst zijn aan de buitenomtrek, moeten worden voorzien van nautische markeringsverlichting. Dit leidt tot een (door het terzake bevoegde gezag ongewenst) 'kerstboom'-effect. Bij een cirkelvormige parkopstelling ontbreken ook de hoekpunten, die als oriëntatiepunt voor de scheepvaart dienen. De invloed van de cirkelvormige parkopstelling op het aspect scheepvaartveiligheid wordt negatief beoordeeld op grond van het 'kerstboom'-effect en de slecht herkenbare buitenomtrek.

In tabel 5.6 is een kwalitatieve beoordeling gegeven van de invloed van de inrichtingsalternatieven op de diverse milieuaspecten. Uit deze tabel blijkt bijvoorbeeld dat een grotere rotordiameter (milieu-alternatief 'V80-offshore') een positieve invloed op de vermeden emissies maar een negatieve invloed heeft op de kans op vogelslachtoffers.

Het effect van de verschillende alternatieven op eenzelfde milieuaspect is niet gelijk. Ook verschilt het karakter van de invloed per alternatief. Voorts wordt door verschillende partijen op grond van uiteenlopende belangen een andere weging toegekend aan zowel de effecten als aan de milieuaspecten. Ondanks deze verschillen in interpretatie van tabel 5.6 kunnen de gegevens een hulpmiddel vormen bij het formuleren van het milieuvriendelijke alternatief.

In de meest rechtse kolom van tabel 5.6 is per aspect de score op positieve en negatieve invloeden aangegeven. Bij deze score is geen weging toegepast.
Hieruit blijkt dat vergroting van de onderlinge afstand tussen de windturbines (in de tabel aangeduid met >) in combinatie met elke andere onderzochte variant op de basisinrichting uitsluitend negatieve effecten heeft op het aspect landschap. Daarentegen heeft een vergroting van de onderlinge afstand tussen de windturbines in combinatie met elke andere onderzochte variant op de basisinrichting uitsluitend positieve effecten op de aspecten vermeden emissies en onderwaterleven.
Tabel 5.6 is een hulpmiddel om snel vast te stellen of de invloed van een inrichtingsvariant op andere aspecten positief of negatief is. Vervolgens kan een afweging worden gemaakt tussen de negatieve of positieve effecten.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de meeste inrichtingsalternatieven niet voldoen aan de uitgangspunten van de initiatiefnemer en aan de criteria met betrekking tot economische en technische haalbaarheid.

| Effect op | Ashoogte 70 meter | Grotere rotordiameter | Grotere (>) of kleinere (<) onderlinge afstand | Kleurstelling: Helder/licht | Knipperende rode markerings-verlichting | Parkopstelling: cirkelvorm | Totaal-score +/-- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Realistisch inrichtingsalternatief** | Nee | Nee | Nee | Ja | Ja | Nee | |
| **Emissies** | Positief | Positief | > = Geen invloed<br>< = Negatief | Geen invloed | Geen invloed | Neutraal<br>mits 8xD en 60 turbines | > = 2/0<br>< = 2/1 |
| **Landschap** | Negatief:<br>Zichtbaarheid | Negatief:<br>Hoger object<br>Zichtbaarheid | > = Negatief:<br>Grotere zichthoek<br>< = Licht positief:<br>Kleinere zichthoek<br>Onrustig beeld | Neutraal | Neutraal | Negatief<br>Herkenbaarheid omtrek | > = 0/4<br>< = 1/3 |
| **Vogelslachtoffers:**<br>**Trekvogels** | Negatief | Negatief | > = Negatief:<br>Grotere barrière<br>< = Positief | Positief<br>Zichtbaarheid<br>bij slecht zicht | Positief | Licht positief<br>Minder barrière | > = 3/3<br>< = 4/2 |
| **Standvogels** | | | > = Positief:<br>Tussendoor vliegen<br>< = Negatief | | | Licht positief<br>Kleiner oppervlak | > = 4/2<br>< = 3/3 |
| **Ruimtegebruik** | Geen invloed | Geen invloed<br>(tot licht negatief) | > = Negatief<br>< = Positief | Geen invloed | Geen invloed | Positief<br>Compact | > = 1/1<br>< = 2/0 |
| **Onderwaterleven** | Positief:<br>Toename<br>hard substraat | Positief:<br>Toename<br>hard substraat | > = Positief:<br>Groter refugium<br>< = Negatief | Geen invloed | Geen invloed | Neutraal | > = 3/0<br>< = 2/1 |
| **Veiligheid** | Licht positief:<br>Botsing met<br>draaiende rotor | Neutraal | > = Negatief<br>Dichterbij routes<br>< = Positief | Positief | Neutraal | Negatief<br>IALA-aanbevelingen | > = 2/2<br>< = 3/1 |
| **Geluid:**<br>**Piekbelasting** | Positief | Negatief | > = Positief<br>< = Negatief | Geen invloed | Geen invloed | Negatief | > = 2/2<br>< = 1/3 |
| **Verstoord gebied** | Negatief | Negatief | > = Negatief<br>< = Positief | Geen invloed | Geen invloed | Positief | > = 1/3<br>< = 2/2 |

Tabel 5.6 Kwalitatieve beoordeling van de invloed van de inrichtingsalternatieven op de milieuaspecten

*Conclusie*
De voor de initiatiefnemer uitvoerbare en haalbare inrichtingsvarianten leiden niet tot een wezenlijke verandering van de aard en omvang van de effecten en zo tot een verandering in de locatievoorkeuren voor het offshore windpark. Dat wil overigens niet zeggen dat er geen mogelijkheden zijn om de effecten te beperken.

Op grond van de invloed op vogels heeft rode, knipperende markeringverlichting voor de luchtvaart de voorkeur ten opzichte van de basisinrichting: vast brandende rode markeringsverlichting.

## 5.5 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen zijn maatregelen die, in de meeste gevallen min of meer onafhankelijk van de locatie en de inrichting, genomen kunnen worden om de milieueffecten van het offshore windpark te beperken. Een overzicht van mitigerende maatregelen is om twee redenen van belang. Ten eerste kan de onderlinge vergelijking tussen de locaties voor het offshore windpark anders uitvallen als de milieueffecten (voldoende) kunnen worden beperkt met deze maatregelen. Het slot van deze paragraaf gaat daar op in. Ten tweede worden de maatregelen gebruikt als bouwstenen bij de ontwikkeling van het meest milieuvriendelijk alternatief in de volgende paragraaf van dit hoofdstuk.

*Overzicht van de maatregelen*
In tabel 5.7 is een overzicht gegeven van de mogelijk te nemen maatregelen per aspect. Dit overzicht is gebaseerd op de maatregelen zoals in deel B van dit MER zijn beschreven.

Naast de mitigerende maatregelen genoemd in tabel 5.7 is in theorie een beperking van het aantal windturbines (de omvang van het windpark) en van de gebruikstermijn van het windpark de negatieve milieueffecten verminderen. Dit heeft echter evenredige gevolgen voor de positieve milieueffecten: opwekking van duurzame energie, beperking van de uitstoot van schadelijke stoffen en herstel en ontwikkeling van bodemleven; maar dit heeft tevens belangrijke consequenties voor de bedrijfseconomische exploitatie en is om die reden voor de initiatiefnemer geen reële optie.

Voor een groot aantal maatregelen geldt, dat de effecten op een bepaald milieuaspect weliswaar afnemen, maar dat tegelijk de (negatieve) effecten op een ander milieuaspect juist toenemen. Tabel 5.7 geeft een indicatie van deze neveneffecten van de mitigerende maatregelen.
In de tabel is voor de verschillende maatregelen verder vermeld of de maatregelonderdeel vormt van de voorgenomen activiteit (V). De mitigerende maatregelen (M) vormen geen onderdeel van de basisinrichting en -uitvoering. Voor zover van toepassing vermeldt de tabel in hoeverre een maatregel algemeen toepasbaar is (locatie onafhankelijk) of uitsluitend op een specifieke locatie van toepassing is (locatie afhankelijk).

| Milieuaspect | Mitigerende maatregel | Toepassing | Indicatie negatieve neveneffecten | Locatie-afhankelijk |
|---|---|---|---|---|
| Vogels | - Windturbines tijdelijk uitzetten in extreme situatie | M | Beperking emissies en kWh-opbrengst | nee |
| | - Detectiekans (zicht) vergroten | M | Landschap | nee |
| | - Detectiekans (geluid) vergroten | M | Onderwaterleven | nee |
| Landschap | - Windturbines in onopvallende, weinig contrasterende kleur schilderen | M | Vogels en veiligheidsrisico's | nee |
| Morfologie en hydrologie | - Erosiebescherming weglaten | M | Erosiekuilen en bodemleven (door minder hardsubstaat) en waterkwaliteit (door meer anodes) | nee |
| Onderwaterleven | - Ingraven van elektriciteitskabels | V | - | nee |
| | - Bundelen van driefasen-kabels | V | - | nee |
| | - Instellen van refugium | V | Visserij | nee |
| | - Vergroten hardsubstraat (door grotere diameter palen) | M | Economie (golfbelasting) | nee |
| Veiligheidsrisico's | - Veiligheidszone instellen | V | Visserij | nee |
| | - Windpark markeren met verlichting en misthoorns | V | - | nee |
| | - Ingraven van elektriciteitskabels | V | - | nee |
| | - Bundelen van driefase kabels | V | - | nee |
| Geluid | - Geluidarme hei-installatie kiezen | V | - | nee |
| | - Extra geluidsisolatie toepassen | M | Vogels (lagere detectiekans | nee |
| Gebruiksfuncties | - Afstand bewaren tussen windpark en gebruiksfunctie | V | - | nee |
| | - Archeologisch onderzoek tijdens route- en bodemonderzoek voorafgaand aan bouw | V | - | nee |
| | - Gebied open voor scheepvaart | M | Veiligheidsrisico's en onderwaterleven | nee |
| | - Gebied open voor visserij met staand want | M | Veiligheidsrisico's, onderwaterleven en andere groep vissers | nee |

Tabel 5.7 Overzicht van mogelijke mitigerende maatregelen
Verklaring: V Onderdeel van de voorgenomen activiteit
M Mogelijkheid om effecten te mitigeren

Over de effectiviteit van de meeste mitigerende maatregelen zijn, evenals over de effecten van windturbines op zee, weinig harde gegevens beschikbaar. In de tabel zijn geen gegevens over de kosten van de maatregelen vermeld.
Voor één maatregel: het stilzetten van de windturbines tijdens perioden van intensieve vogeltrek in combinatie met slecht zicht, kan een indicatie van de kosten worden gegeven. De gemiddelde jaarproductie bedraagt 350 GWh. Tijdens de winterperiode is energie-inhoud van de wind in het algemeen hoger dan in de zomer. Uitgaande van een kWh-vergoeding van NLG 0,17/kWh (€ 0,077/kWh) worden de kosten voor het uitzetten van de windturbines, tijdens perioden van intensieve seizoenstrek in combinatie met slechte zichtomstandigheden, geraamd op circa NLG 196.000,- (€ 89.000,- ) per dag.

*Invloed van mitigerende maatregelen op de locatievoorkeuren*
Er zijn diverse mitigerende maatregelen mogelijk om de milieueffecten van het offshore windpark te beperken. In hoeverre veranderen nu de locatievoorkeuren door deze maatregelen?
Een groot aantal maatregelen maakt deel uit van de basisinrichting en -uitvoering van de voorgenomen activiteit, zoals voorgesteld door de initiatiefnemer, en zijn dus feitelijk geen mitigerende maatregelen.
Mitigerende maatregelen hebben betrekking op de aspecten 'vogels', 'landschap', 'geluid' en 'veiligheidsrisico's'. De verschillen tussen de voorkeurslocatie en de locatiealternatieven ten aanzien van deze aspecten zijn relatief beperkt.

De effectiviteit van de mitigerende maatregelen wordt echter beperkt doordat maatregelen voor de verschillende milieuaspecten elkaar tegenwerken. Een minder contrasterende kleur is positief voor de beperking van de invloed op het (zee)landschap, maar beïnvloedt de veiligheidsrisico's in negatieve zin en mogelijk geldt dit ook voor de effecten op vogels. Het stilzetten van de windturbines tijdens intensieve seizoenstrek heeft mogelijke een gunstig effect op de gevolgen voor vogels, maar vermindert de energieopbrengst en het economisch rendement van het offshore windpark.
De mitigerende maatregelen, die betrekking hebben op 'gebruiksfuncties', leiden niet tot een beperking van negatieve effecten op de natuurwaarden van de Noordzee, maar op hebben voornamelijk betrekking op behoud van ander (economisch) gebruik. Deze mitigerende maatregelen hebben echter negatieve gevolgen voor de veiligheidsrisico's en leiden dus tot een vergroting van de kans op verontreiniging van de Noordzee.

*Conclusie*
Gegeven de onzekerheden zal de effectiviteit van de mitigerende maatregelen naar verwachting niet zodanig zijn, dat daardoor een andere voorkeursvolgorde van de locaties ontstaat. Mogelijk kan door het treffen van mitigerende maatregelen een betere balans worden gevonden tussen datgene wat vanuit milieu oogpunt het meest wenselijk is en datgene wat technisch-economisch haalbaar is. In paragraaf 5.8 ('Meest milieuvriendelijke alternatief') wordt hier nader op ingegaan.

## 5.6 Compenserende maatregelen

Het offshore windpark zal, ook na het treffen van mitigerende maatregelen, mogelijk kunnen leiden tot een (zeer beperkte) aantasting van natuurlijke kenmerken van de Noordzee. In dat geval zouden eventueel en indien mogelijk compenserende maatregelen getroffen kunnen worden.

Bij de compensatie wordt dat deel van het totale oppervlak beschouwd, waar na het treffen van mitigerende maatregelen nog steeds (belangrijke) negatieve effecten blijven bestaan. In eerste instantie moet in de directe nabijheid van de ingreep worden gezocht naar mogelijkheden voor compensatie.
Als in de directe omgeving niet (voldoende) compensatie mogelijk is, dan is compensatie elders of in geld toegestaan. Een beschouwing van de belangrijkste milieueffecten van het offshore windpark (vogels, landschap, onderwaterleven) wijst uit, dat het gegeven de aard van de effecten, feitelijk onmogelijk is deze fysiek in de nabijheid dan wel elders te compenseren. Het gaat hierbij om compensatie van het verstoorde zeelandschap, van vogelslachtoffers, van verstoring van vogels en van mogelijke verstoring van het onderwaterleven.
Wanneer fysieke compensatie niet mogelijk is, kan financiële compensatie worden overwogen. Omdat financiële compensatie echter niet leidt tot herstel of verbetering van de ecologische waarde van de Noordzee is dit geen reële oplossing (MER NSW, 2000).

Overigens moet bedacht worden dat de productie van elektriciteit door middel van windenergie een direct positief effect heeft op de uitstoot van schadelijke stoffen en de besparing van fossiele brandstoffen. Deze positieve effecten voor de natuur dragen bij aan de compensatie van de beperkte negatieve effecten van het offshore windpark.

## 5.7 Meest Milieuvriendelijke Alternatief

Op basis van de beschouwingen en conclusies in de voorgaande paragrafen kan nu het Meest Milieuvriendelijke Alternatief worden bepaald.

*Meest Milieuvriendelijke Alternatief*
Onder het 'meest milieuvriendelijke alternatief' (= MMA) wordt die combinatie van locatie en inrichting verstaan waarbij de nadelige gevolgen voor het milieu worden voorkomen of zoveel mogelijk worden beperkt. Op grond van de richtlijnen die het bevoegd gezag heeft opgesteld voor dit MER moet het MMA realistisch zijn, 'dat wil zeggen het moet voldoen aan de doelstellingen van de initiatiefnemer en binnen zijn of haar competentie liggen.'
Bovendien stellen de richtlijnen: 'Zorg, dat het meest milieuvriendelijke alternatief een integrale optimalisatie is van meerdere aspecten. Optimaliseer vooral op de aspecten vogels, landschap, energie-opbrengst, veiligheid en ruimtegebruik.'

*De ontwikkeling van het MMA is geen momentopname.*
De milieueffecten van het offshore windpark kunnen worden beperkt door het windpark zo ver mogelijk van de kust te situeren. Met het oog hierop is daarom als voorwaarde gesteld, dat het offshore windpark op tenminste 23 kilometer afstand van de kust moet liggen.
Met het oog op de effecten op vogels is als voorwaarde gesteld, dat de voorkeurslocatie moet liggen in water met een diepte vanaf circa 20 meter en op een afstand van meer dan 20 kilometer uit de kust. Met het oog op een verantwoorde bedrijfseconomische exploitatie is de maximale waterdiepte beperkt tot 25 meter en is de afstand tot een invoedingspunt van het landelijk net gelimiteerd.

Het verschil in energie-opbrengst tussen een offshore windpark op de voorkeurslocatie of op één van de alternatieven is minder dan 0,5%. Dit is niet onderscheidend.

Het locatiealternatief P12-WP heeft de minste negatieve effecten op de natuurwaarden van de Noordzee. De kans op verontreiniging van de zee als gevolg van een aanvaring of aandrijving tegen een windpark op deze locatie is echter groter dan bij een windpark op locatiealternatief Q4-WP. Het alternatief Q4-WP scoort relatief ongunstig op de mogelijke verstoring van bruinvissen en het voorkomen van Spisula.
Het locatiealternatief Q4-WP beslaat het grootste gebied, omdat binnen de contouren van het windpark voldoende ruimte moet worden gelaten langs de tracés van de in dit gebied aanwezige telecomkabels. Het ruimtegebruik van de locatie Q4-WP is het grootst.

Op basis van de richtlijnen voor dit MER moet worden nagegaan of het mogelijk is het windpark te verbeteren, waarbij met name dient te worden geoptimaliseerd naar de aspecten: vogels, landschap, opbrengst, veiligheid en ruimtegebruik.

*Optimalisatie naar de aspecten: vogels, landschap, opbrengst, veiligheid en ruimtegebruik*
Ten eerste wordt nagegaan welke van de locaties het beste scoort op deze aspecten.

| **Voorkeurslocatie en Alternatieven** | **Q7-WP** | **Q4-WP** | **P12-WP** |
|---|---|---|---|
| **Milieu & Haalbaarheid** | **X** | **X** | **X** |
| Vogels | B | 0 | licht pos. |
| Landschap | B | 0 | pos. |
| Energieopbrengst | B | neg. | pos. |
| Veiligheid | | | |
| *- slachtoffers* | B | neg. | neg. |
| *- verontreiniging met olie* | B | pos. | neg. |
| *- verontreiniging met chemicaliën* | B | pos. | neg. |
| Ruimtegebruik | B | neg. | 0 |
| **MMA** | | | **MMA** |

Tabel 5.8 Vergelijking van de locaties in relatie tot de belangrijkste aspecten.
X = realistisch op grond van criteria van de initiatiefnemer.
B = Basisvariant = Voorkeurslocatie.
0 = geen verschil ten opzichte van basisvariant
neg. = negatief ten opzichte van basisvariant
pos. = positief ten opzichte van basisvariant

Zoals in tabel 5.8 is weergegeven scoort locatiealternatief P12-WP beter op de aspecten vogels, landschap en opbrengst, en neutraal op het aspect ruimtegebruik. Alleen op het aspect veiligheid scoort alternatief P12-WP slechter dan de voorkeurslocatie Q7-WP. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de kans op slachtoffers en/of verontreiniging ook voor locatiealternatief P12-WP zeer klein is.
De negatieve effecten op het onderwaterleven als gevolg van de langere zeekabel voor locatie P12-WP evenals de hogere kosten als gevolg van de langere zeekabel, zijn in deze afweging niet betrokken.

Vervolgens moet worden nagegaan of de inrichtingsalternatieven resulteren in een verbetering op één of meer van de vijf aspecten. Dit is weergegeven in tabel 5.9.

| **Alternatieven voor de inrichting van het windpark** | **Milieu & haalbaarheid** | **Vogels** | **Landschap** | **Energie-opbrengst** | **Veiligheid** | **Ruimte-gebruik** | **MMA** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ashoogte boven zeeniveau** | | | | | | | |
| 50 meter boven zeeniveau | X | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Hoger dan 50 meter * | | - - | - - | + | + | 0 | |
| **Rotordiameter van de windturbine** | | | | | | | |
| 66 meter | X | B | B | B | B | B | **MMA** |
| 80 meter * | | - - | - - | + | 0 | 0 | |
| **Onderlinge afstand tussen de windturbines** | | | | | | | |
| 8 x D (= 528 meter) | X | B | B | B | B | B | |
| Minimaal 600 meter • | | - | - | 0 | - - | - - | |
| 5 x D (= 330 meter) * | | + | + | - - | + | + + | **MMA** |
| **Ondersteuningsconstructie** | | | | | | | |
| Monopaal | X | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Tripod * | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| **Kleurstelling** | | | | | | | |
| Heldere kleur (wit) | X | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Camouflagekleur (grijs-blauw) | | 0 | + | 0 | - | 0 | |
| **Markeringsverlichting** | | | | | | | |
| Vast brandende toplichten | X | B | B | B | B | B | |
| Knipperende toplichten | | + | 0 | 0 | 0 | 0 | **MMA** |
| **Parkopstelling** | | | | | | | |
| Parallelle lijnopstellingen | X | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Cirkelvorm * | | + | - | 0 | - - | + | |
| **Opstelling ten opzichte van radarbundel** | | | | | | | |
| Parallel aan bundel | X | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Willekeurig ten opzichte van bundel | | 0 | 0 | 0 | - - | 0 | |

Tabel 5.9 Effect van de inrichtingsalternatieven op de belangrijkste aspecten.
(* = niet realistisch inrichtingsalternatief)
X = realistisch op grond van criteria van de initiatiefnemer.
B = Basisinrichting.
0 = geen verschil ten opzichte van basisinrichting
\- = negatief ten opzichte van basisinrichting
\+ = positief ten opzichte van basisinrichting

Uit tabel 5.9 blijkt bijvoorbeeld dat de vergroting van de ashoogte negatieve invloed heeft op de aspecten vogels en landschap en een licht positieve invloed heeft op de energieopbrengst en de veiligheid.

