

INHOUDSOPGAVE

DEEL B

INHOUDSOPGAVE

i - ii

7.	POSITIEVE MILIEU-EFFECTEN	1
7.1	Algemeen	1
7.2	Vermeden emissies en energiebalans	1
7.3	Refugium onderwaterleven	3
7.4	Recreatie	4
7.5	Conclusies van de effectvoorspelling	4
7.6	Leemten in kennis en leerdoelen	5
8.	VOGELS	6
8.1	Algemeen	6
8.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	11
8.3	Effecten	18
8.4	Conclusies van de effectvoorspelling	30
8.5	Mitigerende maatregelen	32
8.6	Leemten in kennis en leerdoelen	34
8.7	Leerdoelen versus milieu-effecten	36
9.	LANDSCHAP	37
9.1	Algemeen	37
9.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	40
9.3	Effecten van de locaties	48
9.4	Effecten van inrichtingsvarianten	52
9.5	Conclusies van de effectvoorspelling	60
9.6	Mitigerende maatregelen	62
9.7	Leemten in kennis en leerdoelen	63
9.8	Leerdoelen versus milieu-effecten	65
10.	KUST EN ZEE	67
10.1	Algemeen	67
10.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	70
10.3	Effecten van de locaties	72
10.4	Effecten van inrichtingsvarianten	76
10.5	Conclusies van de effectvoorspelling	76
10.6	Mitigerende maatregelen	76
10.7	Leemten in kennis en leerdoelen	77
10.8	Leerdoelen versus milieu-effecten	78
11.	ONDERWATERLEVEN	80
11.1	Algemeen	80
11.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	81
11.3	Effecten van de locaties	89
11.4	Effecten van inrichtingsvarianten	97
11.5	Conclusies van de effectvoorspelling	98
11.6	Mitigerende maatregelen	100
11.7	Leemten in kennis en leerdoelen	101
11.8	Leerdoelen versus milieu-effecten	102

12.	SCHEEPVAART EN VEILIGHEID	104
12.1	Algemeen	104
12.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	105
12.3	Effecten van de locaties	109
12.4	Effecten van inrichtingsvarianten	116
12.5	Conclusies van de effectvoorspelling	116
12.6	Mitigerende maatregelen	118
12.7	Leemten in kennis en leerdoelen	119
12.8	Leerdoelen versus milieu-effecten	120
13.	GELUID	122
13.1	Luchtgeluid	122
13.2	Onderwatergeluid en -trillingen	125
13.3	Conclusies van de effectvoorspelling	128
13.4	Mitigerende maatregelen	128
13.5	Leemten in kennis en leerdoelen	129
13.6	Leerdoelen versus milieu-effecten	130
14.	GEBRUIKSFUNCTIES	131
14.1	Algemeen	131
14.2	Visserij	131
14.3	Militaire oefengebieden	133
14.4	Olie- en gaswinning	133
14.5	Zand- en schelpenwinning	134
14.6	Baggerstort	135
14.7	Kabels en leidingen	135
14.8	Recreatie	137
14.9	Archeologie	138
14.10	Luchtvaart	138
14.11	Cumulatie van milieu-effecten	140
14.12	Conclusies van de effectvoorspelling	144
14.13	Mitigerende maatregelen	145
14.14	Leemten in kennis	146
15.	EFFECTEN OP LAND	147
15.1	Algemeen	147
15.2	Effecten	147
16.	TECHNIEK EN ECONOMIE	155
16.1	Algemeen	155
16.2	Waterdiepte	155
16.3	Rentabiliteit	158
16.4	Conclusie van de effectvoorspelling	163
16.5	Leemten in kennis en leerdoelen	164

7. POSITIEVE MILIEU-EFFECTEN

7.1 Algemeen

De opwekking van windenergie wordt door het rijk gestimuleerd, vooral omdat met deze vorm van duurzame energie allerlei emissies worden vermeden die met fossiele energie in het milieu worden gebracht. Het gaat primair om de schadelijke stoffen kooldioxide (CO₂), zwaveldioxide (SO₂) en stikstofoxiden (NO_x). Secundair gaat het om positieve milieu-effecten die specifiek samenhangen met het NSW, deze effecten betreffen het onderwaterleven en de recreatie. Een voor de visserij en andere gebruiksfuncties gesloten windpark kan als refugium gaan functioneren en zo een positief effect hebben op het plaatselijke leven onderwater. Het windpark zal mogelijk een aantrekkende werking hebben op recreanten. Het gaat dan om recreanten die vanaf de wal naar het park komen kijken (onder de logische voorwaarde dat het park goed zichtbaar is vanaf het vasteland) en om toeristische vaartochten naar het windpark. De criteria voor het aspect 'Positieve milieu-effecten' zijn samengevat in tabel 7.1.

Criteria	Operationalisering
Vermeden emissies	Vermeden hoeveelheid CO ₂ , SO ₂ en NO
Refugium onderwaterleven	Gesloten gebied
Recreatie	Aantrekkende werking op recreanten

Tabel 7.1 Overzicht van criteria voor het aspect 'Positieve milieu-effecten'

7.2 Vermeden emissies en energiebalans

Het Projectbureau CO₂-reductieplan heeft gegevens gepubliceerd over vermeden emissies bij windenergie in vergelijking met fossiele energie. Deze gegevens zijn gebaseerd op gemiddelden van de huidige technologie, verouderde centrales zijn buiten beschouwing gelaten.

Naar verwachting kan bij windenergie op jaarbasis per kWh een emissie van 0,37 gram CO₂ worden vermeden. De besparing op primaire energie bedraagt 6,7 MJ/kWh. De vermeden hoeveelheden zuurequivalenten (NO_x en SO₂) zijn vergelijkbaar met de vermeden emissies volgens de gegevens van EnergieNed en bedragen dus 0,0165 zuurequivalenten per jaar.

Productie, installatie, onderhoud en uiteindelijk afbraak van de turbines kost ook energie. Uit recente berekeningen (European Wind Energy Association, 1997) blijkt dat een windpark over het algemeen de 'energieschuld' in 3 tot 4 maanden heeft terugbetaald. Hierbij is de afstand waarover de turbines moeten worden getransporteerd nauwelijks van invloed. "Wanneer bijvoorbeeld een 65 ton wegende turbine 10.000 zeemijlen moet worden verscheept, dan zal dit het netto energieverbruik met slechts 1,5 procent doen toenemen".

7.2.1 Effecten van de locaties

De parkopbrengst tussen de locaties verschilt nauwelijks (zie Stork, 1999, bij-lage D). Er treden dan ook nauwelijks verschillen op in de vermeden emissies (zie tabel 7.2). Bij realisering van het windpark op locaties IJmuiden-West of Zandvoort-West is de parkopbrengst het grootst en zullen daardoor ook de vermeden emissies het grootst zijn. Voor de alternatieven Egmond, IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost is de opbrengst het kleinst en daarmee ook de vermeden emissies. De verschillen tussen de locaties zijn echter marginaal (maximaal 2 procent) en daarom niet significant (mede met het oog op onzekerheden in de berekeningswijzen).

Locatie	Parkopbrengst (in GWh per jaar)	Vermeden emissies			
		Bestaande centrales		Huidige technologie	
		CO ₂ (kton)	NO _x en SO ₂ (10 ⁶ z.e.)	CO ₂ (kton)	NO _x en SO ₂ (10 ⁶ z.e.)
Egmond	296	173,5	4,88	105,1	4,88
Ijmuiden-Oost	296	173,5	4,88	105,1	4,88
Ijmuiden-West	302	176,9	4,98	107,2	4,98
Zandvoort-Oost	296	173,5	4,88	105,1	4,88
Zandvoort-West	302	176,9	4,98	107,2	4,98
Katwijk	299	175,3	4,93	106,1	4,93

Tabel 7.2 De vermeden emissies voor de zes locaties voor het windpark, gerelateerd aan enerzijds de bestaande elektriciteitscentrales en anderzijds de huidige technologische mogelijkheden voor opwekking van fossiele energie

Voor de energiesector (waartoe ook de productie van duurzame energie wordt gerekend) is voor 2010 een reductiedoelstelling van 13,1 procent gesteld (Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, Ministerie van VROM, 1999) (zie hoofdstuk 3 Beleidskader). Bij ongewijzigd beleid zal de emissie van de energiesector in 2010 ongeveer 61 Mton bedragen. De reductiedoelstelling van 13,1 procent komt dus overeen met ongeveer 8 Mton.

Wat is nu de bijdrage van het NSW aan deze reductiedoelstelling? Bij vergelijking ten opzichte van bestaande centrales levert het windpark een jaarlijkse bijdrage van ongeveer 177 kton en bij vergelijking ten opzichte van huidige technologie een bijdrage van ongeveer 107 kton. Het gaat dus om een bijdrage van 2,2 procent respectievelijk 1,3 procent aan de reductiedoelstelling.

De eerste plannen voor de plaatsing van windturbines buitengaats geven aan dat plaatsing van 4.000 tot 6.000 MW tot de mogelijkheden behoort (zie Novem, 1999). Bij realisering van 4.000 MW kunnen offshore windparken, op basis van berekeningen met bovenstaande gegevens, een bijdrage leveren van bijna 90 procent (gerelateerd aan bestaande elektriciteitscentrales) respectievelijk ruim 50 procent (gerelateerd aan de huidige technologie) aan de reductiedoelstelling.

7.2.2 Effecten van inrichtingsvarianten

De effecten van de inrichtingsvarianten op de vermeden emissies worden bepaald door de elektrische opbrengst van de verschillende varianten. Hoe groter de opbrengst, des te groter de hoeveelheid vermeden emissies. De elektrische opbrengst wordt (in onderlinge samenhang) beïnvloed door de:

- afstand tot de kust
hoe verder uit de kust, hoe hoger de windsnelheden, hoe hoger de opbrengst;
- omvang van het park
de voorkeur gaat uit naar een zo groot mogelijke omvang;
- vermogen van de turbines
hoe groter het vermogen, des te groter de opbrengst;
- afstand tussen de turbines en oriëntatie van het park.

De afstand tussen de turbines en de oriëntatie van het park zijn bepalende factoren voor het zogeeffect. Dit is het effect waarbij het windveld van een turbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeeffecten neemt de opbrengst van een park af. Zogeeffecten worden *kleiner naarmate de afstand tussen windturbines groter wordt. Om de effecten zo klein mogelijk te maken zou de vorm van het park zoveel mogelijk een lijnopstelling moeten benaderen, waarbij de oriëntatie noordwest-zuidoost is (dus loodrecht op de overheersende windrichting).*

7.3 Refugium onderwaterleven

"Tot op heden zijn er in het Nederlandse deel van het Continentaal Plat geen gesloten gebieden aangewezen waar men niet mag vissen met actieve gesleepte vistuigen. (...) Voor een evaluatie van beschermde gebieden in de Noordzee en voor het onderzoek naar de effecten van gesleepte vistuigen op het benthos, zijn voor de visserij gesloten gebieden wenselijk" (zie bijlage M: RIVO, 1999).

Indien door plaatsing van een windpark de visserij ter plekke wordt uitgesloten, dan ontstaat een in dit opzicht beschermd gebied voor het onderwaterleven, een zogenaamd refugium. Het instellen van beschermde gebieden op de Noordzee biedt de mogelijkheid om levensgemeenschappen tot ontplooiing te laten komen en aan soorten een schuilplaats te bieden. In dat opzicht vormt een NSW een meerwaarde ten aanzien van de van nature aanwezige fauna. "Een gesloten gebied zal voor opgroeiende vis, met name schol en tong een tijdelijk refugium kunnen zijn. Uiteindelijk zal de vis er ver van weg zwemmen. (...) Een refugium zal voor de visserij dan ook geen verlies aan commerciële soorten inhouden. (...) Een windpark in de ondiepe kustzone zal met name een refugium kunnen zijn voor de talrijker voorkomende kleine exemplaren, terwijl een windpark in de diepere kustzone voor de minder talrijke grotere exemplaren betekenis heeft" (zie bijlage M: RIVO, 1999).

Hierbij moet wel worden bedacht dat door de grootte van het NSW (bij een omvang van 11 tot 16 km² en bij instelling van een veiligheidszone 17 tot 26 km²) de beschermende functie relatief beperkt is. In een rapport over beschermde gebieden in de Noordzee (Bergman et al. 1991) wordt gesproken over gebieden ter grootte van 800 tot 10.000 km². Het is waarschijnlijk dat een gebied van slechts enige tientallen km² alleen voor een beperkt aantal soorten bescherming biedt. Te denken valt bijvoorbeeld aan weinig mobiele grotere organismen zoals schelpdieren. Voor trekkende vissen zal een dergelijk gebied van minder waarde zijn omdat ze zich slechts tijdelijk in het gebied ophouden. Behalve als refugium kan het NSW dienen als een onderzoeksgebied voor de bestudering van de gevolgen van visserij voor de bodemfauna. Binnen het NSW zal niet gevestigd worden en naar verwachting zullen binnen het windpark de overige omstandigheden niet wezenlijk verschillen van het omliggende gebied (zie bijlage M: RIVO, 1999).

In hoofdstuk 11 ('Onderwaterleven') is aangegeven dat diergroepen die nu op de zandbodems van de Noordzee vrijwel ontbreken - zoals sponzen, hydropoliepen, zeeanemonen en zeepokken - zich in groten getale op de turbines kunnen vestigen. Een aantal van deze soorten of de door hen gevormde structuren vormen op hun beurt een ondergrond voor andere vastzittende soorten. Tussen en op deze soorten komen vrijkruipende organismen voor, zoals naaktslakken, krabben en kreeften. Op de funderingen onder de zeespiegel kunnen zich mosselen vasthechten. Naar verwachting zal zich een totaal andere levensgemeenschap ontwikkelen dan op een 'kale' zandbodem. De biodiversiteit en biomassa zal sterk toenemen. De ontwikkeling van 'hard-substraat-fauna' op en om de funderingen kan als een positief milieu-effect worden gezien.

7.3.1 Effecten van de locaties

Het NSW zal op alle locaties een refugium kunnen vormen. Naarmate een locatie een grotere ecologische waarde heeft zou het effect van een refugium die waarde verder kunnen versterken. Hierdoor ontstaat niettemin een belangrijk knelpunt: enerzijds is deze locatie-MER er op gericht de locatie te selecteren waar de ecologische schade minimaal is. Anderzijds kan in verband met het refugium juist een voorkeur ontstaan voor het meest waardevolle gebied omdat daar de natuurwaarde optimaal versterkt kan worden.

7.3.2 Effecten van inrichtingsvarianten

De mate waarin het NSW kan dienen als refugium is afhankelijk van het oppervlak beschermd gebied: hoe groter het oppervlak beschermd gebied, hoe groter het refugium. De verschillen tussen de inrichtingsvarianten zijn betrekkelijk gering en niet onderscheidend. Voor de ontwikkeling van 'hard-

substraat-fauna' op en om de funderingen gaat de voorkeur uit naar een zo diep mogelijke locatie voor het NSW. Op langere funderingen ontstaan, door de lengte, meer kansen voor de ontwikkeling van hard-substraat fauna. Een dergelijke ontwikkeling is in dit MER (voorzichtig) positief gewaardeerd.

7.4 Recreatie

Uit onderzoek in het kader van de Haalbaarheidsstudie blijkt dat het draagvlak voor windenergie over het algemeen groot is (WEOM, 1997). Maar liefst 94 procent van 1.200 geënquêteerde personen die wonen, werken of recreëren in de nabijheid van IJmuiden of de Westerscheldemond bleek windenergie een goed idee te vinden. Slechts 1 procent staat er negatief tegenover en 5 procent is neutraal. De algemene opinie is verder dat een windpark "hoe weinig zichtbaar ook eerder een negatief dan een positief effect heeft op de bezoekersaantallen van het strand" (WEOM, 1997). Uit gesprekken met betrokken overheden en belangengroepen in het kader van de Haalbaarheidsstudie bleek echter dat een aantal respondenten combinatiemogelijkheden ziet voor een windpark en recreatie. Gedacht wordt aan rondvaartboten en een informatiecentrum. "De gemeente Den Haag heeft aangegeven dat, mocht blijken uit onderzoek dat de windturbines juist recreanten aantrekken, dit een sterk argument is ten gunste van het windpark" (WEOM, 1997).