Een grotere rotordiameter heeft negatieve invloed op de aspecten vogels en landschap en een positieve invloed op de energieopbrengst. Een grotere rotordiameter heeft geen invloed op ruimtegebruik en veiligheid. Deze variant heeft, vanwege de zwaardere ondersteuningsconstructie, tevens een positieve invloed op het aspect onderwaterleven.

De kans op vogelslachtoffers is onder trekvogels het grootst. Hierbij is er overigens van uit gegaan dat de trekroutes over de locatie lopen. Wanneer dit niet het geval is, neemt de kans op vogelslachtoffers sterk af. De kans op slachtoffers tijdens seizoenstrek kan verder verkleind worden door de onderlinge afstand tussen de windturbines te verkleinen (zie tabel 5.7 en tabel 5.9). Een kleinere onderlinge afstand heeft een positieve invloed op de aspecten landschap en veiligheid. Wanneer de onderlinge afstand kleiner wordt, neemt het windpark minder ruimte in beslag. De energieopbrengst neemt echter ook af.
Een verkleining van de onderlinge afstand tussen de windturbines heeft dus positieve invloed op de in de richtlijnen met name genoemde aspecten. Daarentegen worden, als het windpark een kleiner gebied beslaat, de positieve invloed op het onderwaterleven en het positieve refugiumeffect van een eventueel gesloten gebied minder.

Een andere, cirkelvormige opstelling heeft positieve invloed op het aspect vogels, maar een negatieve invloed op de aspecten landschap en veiligheid. De cirkelvormige opstelling heeft geen invloed op het aspect opbrengst. De invloed op het aspect ruimtegebruik is licht positief.

Concluderend blijkt dat verkleining van de onderlinge afstand de negatieve effecten voor vogels, landschap, veiligheid en ruimtegebruik verder beperkt. Dit gaat overigens wel ten koste van de opbrengst. De inrichting met een onderlinge afstand van 5 x D is voor de initiatiefnemer echter geen realistisch alternatief, vanwege de verlaging van de opbrengst en de verhoging van de onderhoudskosten.
Wanneer bij de optimalisatie ten behoeve van het MMA geen rekening wordt gehouden met de voorwaarde dat het MMA ook voor de initiatiefnemer realistisch moet zijn, heeft een kleinere onderlinge afstand tussen de windturbines de voorkeur.

Tenslotte wordt de invloed van enkele varianten met betrekking tot het gebruik en onderhoud van het windpark op de aspecten vogels, landschap, opbrengst, veiligheid en ruimtegebruik beschouwd (zie tabel 5.10).

Wanneer blijkt dat belangrijke trekroutes over de locatie lopen, kunnen de windturbines tijdelijk stil worden gezet tijdens intensieve seizoenstrek én omstandigheden met slecht zicht (donkere nachten en/of mist). Hiermee wordt de kans op aanvaringsslachtoffers onder trekvogels verkleind.

De geluidsproductie van de windturbines kan verlaagd worden door het toerental te verlagen en extra isolerende maatregelen te treffen. De verlaging van het toerental heeft echter direct gevolg voor de energieopbrengst. Daarentegen resulteert een verhoging van het toerental in een hogere energie- en geluidsproductie.

De resultante van alle effecten van geluid op vogels is niet bekend. Meer geluid kan vogels bij slecht zicht waarschuwen dat zij een obstakel naderen. Anderzijds kan meer geluid vogels juist ook afschrikken en leidt meer geluid zo tot meer verstoring voor pleisterende of foeragerende vogels.

De aangroei op de ondersteuningsconstructie wordt eens in de één of twee jaar met een zeewaterstraal onder hoge druk weggespoten. Wanneer de aangroei niet wordt verwijderd, neemt de golfbelasting op de constructie toe. Dat kan alleen indien de constructie hierop ontworpen is. Dat betekent een zwaardere, dus aanmerkelijk duurdere constructie.
De aangroei kan ook tegen worden gegaan door toepassing van aangroeiwerende verf. Dergelijke verfsoorten bevatten Tributyltin (TBT). Deze stof wordt juist geweerd uit het ecosysteem Noordzee, vanwege de negatieve effecten op vissen en andere organismen. Aangroeiwerende verf is om die reden voor de initiatiefnemer geen realistisch alternatief.

| **Alternatieven voor gebruik en onderhoud van het windpark** | **Milieu & haalbaarheid** | **Vogels** | **Landschap** | **Energie-opbrengst** | **Veiligheid** | **Ruimte-gebruik** | **MMA** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vogels (beperking risico aanvaringen)** | | | | | | | |
| Niet stilzetten tijdens trek & slecht zicht | **X** | B | B | B | B | B | |
| Stilzetten tijdens trek & slecht zicht | | **+** | 0 | **-** | 0 | 0 | **MMA** |
| **Geluid** | | | | | | | |
| Basisuitvoering | **X** | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Extra geluid beperkende maatregelen | | **+/-** | 0 | **-** | 0 | 0 | |
| Extra geluid productie | | **+/-** | 0 | **+** | 0 | 0 | |
| **Verwijderen aangroei** | | | | | | | |
| Afspuiten | **X** | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Niet afspuiten: toename golfbelasting | **- -** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Aangroeiwerende middelen | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| **Verhelpen storing** | | | | | | | |
| Met helikopter | **X** | B | B | B | B | B | **MMA** |
| Uitsluitend per schip | **- -** | **+** | 0 | **- -** | **- -** | 0 | |

Tabel 5.10 Effecten op de belangrijkste aspecten van varianten voor gebruik en onderhoud.

X = realistisch op grond van criteria van de initiatiefnemer
B = Basisuitvoering
0 = geen verschil ten opzichte van basisuitvoering
**-** = negatief ten opzichte van basisuitvoering
**+** = positief ten opzichte van basisuitvoering

Omdat de windturbines gedurende een deel van het jaar vanwege de zeegang niet goed te bereiken zijn met een schip, worden storingen verholpen door een serviceploeg, die door een helikopter wordt neergelaten op de windturbine. Wanneer onderhoud en het verhelpen van storingen uitsluitend met schepen wordt uitgevoerd, neemt de kans op stilstand toe en neemt de jaarlijkse energieproductie af. Wanneer servicepersoneel de windturbines uitsluitend per schip kan bereiken, nemen ook de risico's voor het personeel toe als gevolg van het frequenter overstappen.

*Conclusie*
Wanneer de verschillende locaties worden beoordeeld op de aspecten vogels, landschap, opbrengst, veiligheid en ruimtegebruik blijkt locatiealternatief P12-WP op alle aspecten goed te scoren met uitzondering van de veiligheid. Locatiealternatief Q4-WP scoort het best op het aspect veiligheid, maar slecht op ruimtegebruik.

Door de onderlinge afstand tussen de windturbines van P12-WP te verkleinen, worden de effecten voor vogels, landschap, veiligheid en ruimtegebruik verder beperkt. De effecten op vogels kunnen nog verder beperkt worden door de turbines te voorzien van rode flitsende markeringsverlichting voor de luchtvaart, in plaats van vast brandende verlichting.
Indien blijkt dat trekroutes over de locaties lopen, kunnen tijdens periode van intensieve seizoenstrek en slechte zichtomstandigheden de windturbines tijdelijk stil worden gezet.

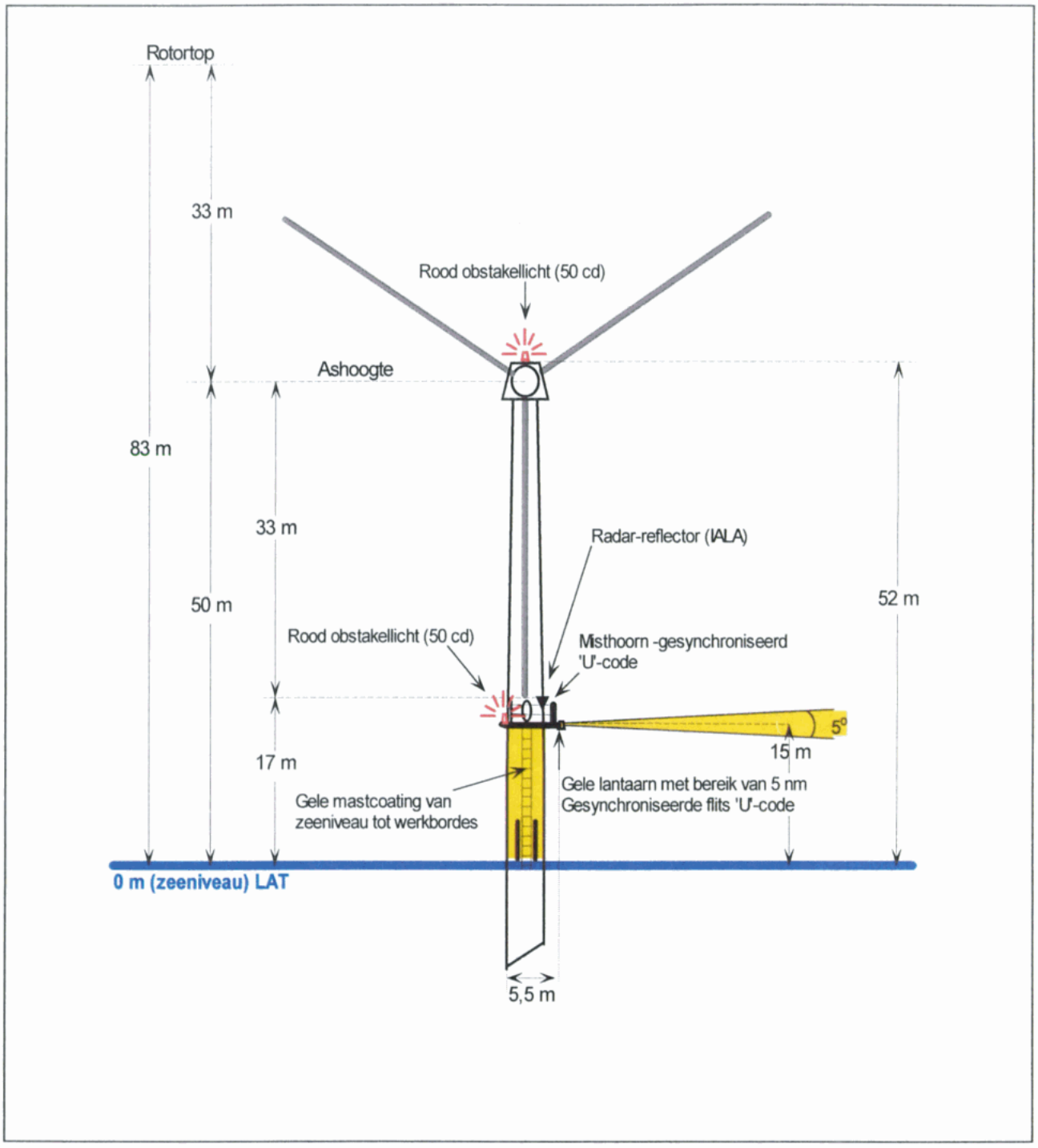
Uitgaande van het feit dat de een windpark op één van de drie onderzochte locaties en met toepassing van de inrichtingsalternatieven voldoet aan de doelstellingen van de initiatiefnemer en binnen zijn competentie ligt (dus bedrijfseconomische verantwoord te exploiteren is), resulteert het volgende **Meest Milieuvriendelijke Alternatief:**

> Een offshore windpark op locatie P12-WP, waarbij binnen deze locatie wordt uitgegaan van de compacte basisinrichting. De onderlinge afstand tussen de turbines bedraagt minder dan 600 meter, maar meer dan 495 meter (= 7,5 x de rotordiameter).
>
> De turbines hebben een ashoogte van 50 meter (zie figuur 5.11). De windturbines zijn geschilderd in een heldere, lichte kleur (bijvoorbeeld wit) en de ondersectie (vanaf de waterlijn tot het werkbordes op 15 meter boven zeeniveau) is geel geschilderd.
>
> De windturbines zijn, naast de wettelijk voorschreven nautische markeringsverlichting en misthoorns, voorzien van knipperende rode markeringslichten voor de luchtvaart (in plaats van vast brandende rode lichten).

*MMA en voorkeurslocatie en –inrichting*
Vrijwel alle gevolgen van de aanleg en het gebruik van het offshore windpark zijn omkeerbaar. Na beëindiging van het gebruik wordt het windpark afgebroken en worden alle kabels en constructiedelen tot 6 meter onder de zeebodem verwijderd en voor zover mogelijk hergebruikt. De positieve effecten van het offshore windpark voor het milieu, maar ook de beperkte negatieve effecten, worden dan allemaal beëindigd.

Het eerste echte offshore windpark is een volgende stap in de verantwoorde toepassing van windenergie. Deze stap brengt voor de investeerder/exploitant risico's met zich mee, zoals met elke volgende, nieuwe stap in een ontwikkeling. Deze risico's zijn beheersbaar en dus aanvaardbaar. Niettemin moeten de (resterende) exploitatierisico's zoveel mogelijk beperkt worden.

Het eerste echte offshore windpark moet een succes worden, omdat anders windenergie in het algemeen en windenergie op zee in het bijzonder een grote terugslag krijgt.
De economische rentabiliteit van een offshore windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP is zodanig beter dan het hiervoor gepresenteerde Meest Milieuvriendelijke Alternatief, dat de voorkeur van initiatiefnemer blijft uitgaan naar een offshore windpark op de locatie Q7-WP. Teneinde de effecten van het windpark voor vogels zoveel mogelijk te beperken kunnen knipperende rode markeringslichten voor de luchtvaart worden toegepast. Indien daartoe aanleiding is, kunnen de windturbines tijdens intensieve seizoenstrek en slechte zichtomstandigheden eventueel tijdelijk stilgezet worden.




Figuur 5.11 Voorkeursalternatief offshore windturbine

# 6 AANZET VOOR DE EVALUATIE

## 6.1 Evalueren: wanneer?

Elke m.e.r.-procedure kent als laatste stap een verplichte evaluatie van de milieueffecten. Deze dient om te toetsen of de effecten op het milieu overeenkomen met de in het MER voorspelde effecten, zodat maatregelen kunnen worden genomen als de effecten afwijken. Een andere functie van een evaluatie- en monitoringprogramma is het opvullen van eventuele leemten in kennis en het leren van het (werkelijk uitvoeren van het) project. 'Sturen' heeft dus direct betrekking op het vergunde offshore windpark. 'Leren' is van nut voor besluitvorming over nieuwe projecten. Afhankelijk van de aard van de nieuw verkregen kennis is deze van belang voor de vergunningverlener ten behoeve van toekomstige besluitvorming en nieuw te formuleren beleid, of voor de initiatiefnemers ten behoeve van de ontwikkeling, realisatie en exploitatie van nieuwe offshore windenergieprojecten.
Deze mogelijkheden tot 'sturen' en 'leren' zijn beide pas aan de orde wanneer het offshore windpark is gerealiseerd.

Het evaluatie- en monitoringprogramma dat in dit MER beschreven wordt, is niet te vergelijken met het Monitoring- en EvaluatieProgramma (MEP) zoals dat in het kader van de tender voor het Near Shore Windpark wordt voorgesteld. Het Near Shore Windpark is bedoeld als demonstratie- en onderzoeksproject. Een belangrijk deel van de subsidie, die de rijksoverheid voor de realisatie en exploitatie van het Near Shore Windpark beschikbaar stelt, kan worden benut voor het verzamelen van brede algemene kennis over windenergie op zee.
Het doel van het evaluatie- en monitoringprogramma in het kader van dit MER voor het offshore windpark is het evalueren en verifiëren van de in het MER voorspelde effecten, zodat maatregelen kunnen worden genomen als de effecten afwijken.

## 6.2 Hoofdlijnen van de aanzet

In dit hoofdstuk wordt een aanzet gegeven voor een evaluatieprogramma, dat plaats zou kunnen vinden om de effecten van het offshore windpark in de praktijk te toetsen. De nadere uitwerking van de wijze en frequentie van meten zal in overleg met het bevoegd gezag en eventuele belanghebbenden plaats vinden. Het gaat immers niet alleen om het meten, maar om het daadwerkelijke 'sturen' of 'leren' op grond van de uitkomsten van de metingen.

Daarom dient vooraf te worden bepaald bij welke uitkomsten van de metingen, c.q. bij welke aard en omvang van de effecten, het noodzakelijk is om bij te sturen. In het onderzoek Graadmeterontwikkeling Noordzee (GONZ-III, Ministerie van V&W, 2000) zijn een groot aantal indicatoren en parameters voor het ecosysteem Noordzee bepaald. Het GONZ doet echter geen uitspraken over de huidige waarden en de gewenste streefwaarden.

Het evaluatieprogramma van de gevolgen van het offshore windpark kan onderscheiden worden naar de verschillende aspecten: vogels, landschap, morfologie, hydrologie en waterkwaliteit, onderwaterleven, onderwatergeluid, veiligheidsrisico's, gebruiksfuncties en techniek en economie (Zie tabel 6.1 ).

De uitwerking geeft, per aspect, een aanzet voor de wijze van meten (bijvoorbeeld tellingen, peilingen, bemonsteringen), het moment van meten (aparte nulmeting, meting tijdens aanleg, gebruik of verwijdering) en het belangrijkste doel van de meting: sturen in verband met milieueffecten of leren ten behoeve van besluitvorming voor volgende offshore windparken.

## 6.3 Uitwerking per milieu-aspect

*Vogels*
Het doel van het meten van de effecten op vogels is om vast te stellen of de effecten anders zijn dan verwacht. Daarnaast kunnen de resultaten gebruikt worden voor de besluitvorming over volgende offshore windparken.

De belangrijkste methode bij het uit te voeren vogelonderzoek zijn tellingen. Met name bij tellingen van vogelslachtoffers moeten extra maatregelen worden getroffen of moet een nieuwe methode worden ontwikkeld, omdat slachtoffers, die in zee vallen, snel verdwijnen en dus niet (meer) geteld kunnen worden.
Ten behoeve van onderzoek in het kader van de mogelijke aanleg van een luchthaven in zee en het Near Shore Windpark is met behulp van een radar op de wal onderzoek uitgevoerd in de kustzone. Hieruit zijn gegevens verzameld over vliegpatronen, vliegintensiteit, trekbaanbreedtes en vlieghoogtes van vogels. Deze gegevens zijn echter niet bruikbaar voor het offshore windpark dat zich op grote afstand van de wal bevindt. Radarwaarnemingen moeten overigens worden ondersteund door visuele waarnemingen.

Trekroutes over de Noordzee zijn op hoofdlijnen bekend en vinden plaats over een breed front. Indien het vermoeden bestaat dat de locatie in een trekroute ligt, kan dit na realisatie van het offshore windpark door middel van waarnemingen tijdens perioden van intensieve trek vastgesteld worden. Dan kan door middel van waarnemingen tevens bepaald worden of vogels ontwijkgedrag vertonen en of de kans op aanvaringsslachtoffers zodanig is dat aanvullende mitigerende maatregelen nodig zijn.

*Landschap*
Het doel van het meten van de effecten op landschap is vooral om te kunnen bepalen of de effecten anders zijn dan verwacht. Offshore windparken zijn zeer beperkt zichtbaar vanaf land. Om die reden lijkt het niet nodig nader onderzoek te verrichten naar de beleving van het landschap door recreanten aan de kust. Eventueel kan onderzoek worden verricht om inzicht te krijgen in de beleving van het zeelandschap door zeevarenden. Dit lijkt echter eveneens niet van groot belang, gelet op de aanwezige onrust in het gebied.

*Morfologie, hydrologie en waterkwaliteit*
De effecten van het offshore windpark op morfologie, hydrologie en waterkwaliteit zijn gering en zeer plaatselijk. Meting van deze effecten kan gegevens opleveren voor de besluitvorming over volgende offshore windparken. Bij het opzetten van een meetprogramma moet rekening worden gehouden met de natuurlijke dynamiek van de zeebodem.

Voorafgaand aan de bouw wordt een gedetailleerd onderzoek naar de bodemgesteldheid en de bodemvormen ter plekke van de windturbinefundaties en het tracé van de transportkabels uitgevoerd. Deze gegevens zijn ook van belang voor de detail engineering van de individuele ondersteuningsconstructies.

Bij de aanleg van het windpark zal ten gevolge van de werkzaamheden tijdelijk een geringe, extra troebelheid optreden. Hoewel een verhoogde troebelheid kan optreden, valt deze verhoging ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. Om die reden is een monitoring van dit effect tijdens de fase van aanleg niet nodig.

*Onderwaterleven*
Ook voor het onderwaterleven geldt dat het doel van de metingen voornamelijk is om kennis op te doen voor de besluitvorming over volgende offshore windparken.

Over het onderwatergeluid en -trillingen van windturbines in zee zijn nog weinig gegevens beschikbaar. Na realisatie van het eerste windpark in zee kan het werkelijk optredende onderwatergeluid als gevolg van windturbines worden gemeten. Het gaat daarbij om metingen van de frequenties en intensiteit van onderwatergeluid en -trillingen.
Onderwatergeluid is van belang in verband met de mogelijke interferentie met het gebruik van geluid, dat vissen en zeezoogdieren produceren of gebruiken om hun prooi te vinden. Over de gevoeligheid van de soorten voor geluid van de diverse soorten is informatie beschikbaar.

Wanneer het gebied rond het windpark wordt gesloten voor de scheepvaart en dus een refugium ontstaat, kunnen de effecten op de bodemleven en macrofauna gemeten worden. Gelet op de natuurlijke dynamiek van de zeebodem en de grote variatie in de tijd van de macrofauna wordt een nulmeting van de voorkomens van visfauna niet zinvol geacht.
Bij het beschrijven van de huidige situatie en het bepalen van referentiewaarden kan gebruik worden gemaakt van bestaand onderzoek en van bestaande monitoring programma's, zoals die in het kader van de jaarlijkse Biologische Monitoring van het Nederlands Continentaal Plat (BIOMON) worden verzameld.