Alle locaties liggen in de nabijheid van een haven waar vandaan rondvaartboten zouden kunnen vertrekken: de haven van IJmuiden voor de locaties Egmond, IJmuiden-Oost en -West en Zandvoort-Oost en -West, en de haven van Scheveningen voor de locatie Katwijk. Deze positieve verwachting is daardoor niet onderscheidend voor de verschillende alternatieven.

De landschappelijke en recreatieve beleving van het windpark is overigens het onderwerp van nader onderzoek rond het NSW, dat buiten het kader van het MER plaats vindt.

7.5 Conclusies van de effectvoorspelling

Het voornaamste positieve milieu-effect van het windpark zijn de emissies die met deze duurzame vorm van energie-opwekking worden vermeden ten opzichte van opwekking uit fossiele brandstoffen. Er bestaan geen significante verschillen tussen de locaties voor wat betreft de vermeden emissies aan CO₂, SO₂ en NO_x (zie tabel 7.3). In het algemeen geldt dat de parkopbrengst hoger zal worden bij een locatie verder uit de kust. Een hogere opbrengst leidt tot een grotere hoeveelheid vermeden emissies. Voor wat betreft de inrichting van het park geldt dat de voorkeur uitgaat naar een zo groot mogelijk park met turbines met een groot vermogen. De windturbines moeten zo worden opgesteld dat het windaanbod maximaal kan worden benut.

Het instellen van een refugium op de Noordzee biedt de mogelijkheid om levensgemeenschappen tot ontplooiing te laten komen en aan soorten een schuilplaats te bieden. In dat opzicht vormt een NSW een meerwaarde ten aanzien van de van nature aanwezige fauna. Naarmate een locatie een grotere ecologische waarde heeft zou het effect van een refugium die waarde verder kunnen versterken. Gegeven de grote biotische en abiotische overeenkomsten tussen de locaties is er geen voorkeur voor een van de locaties uit te spreken.

Locatie	Egmond	IJmuiden		Zandvoort		Katwijk
		Oost	West	Oost	West	
Vermeden emissies			Geen significante verschillen			
Onderwaterleven			Geen significante verschillen			
Recreatie			Geen significante verschillen			

Tabel 7.3 Samenvattend overzicht van de verhoudingen tussen de locaties voor de criteria van het aspect 'Positieve milieu-effecten'

7.6 Leemten in kennis en leerdoelen

Leemten in kennis doen zich hoofdzakelijk voor ten aanzien van het refugium voor het onderwaterleven (zie tabel 7.4). Voor wat betreft de vermeden emissies kan op basis van de beschikbare informatie een redelijk goede inschatting worden gemaakt van de bijdrage die het NSW kan leveren aan de reductie van broeikasgassen. Deze gegevens zijn ook toepasbaar voor offshore windparken.

Criterium	Leemte in kennis / leerdoelen	Relevantie
Vermeden emissies	-	-
Refugium onderwaterleven	Functioneren van een refugium	Beide
Recreatie	Zie hoofdstuk 8 'Landschap' en 13 'Geluid'	n.v.t.

Tabel 7.4 Samenvattend overzicht van de belangrijkste leemten in kennis en de relevantie van deze leemten voor de leerdoelen (voor offshore windparken) danwel voor de milieu-effecten van het NSW voor het aspect 'Positieve milieu-effecten'

8. VOGELS

8.1 Algemeen

Effecten van windturbines op vogels worden in dit hoofdstuk besproken in de lijn zoals die is uitgezet in de Voorstudie Locatieselectie (HASKONING, 1997). Voor die studie is onder andere alle beschikbare kennis over vogels en windturbines op zee geïnventariseerd, geëvalueerd en in een review door externe deskundigen getoetst. Aan het invullen van de destijds geconstateerde lacunes in kennis wordt inmiddels in diverse onderzoekstrajecten gewerkt (zie ook kader 8.1). Resultaten zijn echter nog slechts beperkt beschikbaar. In de winter van 1998 op 1999 is bij het Deense windpark Tunø Knob onderzoek gedaan naar de nachtelijke vliegactiviteiten van zee-eenden bij dit windpark. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in dit MER. Sinds begin 1999 worden door het Ministerie van Defensie met een radar van de Koninklijke Luchtmacht wekelijks de vogelactiviteiten boven de Noordzee in beeld gebracht. Dat onderzoek is met name gericht op het verkrijgen van informatie over de vogeltrek. In dit MER konden alleen de eerste tussentijdse onderzoeksresultaten worden opgenomen (zie kader 8.5).

Door het gebrek aan informatie over effecten van windturbines op vogels zijn in de effectvoorspelling vaak alleen kwalitatieve en geen kwantitatieve uitspraken mogelijk.

Om de omvang van de effecten op vogels zoveel mogelijk objectief in het MER te kunnen vaststellen en vergelijken, zal de initiatiefnemer gebruik maken van de best beschikbare kennis en informatie, namelijk;

1. de resultaten van de ecologische deelstudie naar de haalbaarheid van een near shore demonstratie-windpark en alle beschikbare kennis en gegevens die in dit deelonderzoek zijn gebundeld;
2. de resultaten van nader onderzoek naar vliegbewegingen van vogels over de Noordzee en naar de risico's van windturbines. De initiatiefnemer zal nader onderzoek laten uitvoeren dat gericht is op aanwezige lacunes en de effectvoorspelling en locatiekeuze in het MER;
3. de resultaten van lopend onderzoek in Denemarken naar internationale vliegbewegingen van vogels langs de kuststrook van de Noordzee;
4. de resultaten van het TNLI-korte termijnonderzoek naar vogelbewegingen, vogeldichtheden en aanvaringskansen in verband met een mogelijke luchthaven in de Noordzee als één van de opties voor de groei van de luchtvaartinfrastructuur. In dit onderzoek, dat medio 1998 wordt afgerond wordt aanwezige kennis gemobiliseerd en gebruik gemaakt van expert-judgements. Het korte termijnonderzoek besteedt ook aandacht aan de ontwikkeling van toetsingscriteria, beheersmaatregelen, relevante verdragen en richtlijnen en ecologische waardevolle gebieden;
5. de tussentijdse resultaten van het TNLI-lange termijnonderzoek naar vogelmobiliteit en vogeldynamiek boven Nederland en de Noordzee. Doel is onder meer deze dynamiek op driedimensionale kaarten weer te geven en het maken van voorspellingen op basis van soortspecifieke kenmerken van vlieggedrag. Daartoe zullen, onder meer langs de Nederlandse kust, metingen worden uitgevoerd met een speciaal omgebouwde radar van de Luchtmacht.

Bron: Novem, Startnotitie , 1998

Kader 8.1 Toelichting op het onderzoek naar vogels in dit MER, zoals aangekondigd in de startnotitie

Criteria

Windturbines zijn tot nu toe vooral op land geplaatst. Daarom is nog weinig onderzoek uitgevoerd naar effecten voor vogels van windturbines op zee. Om toch tot een voorspelling van de effecten te komen, zijn de resultaten van onderzoek naar effecten van windturbines op vogels in algemene zin - en dus vooral op land - samengevat. Delen daarvan zijn ook van toepassing voor de plaatsing van windturbines op zee. Het schaarse onderzoek naar windturbines op zee 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: 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 gevaar 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: vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, het gebied rond de windturbine danwel het windpark. De verstoringafstand verschilt per soort. Hierdoor gaat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren. Verstoring van broedgebieden wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat op zee geen vogels broeden.

Op grond van deze drie typen effecten zijn voor het aspect vogels (sub)criteria geformuleerd (zie tabel 8.2). Tevens zijn de bijbehorende meeteenheden vermeld. De meeteenheid voor de barrièrewerking betreft in principe het aantal vogels dat niet meer van de oorspronkelijke vliegroute gebruik kan maken. Dit is echter niet of heel moeilijk meetbaar te maken; om die reden is voor de barrièrewerking de meeteenheid geformuleerd als 'het aantal vogels in combinatie met het aantal kilometers dat deze vogels extra zouden moeten vliegen om de barrière te ontwijken'.

criterium	Subcriterium	Meeteenheid
Aanvaringsrisico	Seizoentrek	Aantal vogelslachtoffers
	Kustbroedvogels	Aantal vogelslachtoffers
	Pleisterende niet-broedvogels	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Seizoentrek	Aantal vogels per kilometer
	Kustbroedvogels	Aantal vogels per kilometer
	Pleisterende niet-broedvogels	Aantal vogels per kilometer
Verstoring	Kustbroedvogels	Aantal verstoorde vogels
	Pleisterende niet-broedvogels	Aantal verstoorde vogels

Tabel 8.2 Criteria voor het aspect vogels, alsmede de bijbehorende meeteenheid

In het vervolg van deze paragraaf worden de criteria verder verantwoord, op basis van onderzoek dat betrekking heeft op middelgrote en grote windturbines. Omdat Nederland hierin een vooraanstaande plaats inneemt, zal de nadruk liggen op studies die in ons land zijn uitgevoerd. Studies uit andere Europese landen worden voorzover relevant ook besproken. Op relevante plaatsen was het mogelijk recent gepubliceerde resultaten op te nemen van onderzoek dat is uitgevoerd naar nachtelijk vlieggedrag van zee-eenden nabij offshore windturbines in Denemarken (Bureau Waardenburg: Tulp et al., 1999).

Rode en Blauwe lijst en Vogelrichtlijn

Aandacht zal ook uitgaan naar vogelsoorten die zijn opgenomen op de Rode of Blauwe Lijst of in de Vogelrichtlijn. De Vogelbescherming heeft lijsten opgesteld met vogelsoorten die extra bescherming behoeven. Deze lijsten zijn door de Nederlandse regering overgenomen. De zogenoemde Rode Lijst heeft betrekking op bedreigde en kwetsbare broedvogels. De Blauwe Lijst betreft vogelsoorten die in Nederland in internationaal opzicht veel voorkomen en waarvoor Nederland internationale verantwoordelijkheid draagt. Voor een toelichting op de Vogelrichtlijn wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

8.1.1 Aanvaringsrisico's

Aantallen slachtoffers

Vogels vliegen vrijwel uitsluitend 's nachts en in de schemering tegen windturbines (Winkelman, 1992a). In het windpark nabij Oosterbierum kwam in de operationele situatie per windturbine gemiddeld 0,02 tot 0,09 vogel per dag zeker of zeer waarschijnlijk om het leven als gevolg van een botsing. Wanneer ook de vogels werden meegeteld die mogelijk waren omgekomen door een botsing ging het om 0,04 tot 0,12 vogels per windturbine per dag. De variatie in deze cijfers is afhankelijk van seizoen en jaar. Daarnaast zijn deze cijfers gecorrigeerd in verband met enkele technische redenen (Winkelman, 1992a). In het windpark in de Noordoostpolder lagen deze aantallen in dezelfde orde van grootte (Winkelman, 1989). Bij het windpark nabij de Kreekraksluizen lagen de aantallen bijna 10 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 lagen de aantallen ook op een lager niveau dan nabij Oosterbierum en in de Noordoostpolder, maar deze studies zijn door de gebruikte onderzoeksmethoden 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 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 windpark is het aantal gelijk of kleiner dan bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding, en gelijk of iets groter dan bij eenzelfde lengte verkeersweg (Winkelman, 1992a). Hierbij dient echter wel in ogenschouw gehouden te worden dat de vergelijking betrekking heeft op objecten die buiten gebieden met hoge vogeldichtheden liggen.

Botsingskansen

In het windpark nabij Oosterbierum, dat bestaat uit 18 windturbines, opgesteld in 3 rijen van 6 windturbines, vloog 's nachts één op de 40 vogels die het rotorvlak van de windturbine passeerden (in totaal 25 groepen vogels), 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 windparken 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 (windstille of meewind) en redelijke 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 windpark nabij Oosterbierum gemiddeld één op de 500 tot 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 tot 10.000 passanten. In het voorjaar bleek op de 1.000 tot 1.500 pleisterende en broedende vogels dagelijks één dodelijke aanvaring met een windturbine plaats te vinden (Winkelman, 1992c). In het windpark nabij de Kreekraksluizen was dat op jaarbasis één op de 1.000 vogels (Musters et al., 1991). Hieruit blijkt dat het aantal aanvaringsslachtoffers klein is in relatie tot de aantallen in het gebied aanwezige vogels.

Onderzoek aan een windpark 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, mondelinge mededeling), maar nog steeds lijkt het risico voor eidereenden relatief hoog. Dit gold in beperkte mate ook voor Grote mantelmeeuw. Zilvermeeuw en 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 windpark 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 5 procent met de windturbine in aanraking.

Nachtelijke vlieghoogtes

In het kader van het Landelijk onderzoekprogramma 'Vogelhinder door Windturbines' zijn in verschillende landschapstypen in Nederland de vlieghoogtes van vogels in het donker gemeten. 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 anderen stelden 's nachts de grootste vogeldichtheden vast op hoogtes lager dan 150 meter (Buurma en Van Gasteren, 1989). Dit onderzoek betrof 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). Beide soorten 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 directe omgeving duidelijk minder gevlogen dan in de wijdere omgeving.

8.1.2 Barrièrewerking

Behalve botsingen met windturbines, kunnen opstellingen van lijnen of clusters vogels dwingen af te wijken van hun vliegroutes. Een onderzoek bij het windpark in het IJsselmeer bij Medemblik liet zien 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 200 meter), welke daarentegen in donkere nachten grotendeels 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 bepaalt de mate van barrièrewerking. De beoordeling hiervan dient onder andere te geschieden in relatie tot de dagelijks af te leggen vliegafstanden.

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 de turbine te ontwijken (Larsson, 1994). De nachtelijke effecten op vogels en de betekenis daarvan voor de populatie bij deze turbine 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 zelfs geheel 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 tot 1.500 meter tot de dichtstbijzijnde turbine 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 turbines vlogen er relatief meer groepen Eidereenden langs het park dan erdoor. Groepen die loodrecht op het park aanvlogen gingen relatief minder vaak door het park dan groepen die evenwijdig aan 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 één van 200 meter vliegen. De verhouding tussen vliegbewegingen door het park 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 parken barrièrewerking op zou kunnen treden.

8.1.3 Verstoring

Aangezien veel zeevogels lange tijd op zee verblijven en daar rusten en voedsel zoeken, is verstoring van lokaal verblijvende vogels ook voor een windpark op zee 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. Dit onderzoek heeft

betrekking op turbines met een vermogen van circa 300 kW en een verstoringsafstand tot maximaal 500 meter.

Bij grotere windturbines (van 1 MW) zijn ook grotere verstoringsafstanden vastgesteld tot circa 800 meter (Clausager en Nøhr, 1996); zonder verdere bronvermelding).

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 binnen deze afstanden van de turbines verschilde per soort, maar lag steeds tussen 50 en 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 turbines: de vogels zwommen er deels van grotere afstand naartoe. Het betrof hier een windpark met 2 rijen van 5 windturbines.

8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Vogels die op en boven de Noordzee kunnen worden aangetroffen zijn in een aantal groepen in te delen. Onderscheiden zijn:

- zeevogels
soorten die gedurende grote delen van hun jaarcyclus op of bij zee leven,
- niet-zeevogels
waaronder bijvoorbeeld de zangvogels, soorten die binnen de kustlijn leven,
- kustbroedvogels
soorten die langs de kust broeden en hun voedsel deels of geheel van zee kunnen halen.

Binnen deze groepen is onderscheid gemaakt in trekkende vogels en vogels die gedurende langere tijd op zee verblijven. Deze laatste groep wordt ook wel pleisterende vogels of niet-broedvogels genoemd.