Op grond van gegevens over het bodemleven die in het kader van BIOMON jaarlijks worden verzameld en de MILZON benthos studie, die ook zoöbenthosatlas van het Nederlandse Continentale Plat voor een groot deel van haar kustgegevens voorzag, bestaat reeds een beeld van de samenstelling van de macrobenthos. Er zijn geen aanwijzingen voor een grote ruimtelijke diversiteit, zodat ook het huidige extensieve bemonsteringsprogramma een redelijke indicatie vormt van de soortensamenstelling. Nadat de locatie is bepaald en tot aanleg is besloten, kan eventueel nog een bemonstering worden gedaan om de nulsituatie goed in beeld te krijgen. Vervolgens kan na de aanleg van het windpark worden bepaald of en zo ja, op welke wijze een eventueel refugium zich ontwikkelt. Bij de interpretatie van de nulmeting dient wel rekening gehouden te worden met de jaarlijkse variatie.
De gegevens over het bodemleven die in het kader van BIOMON worden verzameld kunnen worden gebruikt voor het bepalen van referentiewaarden voor het bodemleven.

Bemonsteringen tijdens het gebruik kunnen ook inzicht geven in de diversiteit van de aangroei van macrobenthos op het hardsubstraat (de buispaal en de erosiebescherming). Door waarnemingen zou kunnen worden vastgesteld in welke mate deze fauna een bijdrage levert aan de voedselvoorziening voor zowel onderwaterleven als vogels.

De aangroei op de ondersteuningsconstructies moet periodiek verwijderd worden. Tijdens de gebruiksfase zou nader onderzoek kunnen worden verricht naar de mogelijkheid van het 'oogsten' van commercieel aantrekkelijke aangroei, zoals mosselzaad of mosselen.
Begroeiing van offshore installaties met mosselen is een bekend verschijnsel. Tijdens de

verwijderen van de aangroei vallen de verwijderde stukken naar de zeebodem waar ze andere soorten tot voedsel dienen.
Of deze aangroei tijdens het verwijderen op commercieel aantrekkelijke wijze geoogst kan worden en of deze aangroei elders kan worden benut, dient nader onderzocht te worden.

Als gevolg van de grote variatie in ruimte en tijd van het voorkomen van zeezoogdieren is het in de praktijk niet mogelijk een goede nulmeting voor deze soorten uit te voeren.
Het lijkt zinvoller om eventuele effecten op zeezoogdieren te bepalen aan de hand van gedragswaarnemingen, nadat de windturbines geplaatst zijn, dan door een vergelijking van onnauwkeurige dichtheden voor en na de aanleg van het windpark.

*Veiligheidsrisico's*
Tijdens het gebruik van het offshore windpark verdient een zorgvuldige registratie en analyse van de aard en omvang van (bijna) aanvarings- en aandrijvingsincidenten aanbeveling. De effecten op de radarwaarneming kunnen tijdens het gebruik in beeld worden gebracht door het uitvoeren van metingen en het afnemen van interviews met operators en gebruikers van de walradar.

*Gebruiksfuncties*
Doel van de metingen is in dit geval uitsluitend om inzicht te krijgen in de effecten van het offshore windpark op de betreffende locatie. De bijdrage van de resultaten voor de besluitvorming over volgende offshore windparken lijkt beperkt.

*Visserij*
Een meetprogramma om de positieve gevolgen van een eventueel refugium op de visstand en daarmee voor de visserij vast te stellen, is besproken bij 'onderwaterleven'.

*Archeologie*
Tijdens het gedetailleerde bodemonderzoek voorafgaand aan de bouw kan informatie worden verkregen over archeologisch interessante waarden in het gebied. Bij de feitelijke bouw kunnen archeologische vindplaatsen (in het bijzonder wrakken) vervolgens worden ontzien. Eventueel nog niet eerder vastgestelde archeologische waarden, die tijdens de bouw worden ontzien, kunnen ook na realisatie van het offshore windpark nog nader onderzocht worden.

*Luchtvaart*
Gedurende de geplande exploitatieduur van de windturbines zal van aanleg van een eventueel geplande nieuwe nationale luchthaven geen sprake zijn. Daarom is nader onderzoek naar de mogelijke interactie tussen het offshore windpark en de eventuele luchthaven in zee niet zinvol.

*Techniek en economie*
Het doel van onderzoek naar, metingen van en evaluatie van de technische en economische aspecten van het offshore windpark, is om kennis te verkrijgen voor de ontwikkeling van volgende offshore windparken. Daarbij gaat het om optimalisatie van de installatie van de (afzonderlijke) windturbines en optimalisatie van het onderhoud. Deze inzichten kunnen worden gebruikt bij de ontwikkeling, realisatie en exploitatie van volgende offshore windparken. Dit onderzoek zal worden uitgevoerd door de exploitant van het offshore windpark in nauwe samenwerking met de bouwers. Het onderzoek zal zich ook richten op de specifieke combinatie van wind- en golfbelastingen en waterdiepte. Ook zal de invloed van

de optredende trillingen op de gehele constructie gemeten worden, mede ter controle van de sterkte en vermoeiing hiervan. Deze metingen en gegevens zijn ook van belang voor het onderhoud van de installatie.

In de offshore industrie is, in tegenstelling tot de windturbine industrie, weinig ervaring met het seriematig ontwerpen, installeren en beheren van constructies. Offshore projecten kenmerken zich in het algemeen door hun éénmalige karakter. Door goed gebruik te maken van het seriematige element van een offshore windpark en te leren van de eerste projecten kunnen de initiatiefnemers belangrijke kostenvoordelen behalen voor de aanleg en exploitatie van volgende offshore windparken.

| Aspect | Aandachtsgebied | Doel | Wijze en moment van meten | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Aparte nulmeting | Tijdens gebruik | Aanleg en verwijdering |
| Vogels | Vliegbewegingen | Leren, sturen | - | Waarnemingen en tellingen | - |
| | Vogelpopulatie | Leren, sturen | - | Tellingen | - |
| | Aanvaringskansen | Leren, sturen | n.v.t. | Tellingen | - |
| | Verstoring | Leren, sturen | n.v.t. | Waarnemingen | Waarnemingen |
| Landschap | Beleving door zeevarenden | Leren | - | Interviews | - |
| Morfologie en hydrologie | Bodem en tracé survey | Sturen | Na vergunning en voorafgaand aan bouw | n.v.t. | n.v.t. |
| | Verandering bodemvormen | Sturen, leren | - | Peilingen | - |
| Onderwaterleven | Onderwatergeluid en –trillingen | Leren | - | Metingen | - |
| | Macrobenthos (Diversiteit) | Leren | Evt. direct na aanleg | Bemonsteringen | - |
| | Macrofauna | Leren | - | Bemonsteringen, tellingen | - |
| | Aangroei | Leren | - | Nader te bepalen | - |
| Veiligheidsrisico's | Aanvaring en aandrijving | Sturen, leren | n.v.t. | Registratie | - |
| | Invloed op radar | Sturen, leren | n.v.t. | Interviews | - |
| Gebruiksfuncties | Visserij | Leren | - | Zie 'onderwaterleven' | - |
| | Archeologie | Sturen | Tijdens bodem en tracé survey | - | - |
| Techniek en economie | Optimalisatie onderhoud | Sturen, leren | - | Monitoring en terugkoppeling | - |
| | Optimalisatie aanleg | Leren | - | Monitoring en terugkoppeling | - |
| | Optimalisatie regelstrategie | Leren | - | Monitoring en terugkoppeling | - |
| | (Validatie) Offshore windregime | Leren | - | Metingen | - |
| | Verificatie ontwerp parameters | Leren | - | Metingen | - |
| | Validatie rekenmodellen | Leren | - | Metingen | - |

Tabel 6.1 Aanzet voor het evaluatieprogramma
Doel van het onderzoek: 'Sturen' op milieueffecten of 'Leren' voor besluitvorming over volgende offshore windparken.
- = In deze fase is geen onderzoek naar dit aspect voorzien.

# 7 LEEMTEN IN KENNIS

## 7.1 Algemeen

Ten aanzien van een aantal gevolgen van het offshore windpark voor de natuurlijke kwaliteiten van het ecosysteem Noordzee is nog slechts weinig bekend. Deze leemten in kennis komen in dit hoofdstuk aan de orde. De belangrijkste onzekerheden betreffen de werkelijke effecten van het offshore windpark voor vogels en de gevolgen van het onderwatergeluid voor vissen en zeezoogdieren. Deze gegevens kunnen echter pas aan een daadwerkelijk gerealiseerd offshore windpark gemeten worden.

Het vergroten van de kennis over (de effecten voor) vogels zal, voorzover nu kan worden overzien, niet leiden tot fundamenteel andere inzichten in de effecten van het offshore windpark voor vogels. Ook zal, voor zover nu kan worden overzien, het vergroten van de kennis over onderwatergeluid en -trillingen niet leiden tot andere inzichten in de effecten van het offshore windpark voor vissen en zeezoogdieren. De kennis kan echter van nut zijn voor de besluitvorming over volgende offshore windparken.

## 7.2 Vogels

De voorkeurslocaties en de locatiealternatieven, die in dit MER beschreven zijn, liggen verder uit de kust dan de locatie van het voorgenomen Near Shore Windpark. De risico's voor vogels als gevolg van het offshore windpark worden lager ingeschat dan die als gevolg van het Near Shore Windpark. Desondanks volgt uit de bespreking van de effecten van het offshore windpark in de Noordzee en de vergelijking met de locatiealternatieven, dat er aanzienlijke leemten in kennis zijn. Deze kunnen door gericht onderzoek worden ingevuld. In veel gevallen zal het uitvoeren van een eerste stap al veel nieuwe inzichten opleveren. Hieronder wordt ingegaan op het onderzoek dat nodig is om de belangrijkste leemten in kennis op te vullen. Dit overzicht is vergelijkbaar met dat in Van der Winden *et al.* (1997).

Het recent opgestarte onderzoek naar effecten van offshore windturbines in Duitsland en Denemarken zal overigens ook nieuwe gegevens opleveren.

*Aanvaringsrisico's*
Eén van de belangrijkste lacunes, noodzakelijk voor het inschatten van risico's voor vogels, is het gebrek aan geïntegreerde kwantitatieve kennis over vliegbewegingen van vogels boven de Noordzee, zowel van seizoentrek als van lokale vogels en zowel overdag als 's nachts.
Onderzoek naar trekbewegingen van zeevogels heeft alleen overdag en vooral vanaf de kust plaatsgevonden (Camphuysen & van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Hierdoor is vrijwel niets bekend over trek van zeevogels op afstanden groter dan 5 tot 7 km uit de kust. Onderzoek op open zee, uitgevoerd vanuit vliegtuigen en schepen, heeft uitsluitend betrekking op lokaal verblijvende vogelsoorten (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994, Skov *et al.* 1995, Camphuysen 1996). Radaronderzoek naar trekbewegingen boven de Noordzee, overdag en 's nachts, heeft wel plaatsgevonden (Buurma & van Gasteren 1989), maar de meeste data zijn nog niet bewerkt of gepubliceerd. Bovendien zijn de gegevens meestal niet van toepassing op de hoogte van minder dan 200 meter, die in het kader van dit offshore windpark relevant is.

In februari 1999 is in het kader van het onderzoek naar de mogelijke aanleg van een vliegveld in zee en naar de mogelijkheid van een Near Shore Windpark bij Egmond een radarstudie gestart naar vliegbewegingen van vogels boven de kustzone van de Noordzee (*mond mededeling* Koninklijke Luchtmacht). In dit onderzoek wordt 24 uur per dag waargenomen en worden ook de meeste van de bewegingen in de onderste luchtlagen geregistreerd. Deze studie zal belangrijke informatie over het drie-dimensionale patroon van vliegbewegingen moeten opleveren. Deze informatie is echter niet bruikbaar voor de locatie van het offshore windpark, aangezien de gebruikte radar een bereik heeft van 10 km.

De breedte en de ligging van de gestuwde trekstromen zijn niet goed bekend. Daarom kunnen geen goede uitspraken worden gedaan over de effecten van een offshore windpark op de locatie Q7-WP of op één van de locatiealternatieven. Een duiding van het risico was alleen mogelijk door de ordegrootte van de effecten te schatten. Daarnaast ontbreken gegevens over aanvaringskansen in (on)gestuwde situaties op zee, zodat een goede risicoanalyse van de verschillende locaties niet uitvoerbaar was.

Nagegaan kan worden of de aanvaringskansen van vogels in offshore windparken vergelijkbaar zijn met de aanvaringskansen zoals die tot nu toe op landlocaties zijn gemeten (Winkelman *in serie*). Wellicht komen op termijn gegevens hierover beschikbaar uit offshore windparken in de Oostzee en voor de Engelse kust. Deze 'offshore' windparken zijn echter aanzienlijk dichter onder de kust en in ondieper water gerealiseerd.
Als uit deze windparken geen gegevens beschikbaar komen, zou het zinvol zijn direct na plaatsing van de eerste windturbines van het offshore windpark met veldwerk te starten. Dergelijk onderzoek zal overigens logistiek en onderzoeks-methodisch gezien aanzienlijk lastiger zijn dan op landlocaties. De methode die op land gebruikt wordt: het tellen van de vogelslachtoffers die in de directe omgeving van de windturbine gevonden worden, kan op open zee niet gebruikt worden.

*Barrièrewerking*
Na aanleg van een offshore windpark is het eveneens zinvol de invloed op vogelbewegingen (ligging van vliegroutes, zowel trek als locale vliegbewegingen) te volgen teneinde voor toekomstige windparken ontwerpaanbevelingen te kunnen geven. Kennis over vereiste afstanden tussen windturbines of clusters van windturbines om de barrièrewerking te minimaliseren, ontbreekt nog.

*Verstoring*
Ook onderzoek aan verstorings-afstanden kan alleen na plaatsing van een (offshore) windpark worden uitgevoerd. Gebruik van het gebied van en rond het windpark door rustende en/of foeragerende vogels kan dan worden gevolgd.

*Markeringsverlichting*
Vogels kunnen tijdens omstandigheden met slecht zicht (donkere nachten en/of mist) worden aangetrokken en gedesorienteerd raken door vast brandende lichtbronnen. Om die reden wordt voorgesteld geen vast brandende markeringsverlichting toe te passen, maar vogelvriendelijke, knipperende verlichting. Wanneer het bevoegd gezag niettemin voor vast brandende markeringsverlichting kiest, zouden de effecten hiervan op trekvogels kunnen worden gemeten. Deze metingen/tellingen zijn echter alleen zinvol wanneer een trekroute over de locatie van het windpark loopt.

Windparken op land zijn in het algemeen niet door middel van verlichting en misthoorns gemarkeerd voor scheepvaart en luchtvaart. Om die reden is weinig bekend over de mogelijke positieve effecten voor de detectie door vogels van het offshore windpark tijdens perioden van intensieve seizoenstrek en slecht zichtomstandigheden (donkere nachten en/of mist). Door waarnemingen met speciale apparatuur (nachtkijkers, warmtebeeldcamera's of radar) zouden de effecten van de markering op het ontwijkgedrag en de aanvaringskansen van vogels tijdens intensieve seizoentrek kunnen worden geregistreerd.

## 7.3 Geluid

Er is weinig kennis beschikbaar over onderwatergeluid en -trillingen veroorzaakt door windturbines. De metingen bij het windpark Irene Vorrink leveren slechts beperkte gegevens op. Onduidelijk is in hoeverre deze meetresultaten van toepassing zijn op een windpark in de Noordzee. Het windpark Irene Vorrink staat in zoet water, terwijl het offshore windpark in zout zeewater komt te staan. De geluidsoverdracht in zoet water verschilt van de overdracht in zout water. Bovendien zijn de metingen uitgevoerd op een waterdiepte van hooguit 5 meter, terwijl de windturbines in de Noordzee in waterdieptes van 18 - 24 meter worden geplaatst.
Aan het eerste windpark op een locatie in zee met ongeveer gelijke waterdiepte en een vergelijkbare ondergrond kunnen metingen worden uitgevoerd om hierover meer informatie te verkrijgen.

## 7.4 Onderwaterleven

*Nulmeting*
Voor een goede monitoring van de effecten van een offshore windpark op het onderwaterleven is het van belang dat de bestaande situatie goed in beeld wordt gebracht. Met bemonsteringen in het kader van de nulmeting kan vooral een beeld worden verkregen van de huidige samenstelling van de macrofauna. Deze bemonsteringen zijn daarnaast ook van belang om tijdens het gebruik te kunnen bepalen in welke mate een eventueel refugium zich ontwikkelt. Bij een nulmeting moet echter rekening worden gehouden met natuurlijke variaties in soortensamenstelling. De gegevens over bodemleven, die in het kader van de jaarlijks Biologische Monitoring (BIOMON) worden verzameld of de zogenaamde MILZON benthos studie (Van Scheppingen en Groenewold, 1990) kunnen een indruk geven van de nulsituatie. Gezien de grote variatie in de tijd wordt een nulmeting gericht op de voorkomens van visfauna en zeezoogdieren niet zinvol geacht.

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

*Hard-substraatfauna*
Er is in beperkte mate inzicht in de diversiteit van aangroei van macrobenthos op hardsubstraat. Hetzelfde geldt voor de mate waarin en de wijze waarop deze fauna een bijdrage levert aan de voedselvoorziening voor zowel onderwaterleven als vogels. Onderzoek bij een offshore windpark zou hierover nadere informatie kunnen leveren. Overigens zal het ontbreken van deze kennis naar verwachting niet leiden tot fundamenteel andere inzichten in de effecten van het offshore windpark voor de hard-substraatfauna.

## 7.5 Veiligheidsrisico's

*Aanvaring en aandrijving*
De voorspelling van de kans op een aanvaring of een aandrijving en de voorspelling van de effecten hiervan zijn gebaseerd op een modelmatige benadering van de werkelijkheid. Deze modellen zijn gevalideerd aan de hand van slechts een beperkt aantal incidenten. Een continue verificatie en validatie van deze modellen is van belang voor de besluitvorming over andere, nieuwe activiteiten.
De huidige modellen geven een conservatieve inschatting van de risico's op aanvaringen en aandrijvingen. Het gebrek aan voldoende validatie zal daarom niet leiden tot fundamenteel andere inzichten in de effecten van het offshore windpark op de veiligheidsrisico's. Teneinde in de toekomst kosteneffectiever te kunnen ontwerpen en bouwen, is verdere validatie echter gewenst.

*Radarverstoring*
Op basis van ervaringen van scheepvaart, walradar en de verkeersbegeleiding onder meer op de Westerschelde en op basis van ervaringen met de militaire radar onder meer bij de vliegbasis Leeuwarden, is voldoende bekend over de effecten van windturbines op radarsignalen.
Ten aanzien van dit aspect is dus geen sprake van een leemte in kennis.
Eventueel kunnen de verwachte geringe effecten van de windturbines op de vaste walradar nader geverifieerd worden.

*Verstoring van kompas*
Op basis van verleende vergunningen voor andere onderzeese kabels voor het transport van elektriciteit, zoals onder meer de 150 kV elektriciteitskabel onder de Westerschelde en de ervaring die met deze kabels is opgedaan, mag worden verondersteld dat voldoende gegevens beschikbaar zijn om de effecten van onderzeese elektriciteitskabels op het magnetisch kompas te bepalen. Ook ten aanzien van dit aspect is dus geen sprake van een leemte in kennis.

## 7.6 Andere gebruiksfuncties

Voor het voorspellen van de effecten van het offshore windpark op andere gebruiksfuncties bestaan vooral leemten in kennis ten aanzien van het indirecte ruimtebeslag voor de visserij, de archeologie, de aanleg van de Tweede Maasvlakte en de luchtvaart. De leemten worden hieronder per gebruiksfunctie aangegeven.

*Visserij*
Wanneer het windpark tot gesloten gebied voor de scheepvaart wordt verklaard, zal de visserij inspanning zich verplaatsen naar andere delen van het Nederlands Continentaal Plat. Daarnaast ontstaat in het windpark herstel en ontwikkeling van bodemleven. Dit bodemleven biedt voedsel voor vissen en ander onderwaterleven. Hoewel het effect hiervan op de visstand als positief wordt beoordeeld, is het werkelijk optredende effect niet en detail bekend. Door monitoring van het bodemleven kan dit effect mogelijk gemeten worden. Uit bemonstering van de bodem is echter bekend dat per jaar grote natuurlijke fluctuaties mogelijk zijn. Pas op langere termijn kunnen effecten dus vastgesteld en beoordeeld worden.

*Archeologie*
Er is slechts beperkte informatie beschikbaar over archeologische waarden op de bodem van de Noordzee. Wanneer de vergunning is verleend, zal in het jaar voorafgaand aan de bouw op locatie een route- en locatiesurvey plaatsvinden. Bij de definitieve plaatsing van windturbines en de bouw van het windpark kan met de archeologische waarden, die tijdens de survey zijn gevonden, rekening worden gehouden.

*Tweede Maasvlakte*
Het kabinet heeft nog geen besluit genomen over de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Pas wanneer hiertoe definitief besloten is, kan op basis van dit besluit een indruk worden gevormd van de effecten van de Tweede Maasvlakte op het offshore windpark.

*Luchtvaart*
Het kabinet heeft besloten een besluit over de aanleg van een luchthaven in zee voorlopig uit te stellen. Gedurende de verwachte exploitatieduur van het offshore windpark zal de luchthaven in zee niet worden aangelegd. Als gevolg van het ontbreken van duidelijkheid over de ligging en omvang van de eventuele luchthaven in zee is het niet mogelijk om inzicht te verschaffen in de effecten van het windpark op deze luchthaven.

## 7.7 Positieve milieueffecten

Leemten in kennis doen zich hoofdzakelijk voor ten aanzien van de omvang van het positieve effect van een refugium voor het onderwaterleven. Voor wat betreft de vermeden emissies en bespaarde brandstoffen kan op basis van de beschikbare informatie een goede inschatting worden gemaakt van de bijdrage, die het offshore windpark kan leveren aan de reductie van schadelijke emissies en de besparing van fossiele brandstoffen.