Soort	N/uur <7km	Maximale dagtotalen <7km	Maximale dagtotalen circa 10 km	Aandeel (%) 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	-
Jari 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 Grutto4	0,3	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 mantelmeeuw	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 8.3 Trek van zeevogels en steltlopers in de kustzone (1980 tot 1989, minder dan 7 kilometer) en verder op zee (1978 - 1982, circa 10 kilometer) 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 en Camphuysen, 1983, Den Ouden en 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).

8.2.1 Seizoentrek van zeevogels

Voor in voor- en najaar trekt een groot aantal zeevogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden (onder andere Camphuysen en Van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994),

¹ De schatting van langstrekkende aantallen overtreft de schatting van de flywaypopulatie.

dagelijks vele honderden tot maximaal vele duizenden (zie tabel 8.3). Schattingen wijzen er op dat van een groot aantal zeevogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken (Van der Winden et al., 1997).

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 en Van Gasteren, 1989). Uit een vergelijking van de trek onder de kust (afhankelijk van de soort 5 tot 9 kilometer) en die verder uit de kust (weerszijden Meetpost Noordwijk, 10 kilometer uit de kust), blijkt dat een aantal soorten direct onder de kust talrijker is en een aantal andere verder uit de kust. Deze verschillen hangen ten dele samen met de voorkeur van soorten (Camphuysen et al., 1982; Den Ouden en Camphuysen, 1983; Den Ouden en 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 10 kilometer uit de kust en bij Noord-Holland op minder dan 10 kilometer (onder andere Den Ouden en 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 en Wolf, 1993; Camphuysen en Leopold, 1994) en op grond van de waarnemingen op de Meetpost Noordwijk is alleen zeker dat de overgang naar minder geconcentreerde trek verder dan 15 kilometer uit de kust ligt. Daarnaast verschilt de breedte van de gradiënt van soort tot soort.

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 en Van Dijk, 1983). De breedte van deze trekstroom is onbekend. Als gevolg van harde wind kunnen vogels uit de koers raken.

Nachtelijke trek

Uit radarwaarnemingen bij Hoek van Holland bleek dat nachtelijke zeevogeltrek langs de kust boven zee in de regel op minder dan 150 meter hoogte plaatsvindt (Buurma en 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.

8.2.2 Verspreiding en activiteit van pleisterende zeevogels

Kustzone

De vogeldichtheid in de kustzone tot 20 meter diepte loopt uiteen van ongeveer 20 exemplaren per km² in de zomer tot meer dan het tienvoudige daarvan in de winter (Camphuysen, 1998). Zie voor een overzicht van de maximale dichtheden per soort tabel 8.5. Onder de Hollandse kust overwinteren in sommige jaren veel Zwarte zee-eenden (Leopold et al., 1995; Skov et al., 1995; Baptist en Meininger, 1996). De eenden worden tegenwoordig met name onder de kust van Noord-Holland aangetroffen. De aanwezigheid van deze soort is geheel afhankelijk van de beschikbaarheid van *Spisula*-banken, waarvan de locatie en schelpdierdichtheid jaarlijks kan wisselen. *Spisula*-banken komen tot een diepte van 15 meter voor, incidenteel tot 20 meter (Leopold, 1996). De laatste jaren worden in de winter ook grote aantallen *Eidereenden* onder de Hollandse kust geteld, die ook hoofdzakelijk op *Spisula* foerageren (Baptist et al., 1997; Skov et al., 1995).

In sommige jaren komen op de hoogte van Egmond langs de kust dichte *Spisula*-banken voor, die concentraties van duizenden eenden aantrekken. *Spisula* komt vooral voor op diepten van minder dan 15 meter, waarbij de ligging van banken van dit schelpdier van jaar tot jaar kan wisselen (Leopold,

1996). Ter hoogte van het iets noordelijker gelegen Petten komen echter Spisulabanken voor tot op 10 kilometer uit de kust bij diepten tot 20 meter.

In de kustzone pleisteren flinke aantallen viseters, verder op zee veel minder. Talrijk zijn Roodkeelduiker en Fuut (Baptist en Wolf, 1993; Camphuysen en Leopold, 1994; Skov et al., 1995). Concentratiegebieden wisselen van jaar tot jaar, afhankelijk van de aanwezigheid van vis (Baptist en Wolf, 1993). Van de meeuwen zijn Zilvermeeuw en Stormmeeuw in de wintermaanden de meest talrijke (zie tabel 8.7). Verder van de kust af is hun dichtheid laag (1 tot 5 exemplaren per km² respectievelijk 0,1 tot 1,0 exemplaren per km²). In de zomermaanden is de Kleine mantelmeeuw zeer talrijk onder de kust van Zuid-Holland en rond IJmuiden.

Open zee

Op open zee bedraagt de vogeldichtheid in de zomer over het algemeen minder dan 4 exemplaren per km² en in de winter ongeveer het tienvoudige (Baptist en Wolf, 1993; Camphuysen en Leopold, 1994; Skov et al., 1995; Camphuysen, 1998). Lokaal doen zich concentraties voor, bijvoorbeeld achter vissersboten en in opwellingsgebieden.

Vliegbewegingen

Vogels die op zee foerageren maken veel vliegbewegingen. In de eerst plaats vinden op de Noordzee als gevolg van getijdenbewegingen regelmatig verplaatsingen tussen rust- en foerageergebieden plaats, hoewel minder massaal dan in de Wadden en Delta (Camphuysen en Van Dijk, 1983). Daarnaast voeren zeevogels compenserende vliegbewegingen uit voor verdrifting door zeestromingen, vooral soorten die zwemmend (en duikend) voedsel zoeken (Camphuysen en Van Dijk, 1983; M. Leopold en P. Wolf persoonlijke mededeling). Bij harde wind neemt de golfamplitude toe, verdriften vogels sneller en worden meer compenserende verplaatsingen uitgevoerd (Camphuysen en Van Dijk, 1983).

Nachtelijke activiteit

Op grond van indirecte waarnemingen en incidentele nachtelijke waarnemingen wordt verondersteld dat de meeste zeevogelsoorten ten minste een deel van de nacht actief zijn (Camphuysen, 1992, 1996b; Garthe en Hüppop, 1996). Zo is het waarschijnlijk dat Zwarte zee-eenden ook 's nachts foerageren. In vergelijkende studies van duikeenden en steltlopers die dagelijks tussen foerageer- en rustgebieden pendelen is geen verschil in vlieghoogtes gevonden tussen dag en nacht (onder andere 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.

8.2.3 Seizoentrek van niet-zeevogels

Zangvogels

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

Vooraf onder gunstige weersomstandigheden waarbij meewind een belangrijke factor is, trekken 's nachts grote aantallen vogels over de Noordzee (Richardson, 1978; Buurma, 1987; Lensink en Van der Winden, 1997). Bij gunstige wind vliegen de vogels over het algemeen hoger dan 200 meter en in een zeer breed front (onder andere Van Dobben, 1953; Buurma, 1987). In de ochtend vliegen deze nachttrekkers vooral op minder dan 150 meter hoogte (onder andere Deelder en Tinbergen, 1947; Buurma, 1987; Buurma en Van Gasteren, 1989). Bij sterke tegenwind of slecht zicht kunnen grote aantallen zangvogels gedesoriënteerd raken en in zee terecht komen (Camphuysen, 1988). Tot

de meest talrijke zangvogels in de trekstroom over de Noordzee behoren Veldleeuwerik, Merel, Koperwiek, Kramsvogel, Zanglijster, Spreeuw en Vink (Lensink en Van der Winden, 1997).

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 en Van Gasteren, 1989).