# 8 VOGELS

## 8.1 Inleiding

Effecten van windturbines op vogels komen in dit hoofdstuk aan de orde. De gegevens in dit hoofdstuk bouwen voort op kennis verzameld in het kader van het MER locatiekeuze Near Shore Windpark (Haskoning, 2000). Voor die studie is alle beschikbare kennis op een rij gezet, geëvalueerd en in een review door externe deskundigen getoetst. Sinds het verschijnen van dit document is er op een aantal plaatsen nieuw onderzoek opgestart. De resultaten hiervan zijn echter nog slechts beperkt beschikbaar. Dit betekent dat de beoordeling van de effecten en de vergelijking van locaties nog niet zo kan worden uitgevoerd als voor locaties op het land. Vaak zijn alleen kwalitatieve en geen kwantitatieve vergelijkingen mogelijk.

Voor deze MER konden enkele recent verschenen studies en resultaten uit lopend onderzoek worden gebruikt.

1 De resultaten van de ecologische deelstudie naar de haalbaarheid van het Near Shore Windpark en alle beschikbare kennis en gegevens die in dit deelonderzoek zijn gebundeld (Haskoning, 2000).
2. De resultaten van lopend onderzoek in Denemarken naar internationale vliegbewegingen van vogels langs de kuststrook van de Noordzee. Inmiddels is een jaar onderzoek verricht naar trek en lokale vogels in de Oostzee. Via contacten met de onderzoekers is enige informatie verworven. De resultaten van deze onderzoeken zullen naar verwachting in de nabije toekomst beschikbaar komen.
3. De resultaten van de workshop "Konzeption naturschutzrelevanter Untersuchungen zur Offshore-Windenergienutzung", Vilm 1999, waar ook door Bureau Waardenburg aan is bijgedragen.
4. Twee recente studies naar zeevogels in de omgeving van de voorkeurslocatie Q7-WP en de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP (Camphuysen, 2000a, 2000b). In de tweede helft van 2001 komt naar verwachting meer kennis beschikbaar uit recent opgestarte studies in Denemarken (punt 2) en Duitsland.

### 8.1.1 *Toelichting keuze criteria*

Windturbines zijn tot nu toe vooral op landlocaties geplaatst. Daarom is nog weinig onderzoek aan effecten van offshore windturbines op vogels uitgevoerd. Om toch een effectbeschrijving te geven, worden de resultaten van onderzoek aan effecten van windturbines op vogels in algemene zin - en dus vooral op landlocaties - samengevat. Delen daarvan zijn ook van toepassing voor offshore plaatsing van windturbines. Het schaarse onderzoek in offshore situaties is hierin uiteraard betrokken. In de risico's van windturbines voor vogels worden drie typen effecten onderscheiden.

*1. Aanvaringsrisico's*

Effecten op passerende (lees vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. 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 vliegroute verleggen. Windturbines vormen dan een barrière op een vliegroute of trekbaan.

*3. Verstoring*
Effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg 'verstoring' genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark. De verstoringsafstand 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.

Op grond van deze drie typen effecten zijn voor het aspect vogels (sub-)criteria geformuleerd (tabel 8.1). Tevens is voor ieder de bijbehorende meeteenheid vermeld, in dit geval het aantal vogels dat het betreffende effect ondervindt. Voor barrièrewerking zou dit uitgedrukt moeten worden in het aantal vogels, dat niet meer van de betreffende vliegroute gebruik kan maken. Aangezien dit niet of heel moeilijk meetbaar is, is hier 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. Normen met betrekking tot de aanvaardbaarheid van de geconstateerde effecten ontbreken voor deze criteria.

| Aspect | Criterium | sub-criterium | meeteenheid | Norm |
|---|---|---|---|---|
| Vogels | aanvaringsrisico | seizoenstrek | aantal vogelslachtoffers | Geen |
| | | kustbroedvogels | aantal vogelslachtoffers | Geen |
| | | pleisterende niet-broedvogels | aantal vogelslachtoffers | Geen |
| | barrièrewerking | seizoenstrek | aantal vogels, km | Geen |
| | | kustbroedvogels | aantal vogels, km | Geen |
| | | pleisterende niet-broedvogels | aantal vogels, km | Geen |
| | verstoring | kustbroedvogels | aantal verstoorde vogels | Geen |
| | | pleisterende niet-broedvogels | aantal verstoorde vogels | Geen |

Tabel 8.1 Criteria voor het aspect vogels, alsmede de bijbehorende meeteenheid en norm.

### 8.1.2 *Ingreep-dosis-effect-relatie*
In het vervolg worden de onderscheiden criteria onderbouwd, op basis van onderzoek dat betrekking heeft op middelgrote en grote windturbines. Omdat Nederland hierin een vooraanstaande plaats inneemt, zal de nadruk liggen op Nederlandse studies. Studies uit andere Europese landen worden voorzover relevant ook besproken. Daaronder valt ook het

onderzoek, dat in opdracht van NOVEM wordt uitgevoerd aan nachtelijk vlieggedrag van zee-eenden nabij offshore windturbines in Denemarken (Tulp *et al.* 1999).

### 8.1.3 *Criterium aanvaringsrisico*

*Aantallen slachtoffers*

Vogels vliegen vrijwel uitsluitend 's nachts en in de schemering tegen windturbines (Winkelman 1992a). In het windpark nabij Oosterbierum kwam, afhankelijk van seizoen en jaar en rekening houdend met zoektechnische problemen (waarvoor correctiefactoren moesten worden toegepast), in de operationele situatie per windturbine gemiddeld 0,02 tot 0,09 vogel/dag zeker of zeer waarschijnlijk om het leven als gevolg van een botsing. Wanneer ook de mogelijk omgekomen vogels werden meegeteld, ging het om 0,04 tot 0,12 vogels per windturbine per dag (Winkelman 1992a). In het windpark in de Noordoostpolder lagen deze aantallen in dezelfde orde van grootte (Winkelman 1989). Bij het windturbinepark nabij de Kreekraksluizen liggen de aantallen bijna tien keer zo laag (Musters *et al.* 1991). Deze locatie verschilt echter aanzienlijk van de locaties Oosterbierum en Noordoostpolder, die voor de context van open kustgebieden relevanter zijn. In buitenlandse studies naar aanvaringsslachtoffers liggen de aantallen ook op een lager niveau dan nabij Oosterbierum en in de Noordoostpolder, maar deze studies zijn door de gebruikte onderzoekmethoden niet geheel vergelijkbaar met de resultaten van de drie studies waarnaar hier wordt verwezen (Winkelman 1992a). In de operationele situatie ligt het aantal aanvaringsslachtoffers enkele malen hoger dan in een situatie met stilstaande wieken (Winkelman 1992a).

Het aantal vogels, dat buiten een risicogebied tegen een windturbine botst, blijkt aanzienlijk kleiner dan gemiddeld het geval is bij een alleenstaande vuurtoren of hoge zendmast in een risicovol gebied. Het aantal is echter groter dan bij zendmasten in minder risicovolle gebieden. Per kilometer windturbinepark is het aantal gelijk of kleiner dan bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding, en gelijk of iets groter dan bij eenzelfde lengte verkeersweg (Winkelman 1992a).

*Botsingskansen*

In het windturbinepark nabij Oosterbierum vloog 's nachts één op de 40 vogels (van totaal 25 groepen vogels) die het rotorvlak van de achttien windturbines, opgesteld in drie rijen van zes windturbines, passeerden, tegen een windturbine (Winkelman 1992b). Voor het gehele windturbinevlak was dat één op de 82 vogels (47 groepen).
Windturbines scoren wat het aanvaringsaspect betreft, ongunstig als de windturbines in een lijnopstelling dwars op de vliegrichting van de vogels of in een cluster-opstelling zijn geplaatst en er geen of weinig achtergrondverlichting aanwezig is (Winkelman 1992b).

*Relatie met het weer*

In de windturbineparken nabij Oosterbierum en in de Noordoostpolder werd tijdens de najaarstrek een duidelijk verband gevonden tussen het aantal aanvaringsslachtoffers en het weer (Winkelman 1989, 1992b). De meeste slachtoffers werden gevonden in nachten met slechte vliegomstandigheden (harde tegenwind) en slecht zicht (veel bewolking, geen maan en met mist of regen). Bij goede vliegomstandigheden (windstilte of meewind) en redelijk tot goed zicht (heldere nachten, geen regen of mist) werden geen slachtoffers gevonden. Ook op de Maasvlakte (Van Swelm 1988) werd een vergelijkbaar verband met weersomstandigheden vastgesteld.

*Aantal slachtoffers in relatie tot het aantal aanwezige vogels*
Er zijn verschillen in aanvaringsrisico tussen soorten. Zo verongelukten 's nachts relatief meer zangvogels, en kwamen naar verhouding meer eenden dan steltlopers om het leven. Voor zangvogels nam het risico af met de grootte van de vogel. Overdag scoorden onder andere roofvogels, reigers en duiven relatief hoog. Wanneer alle aanvaringen 's nachts zouden hebben plaatsgevonden, zou in het windturbinepark nabij Oosterbierum gemiddeld één op de 500 - 1.000 passanten tegen een windturbine zijn gebotst (Winkelman 1992a, 1992b). Worden ook de overdag langsvliegende vogels tijdens de seizoentrek en de lokale trek in de beschouwing betrokken, dan werd dit één op de 5.000 - 10.000 passanten. In het voorjaar bleek op de 1.000 - 1.500 pleisterende en broedende vogels dagelijks één dodelijke aanvaring met een windturbine plaats te vinden (Winkelman 1992c). In het windturbinepark nabij de Kreekraksluizen was dat op jaarbasis één op de 1.000 vogels. Hieruit blijkt dat het aantal aanvaringsslachtoffers klein is in relatie tot de aantallen in het gebied aanwezige vogels.

Onderzoek aan een windturbinepark langs een strekdam bij een Engelse haven toonde aan dat eidereenden een relatief hoge aanvaringskans hebben in verhouding tot het aantal aanwezige vogels (Still *et al.* 1995). Recentelijk is op dezelfde locatie tijdens vervolgonderzoek een lagere aanvaringskans vastgesteld dan in het eerste onderzoek (S. Lowther, SGS Environment, *mond. med.*), maar nog steeds lijkt het risico voor eidereenden relatief hoog. Dit gold in beperkte mate ook voor de grote mantelmeeuw. Zilvermeeuwen kokmeeuw hadden een relatief lage aanvaringskans en aalscholvers een zeer lage.

In onderzoek bij tot nu toe geplaatste windturbines (top van de rotor op minder dan 100 meter boven maaiveld) zijn tot op heden geen rampnachten vastgesteld. Onder een rampnacht wordt verstaan, dat in één of in enkele nachten op één plaats honderden of zelfs duizenden vogels door een aanvaring verongelukken.

*Aanvlieggedrag 's nachts*
De reacties van vogels, die 's nachts draaiende windturbines naderen, is met behulp van een warmtebeeldcamera bestudeerd in het windturbinepark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992b). Uit dit onderzoek zijn geen aanwijzingen verkregen dat vogels (vooral zangvogels) 's nachts de windturbines op grote afstand mijden. Een kwart van de vogels, die min of meer loodrecht op het rotorvlak aanvlogen, bleek de draaiende rotor te mijden door tussen de windturbines door te vliegen. Van de vogels, die uiteindelijk door het rotorvlak vlogen, kwam vijf procent met de windturbine in aanraking.

*Nachtelijke vlieghoogtes*
In het kader van het Landelijk onderzoekprogramma 'Vogelhinder door Windturbines' zijn in verschillende landschapstypen in Nederland metingen gedaan aan vlieghoogtes van vogels in het donker. Het gaat daarbij om vliegbewegingen tussen rust- en voedselgebieden van duikeenden in het IJsselmeergebied (Dirksen *et al.* 1996b), trek van steltlopers langs de Hollandse kust (IJmuiden, Dirksen *et al.* 1995, 1996a) en vliegbewegingen van steltlopers en eenden tussen voedselgebieden en hoogwatervluchtplaatsen in getijdengebieden (Spaans *et al.* 1998b). Al deze vliegbewegingen vinden plaats op windturbinehoogte, en merendeels lager dan 75 meter. Ook Buurma & Van Gasteren (1989) stelden 's nachts de grootste vogeldichtheden vast op hoogtes lager dan 150 meter. Zij onderzochten vliegbewegingen van seizoentrek en lokale vogels. Boven zee vlogen vogels in de regel lager dan boven land,

maar in beide landschappen vlogen grote aantallen vogels zowel onder als boven 150 meter hoogte.
Tenslotte is onderzoek verricht aan nachtelijk vlieggedrag van zee-eenden (Eidereend en Zwarte zee-eend) in het gebied rond het windpark Tunø Knob in de Oostzee (Tulp *et al.* 1999). Windpark Tunø Knob bestaat uit 10 windturbines van elk 500 kW met een ashoogte van 40 meter boven zeeniveau. De waterdiepte bedraagt 3 - 7 meter en de afstand tot de kust circa 3 km.
Eidereend en Zwarte zee-eend vertonen nachtelijke vliegactiviteit, waarbij geldt dat in lichte nachten meer gevlogen wordt dan in donkere. Dit verkleint de aanvaringsrisico's, aangezien deze in donkere nachten het grootst zijn. Bovendien wordt in ieder geval door Eidereenden 's nachts in en om het windpark en in de directe omgeving duidelijk minder gevlogen dan in de wijdere omgeving.

### 8.1.4 *Criterium barrièrewerking*

Behalve botsingen met windturbines, kunnen opstellingen van lijnen of clusters vogels dwingen af te wijken van hun vliegroutes. Onderzoek bij het windturbinepark in het IJsselmeer bij Medemblik (4 windturbines van elk 500 kW, ashoogte 40 meter, waterdiepte 5 meter, afstand tot de kust 1 km) toonde aan dat lokaal verblijvende vogels in donkere nachten hun vlieggedrag aanpassen (Van der Winden *et al.* 1996, Spaans *et al.* 1998a). In deze situaties waren er meer vliegbewegingen evenwijdig aan het park dan vliegbewegingen die de windturbinelijn kruisten. Bovendien boog een deel van de vogels van hun route af bij nadering van het windpark. In lichte nachten werden vliegbewegingen tussen de windturbines door vastgesteld (onderlinge afstand tussen de windturbines 200 meter), welke daarentegen in donkere nachten geheel ontbraken. Meer studies van dit type zijn er niet, zodat geen gegevens beschikbaar zijn over minimaal benodigde tussenruimtes om barrièrewerking te voorkomen. De omvang van het windpark in combinatie met de dagelijks af te leggen vliegafstanden bepaalt de mate van barrièrewerking.

Onder lichte omstandigheden (overdag) blijken trekkende vogels eveneens hun trekroute te verleggen om windparken te vermijden. Na oprichting van een near shore windturbine in het zuiden van Zweden (Nogersund) verlegden trekvogels hun route verder zeewaarts om het park te ontwijken (Larsson 1994). De nachtelijke effecten op vogels bij dit windpark zijn onbekend.

Barrièrewerking kan dus zowel optreden voor seizoentrek als voor lokale vliegbewegingen. Uit het bovenstaande overzicht blijkt, dat informatie uit veldonderzoek nog schaars is en voor nachtelijke seizoentrek ontbreekt.

Uit het onderzoek verricht aan nachtelijk vlieggedrag van eidereenden bij windpark Tunø Knob in de Oostzee blijkt, dat er 's nachts en in de avondschemering in de nabijheid van het windpark minder vliegbewegingen waren dan op grotere afstand. Dit effect trad op vanaf een afstand van 1.000 - 1.500 meter tot de dichtstbijzijnde windturbine en was sterker naarmate deze afstand kleiner werd. Het was het grootst in maanverlichte nachten, en relatief klein in de avondschemering. In de ochtendschemering was geen effect van de aanwezigheid van het windpark op het aantal vliegbewegingen te onderscheiden.
In het gebied tot 500 meter om de windturbines vlogen er relatief meer groepen eidereenden langs het windpark dan er tussendoor. Het windpark Tunø Knob bestaat uit twee rijen van elk vijf windturbines. De afstand tussen de rijen is 400 meter. De onderlinge afstand tussen de windturbines in een rij is 200 meter. Groepen, die loodrecht op een rij aanvlogen, gingen relatief minder vaak tussen de windturbines van het windpark door dan groepen, die

evenwijdig aan de rijen het park aanvlogen. Alhoewel de omstandigheden voor vogels, die uit de verschillende richtingen aan kwamen vliegen, niet helemaal gelijk waren, lijkt dit een aanwijzing te zijn dat eidereenden eerder door een opening van 400 meter dan een van 200 meter vliegen. De verhouding tussen vliegbewegingen door het windpark en langs het park was onder verschillende lichtomstandigheden gelijk. Van alle bewegingen boog circa 7 procent voor het park af. Dit was gelijk voor beide aanvliegrichtingen (evenwijdig aan het park en loodrecht op het park). Afbuigingen kwamen het meest voor onder lichte omstandigheden. Deze resultaten zijn in lijn met de bevindingen voor duikeenden bij Windpark Lely en lijken te bevestigen, dat bij grotere windparken barrièrewerking op zou kunnen treden. De onderlinge afstand van de windturbines van het offshore windpark bedraagt circa 600 meter.

### 8.1.5 *Criterium verstoring lokaal verblijvende vogels*

Aangezien veel zeevogels lange tijd op zee verblijven en er rusten en voedsel zoeken, is verstoring van lokaal verblijvende vogels ook bij een offshore windpark een mogelijk optredend effect.

Voor verschillende groepen vogels is vastgesteld, dat windturbines een verstorend effect hebben op het gebruik van het direct aangrenzende gebied als broed-, voedsel- of rustgebied. Voor enkele relevante groepen worden hieronder de onderzoeksgegevens kort samengevat. Clausager & Nøhr (1996) schrijven, zonder verdere bronvermelding, dat bij grotere windturbines (1 MW) ook grotere verstoringsafstanden worden vastgesteld dan in het hieronder samengevatte onderzoek (windturbines tot ca. 300 kW): respectievelijk tot circa 800 meter en maximaal 500 meter.

*Rustende eenden*

Bij het windpark in de Noordoostpolder werd op het open water van het IJsselmeer een negatief effect van de windturbines op de verspreiding van rustende eenden vastgesteld (Winkelman 1989). De verstoringsafstanden varieerden van 150 meter voor kuifeend, tafeleend, brilduiker en mogelijk ook meerkoet, tot 300 meter voor fuut, wilde eend en mogelijk ook tafeleend en stormmeeuw. De vermindering in aantallen verschilde per soort, maar lag steeds tussen 50 - 90 procent. Voor toppereend en kokmeeuw konden geen effecten worden vastgesteld.

*Foeragerende eenden*

Onderzoek aan eidereenden in de omgeving van een Deens windpark in de Oostzee heeft laten zien dat er geen aanwijzingen zijn voor een afname van het aantal foeragerende vogels overdag als gevolg van de windturbines (Guillemette *et al.* 1998). Wel landden er minder vogels in de directe omgeving van de windturbines: de vogels zwommen er deels van grotere afstand heen. Het betrof hier een windpark met twee rijen van vijf windturbines in aanzienlijk minder diep water (circa 5 meter).

## 8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Vogels die op en boven de Noordzee worden aangetroffen, zijn over een aantal groepen te verdelen. Deze groepen worden hieronder besproken. Onderscheiden zijn:
- 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 uit/van zee kunnen halen).

Daarnaast wordt voor de (niet)-zeevogels onderscheid gemaakt in:
- pleisterende vogels (vogels die in het gebied verblijven) en
- trekkende vogels (vogels die het gebied passeren).

Onder trek wordt in dit verband verstaan een periodieke verplaatsing tussen broed- en overwinteringsgebied *vice versa* die gepaard gaat met een hormonaal gestuurde fysiologische verandering. Bewegingen als voedsel- en slaaptrek maken deel uit van het dagelijkse patroon van pleisterende vogels.

### 8.2.1 *Seizoentrek van zeevogels*

*Algemeen*

Over de trek in de daglichtperiode van zeevogels direct onder de kust (0 - 3 km) is redelijk wat informatie beschikbaar. Over de trek verder uit de kust (3 - 15 km) is minder informatie beschikbaar, en over de trek over open zee (> 15 km) weinig.

Vooral in voor- en najaar trekt een groot aantal zeevogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden (o.a. Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Dagelijks vele honderden tot maximaal vele duizenden. Van der Winden *et al.* (1997) schatten op grond van de beschikbare bronnen, dat van een groot aantal zeevogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken.

*Breedte en hoogte van de trekstroom*

De vogels vliegen onder de kust overdag over het algemeen lager dan 100 meter boven zee al komt hoge trek (meer dan 300 meter) onder gunstige omstandigheden (meewind) eveneens voor (Buurma & Van Gasteren 1989). Uit een vergelijking van de trek onder de kust (afhankelijk van de soort 5 - 9 km) en die verder uit de kust (weerszijden Meetpost Noordwijk, op 10 km uit de kust), blijkt dat een aantal soorten direct onder de kust talrijker is, terwijl een aantal andere soorten juist verder uit de kust talrijker langs trekt. Deze verschillen hangen ten dele samen met de voorkeur van soorten (Camphuysen *et al.* 1982, Den Ouden & Camphuysen 1983, Den Ouden & Van der Ham 1988).

De landinwaartse bocht in de Hollandse kust wordt mogelijk afgesneden door zwarte zee-eenden en wellicht ook door andere soorten. Als dit zo is, ligt de as van deze trekstroom bij Zuid-Holland meer dan tien kilometer uit de kust en bij Noord-Holland op minder dan tien kilometer (o.a. Den Ouden & Camphuysen 1983, Platteeuw *et al.* 1985, Platteeuw 1990).

Op grond van observaties vanuit vliegtuigen en vanaf boten is het aannemelijk, dat de trek op open zee minder geconcentreerd is dan in de kustzone (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994). Op grond van de waarnemingen op de Meetpost Noordwijk is alleen zeker dat de overgang naar breedfronttrek over zee verder dan vijftien km uit de kust ligt. Daarnaast verschilt de breedte van de gradiënt vermoedelijk van soort tot soort.

Volgens Camphuysen (2000) vindt er in de wijde omgeving van de voorkeurslocatie en van de locatiealternatieven van het windpark (25 km uit de kust) eveneens seizoenstrek van zeevogels plaats. Over de intensiteit valt weinig te zeggen, behalve dat deze lager is dan langs de kust. Op ongeveer 25 km uit de kust zal eerder sprake zijn van breedfronttrek van zeevogels, dan dat er onder invloed van de kust nog duidelijke effecten van stuwing of verdichting zijn.

Uit een vergelijking van de doortrekintensiteit direct onder de kust en op 10 km uit de kust (tabel 8.2), blijkt dat hierin voor noordse stormvogel, grauwe pijlstormvogel, dwergmeeuw, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw geen verschil bestaat.

Of de intensiteit op bijvoorbeeld 25 km uit de kust minder is, is onbekend. Daarnaast is de doortrekintensiteit van jan van gent, zwarte zee-eend, kokmeeuw, grote mantelmeeuw, grote stern en alk/zeekoet 10 km uit de kust nog dermate sterk, dat ook 25 km uit de kust nog substantiële aantallen zouden kunnen passeren.

*Weerseffecten*
Bij sterke zuidwestelijke tot noordwestelijke wind in het najaar, of noordelijke tot noordoostelijke wind in het voorjaar, treedt onder de kust stuwing op van zeevogeltrek, waarbij de aantallen vogels sterk oplopen (Camphuysen & Van Dijk 1983). De breedte van deze trekstroom is onbekend, maar zal op 25 km van de kust vermoedelijk niet meer merkbaar zijn. Als gevolg van harde wind kunnen vogels uit de koers raken.

*Nachtelijke trek*
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 dan 's nachts, maar in beide perioden waren de aantallen op lage hoogtes het grootst. Bij gebrek aan eenduidige informatie wordt vooralsnog aangenomen dat ruimtelijke patronen van zeevogeltrek in de nacht niet substantieel afwijken van die overdag (Van der Winden *et al.* 1997). 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.

*Conclusie: verder uit de kust vindt seizoenstrek van zeevogels plaats, waarbij de intensiteit van enkele soorten nog aanzienlijk kan zijn. De doortrekintensiteit boven open zee (> 15 km) is lager dan direct onder de kust. Over ruimtelijke en temporele variatie, zowel overdag als 's nachts, is weinig informatie beschikbaar.*

| Soort | n/uur <7 km | maximale dagtotalen <7 km | maximale dagtotalen circa 10 km | aandeel (%) van totale flyway populatie |
|---|---|---|---|---|
| Roodkeel-/Parelduiker | 10,3 | C | B | 23 |
| Fuut | 36,9 | E | A | 73 |
| Noordse stormvogel | 10,4 | D | D | 0 |
| Grauwe pijlstormvogel | 0,6 | B | B | - |
| Jan van Gent | 27,9 | D | C | 13 |
| Zwarte zee-eend | 210,9 | E | D | 70 |
| Grote zee-eend | 11,1 | D | C | 5 |
| Middelste zaagbek | 6,2 | C | B | 27 |
| Scholekster | 21,1 | D | A | 10 |
| Kluut | 3,6 | D | A | 23 |
| Bontbekplevier | 1,8 | C | B | 3 |
| Goudplevier | 3,3 | D | A | 1 |
| Zilverplevier | 21,7 | D | B | 56 |
| Kievit | 26,5 | D | C | 6 |
| Kanoetstrandloper | 23,1 | D | C | 12 |
| Drieteenstrandloper | 3,9 | C | A | 14 |
| Bonte strandloper | 21,5 | D | B | 4 |
| Rosse Grutto | 40,3 | D | C | 21 |
| Regenwulp | 1,8 | C | C | 1 |
| Wulp | 8,1 | D | B | 10 |
| Tureluur | 9,2 | D | B | 14 |
| Steenloper | 3,8 | C | A | 52 |
| Kleine jager | 2,5 | C | B | 19 |
| Dwergmeeuw | 31,9 | D | D | >100 [1] |
| Kokmeeuw | 47,6 | D | C | 4 |
| Stormmeeuw | 38,5 | D | D | 10 |
| Kleine kantelmeeuw | 21,5 | D | D | 23 |
| Zilvermeeuw | ? | D | D | ? |
| Grote mantelmeeuw | 10,9 | D | C | 10 |
| Drieteenmeeuw | 21,2 | D | D | 1 |
| Grote stern | 51,8 | D | C | >100 [1] |
| Noordse stern/Visdief | 91,0 | E | D | 31 |
| Dwergstern | 4,0 | C | B | 50 |
| Alk/Zeekoet | 11,9 | D | C | - |

Tabel 8.2 Trek van zeevogels en steltlopers in de kustzone (1980-89, minder dan 7 km) en verder op zee (1978-82, 10 km) ter hoogte van Noordwijk. Weergegeven is het gemiddeld aantal vogels per uur in het jaar waarin maximale aantallen in de kustzone langstrokken, alsmede de maximale aantallen per dag dichtbij en verder van de kust verwijderd (A = 1-10; B = 11-100; C = 101-1.000; D = 1.001- 10.000, E = >10.000) (Camphuysen *et al.* 1982, Den Ouden & Camphuysen 1983, Den Ouden & van der Ham 1988, Platteeuw *et al.* 1994). De verhouding tussen de omvang van de trek langs de kust en de totale flyway-populatie is verantwoord in Van der Winden *et al.* (1997).

[1] schatting langstrekkende aantallen overtreft schatting flywaypopulatie

### 8.2.2 *Verspreiding en activiteit van pleisterende zeevogels*

De voorkeurslocaties Q7-WP en de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP liggen in het overgangsgebied van kustzone naar open zee, rond de 20 meter dieptelijn. Hierdoor heeft de vogelpopulatie kenmerken van zowel die van de kustzone als die van open zee.

*Kustzone*

De vogeldichtheid in de kustzone tot 20 meter waterdiepte loopt uiteen van ongeveer 20 ex/km² in de zomer tot meer dan het tienvoudige daarvan in de winter (Camphuysen 1998). Belangrijke soorten in deze zone zijn roodkeelduiker(/parelduiker), fuut, zwarte zee-eend en eidereend. Vooral de beide zee-eenden hebben een uitgesproken voorkeur voor water tot een diepte van 15 meter, vanwege het voorkomen van hun stapelvoedsel *spisula spec*. Zwarte zee-eend en eidereend zijn op (en in de beoordeling van effecten van) de locaties niet van belang, omdat de waterdiepte ter plaatse van de voorkeurslocatie en van de locatiealternatieven ongeveer 20 meter bedraagt. Ook futen prefereren ondieper water en komen op water van 20 meter diepte nauwelijks voor.

*Open zee*

Op open zee bedraagt de vogeldichtheid in de zomer over het algemeen minder dan 4 ex/km² en in de winter ongeveer het tienvoudige (Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994, Skov *et al.* 1995, Camphuysen 1998). Lokaal doen zich concentraties van stormvogels, jan van genten, meeuwen en zeekoeten voor, bijvoorbeeld achter vissersboten, in opwellingsgebieden of in andere gebieden met een hoog voedselaanbod. Daarnaast is de verspreiding van zeevogels dynamisch waarbij van seizoen tot seizoen en van jaar tot jaar grote verschillen kunnen optreden (Camphuysen 1991). Voor de voorkeurslocatie, voor de locatiealternatieven en voor een ruim gebied daaromheen heeft Camphuysen een beknopte beschrijving gegeven van de avifauna (Camphuysen 2000a, 2000b). Buiten de directe kustzone en buiten de broedtijd, zijn onder de Hollandse kust op open zee relatief hoge dichtheden (1 tot 5 ex/km²) vastgesteld van noordse stormvogel, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuwen zeekoet (Skov *et al.* 1995, Camphuysen 2000a, 2000b). Lokaal kunnen de dichtheden van deze soorten het vijf- tot tienvoudige bedragen (Camphuysen 2000a, 2000b). Stormvogels zijn van de genoemde soorten het meest talrijk. Jan van Genten kennen in het najaar de hoogste dichtheden in de kustzone, maar in het voorjaar juist verder weg op zee. Rond de 20 meter dieptelijn kunnen roodkeel- en parelduiker nog in lage dichtheden tot 1 ex/km² voorkomen (Skov *et al.* 1995, Camphuysen 2000a, 2000b). De gemiddelde dichtheid aan pleisterende vogels is in het gebied rond het locatiealternatief P12-WP ongeveer 20% hoger dan in het gebied rond de voorkeurslocatie Q7-WP en rond locatiealternatief Q4-WP.

*Vliegbewegingen*

Vogels die op zee foerageren, maken veel vliegbewegingen. Op de Noordzee komen als gevolg van getijdenbewegingen regelmatig verplaatsingen tussen rust- en foerageergebieden voor, hoewel minder massaal dan in Wadden en Delta (Camphuysen & Van Dijk 1983). Daarnaast voeren zeevogels compenserende vliegbewegingen uit voor verdrifting door zeestromingen. Vooral soorten, die zwemmend (en duikend) voedsel zoeken, vertonen dit gedrag (Camphuysen & Van Dijk 1983, M. Leopold & P. Wolf *pers. med.*). Bij harde wind neemt de golfamplitude toe, verdriften vogels sneller en worden meer compenserende verplaatsingen uitgevoerd (Camphuysen & Van Dijk 1983).

*Nachtelijke activiteit*
Op grond van indirecte waarnemingen en incidentele nachtelijke waarnemingen is het waarschijnlijk, dat de meeste zeevogelsoorten ten minste een deel van de nacht actief zijn (Camphuysen 1992, 1996b, Garthe & Hüppop 1996, Tulp *et al.* 1999). Nachtelijke activiteit is ondermeer bekend van pijlstormvogels en zwarte zee-eenden. Voor jan van genten is het zeker dat nachtelijke activiteit van ondergeschikt belang is (K. Hamer *mond. med.*) In vergelijkende studies van duikeenden en steltlopers, die dagelijks tussen foerageer- en rustgebieden pendelen, is geen verschil in vlieghoogtes gevonden tussen dag en nacht (o.a. Spaans *et al.* 1995, Dirksen *et al.* 1996b). 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.

*Conclusie: de dichtheden van pleisterende zeevogels in het studiegebied liggen voor alle soorten samen gemiddeld lager dan vlak onder de kust. Van enkele zeevogels is de dichtheid verder uit de kust echter hoger dan in de kustzone. Over de dagelijkse bewegingen van deze soorten is nog maar weinig bekend, maar het is aannemelijk dat er ook 's nacht vliegbewegingen op hoogtes van minder dan 100 meter plaatsvinden.*

*Seizoentrek van niet-zeevogels*
Naast trek van zeevogels is er boven het studiegebied een omvangrijke trek van niet-zeevogels (zie ook tabel 8.2). Informatie over het ruimtelijk patroon van de trek van zangvogels in het Nederlandse kustgebied en het aangrenzende deel van de Noordzee is samengevat in kader 8.3 op pagina 122.

*Zangvogels*
In voor- en najaar treedt in de kustzone sterke trek op van zangvogels (Lensink & 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).

Vooral onder gunstige weersomstandigheden waarbij meewind een belangrijke factor is, trekken 's nachts grote aantallen vogels over de Noordzee (Richardson 1978, Buurma 1987, Lensink & 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). Bij sterke tegenwind of slecht zicht kunnen grote aantallen zangvogels gedesoriënteerd raken en in zee terecht komen (Camphuysen 1988, Lensink *et al.* 1999). Tot de meest talrijke zangvogels in de trekstroom over de Noordzee behoren veldleeuwerik, merel, koperwiek, kramsvogel, zanglijster, spreeuwen vink (Lensink & Van der Winden 1997, Lensink *et al.* 1999).

Ook gedurende de dag kunnen landvogels over zee trekken. Over het algemeen gebeurt dit in een breed front, ook op hoogtes van minder dan 200 meter (Buurma & Van Gasteren 1989).

De Noordzee ligt in het westen langs het continent van Europa. Aan de andere zijde van de Noordzee liggen de Britse Eilanden. Langs en over de Noordzee gaan verschillende routes met stromen trekvogels, ieder met zijn eigen herkomst- en doelgebied (kaart 8.4, Lensink & van der Winden 1997).

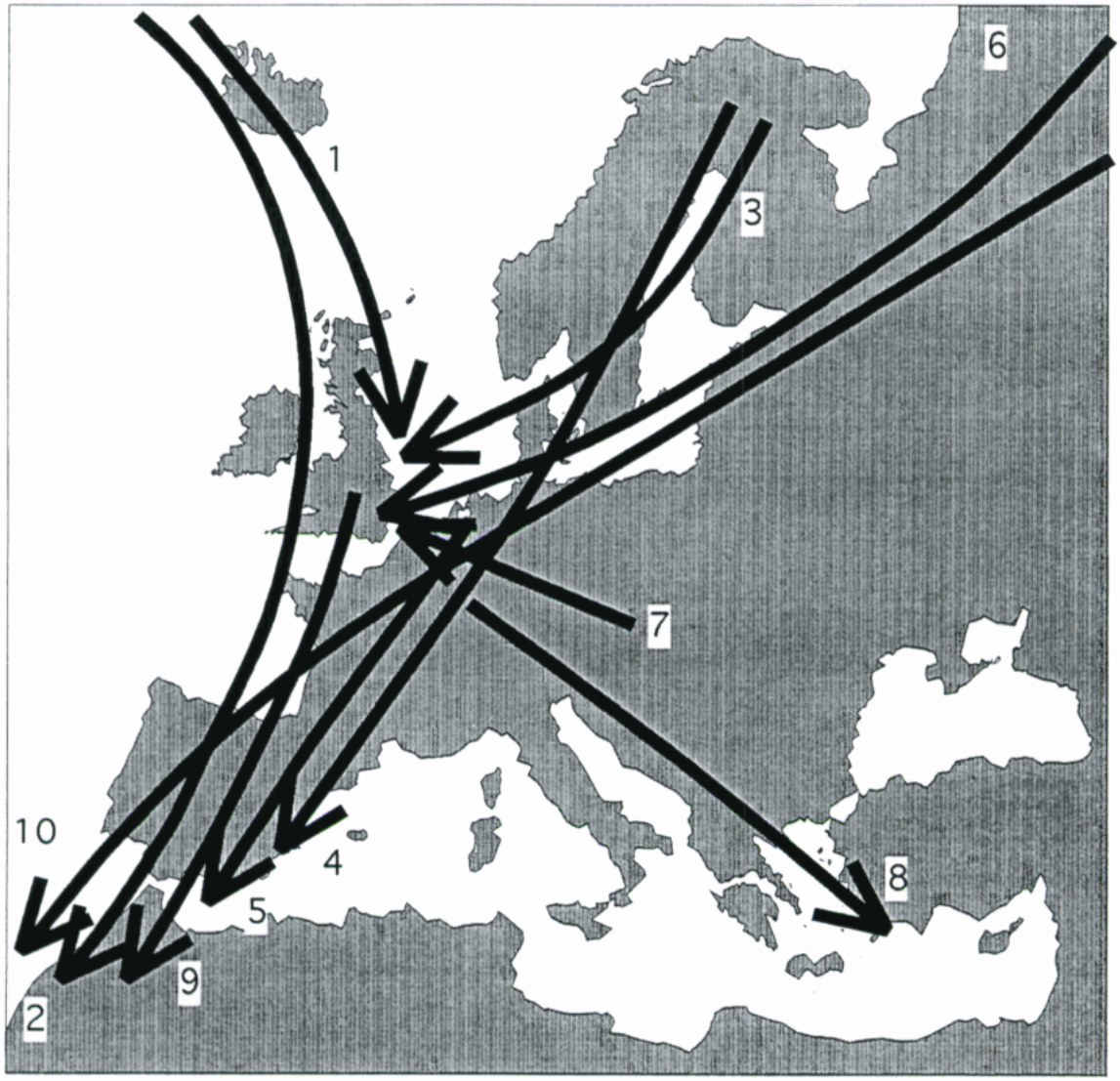
Langs de oostzijde van de Noordzee lopen de volgende trekstromen:
Noord-Europa – Zuidwest-Europa
Noordoost-Europa – Zuidwest-Europa (en/of Afrika)
West-Europa – Zuidwest-Europa (en/of Afrika)
De vogels in deze route zullen de Noordzee niet of nauwelijks oversteken. Als gevolg van weersfactoren in hun navigatievermogen kan een deel van de vogels toch op enige afstand uit de Hollandse kust trekken. De overheersende trekrichting is evenwijdig aan de kust.

De meeste niet-zeevogels die over de Noordzee trekken, maken deel uit van de stroom (over een breed front) van Noord-Europa naar West-Europa vice versa en van Noord-Europa naar Zuidwest-Europa vice versa. Binnen beide routes steken vanuit Noorwegen grote aantallen vogels over naar Nederland vice versa.

Via de Britse Eilanden komen enkele soorten naar West-Europa of zuidelijker. De soorten, die naar het zuidwesten moeten, verlaten Engeland 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.

De Britse Eilanden zijn een belangrijk overwinteringsgebied voor broedvogels uit Noord en Noordoost Europa (en Siberië). Deze vogels steken massaal de Noordzee over en vormen vermoedelijk de hoofdmoot van passanten. Niet alle vogels passeren via de kortste route genoemd zeegebied. Veel vogels, die vanuit Zuid-Scandinavië naar het westen vertrekken, kunnen zich boven de Noordzee heroriënteren en in zuid(oost)elijke richting de Hollandse kust bereiken (Buurma 1996). Nadien maken zij alsnog de oversteek naar de Britse Eilanden. Als gevolg hiervan is de spreiding in trekrichtingen groot.

Kader 8.3 Ruimtelijk patroon van vogeltrek over en langs de Noordzee




Kaart 8.4 Trekroutes over en langs de Noordzee (*uit* Lensink & Van der Winden 1997).

1 Groenland/IJsland - West-Europa
2 Groenland/IJsland - Zuidwest-Europa (Afrika)
3 Noord-Europa - West-Europa
4 Noord-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)
5 Continentaal West-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)
6 Noordoost-Europa (Rusland) - West-Europa
7 Midden-Europa - West-Europa
8 West-Europa - Zuidoost-Europa (Afrika)
9 Groot-Brittannië - Zuidwest-Europa (Afrika)
10 Noordoost-Europa - Zuidwest-Europa (Afrika)

*Steltlopertrek*
Van der Winden *et al.* (1997) komen tot de conclusie, dat van een groot aantal steltlopers internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken. Met name in de kuststrook kunnen per dag tot tienduizenden steltlopers passeren (tabel 8.2). Tien kilometer uit de kust (Meetpost Noordwijk) zijn lagere aantallen vastgesteld. Er bestaan aanwijzingen dat de trekbaan ter hoogte van Zuid-Holland in de regel verder uit de kust ligt (meer dan 10 km) dan ter hoogte van het noordelijk deel van Noord-Holland (minder dan 10 km) (Camphuysen *et al.* 1982, Den Ouden & Camphuysen 1983, Den Ouden & Van der Ham 1988, Platteeuw 1990).

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.* 1996a). Kieviten trekken in voor- en najaar hoofdzakelijk overdag in een breed front van en naar Engeland (o.a. Baptist & Wolf 1993), waarbij nachtelijke trek boven zee aannemelijk is (Van Gasteren 1986, Buurma 1987). Ook steltlopers, die in Engeland overwinteren en via de Waddenzee naar hun arctische broedgebieden trekken, steken vermoedelijk in breed front de Noordzee over: bijvoorbeeld goudplevier, zilverplevier, kanoetstrandloper en wulp.

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 kust naar het zuid(west)en een deel trekt over de Noordzee naar Engeland (o.a. Camphuysen & Leopold 1994).

*Conclusie: een deel van de gestuwde seizoenstrek van niet-zeevogels die evenwijdig aan de kust verloopt, kan mogelijk tot bij het studiegebied reiken, terwijl breedfronttrek over de Noordzee het studiegebied kruist.*

### 8.2.3 *Verspreiding en activiteit van kustbroedvogels*
Sommige broedvogelsoorten van de Nederlandse kust foerageren in de broedtijd op zee. De dichtheid van deze vogels op zee is negatief gecorreleerd met de afstand tot de kolonie. De afstanden waarop de diverse soorten foerageren, varieert (Bauer & Glutz von Blotzheim 1966, Glutz von Blotzheim & Bauer 1981). Op zee zijn in de zomer onder andere vogelconcentraties aanwezig rond kolonies van aalscholver, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, grote stern en visdief/noordse stern (o.a. Baptist & Wolf 1993, Skov *et al.* 1995). Vooral voor de kleine mantelmeeuw is de Hollandse kustzone een belangrijk foerageerhabitat, tot 60 km van de kolonies.

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. Ten minste een deel van de soorten foerageert ook 's nachts (o.a. Garthe & Hüppop 1996).

### 8.2.4 *Autonome ontwikkeling*

Onder ongewijzigde omstandigheden blijven de kustzone van de Noordzee en de aangrenzende 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 ondermeer bepaald door het voedselaanbod, waardoor van jaar op jaar verschillen in aantallen en verspreiding ontstaan. Op hoofdlijnen zal de verspreiding min of meer 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.

De kust is van belang als broedplaats voor kolonie broedende zeevogels. De afgelopen eeuw zijn de aantallen van vooral meeuwen toegenomen, vooral door het toegenomen voedselaanbod. Recent is het aantal broedparen in de Hollandse duinen sterk afgenomen, in samenhang met de kolonisatie en uitbreiding van de vos in de duinen. Deze ontwikkeling zal zich naar verwachting voortzetten.

## 8.3 Effecten van het offshore windpark

### 8.3.1 *Algemeen*

Er zijn drie criteria (en in totaal acht sub-criteria) gedefinieerd op grond waarvan de effecten van het offshore windpark worden beoordeeld: de aanvaringsrisico's voor seizoentrek en locale bewegingen van broedvogels en niet-broedvogels, de barrièrewerking voor seizoentrek en lokale bewegingen van foeragerende/rustende broedvogels en niet-broedvogels en de verstoring van broedvogels en niet-broedvogels.