Steltloper trek

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. 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 kilometer) dan ter hoogte van het noordelijk deel van Noord-Holland (minder dan 10 kilometer) (Camphuysen et al., 1982; Den Ouden en Camphuysen, 1983; Den Ouden en 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 en Van Dijk, 1983). Vooral in het voorjaar trekken deze soorten bij tegenwind op lagere hoogten gestuwd langs de kust (Camphuysen en Van Dijk, 1983). Deze lage trek kan 's nachts doorgaan (Dirksen et al., 1996a). Kieviten trekken in voor- en najaar in een breed front van en naar Engeland, hetgeen overdag is waargenomen (onder andere Baptist en Wolf, 1993), maar waarbij ook nachtelijke trek boven zee aannemelijk is (Van Gasteren, 1986; Buurma, 1987).

Bij vorstinvallen in het najaar of in de winter trekken vele duizenden steltlopers langs en over de Noordzee naar het zuiden of westen (Keijl en Mostert, 1988; Platteeuw et al., 1994). De ruimtelijke patronen en vlieghoogtes zijn over het algemeen vergelijkbaar met de reguliere seizoentrek.

Ganzen en eenden trekken in grote lijnen volgens dezelfde patronen als steltlopers. Voorts zijn er ook verplaatsingen loodrecht op de kust naar Engeland, in Noord-Nederland van bijvoorbeeld Rotganzen (onder andere Camphuysen en Leopold, 1994).

8.2.4 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, variëren (Bauer en Glutz von Blotzheim, 1966; Glutz von Blotzheim en Bauer, 1982). Op zee zijn in de zomer onder andere vogelconcentraties aanwezig rond kolonies van Aalscholver, Stormmeeuw, Kleine mantelmeeuw, Zilvermeeuw, Grote stern en Visdief/Noordse stern (onder andere Baptist en Wolf, 1993; Skov et al., 1995). Vooral voor de Kleine mantelmeeuw is de Hollandse kustzone een belangrijk foerageerhabitat, tot 60 kilometer van de kolonies (zie tabel 8.4).

Soort	Dichtheid
Aalscholver	0,5-1,0 exemplaren
Stormmeeuw	0,3-1,5 exemplaren
Kleine mantelmeeuw	2-15 exemplaren
Zilvermeeuw	>3,5 exemplaren
Grote stern	2-7 exemplaren
Visdief/Noordse stern	Tot 3 exemplaren

Tabel 8.4 Overzicht van vastgestelde dichtheden (exemplaren per km²) op zee van kustbroedvogels in de omgeving van kolonies

De meeste vliegbewegingen van kustbroedvogels naar de foerageergebieden op zee vinden overdag plaats. Buurma en Van Gasteren (1989) stelden een duidelijk verschil vast tussen dag en nacht. Hiermee is niet uitgesloten dat ten minste een deel van de soorten ook 's nachts foerageert (onder andere Garthe en Hüppop, 1996).

8.2.5 Rode en Blauwe Lijst en Vogelrichtlijn

In de huidige situatie broeden geen soorten van de Rode Lijst binnen de invloedssfeer van de locaties voor het windpark. In tabel 8.6 zijn de (niet-broedvogel)soorten van de Blauwe Lijst en Vogelrichtlijn opgenomen die in de omgeving van de locaties voor NSW kunnen pleisteren of overtrekken.

Soorten	Blauwe Lijst		Vogelrichtlijn	
	Pleisterend	Overtrekkend	Pleisterend	Overtrekkend
Boomleeuwerik	0	0	0	**
Brandgans	0	**	0	**
Duinpieper	0	0	0	**
Dwergstern	0	0	0	**
Goudplevier	0	0	0	**
Grauwe gans	0	**	0	0
Grote stern	0	0	**	**
Kemphaan	0	0	0	**
Kleine rietgans	0	**	0	0
Kleine zwaan	0	**	0	**
Kluit	0	0	0	**
Koigans	0	**	0	0
Kwartelkoning	0	0	0	**
Nonnetje	0	**	0	**
Noordse stern	0	0	**	**
Parelduiker	0	0	**	**
Porseleinhoen	0	0	0	**
Roodkeelduiker	0	0	**	**
Rosse Grutto	0	**	0	**
Rotgans	0	**	0	0
Slechtvalk	0	0	0	**
Smelleken	0	0	0	**
Smient	0	**	0	0
Toppereend	*	**	0	0
Velduil	0	0	0	**
Visdief	0	0	**	**
Wilde zwaan	0	0	0	**
Zwarte stern	0	**	0	**
Zwartkopmeeuw	0	0	0	**

Tabel 8.6 Overzicht van pleisterende en overtrekkende soorten in de directe omgeving van de locaties voor het NSW, die staan genoemd op de Blauwe Lijst (Osieck en Hustings, 1994) of in de Vogelrichtlijn

0 = aanwezig

** = mogelijk aanwezig in kleine aantallen

* = onwaarschijnlijk of in kleine aantallen

8.2.6 Radaronderzoek

In het kader van het onderzoek naar de mogelijkheden voor een luchthaven op zee is onderzoek in uitvoering naar de vogelpopulatie boven de Noordzee. Dit onderzoek is begin 1999 van start gegaan en wordt uitgevoerd vanaf de pier van IJmuiden met een radar van het ministerie van Defensie. Met de radar is het mogelijk om op een systematische manier 24 uur per dag gegevens te verzamelen. Een eerste indruk van de voorlopige resultaten van het onderzoek eind 1999 beschikbaar gekomen en staan vermeld in kader 8.5. Deze eerste indrukken sluiten aan bij de gegevens uit het vogelonderzoek dat in het kader van dit MER is uitgevoerd.

Resultaten van het Radaronderzoek in de vorm van nader te onderbouwen eerste indrukken

Lokale bewegingen. In alle jaargetijden is het zonneklaar dat overdag lokale verplaatsingen een groot deel van alle vogelactiviteit uitmaken. Als er geen sprake is van echte trek worden deze lokale echo's voor meer dan 80 % veroorzaakt door meeuwen. Meestal vliegen ze in de onderste 300 meter dikke luchtlaag en daarbinnen veelal in de onderste 100 meter. Uit de vliegpatronen valt op te maken dat de meeuwen tot einde bereik radar (13 km uit de kust) de zee opvliegen, maar ook dat er als gevolg van heen en weer vliegen naar broed-, rust- en drinkplaatsen aan de kust (havenmond IJmuiden) een toename in gemiddelde meeuwdichtheid is van open zee naar kust. In een van de searchbeelden is de slaaptrek goed te zien. Schepen (vooral vissersschepen maar ook andere vaartuigen) kunnen een enorme magneetwerking op meeuwen hebben en vogels uit het hele radarbereik (en dus wellicht ook van daarbuiten) aantrekken.

's Nachts komen ook lokale vliegbewegingen van meeuwen voor (warmtebeeld- waarnemingen in februari) maar een aanzienlijk deel van de vogels rusten dan ook op zee.

Verreweg het grootste deel van nachtelijke vogelactiviteit heeft betrekking op breedfronttrek op vrij lage tot zeer grote hoogte. Deze trek treedt op in golven, 1-3 per meetwerk van 7 dagen. Zodra deze trek na zonsondergang op gang komt is er meestal spoedig (na 1 tot 2 uur) geen sprake meer van kusteffecten. Verreweg de meeste vogels bevinden zich dan boven de ca. 100 meter dikke grenslagen lijken zich niets meer aan te trekken van de topografie. Een heel duidelijk voorbeeld zagen we bij de harde Oostenwind op 18 en 19 oktober 1999. Op grote hoogte (200 - 1500 meter) vlogen toen alle vogels WZW tot W. Alleen in de onderste 0 - 200 meter is nog ZZW-ZW koers te herkennen, vermoedelijk van dieren in de startfase die nog even "vasthouden" aan de kustlijn.

In het voorjaar is fraaie nachtelijke oostwaartse trek uit Engeland waargenomen. Omdat ook deze vogels vlak na zonsondergang starten duurt het enkele uren voor ze hier aankomen. Opmerkelijk was de eensgezindheid in vlieghoogte (op 18-03-99): rondom 1200 meter. Overigens houden niet alle vogels een grote hoogte aan.