In het vervolg wordt voor de criteria aanvaringsrisico, barrièrewerking en verstoring eerst een kwalitatieve beschrijving gegeven van de mogelijke milieueffecten. Deze vormt de basis voor een kwalitatieve vergelijking van de gevolgen van de voorkeurslocatie Q7-WP met de gevolgen van de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP. Vervolgens wordt waar mogelijk ingegaan op de kwantiteit van de mogelijke milieueffecten, zodat duidelijk wordt in welke orde van grootte de effecten kunnen liggen.

### 8.3.2 *Criterium aanvaringsrisico*

In het aanvaringsrisico zijn het aantal vogels en de soortspecifieke aanvaringskans belangrijke parameters. Over de aanvaringsrisico's als gevolg van windturbines op zee zijn geen studies bekend. Waar mogelijk wordt teruggegrepen op de studie van Winkelman (1992b) in het windpark bij Oosterbierum (Friesland). Over de soortspecifieke aanvaringskans van vogelsoorten is weinig bekend, alleen dat zangvogels een grotere kans hebben dan eenden, en dat voor laatstgenoemde de kans groter is dan voor steltlopers (Winkelman 1992b). Onder de eenden is de aanvaringskans voor eidereenden relatief groot (Still *et al.* 1995).

*Subcriterium seizoentrek*

Er is een geconcentreerde trekstroom van zeevogels evenwijdig aan de kust (o.a. Camphuysen & van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). De verdichting reikt in ieder geval verder dan 10 km, maar hoe deze gradiënt precies verloopt is niet bekend. Vanuit dit

oogpunt scoren de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP dus minder gunstig dan alternatief P12-WP. Een deel van de zeevogels, steltlopers, eenden en ganzen uit de seizoentrek 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 uit de kust. Wel is het aannemelijk, dat de kustgebonden trek veelomvangrijker is dan de stroom, die de kust afsnijdt. De voorkeurslocatie Q7-WP ligt, net als alternatief Q4-WP, dichter onder de kust maar noordelijker dan alternatief P12-WP. Aangaande de trekstroom, die de bocht in de Hollandse kust afsnijdt, valt daarom geen onderscheid te maken tussen de voorkeurslocatie en de alternatieven.

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). De voorkeurslocatie Q7-WP en de alternatieven Q4-WP en P12-WP liggen naar wordt aangenomen buiten het bereik van de verdichte zangvogeltrek evenwijdig aan de kust. Daarnaast is er breedfronttrek van zangvogels over de Noordzee (Lensink & van der Winden 1997). De intensiteit hiervan ligt mogelijk in dezelfde orde van grootte als boven het land. Zangvogeltrek over zee, haaks dan wel onder een hoek op de kust kan zich overdag en in de nanacht op lage hoogte afspelen, maar 's nachts overwegend boven 150 meter hoogte (o.a. Buurma 1987). In de tweede helft van de nacht en overdag speelt deze trek zich zowel in de onderste als de hogere luchtlagen af. Uit oogpunt van risico's voor zangvogeltrek over de Noordzee is de voorkeurslocatie Q7-WP gelijkwaardig met het alternatief Q4-WP en alternatief P12-WP. Op alle locaties reiken de rotorbladen tot een hoogte waarop overdag en in de nanacht breedfronttrek valt te verwachten.

Uit oogpunt van aanvaringsrisico's voor seizoentrek evenwijdig aan de kust is de voorkeurslocatie Q7-WP gelijkwaardig aan de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP. Ten aanzien van seizoenstrek over de Noordzee, onderscheiden de drie locaties zich evenmin. In alle gevallen is het risico kleiner dan op locaties dichter onder de kust.

De absolute omvang van aanvaringsrisico's bij offshore windturbines is onbekend. Bureau Waardenburg heeft aangegeven dat gegevens over met name zeevogels ontbreken om een verantwoorde schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers te maken (Van der Winden *et al.* 1997a). Om echter toch een eerste stap te zetten, wordt hieronder op basis van breedfront-seizoentrek over land een schatting van de ordegrootte gegeven van het aantal slachtoffers in breedfront-seizoentrek over zee. De aannames en mogelijke fouten zullen daarbij worden aangegeven. Voor zeevogeltrek is een dergelijke benadering niet mogelijk.

Uit het onderzoek van Winkelman (1992b) blijkt dat de aanvaringskansen 's nachts groter zijn dan overdag. De grootste risico's vallen samen met donkere nachten en nachten met slecht zicht. In totaal blijken per windturbine ongeveer 0,067% van de vogels, die 's nachts op rotorhoogte door het windpark vlogen, te verongelukken. De rotoren draaiden in dit geval in het vlak van 20 tot 50 meter hoogte. De ashoogte en de rotordiameter van de windturbines van het offshore windpark, zijn groter dan die in Friesland. De rotoren draaien in het vlak van tot 85 meter hoogte. De bestreken rotoroppervlak van de windturbines in het windpark bij Oosterbierum was ruim 700 m² (rotordiameter 30 meter, de windturbines van het offshore windpark hebben een bijna 5 keer groter rotorvlak. De aanvaringskans voor vogels is dichter bij de rotoras groter dan verder weg (Tucker 1996). Dit betekent dat het aantal slachtoffers per windturbine op grond van het bestreken rotoroppervlak weliswaar groter zal zijn dan in

het windpark bij Oosterbierum, maar minder dan 5 keer groter. Op basis van de redenatie, die volgt uit Tucker (1996), is door Bureau Waardenburg hier een factor 3,0 aangehouden (dit is 60% van 5). Boven de Noordzee speelt zangvogeltrek zich gemiddeld op een grotere hoogte af dan boven land. Door de grotere hoogte van de offshore toegepaste windturbines, de ashoogte bedraagt 50 meter, wordt het effect van een gemiddeld hogere vlieghoogte vermoedelijk voor een deel teniet gedaan. Daardoor ligt de kans op aanvaringen vermoedelijk in dezelfde orde van grootte of iets lager dan op het land.

Bij ongestuwde trek in het binnenland is het aanbod aan trekkende vogels gedurende een heel najaar in de onderste luchtlagen overdag ongeveer 6 ex/m² (gebaseerd op Lensink & Kwak 1985, Lensink 1996; hoofdzakelijk landvogels en geen zeevogels). Bij een gelijke doortrekintensiteit in de nacht als overdag (Buurma & Lensink 1999) komt het totale aanbod voor alle nachten in het najaar op grofweg 6 ex/m². De aanvaringskans voor de offshore windturbines wordt geschat op 0,04% (= 0,6 * 0,067%) van het vogelaanbod. Gegeven het rotoroppervlak van de toegepaste windturbines, de aanvaringskans van 0,04% en het vogelaanbod van 6 ex/m², zullen per windturbine ongeveer 8 exemplaren per seizoen verongelukken. Dit komt voor het offshore windpark neer op 500 vogels per najaar. In het voorjaar is het aanbod aan vogels lager en komt de schatting voor het aantal slachtoffers ook lager uit. De ordegrootte schatting voor het totaal aantal vogels per jaar bedraagt op basis hiervan ongeveer 800 vogels.

Door Van der Winden *et al.* (1999) wordt op basis van het onderzoek van Winkelman (1992a) uitgegaan van 0,045 vogelslachtoffers per windturbine per dag gedurende de seizoentrek (gegeven de rotordiameter van 30 meter in Oosterbierum). Gedurende zes maanden per jaar is er sterke trek over Nederland en gedurende zes maanden zwakke trek, die ongeveer eenderde van de sterke trek bedraagt. In de berekening vallen dan gedurende 8 maanden (240 dagen) 0,045 slachtoffers per dag per windturbine.

Daarnaast neemt de kans op aanvaringen bij grotere rotordiameters niet evenredig toe, in dit geval met een factor 3,0 (zie hierboven). Op basis van deze getallen valt te berekenen dat per windturbine per jaar 32 vogels verongelukken. Voor het offshore windpark komt dit neer op 2.000 vogels per jaar.

Beide berekeningen gaan uit van ongestuwde trek boven het vaste land: bij Oosterbierum (Friesland) 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 weinig bekend over de verdeling van 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 ordegrootte van te verwachten aantallen slachtoffers in het offshore windpark. De ordegrootte bedraagt enkele duizenden per seizoen.

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

De voorgaande schatting van het aantal slachtoffers is een indicatie van de gemiddelde jaarlijkse orde van grootte. Onder exceptionele omstandigheden kan deze enkele keren 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 enkelobstakel (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).

*Het aantal vogelslachtoffers in het offshore windpark tijdens de breedfront-seizoentrek kan in het voor- en najaar oplopen tot enkele duizenden, op een geschat totaal aantal van enkele miljoenen passerende vogels. Het aantal slachtoffers onder trekkende zeevogels komt hier bovenop, maar is hoogst waarschijnlijk kleiner.*

*Sub-criterium kustbroedvogels*
Het aanvaringsrisico voor kustbroedvogels bestaat voor vogels, die vanuit kolonies loodrecht op de kust vliegbewegingen van en naar foerageergebieden maken, en voor vogels, die vanuit kolonies min of meer evenwijdig aan de kust van en naar foerageergebieden in de kustzone vliegen. Locaties dicht onder de kust kunnen op de route liggen naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Op de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP domineren kleine mantelmeeuwen van Texel, en op locatiealternatief P12-WP voor de kust van Zuid-Holland, die van de Maasvlakte. De beide locaties Q7-WP en Q4-WP liggen dus op de route naar zuidelijker foerageergebieden en de locatie P12-WP op de route naar noordelijker gebieden. De voorkeurslocatie en de alternatieven liggen op een vergelijkbare afstand van grote kolonies, en onderscheiden zich nauwelijks in de mate van eventuele hinder.
Op de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP zullen naar verwachting meer aalscholvers foerageren dan op locatiealternatief P12-WP. Het grootste deel van de vogels zal echter dichter onder de kust foerageren. Daarnaast verandert de verspreiding van deze soort nog steeds, zodat de huidige situatie kan afwijken van de toekomstige.

*De aanvaringsrisico's voor kustbroedvogels is op de voorkeurslocatie ongeveer even groot als op de beide alternatieven, met thans de kleine mantelmeeuw als meest talrijke soort.*

Verondersteld mag worden dat lokale kustbroedvogels bekend zijn in het gebied en dat hun aanvaringsrisico kleiner is dan van vogels, die deelnemen aan de seizoentrek. Het aanbod aan kustbroedvogels dat over de voorkeurslocatie of één van de alternatieven vliegt, ligt in de ordegrootte van 100 exemplaren per dag. Onder de aanname van twee- tot viermaal per dag een passage, een broedseizoen van 120 dagen en alle bewegingen beneden 100 meter over een front van 4 km, betekent dit een vogelaanbod van 0,03 tot 0,06 vogel/m². Dit is ongeveer een factor 1000 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 soortspecifieke aanvaringskans van soorten.

*Het aantal slachtoffers onder kustbroedvogels zal in de ordegrootte van enkele tientallen exemplaren per seizoen liggen, een verdere differentiatie is niet mogelijk.*

*Sub-criterium pleisterende niet-broedvogels*
De belangrijkste vliegbewegingen voor deze groep 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 is 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 bewegingen zich afspelen boven de ondiepere kustzone. Gezien de

waterdiepte van ongeveer 20 meter is de situatie voor de voorkeurslocatie Q7-WP even (on)gunstig als voor de alternatieven Q4-WP en P12-WP.

Onder zilvermeeuwen is de dichtheid tot enkele tientallen kilometers uit de kust min of meer gelijk. Onder kleine mantelmeeuwen bestaat nauwelijks een verschil tussen de kustzone en open zee. Verder uit de kust is de dichtheid van stormvogels, drieteenmeeuw, grote mantelmeeuwen zeekoeten hoger dan in de kustzone (Camphuisen 2000a, 2000b). Stormvogels zijn van de genoemde soorten het meest talrijk. Jan van Genten kennen in het najaar de hoogste dichtheden in de kustzone, maar in het voorjaar juist verder weg op zee. De gemiddelde dichtheid aan pleisterende vogels is op de voorkeurslocatie Q7-WP gelijk aan die op locatiealternatief Q4-WP. De dichtheid aan pleisterende vogels is op alternatief P12-WP ongeveer 20% hoger dan op Q7-WP.

Zee-eenden foerageren vooral in wateren tot 15 meter diepte. Op de voorkeurslocaties Q7-WP en de alternatieven Q4-WP en P12-WP is de waterdiepte ongeveer 20 meter. Hierdoor hebben deze gebieden geen betekenis als foerageergebied voor zee-eenden (Camphuysen 2000a, 2000b). Bij uitwisseling tussen gebieden onder de Hollandse kust liggen de drie locaties ook buiten veel gevlogen routes. Bij de uitwisseling tussen gebieden in Zeeland en Noord-Holland kan de bocht in de Hollandse kust worden afgesneden.

In Zuid-Holland ligt deze route verder uit de kust, en is daarmee vergelijkbaar met die van de seizoentrek, die de bocht afsnijdt. Gezien de ligging van belangrijke vliegroutes en de gradiënt in waterdiepte onder de kust, is de situatie op de voorkeurslocatie Q7-WP en de alternatieven Q4-WP en P12-WP even gunstig en veel gunstiger dan bijvoorbeeld op de voorkeurslocatie voor het Near Shore Windpark voor de kust van Egmond. Een tweede veel voorkomende lokale vliegbeweging is de uitwisseling van zee-eenden tussen rustgebieden en foerageergebieden (Tulp *et al.* 1999). Het is aannemelijk dat deze bewegingen plaatsvinden in de ondiepe zone met Spisula-banken in plaats van boven dieper water, tenzij rustgebieden juist boven dieper water worden gekozen.

*Uit oogpunt van aanvaringsrisico voor lokale niet-broedvogels scoort de voorkeurslocatie Q7-WP gelijk aan alternatief Q4-WP en gunstiger dan alternatief P12-WP, omdat de dichtheid aan zeevogels in het gebied van P12-WP ongeveer 20% hoger is. Zee-eenden zullen vermoedelijk ontbreken en de dichtheid aan pleisterende vogels is gemiddeld lager dan dichter onder de kust.*

Over het aanvaringsrisico van lokale niet-broedvogels, in het bijzonder stormvogels, pijlstormvogels, futen, jagers, meeuwen en zeekoeten zijn geen gegevens voorhanden. Informatie over het aantal bewegingen per etmaal en de gevoeligheid van soorten voor aanvaringen met windturbines ontbreekt. Wanneer zee-eenden afwezig zijn, kan de ordegrootte van te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers mogelijk beperkt blijven tot tientallen of hooguit honderden vogels per jaar. Op grond van de huidige kennis is een eenduidige uitspraak niet mogelijk.

*Een goede schatting van de ordegrootte van te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokale niet-broedvogels is niet te geven, de beschikbare gegevens duiden in de richting van tientallen tot hooguit enkele honderden.*

### 8.3.3 *Criterium barrièrewerking*

In het criterium barrièrewerking is de afstand, die moet worden omgevlogen, in relatie tot de kortste weg naar het doelgebied, een belangrijke parameter.

*Sub-criterium seizoentrek*

In paragraaf 8.2.1 is beschreven waar langs de kust gestuwde trek van zeevogels, steltlopers, eenden en ganzen plaatsvindt. Daar waar de meeste vogels vliegen is de kans op barrièrewerking het grootst. In paragraaf 8.2.3 is ook beschreven wat bekend is over de trek van zangvogels. Uit oogpunt van risico's voor zangvogeltrek onderscheidt de voorkeurslocatie Q7-WP zich niet van de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP .

*Uit oogpunt van barrièrewerking voor seizoentrek is geen onderscheid tussen de voorkeurslocatie Q7-WP en de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP mogelijk.*

Vogels kunnen tijdens de trek hun route aanpassen om het windpark te ontwijken. In vergelijking met de totale route die trekvogels afleggen, zijn de extra meters in deze situatie a. van geen betekenis, evenmin als de extra tijd. Gegeven de omvang van een offshore windpark, zal barrièrewerking voor seizoenstrek niet relevant zijn.

Uit oogpunt van barrièrewerking zal het offshore windpark op de voorkeurslocatie Q7-WP voor de seizoentrek geen noemenswaardige effecten hebben. Dit geldt eveneens voor een offshore windpark op de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP.

*Sub-criterium kustbroedvogels*

Locaties dicht onder de kust kunnen op de route liggen naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Dit speelt op alle locaties in ongeveer gelijke mate. Op de locaties onder de kust van Noord-Holland kunnen vooral meeuwen uit kolonies op Texel passeren en op die onder de kust van Zuid-Holland uit de kolonies van de Maasvlakte. Daarnaast komt een kleiner aantal van kolonies in IJmuiden.

*Uit oogpunt van barrièrewerking voor kustbroedvogels valt geen onderscheid te maken tussen de voorkeurslocatie Q7-WP en de alternatieven Q4-WP en P12-WP.*

De absolute barrièrewerking is samengesteld uit de parameters aantal vogels en afstand van de barrière tot het herkomstgebied. Indien een barrière op grote afstand van een kolonie ligt, wordt een kleiner (voedsel)gebied afgeschermd dan op geringe afstand. Verder van de kolonie neemt de afgeschermde hoek immers af. Eventuele effecten kunnen niet worden gekwantificeerd, maar het is aannemelijk dat ze minimaal zijn.

*Over de mate waarin barrièrewerking zich voor kustbroedvogels zal voordoen, is geen duidelijkheid te geven, maar het is aannemelijk dat deze voor de voorkeurslocatie Q7-WP minimaal zal zijn. De barrièrewerking voor kustbroedvogels zal voor Q7-WP ongeveer gelijk zal zijn aan die voor de alternatieven Q4-WP en P12-WP.*

*Sub-criterium pleisterende niet-broedvogels*

In paragraaf 8.3.2 is beschreven waar zich de belangrijkste vliegbewegingen van deze groep voordoen. Op die plaatsen is ook de kans op barrièrewerking het hoogst.

Uit oogpunt van barrièrewerking voor pleisterende niet-broedvogels scoort de voorkeurslocatie Q7-WP vrijwel gelijk met de alternatieven Q4-WP en P12-WP, vooral omdat

alle locaties een vergelijkbare waterdiepte kennen. De dichtheid aan zeevogels is rond locatie Q7-WP en alternatief Q4-WP gelijk, maar rond alternatief P12-WP ongeveer 20% hoger. De risico's van barrièrewerking voor pleisterende zeevogels zal daardoor voor locatiealternatief P12-WP groter zijn dan voor voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP.

Over de door vogels dagelijks 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 kilometers tot hooguit enkele tientallen kilometers. Over het absolute effect van een windpark als barrière voor lokale niet-broedvogels is daarom weinig te zeggen. Uitgaande van een vierkant park (4 x 4 km) zal een vogel maximaal 8 kilometer om moeten vliegen om van de ene zijde van het park naar de andere zijde te komen. 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 alternatieven. Indien voor het laatste wordt gekozen, betekent dit dat de barrièrewerking ook kan leiden tot het onbereikbaar worden van voedsel- of rustgebieden. De eerste resultaten van onderzoek bij windpark Tunø Knob 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 (Tulp *et al.* 1999). Voorzover ze in de buurt komen, vliegen ze er overwegend omheen, soms na duidelijk afbuigende bewegingen.
Windpark Tunø Knob bestaat uit 10 windturbines van elk 500 kW een ashoogte van 40 meter en een rotordiameter van circa 40 meter. Maar de omvang van de rotor en de hoogte van de windturbine lijken op voorhand minder relevant voor dit aspect. Obstakels in het landschap worden door vogels gemeden. Het enige dat mogelijk kan verschillen, is de bereidheid om erover heen te vliegen wanneer sprake is van een barrière. Mogelijk neemt die bereidheid af, naarmate de windturbines hoger worden. Anderzijds neemt de bereidheid om er tussendoor te vliegen toe, naarmate de 'gaten' in de opstelling toenemen.

Over de mate waarin barrièrewerking zich voor lokale niet-broedvogels zal voordoen, is geen duidelijkheid te geven. De dichtheid aan zeevogels is op de voorkeurslocatie Q7-WP gelijk aan die op alternatief Q4-WP. De dichtheid is op alternatief P12-WP ongeveer 20% hoger, waardoor de risico's van barrièrewerking door P12-WP groter is.

### 8.3.4 *Criterium verstoring van vogels*

*Sub-criterium kustbroedvogels*
Gegevens over ligging en aantallen van kolonie-broedende vogelsoorten zijn ontleend aan Van Dijk *et al.* (1996, 1997, 1998) (tabel 8.5, 8.6).

Stormmeeuwen broeden op verschillende plaatsen in de duinen van Noord-Holland en de achterliggende polders. Deze vogels foerageren ten dele op zee, tot op enkele tientallen kilometers van hun kolonie (Keijl *et al.* 1989, Glutz von Blotzheim & Bauer 1982). De voorkeurslocatie Q7-WP ligt binnen het bereik van één kolonie (maar met een lage berekende dichtheid). Locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP liggen buiten het bereik van alle kolonies.

| | Grootte (paren) | **Q7-WP** | **Q4-WP** | **P12-WP** |
|---|---|---|---|---|
| afstand tot kust (km) | | 26 | 23 | 34 |
| waterdiepte (m) | | 19 – 24 | 19 – 24 | 18 – 24 |
| Zilvermeeuw | | | | |
| IJmuiden | 500 | 27 | 29 | 43 |
| Petten | 500 | 38 | 27 | 68 |
| Callantsoog | 1000 | 45 | 34 | 75 |
| Maasvlakte | 7500 | 72 | 84 | 43 |
| Texel | 9000 | 61 | 52 | 97 |
| Kleine Mantelmeeuw | | | | |
| IJmuiden | 300 | 27 | 29 | 43 |
| Petten | 300 | 38 | 27 | 68 |
| Callantsoog | 300 | 45 | 34 | 75 |
| Maasvlakte | 11000 | 72 | 84 | 43 |
| Texel | 9000 | 60 | 52 | 97 |
| Stormmeeuw | | | | |
| IJmuiden | 50 | 27 | 29 | 43 |
| Petten | 100 | 38 | 27 | 68 |
| Callantsoog | 100 | 45 | 34 | 75 |
| Texel | 1500 | 61 | 52 | 97 |

Tabel 8.5 Broedkolonies, koloniegrootte en afstand tussen broedkolonies en de drie locaties

De zilvermeeuw heeft grote broedkolonies op Texel en de Maasvlakte en kleine bij Callantsoog. Petten en IJmuiden. Deze soort foerageert binnen een straal van 20 km van de kolonie (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982). Geen enkele kolonie ligt binnen dit bereik, al liggen de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP slechts op enkele kilometers meer dan 20 km van IJmuiden.

De kleine mantelmeeuw heeft grote broedkolonies op Texel en de Maasvlakte en kleine bij Callantsoog. Petten en IJmuiden. Deze soort foerageert binnen een straal van 60 km van de kolonie (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982). De voorkeurslocatie Q7-WP ligt binnen het bereik van de kolonie op Texel, net als alternatief Q4-WP. Locatiealternatief P12-WP ligt binnen het bereik van de kolonie op de Maasvlakte. Tellingen in de zomer van meeuwen op zee. wijzen op grote aantallen voor de kust van Noord- en Zuid-Holland tot ver op zee (Skov *et al.* 1995. Camphuysen 2000a. 2000b). De afstand van de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP tot de meest relevante kolonie op Texel en die van alternatief P12-WP tot de Maasvlakte liggen in dezelfde orde van grootte. Er is daarom geen onderscheid te maken in de mate van verstoring op de voorkeurslocatie en de alternatieven.

| | Q7-WP | Q4-WP | P12-WP |
|---|---|---|---|
| afstand tot kust (km) | 26 | 23 | 34 |
| waterdiepte (m) | 19 - 24 | 19 - 24 | 18 – 24 |
| Zilvermeeuw | | | |
| IJmuiden | 2,62 | 2,44 | - |
| Petten | - | - | - |
| Callantsoog | - | - | - |
| Maasvlakte | - | - | - |
| Texel | - | - | - |
| *Totaal* | 2,62 | 2,44 | 0,00 |
| Kleine Mantelmeeuw | | | |
| IJmuiden | 0,79 | 0,73 | 0,49 |
| Petten | 0,56 | 0,79 | - |
| Callantsoog | 0,47 | 0,62 | - |
| Maasvlakte | - | - | 18,10 |
| Texel | 10,61 | 12,24 | - |
| *Totaal* | 12,43 | 14,38 | 18,59 |
| Stormmeeuw | | | |
| IJmuiden | 0,09 | - | - |
| Petten | - | - | - |
| Callantsoog | - | - | - |
| Texel | - | - | - |
| Totaal | 0,09 | 0,00 | 0,00 |

Tabel 8.6 De gecorrigeerde dichtheid op de locaties van foeragerende broedvogels in ex/10 km$^2$. Om de dichtheid te corrigeren voor de afstand tussen kolonie en locatie is deze bij zilvermeeuw en stormmeeuw gedeeld door de afstand. Bij kleine mantelmeeuw is gedeeld door de halve afstand vanwege een meer egale verdeling van vogels in de ruimte.

In de nabijheid van de potentiële locaties liggen drie aalscholver-kolonies: Zwanewater, Amsterdamse Waterleidingduinen en Meijendel. Aalscholvers foerageren op zee alleen in de ondiepe kustwateren, tot ongeveer 10 km uit de kust (Camphuysen & Leopold 1994). Deze soort is derhalve niet relevant. Visdief en kokmeeuw zijn als broedvogel in de Hollandse duinen en het aangrenzende achterland zeer schaars. Eventuele vestigingen zijn klein. Bovendien reiken eventuele foerageerafstanden niet tot in de voorkeurslocatie Q7-WP en ook niet tot in de alternatieven Q4-WP en P12-WP (Glutz von Blotzheim & Bauer 1982). De drie genoemde soorten zijn op de locaties ook nauwelijks waargenomen (Camphuysen 2000a,2000b).

*Uit oogpunt van verstoring van koloniebroedende kustvogels, is geen verschil tussen de voorkeurslocatie Q7-WP en de alternatieven Q4-WP en P12-WP te maken.*

Uitgaande van de berekende dichtheden van foeragerende broedvogels op zee (tabel 8.6), bedraagt het absolute aantal vogels op en rond de voorkeurslocatie of één van de locatiealternatieven maximaal ongeveer 100 ex. Slechts een deel van deze vogels zal daadwerkelijk verstoord worden.

*Voor het sub-criterium verstoring van kustbroedvogels zijn de effecten op basis van berekende en geschatte dichtheden in de ordegrootte van maximaal enkele tientallen vogels.*

In Graadmeters voor de Noordzee (Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 2000) is voor vogels onder meer de graadmeter soortendiversiteit kust- en zeevogels geformuleerd met als indicator de Simpson's diversiteit index voor broedpopulaties van meeuwen en sterns langs de Nederlandse kust. Uit de voorgaande paragraaf komt naar voren dat van de aanleg van het windpark geen wezenlijke invloed op aantallen kustbroedvogels wordt verwacht. Daarmee zal de diversiteit onder kustbroedende meeuwen en sterns naar verwachting eveneens niet veranderen.

Daarnaast is in Graadmeters voor de Noordzee voor vogels de populatie kust- en zeevogels als graadmeter geformuleerd met als indicatoren de broedpopulatie en het broedsucces van de grote stern, de broedpopulatie van de kleine mantelmeeuwen de strandplevier en de winterpopulatie van de zwarte zee-eend.
De strandplevier zijn letterlijk kustbroedvogels en daarom niet relevant voor dit MER. Omdat het windpark op meer dan 20 km van de kust ligt, is het water te diep om van belang te zijn als foerageergebied voor zee-eenden. Daarnaast foerageren grote sterns vooral dicht onder de kust. Kleine mantelmeeuwen kunnen verder op zee foerageren en vooral nabij vissersschepen (discard). De afstand tussen de locatie en grote kolonies van deze soort is te groot om op de locatie van het windpark hoge dichtheden van op zee foeragerende vogels te verwachten. Het windpark zal dus geen wezenlijke invloed hebben op deze indicatoren.

*Sub-criterium pleisterende niet-broedvogels*
De kustzone van Noord- en Zuid-Holland maakt deel uit van de Nederlandse kustzone waarin internationaal belangwekkende aantallen vogels verblijven (Skov *et al.* 1995). Vooral van de fuut, en in minder mate ook van roodkeelduiker en dwergmeeuw, is de dichtheid in de kustzone veel hoger dan op open zee. Onder zilvermeeuwen is de dichtheid tot enkele tientallen kilometers min of meer gelijk, en onder kleine mantelmeeuwen bestaat nauwelijks een verschil tussen de kustzone en open zee. Verder uit de kust is de dichtheid van stormvogels, drieteenmeeuw, grote mantelmeeuwen zeekoeten hoger dan in de kustzone (Camphuysen 2000a, 2000b). Stormvogels zijn van de genoemde soorten het meest talrijk. Jan van Genten kennen in het najaar de hoogste dichtheden in de kustzone, maar in het voorjaar juist verder weg op zee. De gemiddelde dichtheid aan pleisterende vogels is op de voorkeurslocatie Q7-WP gelijk aan die op het locatiealternatief Q4-WP. De gemiddelde dichtheid aan pleisterende vogels is op alternatief P12-WP ongeveer 20% hoger dan op de locaties Q7-WP en Q4-WP.

Zwarte zee-eenden worden ook onder de kust van Noord-Holland aangetroffen. Belangrijke foerageergebieden liggen ten noorden van IJmuiden. De voornaamste voedselbron *Spisula spec.* komt vooral voor op dieptes van minder dan 15 meter, waarbij de ligging van banken van dit schelpdier van jaar tot jaar kan wisselen (Leopold 1996). Op grond van de huidige situatie en kennis is voor deze soort de voorkeurslocatie Q7-WP niet van (potentiële) betekenis omdat de waterdiepte te groot is (Camphuysen 2000a, 2000b). Ditzelfde geldt voor de locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP.

De kustwateren van Noord-Holland maken deel uit van een belangrijk foerageergebied van de grote stern. De voorkeurslocatie Q7-WP valt binnen dit gebied, evenals alternatief Q4-WP. Locatiealternatief P12-WP valt buiten dit gebied (Skov *et al.* 1995).

*Voor lokale niet-broedvogels zijn op grond van de huidige kennis de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatieven Q4-WP en P12-WP vrijwel gelijkwaardig, maar is de dichtheid aan zeevogels rond de locaties Q7-WP en Q4-WP ongeveer 20% lager dan rond locatie P12-WP.*

*Daarnaast zijn de voorkeurslocatie en de alternatieven niet van (potentiële) betekenis voor zee-eenden, vanwege de waterdiepte van meer dan 15 meter.*

Voor de evaluatie van het beleid op de Noordzee is sinds kort een set criteria beschikbaar (Kabuta & Duijts 2000). Deze is gebaseerd op een groot aantal indicator-soorten. Voor vogels zijn dit roodkeel/parelduiker, zwarte zee-eend, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, grote stern, dwergstern en alk/zeekoet. Dwergsterns leven alleen direct onder de Nederlandse kust (Camphuysen & Leopold 1994) en zijn voor de beoordeling van het offshore windpark niet relevant. Zee-eenden komen tot de 15 meter waterdieptecontour voor. Op de locatie van het offshore windpark is hun dichtheid dan ook zeer gering en zijn zij ook verder niet van belang.

De oppervlakte van het offshore windpark Q7-WP en van de alternatieven Q4-WP en P12-WP is minder dan 25 km2. Op basis van de gemiddelde dichtheid van vogels in de periode waarin ze talrijk onder de kust pleisteren (Skov *et al.* 1995, Camphuysen 2000a, 2000b), is berekend hoeveel vogels in het gebied van het offshore windpark aanwezig kunnen zijn (tabel 8.7). Om de talrijkheid van de verschillende soorten te duiden, is de 1%-norm uit de Wetlands-conventie van Ramsar gebruikt. Voor alle soorten blijft het berekende aantal onder deze norm. Deze conclusie moet met enige voorzichtigheid worden gehanteerd, omdat de 1%-norm niet bedoeld is om de mate van verstoring in kleine gebieden aan af te meten.

| Soort | Dichtheid ex/km$^2$ | Periode | Geschat aantal | Geschat maximum | 1% - Norm |
|---|---|---|---|---|---|
| Roodkeelduiker* | 0,5 | Winter | 10-15 | 100-150 | 750 |
| Noordse stormvogel | 3,0 | Winter | 60-90 | 600-900 | 150.000 |
| Jan van Gent | 2,0 | Najaar & voorjaar | 40-60 | 400-600 | 4.600 |
| Dwergmeeuw | 0,4 | Najaar | 8-12 | 80-120 | 750 |
| Stormmeeuw | 0,5 | Winter | 10-15 | 100-150 | 16.000 |
| Kleine mantelmeeuw | 3,0 | Zomer | 60-90 | 600-900 | 7.000 |
| Zilvermeeuw* | 3,0 | Winter | 60-90 | 600-900 | 20.000 |
| Grote mantelmeeuw | 1,6 | Najaar | 32-48 | 320-480 | 4.800 |
| Drieteenmeeuw* | 2,7 | Winter | 54-81 | 540-810 | 20.000 |
| Grote stern* | 0,5 | Voorjaar | 10-15 | 100-150 | 1.500 |
| Zeekoet* | 1,0 | Winter | 20-30 | 200-300 | 40.000 |

Tabel 8.7 Gemiddelde dichtheid rond de 20 m dieptelijn voor de Hollandse kust (Skov *et al.* 1995, Camphuysen 2000a, 2000b), periode met de hoogste dichtheid, geschat aantal vogels in een gebied van 20-30 km$^2$ en geschat maximum aantal vogels en de 1%-norm voor internationaal belangrijke watervogelgebieden (Meininger *et al.* 1995, Skov *et al.* 1995).
**indicatorsoort als Graadmeter voor de Noordzee (Kabuta & Duijts 2000).*

De werkelijke dichtheid aan vogels op zee varieert sterk, afhankelijk van het voedselaanbod en weersomstandigheden. Hierdoor kunnen lokaal of in grotere gebieden hogere dichtheden voorkomen. Op basis hiervan is verondersteld, dat de dichtheid van visetende vogels in een voedselrijk gebied ongeveer een factor tien hoger kan liggen dan het gemiddelde. Ook in zo'n situatie benadert het aantal vogels op de potentiële locatie van geen enkele soort de 1 %-norm (tabel 8.7). Ook hier geldt dat deze conclusie met enige voorzichtigheid moet

worden gehanteerd, omdat de 1%-norm niet bedoeld is om de mate van verstoring in kleine gebieden aan af te meten.

Op grond van onderzoek op zoete wateren wordt slechts een deel van de pleisterende vogels door een windpark verstoord, in een zone tot maximaal 300 meter rond het windpark (Winkelman 1989). Het aandeel verstoorde vogels in de verstoringszone loopt uiteen van 30 tot 90%. Deze percentage moeten dan ook worden toegepast op de in tabel 8.7 genoemde aantallen.

*De locatie van het offshore windpark kent, evenals de locatiealternatieven, geen opvallend hoge dichtheden aan pleisterende niet-broedvogels, ook niet onder de alhier relatief talrijke soorten en evenmin in de situatie dat een lokaal hoog voedselaanbod oplopende dichtheden veroorzaakt. Omdat de gemiddelde dichtheid op de voorkeurslocatie Q7-WP en alternatief Q4-WP ongeveer 20% lager liggen dan op alternatief P12-WP, scoort deze laatste minder gunstig.*

### 8.3.5 *Mogelijke veranderingen in de beschikbaarheid van voedsel voor vogels*

In het hoofdstuk Onderwaterleven wordt beschreven wat de effecten van het windpark zullen zijn op onder andere bodemdieren en vissen. Veranderingen in de dichtheden van organismen uit deze groepen, die van belang zijn als voedsel voor vogels, kunnen daardoor effecten hebben op vogels.
Relevante veranderingen in biomassa van bodemdieren treden alleen op bij organismen die zich vestigen op het harde substraat van de ondersteuningsconstructie van de windturbines. Dit zou zee-eenden kunnen aantrekken, die op mosselen foerageren, voor zover ze zich niet door de windturbines laten afschrikken. Onderzoek in Denemarken laat zien dat eidereenden overdag in ieder geval tussen windturbines met een onderlinge afstand van 200 tot 400 meter zwemmen en voedsel zoeken. Of de aangroei van mosselen groot genoeg is om aantallen van betekenis aan te trekken moet worden afgewacht.

Indien het gebied rond het windpark tot gesloten gebied voor de scheepvaart wordt verklaard, zal ook geen visserij in dit gebied plaatsvinden. Dit leidt ertoe dat het omwoelen van de bodem door de boomkorvisserij achterwege blijft. Dit heeft een positief effect op een deel van het bodemleven, maar de vraag is of dit van belang is als voedsel voor vogels. Gezien de diepteligging zal de kokkel in ieder geval niet in dichtheden van betekenis voorkomen en *spisula spec.* vrijwel zeker niet.

Wanneer geen visserij in het gebied rond het windpark plaatsvindt, zou dit kunnen leiden tot hogere dichtheden van vis, zolang de visserij-inspanning zich tenminste niet naar het direct aangrenzende gebied verplaatst. De meeste vissoorten zijn dermate mobiel, dat deze eventuele toename wordt verdeeld over een grotere oppervlakte dan alleen het windpark. Daar zouden visetende watervogels dan meer voedsel kunnen vinden. De verwachting is niet dat dit tot aanzienlijke verschillen met de huidige situatie zal leiden.

### 8.3.6 *Semi-kwantitatieve vergelijking van de locaties*

Voor de verschillende sub-criteria is in de voorgaande paragrafen aangegeven in welke orde van grootte de aantallen vogels liggen, die effecten van het gebruik van het windpark zullen ondervinden. Deze informatie is samengevat in tabel 8.8. Hieruit blijkt dat de effecten onder de sub-criteria aanvaringsrisico seizoentrek en verstoring van pleisterende niet-broedvogels het grootst zijn. Hierop scoort de voorkeurslocatie Q7-WP hetzelfde als de alternatieven

Q4-WP en P12-WP. Omtrent barrièrewerking voor kustbroedvogels en pleisterende niet-broedvogels zijn geen kwantitatieve gegevens beschikbaar omdat over barrièrewerking te weinig bekend is.

| | | Q7-WP | Q4-WP | P12-WP |
|---|---|---|---|---|
| aanvaringsrisico | seizoentrek | (0)000 | (0)000 | (0)000 |
| | kustbroedvogels | 0 | 0 | 0 |
| | pleisterende niet-broedvogels | (0)0 | (0)0 | (0)0 |
| barrièrewerking | seizoentrek | - | - | - |
| | kustbroedvogels | ? | ? | ? |
| | pleisterende niet-broedvogels | ? | ? | ? |
| verstoring | kustbroedvogels | 0 | 0 | 0 |
| | pleisterende niet-broedvogels | (0)00 | (0)00 | (0)00 |

Tabel 8.8 Ordegrootte van het aantal vogels dat onder verschillende criteria effecten ondervindt van het gebruik van een van de windparken Q7-WP, Q4-WP of P12-WP.
- geen noemenswaardige effecten
0 tientallen exemplaren.
00 honderden exemplaren.
(0)00 honderden, mogelijk meer dan duizend exemplaren.
000 duizenden exemplaren.
(0)000 duizenden, mogelijk meer dan tienduizend exemplaren.
? onbekend.
( ) zie tekst paragraaf 8.3.2 voor kanttekeningen bij deze getallen

Vanwege het niet beschikbaar zijn van enkele kwantitatieve gegevens, is voor het juiste perspectief de vergelijking ook in kwalitatieve zin uitgevoerd. De relatieve gevoeligheid van de voorkeurslocatie en de locatiealternatieven voor de verschillende criteria is verantwoord in paragraaf 8.3. De conclusies zijn samengevat in tabel 8.9. Er is gewerkt met een driedeling: minder gevoelig (+++), intermediair (++) en meer gevoelig (+). De voorkeurslocatie Q7-WP scoort op alle criteria min of meer hetzelfde als de alternatieven Q4-WP en P12-WP. De voorkeurslocatie Q7-WP en de alternatieven zijn dus gelijkwaardig. Daarnaast blijkt dat de grootste risico's verbonden zijn aan seizoenstrek en pleisterende vogels. Er zouden verschillen kunnen bestaan tussen de voorkeurslocatie en de alternatieve locaties. Deze zijn op basis van de huidige kennis niet te duiden.

| Criterium | Sub-criterium | Q7-WP | Q4-WP | P12-WP |
|---|---|---|---|---|
| aanvaringsrisico | seizoentrek | + | + | + |
| | kustbroedvogels | +++ | +++ | +++ |
| | pleisterende niet-broedvogels | + | + | ++ |
| barrièrewerking | seizoentrek | +++ | +++ | +++ |
| | kustbroedvogels | ++ | ++ | ++ |
| | pleisterende niet-broedvogels | + | + | ++ |
| verstoring | kustbroedvogels | +++ | +++ | +++ |
| | pleisterende niet-broedvogels | + | + | ++ |
| totaal absoluut | | 15 | 15 | 18 |
| totaal relatief | | +(+) | +(+) | ++ |

Tabel 8.9 Risico's van locaties voor de verschillende sub-criteria.
+++ = minder gevoelig; ++ = intermediair; + = meer gevoelig

### 8.3.7 *Conclusie van de effectvoorspelling*

Na aanleg van het offshore windpark zijn de grootste effecten te verwachten van het aanvaringsrisico tijdens de seizoentrek van (niet)-zeevogels. Voor zover de kennis thans reikt, is dit risico op de voorkeurslocatie Q7-WP en de beide locatiealternatieven Q4-WP en P12-WP ongeveer even groot. Aantallen van duizenden slachtoffers per jaar zijn reëel, een ordegrootte van aantallen van tienduizend of meer kan niet worden uitgesloten.

Deze ordegrootte schattingen kunnen, door het ontbreken van voldoende kennis daarover, niet worden vergeleken met de exacte aantallen vogels, die over de voorkeurslocatie en de alternatieven vliegen. Wel is een indicatie beschikbaar voor het aantal vogels, dat uit de Nederlandse kust over de Noordzee trekt. Naar schatting gaat het om enkele miljoenen zeevogels (zie bijlage B in Van der Winden *et al.* 1997) en miljoenen tot enkele tientallen miljoenen niet-zeevogels (Lensink & Van der Winden 1997).

*Dit zou betekenen dat het geschatte aantal aanvaringsslachtoffers overeenkomt met minder dan 0,1 % van het aantallangstrekkende vogels.*

Afhankelijk van de soort kan de jaarlijkse overleving van soorten verschillen tussen enkele tientallen procenten tot meer dan 90%. Het geschatte aantal aanvaringsslachtoffers (minder dan 0,1% van de flyway populatie) vormt daarmee een klein deel van de totale jaarlijkse sterfte van de meeste soorten. Veel zeevogels zijn lang levende soorten en hebben dus een hoge jaarlijkse overleving. Slachtoffers van windturbines kunnen 'zwakke' vogels zijn, die ook zonder turbines tijdens de trek of in het overwinteringsgebieden zouden zijn omgekomen. Het kunnen echter ook 'sterke' vogels zijn, die normaliter het volgende reproductieve seizoen zouden halen. Deze slachtoffers vormen dan een additieve sterfte bovenop de natuurlijke sterfte. Een in absolute termen kleine additieve sterfte kan bij sommige soorten al een wezenlijk negatief effect op de populatie hebben. De biologische implicaties van het hierboven vermelde, geschatte aantal slachtoffers door een aanvaring met een offshore windturbine, kunnen niet worden aangegeven, omdat veel noodzakelijk kennis over oorzaak en effect ontbreekt.