's Ochtends vroeg in maart werd ook massale aankomst van spreeuwen zeer laag "tussen de golven" vastgesteld. De breedfronttrek overdag is meestal minder spectaculair dan 's nachts maar omdat veel trekvogels in de ochtendschemering samenklonteren tot groepen zijn de echo's op het radarscherm groter en verder zichtbaar. Vaak heeft een aankomst uit zee heroriëntatie verschijnselen boven land tot gevolg, hetgeen soms tot kustgebonden trek aanleiding kan geven waarbij de vlieghoogte sterk afneemt. Algemene regels en verklaringen zijn nog niet te geven.

Duidelijk kustgebonden trek boven zee treedt soms op. In een radarbeeld is te zien dat de stroom NNO-waarts trekkende vogels tot ca. 7 kilometer uit de kust vliegt. Verder weg vliegende groepen hadden ten Westen van de pier zichtbaar moeten zijn omdat zij daar in zij-aanzicht aangestraald zouden zijn. Kennelijk vlogen zij daar niet. De optelsom van alle vogelactiviteit over alle uren en alle maanden kan nog niet worden gemaakt omdat ruwe data nog niet zijn bewerkt en deels zelfs nog niet zijn verzameld. Wel hebben de vier operators een schatting gemaakt van de gemiddelde echo-dichtheid per km² (uit het searchbeeld en dus ongeacht de hoogte). De zeer voorlopige uitkomst is 5 - 8 echo's in het zee-gebied van 1-2 kilometer rondom de punt van de pier. Stellen we één echo gelijk aan ca. één vogelgroep (waarbij een solitaire vogel ook als één groep telt) dan zou deze dichtheid 3-5 maal zo groot zijn als de gemiddelde dichtheid zoals visueel bepaald in een jaarlange meet sessie boven en rond vliegbasis Eindhoven (1-2 groepen per Km²; bron Koninklijke Luchtmacht en Bureau Waardenburg, zeer voorlopig).

Alle radaroperators zijn het er over eens dat de algehele gemiddelde vogelecho-dichtheid van kust naar volle zee sterk afneemt, maar de variatie in de hellinghoek van die afname is groot. Ruwweg stellen we onder alle voorbehoud, dat wanneer de vogeldichtheid boven de kust op 100% wordt gesteld deze op 3 Km 40-60% is en op 10 Km 5-20%. Het is zeer belangrijk te beseffen dat de feitelijke verhoudingscijfers, indien t.z.t. zuiver bepaald, zeer sterk kunnen fluctueren, dus ver buiten genoemde onzekerheidsmarges.

Bron: drs. L.S. Buurma, Koninklijke Luchtmacht, Sectie Natuurtechniek en Ecologisch Beheer, 'Tussenrapportage Vogeltrekproject IJmuiden 1999', Concept, 1999

Kader 8.5 Resultaten van het radaronderzoek in de vorm van nader te onderbouwen eerste indrukken

8.2.7 Autonome ontwikkeling

Onder ongewijzigde omstandigheden blijft de kustzone van de Noordzee 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 kleine verschillen in aantallen en verspreiding ontstaan. Op hoofdlijnen van de verspreiding zal de situatie echter 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 met name de aantallen 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. Aalscholvers hebben zich kunnen herstellen na een periode met menselijke vervolging en effecten van chemische verontreinigingen door onder andere PCB's en DDT. Een verdere toename in de huidige kolonies is aannemelijk, en mogelijk ontstaan nieuwe (bijvoorbeeld in het Noord-Hollands Duinreservaat).

8.3 Effecten

De effecten van het windpark op vogels worden voorspeld aan de hand van de drie criteria (zie paragraaf 8.2). Deze criteria zijn de aanvaringsrisico's voor seizoen trek en lokale bewegingen van broedvogels en niet-broedvogels, de barrièrewerking voor seizoen trek en lokale bewegingen van broedvogels en niet-broedvogels, en de verstoring van broedvogels en niet-broedvogels. In de voorspelling van de effecten wordt verder onderscheid gemaakt in het gebruik en de aanleg en afbraak van het park, alsmede de aanleg, het gebruik en de afbraak van de kabel.

8.3.1 Gebruik van het park

In het vervolg wordt voor het aanvaringsrisico, de barrièrewerking en de verstoring eerst een kwalitatieve beschrijving gegeven van de (aard van) mogelijke milieu-effecten. Deze vormt de basis voor een kwalitatieve vergelijking van de zes locaties. Vervolgens wordt waar mogelijk ingegaan op de (kwantitatieve) omvang van de mogelijke milieu-effecten, zodat duidelijk wordt in welke orde van grootte de effecten kunnen liggen.

Aanvaringsrisico

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

Aanvaringsrisico seizoentrek

Er is een geconcentreerde trekstroom van zeevogels evenwijdig aan de kust (onder andere Camphuysen en van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994). De verdichting reikt in ieder geval verder dan 10 kilometer, maar hoe deze gradiënt precies verloopt is niet bekend. Uit dit oogpunt scoren de vier locaties onder de kust ongunstiger dan IJmuiden-West en Zandvoort-West.

Een deel van de zeevogels, steltlopers, eenden en ganzen uit de seizoentrek snijdt de bocht in de Hollandse kust mogelijk af (onder andere Platteeuw, 1992). 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 veel omvangrijker is dan de stroom die de kust afsnijdt. Op het punt van de kustafsnijding door trekvogels zal de meest zuidelijk gelegen locatie Katwijk gunstiger scoren dan de vier anderen. Daarnaast zal IJmuiden-West gunstiger liggen dan Zandvoort-Oost.

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 en van Gasteren, 1989). Aangenomen wordt dat de zes locaties buiten het bereik liggen van de gestuwde zangvogeltrek evenwijdig aan de kust. Daarnaast is er breedfronttrek van zangvogels van Nederland over de Noordzee naar de Britse Eilanden en vice versa (Lensink en van der Winden, 1997). Zangvogeltrek over zee, haaks dan wel onder een hoek op de kust kan zich overdag en aan het einde van de nacht op lage hoogte afspelen, maar 's nachts overwegend boven 150 meter hoogte (onder andere 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 zijn de zes locaties gelijk.

Conclusie vergelijking aanvaringsrisico seizoentrek

Uit oogpunt van aanvaringsrisico's voor seizoentrek zijn de vier locaties dicht onder de kust ongunstiger dan de twee verderweg gelegen locaties. Van deze laatste twee scoort IJmuiden-West mogelijk iets beter dan Zandvoort-West.

De absolute omvang van aanvaringsrisico's bij windturbines op zee is onbekend. In de Voorstudie Locatieselectie is beargumenteerd welke gegevens over met name zeevogels ontbreken om een enigszins 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 turbine ongeveer 0,14 procent van de vogels die op rotorhoogte door het park vlogen, te verongelukken. De rotors draaiden hier in het vlak van 20 tot 50 meter hoogte. De turbinehoogte en daarmee de rotordiameter van de windturbines in de Noordzee, zullen groter zijn dan die in Friesland. De rotors zullen draaien in het vlak van 30 tot 90 meter hoogte. De rotoroppervlakte van de turbines in het windpark bij Oosterbierum was ruim 700 m² (rotordiameter 30 meter), de 1 MW turbines op de Noordzee zullen een bijna 3,4 maal groter rotorvlak hebben. De aanvaringskans voor

vogels is dichterbij de rotoras groter dan verder weg (Tucker, 1996). Dit betekent dat het aantal slachtoffers per windturbine op grond van de rotoroppervlakte weliswaar groter zal zijn dan in het windpark bij Oosterbierum, maar minder dan 3,4 keer. Hier is een factor 2,5 aangehouden (dit is 70 procent van 3,4) (aansluitend bij Tucker, 1996). Boven de Noordzee speelt zangvogeltrek zich gemiddeld op een grotere hoogte af dan boven land. Door de grotere hoogte van de 1 MW turbines wordt het effect van een gemiddeld hogere vlieghoogte vermoedelijk teniet gedaan, en ligt de kans op aanvaringen naar verwachting in dezelfde orde van grootte als op het land.