Op de voorkeurslocatie Q7-WP evenals op de alternatieven is, omdat de locaties op ruime afstand van de kust liggen, de kans op foeragerende stormvogels, genten, meeuwen, sterns en alkachtigen reëel. Deze soorten leven voornamelijk van vis en andere pelagische organismen. De dichtheden van deze soorten kunnen boven geschikte voedselgebieden oplopen tot meer dan 10 ex/km². In absolute termen gaat het bij de aangegeven oppervlakte van het windpark om hooguit een paar honderd vogels (tabel 8.6). Deze vogels(oorten) zijn echter wel medebepalend voor de wezenlijke kenmerken en waarden van de Noordzee buiten de kustzone (Kabuta & Duijts 2000). Het gaat bij geen van de betrokken soorten om een substantieel aandeel van de betrokken populatie(s).

Ook verstoring kan, indien geen compenserende voedselbronnen beschikbaar zijn, leiden tot een hogere wintersterfte van vogels door voedselgebrek. Ook hiervoor geldt dat deze additionele sterfte bovenop de natuurlijke sterfte komt en gevolgen kan hebben voor de omvang van een populatie. Gelet op de in dit MER beschreven geringe effecten, wordt verwacht dat ook dit eventuele gevolg-effect gering zal zijn.

## 8.4 Effecten van de inrichting

*Hogere windturbines*
Tijdens de trek vliegen vogels boven zee lager dan boven land. 's Nachts komen de meeste vogels voor in het gebied tot 150 meter hoogte (Buurma & van Gasteren, 1989, en Spaans *et al.* 1998b). Zowel windturbines van de basisinrichting met een ashoogte van 50 meter en een tophoogte van 83 meter als windturbines met een ashoogte van 70 meter en een tophoogte van 103 meter bevinden zich in dit gebied. Uit onderzoek aan een windpark in het IJsselmeer bleek dat vogels, die tijdens de dagelijkse voedseltrek een windpark op hun route vinden, zullen proberen om de windturbines heen, tussen de windturbines door of over het windpark heen te vliegen (van der Winden *et al.* 1996, Spaans *et al.* 1998). Hogere windturbines zullen een groter obstakel vormen voor vogels, omdat ze bij nadering van het windpark (nog) hoger moeten klimmen om het windpark te ontwijken.
Milieu-alternatief 'ashoogte 70 meter' heeft dus een negatief effect op vogels.

*Grotere rotordiameter*
De windturbines van de basisinrichting hebben een rotordiameter van 66 meter. Het bestreken rotoroppervlak van één van deze windturbines bedraagt ruim 13.670 m². De windturbines van het milieu-alternatief 'V80-offshore' hebben een rotordiameter van 80 meter. Het bestreken rotoroppervlak van deze turbines bedraagt ruim 20.000 m². Het bestreken oppervlak van milieu-alternatief 'V80-offshore' is ruim 45% groter dan van de basisinrichting.
Hoewel het verband niet lineair is, geldt dat des te groter het rotoroppervlak des te groter de kans op aanvaringsslachtoffers. Deze kans is voor milieu-alternatief 'V80-offshore' groter dan voor de basisinrichting. Dit milieu-alternatief heeft dus een negatieve invloed op het aspect vogels.

*Onderlinge afstand tussen de windturbines*
Uit eerdergenoemd onderzoek aan windturbines in het IJsselmeer bleek dat standvogels bij een rotordiameter van circa 40 meter en een onderlinge afstand van 200 meter niet tussen de windturbines doorvlogen. Uit onderzoek aan windpark Tunø Knob in Denemarken (rotordiameter eveneens circa 40 meter) bleek dat standvogels wel door een opening van 400 meter vliegen, maar een opening van 200 meter mijden (Tulp *et al.* 1999).
Passerende trekvogels moeten de gelegenheid hebben om het park te ontwijken, of ertussen door te kunnen vliegen. De onderlinge afstand tussen de windturbines is in dit verband van belang. Het is echter onbekend hoe groot afstand tussen windturbines moet zijn in, voor vogels, optimale situaties. Over de omvang van eventuele 'gaten' zijn geen gegevens bekend, maar voor de omvang van 'gaten' in lijnopstellingen worden als vuistregel minimale afstanden van 1.000 tot 2.000 meter aangehouden. Deze afstanden zijn gebaseerd op ontwijkafstanden van vogels in situaties met windturbines. Bij windpark Tunø Knob in Denemarken bedroeg de zone waarin een effect op aantallen vliegbewegingen waarneembaar was 1.500 meter rond het windpark. Dergelijke afstanden zijn ook gevonden bij duikeenden en zwanen. Op grond van deze informatie en vergelijkbare informatie over het ontwijken van obstakels door vogels komen de deskundigen van Bureau Waardenburg tot een minimaal benodigde afstand van 1.000 tot 2.000 meter tussen groepen windturbines, c.q. windparken.

Mogelijk is de onderlinge afstand van tenminste 528 meter al voldoende om vogels tussen de windturbines door te laten vliegen. Verkleining van de onderlinge afstand tussen de windturbines vergroot de kans dat vogels het windpark als een barrière op hun route ervaren.

Vergroting van de onderlinge afstand vergroot de kans dat vogels tussen de windturbines doorvliegen. Daarentegen leidt een grotere onderlinge afstand tot een groter gebied waar verstoring voor standvogels optreedt.
Op grond van beperking van de aanvaringsrisico's én van de barrièrewerking heeft milieu-alternatief 'grote spacing' de voorkeur boven de basisinrichting.
De kans op aanvaringsslachtoffers en barrièrewerking is bij milieu-alternatief '5 x D' groter dan bij de basisinrichting.

*De kleur van de windturbines*
Hierover zijn in relatie tot vogels geen gegevens bekend. Een kleur, die de zichtbaarheid in het donker vergroot, zal in het algemeen de kans op aanvaringslachtoffers verkleinen. Dit betekent dat het gebruik van een lichte, heldere kleur de voorkeur heeft. Maar voor het criterium verstoring zou een lichte, heldere kleur evenwel ongunstig kunnen uitpakken.

*Rood flitsend toplicht*
De windturbines worden ten behoeve van de markering voor scheepvaart en luchtvaart voorzien van obstakel verlichting. Op grond van de eisen van het bevoegd gezag en ten behoeve van defensie luchtvaart worden alle windturbines voorzien van een vast brandend rood markeringslicht op het dak van de gondel.
Met name tijdens de trek en omstandigheden met slecht zicht (donkere nachten en/of mist) kunnen vogels aangetrokken worden door vaste lichtbronnen en hierdoor gedesoriënteerd raken. Op grond van het aspect vogels heeft een flitsend of knipperend licht daarom de voorkeur boven een vast brandend licht.
In alle gevallen verhoogt de markeringsverlichting de detectiekans bij slecht zicht en 's nachts.

*Parkopstelling*
Bij een opstelling van de windturbines in een cirkelvormige opstelling volgens milieu-alternatief 'cirkelvorm' is het aangevlogen oppervlak bij nadering in het algemeen kleiner dan in de basisinrichting. Zolang geen nadere gegevens over de trekroutes over de locatie bekend zijn, kan in het algemeen gesteld worden dat de mogelijke barrièrewerking voor trekvogels bij milieu-alternatief 'cirkelvorm' kleiner is.
Hierbij is overigens geen rekening gehouden met de nautische markeringsverlichting, die bij de cirkelvorm op elke windturbine aan de buitenzijde van het windpark zal moeten worden aangebracht. Het grote aantal markeringslichten kan desoriënterend werken op trekvogels en heeft daarmee een negatief effect op trekvogels.
Zonder rekening te houden met de markeringsverlichting is het milieu-alternatief 'cirkelvorm' licht positief ten opzichte van de basisinrichting.

## 8.5 Effecten van de aanleg en verwijdering

Tijdens de aanleg van het windpark zijn de volgende activiteiten van belang:
- scheepvaartverkeer met als mogelijk gevolg verstoring van lokale vogels;
- het gebruik van een hei-installatie met als mogelijk gevolg geluidsproductie en een verminderd doorzicht van het omringende zeewater;
- het plaatsen van de windturbines.

Het windpark wordt in het zomerhalfjaar, de periode van april tot en met september, aangelegd. In deze periode zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust aanzienlijk lager dan in het winterhalfjaar (o.a. Camphuysen & Leopold 1994). Daarnaast is het in deze periode over het algemeen rustig weer. De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van de aanleg is klein in vergelijking tot de totale scheepvaart in het gebied. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door de werkschepen als gering ingeschat. De mogelijke troebeling van het omringende water zal lokaal van aard zijn en van beperkte duur. Op grond hiervan kan nauwelijks een effect op de foerageermogelijkheden voor bijvoorbeeld visetende vogels worden verwacht. De aanvaringsrisico's met een stilstaande windturbine zijn voor vogels veel kleiner dan de aanvaringsrisico's met een draaiende windturbine (Winkelman 1992a).
Tijdens de verwijdering van het windpark aan het einde van de gebruiksduur vinden vergelijkbare activiteiten plaats als tijdens de aanleg.
Op grond van het voorgaande worden de risico's voor vogels als gevolg van de aanleg en verwijdering van het windpark als minimaal ingeschat.

## 8.6 Effecten van onderhoud

Tijdens het onderhoud van het park zijn de volgende activiteiten van belang:
- scheepvaartverkeer met als mogelijk gevolg verstoring van lokale vogels;
- het vervangen van grote onderdelen en rotorbladen.

Het onderhoud aan het windpark vindt in het zomerhalfjaar plaatst calamiteiten daargelaten. In deze periode zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust aanzienlijk lager dan in het winterhalfjaar (o.a. Camphuysen & Leopold 1994). Daarnaast is het in deze periode over het algemeen rustig weer. De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van het onderhoud is klein in vergelijking tot de totale scheepvaart in het gebied. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door deze werkschepen als gering ingeschat. De mogelijke troebeling van het omringende water zal lokaal van aard zijn en van beperkte duur. Op grond hiervan kan nauwelijks een effect op de mogelijkheden voor bijvoorbeeld visetende vogels worden verwacht. De aanvaringsrisico's met een stilstaande windturbine zijn voor vogels veel kleiner dan de risico's van een draaiende windturbine (Winkelman 1992a). Op grond van het voorgaande worden de gevolgen voor vogels als gevolg van het onderhoud van het windpark als minimaal ingeschat.

Ten behoeve van het verhelpen van storingen kan het windpark in het winterhalfjaar benaderd worden. Afhankelijk van de weersomstandigheden zal dit vrijwel altijd met een helikopter geschieden. Naar verwachting wordt elke windturbine hoogstens vier keer per jaar bezocht door de helikopter. De helikopter blijft gemiddeld hooguit 10 minuten boven het helihoist platform hangen. Voor het gehele offshore windpark inclusief hoogspanningsstation zijn dit 244 vluchten. Dit aantal kan vergeleken worden met circa 6.500 vluchten per jaar

vanaf Den Helder en Maasvlakte ten behoeve van het loodswezen en daarnaast nog de vluchten voor de offshore olie- en gasindustrie. De verstoring, die als gevolg van de helikopteroperaties optreedt, is incidenteel en van korte duur. De gevolgen voor vogels als gevolg van het verhelpen van storingen op het windpark worden verwaarloosbaar geacht.

## 8.7 Effecten van de aanleg van de elektriciteitskabel naar de wal

Tijdens de aanleg van de kabel zijn de volgende activiteiten van belang:
- scheepvaartverkeer met als mogelijk gevolg verstoring van lokale vogels;
- het jet trenchen met als mogelijk gevolg een verminderd doorzicht van het omringende zeewater.

De kabel zal in de zomerperiode worden aangelegd. De aantallen vogels onder de Nederlandse kust zijn dan ongeveer een factor tien lager dan in de winter (oa. Camphuysen & Leopold 1994). Daarnaast is het over het algemeen rustig weer. Op grond van deze twee punten worden de risico's voor vogels als gevolg van de aanleg van de kabel als zeer laag ingeschat. De eventuele effecten zijn ook van korte duur en zeer lokaal.

Het tracé van de kabel is voor vogels niet relevant, omdat de kabel in de zeebodem ligt. Tijdens het gebruik zijn er dan ook geen effecten voor vogels als gevolg van de kabel naar de wal.

## 8.8 Milieueffecten overige varianten

*De inrichting van het offshore windpark*
De vorm van het park is van invloed op de mogelijk effecten van het windpark. Een lijnopstelling evenwijdig aan de kust is gunstig voor de seizoentrek evenwijdig aan de kust, maar kan een barrière vormen of leiden tot hoge aanvaringskansen voor langs de kust broedende kolonievogels, die hun voedsel op zee verzamelen en daarbij haaks op de kust vliegen, en voor de vogels, die van en naar de Britse Eilanden trekken. Eenduidige adviezen voor een bepaalde locatie kunnen alleen worden gegeven wanneer gedetailleerde informatie van vliegbewegingen van soorten boven de locatie van het windpark beschikbaar zijn.

*De afstand van het offshore windpark tot de kust*
Voor de kust is een gradiënt in intensiteit van de seizoentrek van zeevogels, wad- en watervogels. Het verloop van deze gradiënt is waarschijnlijk per soort verschillend. Over het verloop van deze gradiënt is weinig bekend. Het is aannemelijk dat de locatie van het offshore windpark Q7-WP grotendeels of geheel buiten de stroom verdichte trek evenwijdig aan de kust ligt.

*De waterdiepte op de locatie van het windpark*
Op diepe locaties is de kans op grote aantallen duikende vogels (benthivoor en piscivoor) kleiner dan op ondiepe locaties. De 15 meter dieptelijn lijkt voor de benthivoren zee-eenden een kritische diepte te zijn. Er zijn geen gegevens bekend waarmee een differentiatie gemaakt zou kunnen worden tussen waterdieptes van bijvoorbeeld 19 en 22 meter. Waarschijnlijk bestaat hierin ook geen verschil voor vogels.

## 8.9 Mitigerende maatregelen

Vooraf zij vermeld dat over de risico's en effecten van windturbines op zee (met een gemiddelde waterdiepte van 20 meter) zeer weinig informatie beschikbaar is, omdat windturbines nog niet op dergelijke locaties zijn geplaatst. Dat betekent ook dat over de effectiviteit van eventuele mitigerende maatregelen nog minder bekend is. Het onderstaande is dan ook meer bedoeld als indicatie van oplossingsrichtingen, waaraan gedacht kan worden, dan dat dit op feiten en ervaringen is gebaseerd.

Om de risico's voor vogels tot een minimum te beperken, is een aantal technische aanpassingen aan een windturbine mogelijk. Het betreft enerzijds de vergroting van de mogelijkheden voor vogels om windturbines op te merken (te zien of te horen), waardoor langstrekkende vogels de windturbines eerder opmerken en kunnen uitwijken. Voor langsvliegende vogels is dit positief. Voor vogels, die het gebied rond de windturbines als rust- of foerageergebied zouden willen gebruiken, zou dit eventueel negatief kunnen uitwerken door de mogelijk grotere, verstorende werking, die van dergelijke windturbines uitgaat. Het is echter niet bekend wat eventuele sturende factoren zijn bij verstoringseffecten van windturbines.

*Vergroting detectiekans*
Door de windturbines te schilderen in een kleur, die vooral in donkere situaties goed opvalt, wordt de zichtbaarheid vergroot. Nadere gegevens over kleurtypen en de eventuele effecten zijn nauwelijks voorhanden. Een verlichte achtergrond (stad of industriegebied) maakt de windturbines in donkere situaties beter zichtbaar, hetgeen de aanvaringskansen vermindert. Het verlichten van de windturbines zelf is waarschijnlijk negatief, omdat vogels in donkere situaties door heldere lichtpunten kunnen worden aangetrokken, waarmee het gevaar groter wordt. Over het aanlichten van windturbines (van afstand) en de mogelijke effecten op de zichtbaarheid voor vogels, zijn onvoldoende gegevens bekend. Het aanbrengen van reflecterende verflagen lijkt vooralsnog niet zinvol. Onder zonnige omstandigheden kunnen de windturbines dan goed worden waargenomen. In donkere of mistige omstandigheden, wanneer de risico's het grootst zijn, hebben de reflecterende materialen geen effect. Een lichte en opvallende kleur is in die situaties vermoedelijk zinvoller.

De windturbines worden ten behoeve van de markering voor scheepvaart en luchtvaart voorzien van obstakel verlichting. Op grond van de eisen van het bevoegd gezag en ten behoeve van defensie luchtvaart worden alle windturbines voorzien van een vast brandend rood markeringslicht op het dak van de gondel. Daarnaast worden de windturbines langs de periferie van het windpark halverwege de mast (boven het werkbordes en onder de onderzijde van de tip van de rotorbladen) eveneens voorzien van een vast brandend rood markeringslicht. Hoewel uit vogeloverwegingen een flitsend of knipperend licht de voorkeur geniet boven een vast brandend licht, verhoogt deze markeringsverlichting de detectiekans bij slecht zicht en 's nachts. Bij mist zijn misthoorns in werking, die op een afstand van tenminste 2 zeemijl hoorbaar moeten zijn. Op deze wijze is het windpark en zijn de windturbines bij mist ook goed waarneembaar voor vogels.

Wanneer windturbines voor vogels hoorbaar zijn, is de detectiekans in donkere nachten waarschijnlijk beter dan (vrijwel) geruisloze windturbines. Om deze reden is het aan te bevelen de hoorbaarheid niet teveel te beperken. Over optimale geluidsniveau's en geluidssterktes en over de impact hiervan op vogels in het veld (detectiekans) zijn geen gegevens bekend.

Een andere mogelijkheid is wellicht de windturbines hoorbaar te maken door geluid uit te zenden. Op het land zijn op enkele plaatsen gunstige ervaringen opgedaan met gebruik van ultrasoon geluid voor het verjagen van vogels van plekken waar zij niet gewenst zijn. Dit zou echter voor toepassing bij offshore windturbines goed onderzocht moeten worden. Een belangrijke vraag is of dit ook op grotere afstand werkt. De vogels moeten tijdig gewaarschuwd worden en niet pas wanneer ze al vlakbij de windturbine zijn. Een proefopstelling en gedragsmetingen aan vogels zouden antwoord kunnen geven op deze vragen. Ook de mogelijke negatieve bij-effecten van een groot aantal ultrasone geluidsbronnen dienen goed te worden onderzocht. Een korte voorstudie kan de potenties wellicht snel duidelijk maken.

*Verminderen barrièrewerking*
Windturbines in een lijnopstelling, dwars op de vliegrichting, vormen een barrière, waar vogels onder bepaalde omstandigheden omheen vliegen. In een situatie met vier windturbines in het IJsselmeer (onderlinge afstand 200 m) bleek dat duikeenden in donkere nachten om het windturbinepark heen vlogen (Van der Winden *et al.* 1996, Spaans *et al.* 1998). Dit betekent dat passerende vogels de gelegenheid moeten hebben om het park te ontwijken, of dat de afstanden tussen de windturbines dermate groot zijn, dat de vogels er zonder problemen tussendoor kunnen vliegen. De onderlinge afstand tussen de windturbines zal in verband met uitwijkmogelijkheden zeker een rol spelen. Het is echter onbekend hoe groot afstanden tussen windturbines moeten zijn in, voor vogels, optimale situaties. Over de omvang van eventuele 'gaten' zijn geen gegevens bekend, maar voor de omvang van 'gaten' in lijnopstellingen worden als vuistregel minimale afstanden van 1.000 tot 2.000 meter aangehouden. Deze afstanden zijn gebaseerd op ontwijkafstanden van vogels in situaties met windturbines. Bij windpark Tunø Knob in Denemarken bedroeg de zone waarin een effect op aantallen vliegbewegingen waarneembaar was 1.500 meter rond het windpark. Dergelijke afstanden zijn ook gevonden bij duikeenden en zwanen. Op grond van deze informatie en vergelijkbare informatie over het ontwijken van obstakels door vogels komen de deskundigen van Bureau Waardenburg tot een minimaal benodigde afstand van 1.000 tot 2.000 meter tussen groepen windturbines, c.q. windparken, vooralsnog aannemelijk.

Indien windparken een barrière vormen op vliegroutes van vogels, is het van belang om de windturbines zoveel mogelijk evenwijdig aan de vliegroutes te plaatsen. In paragraaf 8.3.3 is beargumenteerd dat barrièrewerking voor seizoentrek bij een windpark van de voorgenomen omvang verwaarloosbaar zal zijn. De vliegroutes van lokale vliegbewegingen zijn hier dus richtinggevend voor de plaatsing. Na realisatie van het offshore windpark kan nader onderzoek aan de exacte ligging van de vliegroutes op de voorkeurslocatie inzicht geven in de optimale omvang en configuratie ten behoeve van toekomstige offshore windparken.

*Verminderen aanvaringskansen*
Het aanvaringsrisico kan worden verkleind door de windturbines tijdelijk stil te zetten in extreme situaties, waarin de aanvaringskansen groot zijn. De aanvaringskansen zijn het grootst wanneer de windturbines in bedrijf zijn en het zicht slecht is, bijvoorbeeld tijdens donkere nachten met (sterke) wind en slagregen.
Steltlopers gaan bijvoorbeeld in het voorjaar op lage hoogte vliegen wanneer de wind uit noordelijke richting komt en de wind niet te sterk is (minder dan 5 Beaufort). De steltlopers trekken in de periode maart - mei langs de Noordzeekust.

Omdat op de windturbines een meetinrichting voor windkracht en windrichting aanwezig is, kunnen de windturbines eventueel automatisch uitgeschakeld worden, wanneer zich risicovolle situaties voordoen. Voorwaarde voor een dergelijke oplossing is dat vooraf onderzoek plaatsvindt naar de relatie tussen weersomstandigheden en sterk gestuwde trek (en dus verhoogde risico's), zodat de risicovolle situaties tijdens perioden van intensieve trek daadwerkelijk in termen van weersomstandigheden kunnen worden omschreven. Pas dan is het voorgestelde concept zinvol.
In tegenstelling tot windturbines op land zijn de windturbines op zee voorzien van markeringsverlichting voor luchtvaart en scheepvaart. Daardoor zijn deze windturbines ook tijdens donkere nachten met slecht zicht beter zichtbaar dan windturbines op land.