Bij ongestuwde trek in het binnenland is het aanbod van trekkende vogels gedurende een heel najaar in de onderste luchtlagen overdag ongeveer 6 exemplaren per vierkante meter (gebaseerd op Lensink en Kwak, 1985; Lensink, 1996). Op grond van recent onderzoek mag verwacht worden dat doortrekintensiteit in de nacht gelijk is aan overdag (Buurma en Lensink, 1999). Het totale aanbod voor alle etmalen komt dan in het najaar op grofweg 12 exemplaren per vierkante meter. De aanvaringskans voor de 1 MW turbines wordt geschat op 0,098 procent ($= 0,7 * 0,14$ procent) van het vogelaanbod. Gegeven het rotoroppervlak van de 1 MW turbines, de aanvaringskans van 0,098 procent en het vogelaanbod van 12 exemplaren per vierkante meter, zullen per turbine ongeveer 28 exemplaren per seizoen verongelukken; dit is 2.800 vogels per najaar in een windpark van 100 MW. In het voorjaar is het vogelaanbod lager en dus komt de schatting voor het aantal slachtoffers ook lager uit. De ordegrootteschatting voor het totaal per jaar is op basis hiervan ongeveer 4.000 vogels. Door Van der Winden et al. (1999) wordt op basis van het onderzoek van Winkelman (1992a) uitgegaan van 0,045 slachtoffers per turbine per dag gedurende de seizoentrek (gegeven de rotordiameter van 30 meter in Oosterbierum). Gedurende 6 maanden per jaar is er sterke trek over Nederland en gedurende 6 maanden zwakke trek die ongeveer eenderde van de sterke trek bedraagt. In de berekening vallen dan gedurende 8 maanden (240 dagen) 0,045 slachtoffers. Daarnaast neemt de kans op aanvaringen bij grotere rotordiameters evenredig toe, in dit geval met een factor 2,5 (zie hierboven). Op basis van deze getallen valt te berekenen dat per jaar 2.700 vogels verongelukken.

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 orde van grootte van te verwachten aantallen slachtoffers in een 100 MW windpark. Deze bedraagt enkele duizenden per seizoen.

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

De voorgaande schatting van het aantal slachtoffers is een indicatie van de orde van grootte. Onder exceptionele omstandigheden kan deze enkele malen groter zijn. De grootste risico's schuilen in sterke trek, tijdens rustig weer met donkere nachten en/of slecht zicht (mist) (onder andere Verheijen, 1980, 1981). In de Amerikaanse literatuur wordt dan gesproken van rampnachten, waarin bij een enkel obstakel (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).

Conclusie omvang aanvaringsrisico seizoenstrek

Het aantal slachtoffers in een 100 MW windpark in de breedfront-seizoentrek kan in voor- en najaar oplopen tot enkele duizenden. Het aantal slachtoffers onder trekkende zeevogels komt hier bovenop.

Aanvaringsrisico kustbroedvogels

Het aanvaringsrisico voor kustbroedvogels bestaat zowel voor vogels die vanuit kolonies loodrecht op

de kust vliegbewegingen van en naar foerageergebieden maken als voor vogels die vanuit kolonies min of meer evenwijdig aan de kust van en naar foerageergebieden in de kustzone vliegen. Locaties dicht onder de kust kunnen op de route liggen naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Dit speelt op de locaties Zandvoort-Oost en -West en IJmuiden-Oost en -West voor met name Kleine mantelmeeuwen. Een deel van deze vogels vliegt vanaf de broedplaatsen bij IJmuiden ongeveer loodrecht op de kust de zee op. Ter hoogte van Katwijk zijn van deze soort geen kolonies aanwezig. De locatie Katwijk ligt op de route van Kleine Mantelmeeuwen die vanuit het zuiden (Maasvlakte) verder noordwaarts (Zandvoort-Oost en -West) foerageren. De locaties IJmuiden-Oost en -West liggen op de route vanuit het noorden naar Zandvoort-Oost en -West. De locatie Egmond ligt voor verschillend de meeuwensoorten op vergelijkbare afstand voor noordelijker (Petten, Callantsoog) en zuidelijker (IJmuiden) gelegen kolonies. Iets dergelijks geldt voor Aalscholvers (respectievelijk Zwanenwater en Amsterdamse Water-duinen (AW)-duinen). Er zijn geen kolonies die, zoals bij IJmuiden-Oost, binnen 20 kilometer afstand liggen.

Conclusie vergelijking aanvaringsrisico kustbroedvogels

De aanvaringsrisico's voor kustbroedvogels zijn voor Zandvoort-West relatief klein en voor IJmuiden-Oost relatief groot. De overige locaties zijn intermediair.

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 en naar één van de zes locaties vliegt, ligt in de ordegrootte van 200 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 hoogte over een front van 4 kilometer, betekent dit een vogelaanbod van 0,06 tot 0,12 vogel per vierkante meter. Dit is ongeveer een factor 500 lager dan van de seizoentrek. Daarmee wordt het aantal slachtoffers geschat op enkele tientallen exemplaren per seizoen. Een verdere differentiatie is niet mogelijk; ook omdat niets bekend is over het feitelijk aantal bewegingen per etmaal en de gevoeligheid van soorten.

Conclusie omvang aanvaringsrisico kustbroedvogels

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

Aanvaringsrisico pleisterende niet-broedvogels

De belangrijkste vliegbewegingen bestaan uit compensatie voor verdrifting door de zeestroom, uitwisseling tussen foerageergebieden en verplaatsingen tussen foerageergebieden en rustgebieden. Omdat de zeestroom min of meer evenwijdig aan de kust 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 zich afspelen boven de ondiepere kustzone. Gezien de diepte liggen de locaties Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost minder gunstig dan Katwijk, Zandvoort-West en IJmuiden-West.

Zee-eenden foerageren vooral in wateren tot 15 meter diepte. Bij uitwisseling tussen gebieden onder de Hollandse kust liggen de locaties Katwijk, Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost op de route tussen deze gebieden. 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 diepte en de ligging van belangrijke vliegroutes zijn de locaties Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost minder gunstig dan de andere drie. Een tweede veel voorkomende lokale vliegbeweging is de uitwisseling van duikeenden tussen rustgebieden en foerageergebieden. Het is aannemelijk dat deze bewegingen vaker plaatsvinden in de ondiepe zone met Spisula-banken dan boven dieper water. Als de Zwart zee-eend juist boven dieper water zijn rustgebied kiest zouden ook de verder gelegen locaties verstorend kunnen werken. Hierover zijn echter geen gegevens bekend.

Voor de locatie Egmond is het aanvaringsrisico voor pleisterende niet-broedvogels lastig te duiden. Het is ter plekke relatief diep (15 tot 18 meter (llws)), maar de locatie ligt wel dicht bij de kust. Ook ligt de locatie niet alleen dichtbij gebieden die relatief veel door zee-eenden benut worden, maar ook ertussen: zowel naar het noorden als naar het zuiden bevinden zich tegenwoordig gebieden met grote aantallen zee-eenden. De locatie zou dus regelmatig gekruist kunnen worden door groepen zee-eenden die zich verplaatsen tussen concentratiegebieden. Op grond van de diepte zou de locatie Egmond gunstiger kunnen zijn dan Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost. Op grond van de geografische ligging is de locatie Egmond daarentegen ongunstiger. Over het geheel genomen wordt de locatie Egmond voor dit criterium daarom even gunstig geacht als Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost.

Conclusie vergelijking aanvaringsrisico pleisterende niet-broedvogels

Uit oogpunt van aanvaringsrisico voor lokale niet-broedvogels scoren Zandvoort-Oost, IJmuiden-Oost en Egmond minder gunstig dan de andere drie.

Over het aanvaringsrisico van lokale niet-broedvogels, in het bijzonder futen, zee-eenden en meeuwen, zijn geen gegevens voorhanden. Informatie over het aantal bewegingen per etmaal en de gevoeligheid van soorten voor aanvaringen met windturbines ontbreekt. Wanneer plaatsing buiten *Spisula*-gebieden plaatsvindt, zullen zich geen grote groepen in de nabijheid van het park ophouden. Dan kan de orde-grootte van te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers mogelijk beperkt blijven tot tientallen of hooguit honderden. Op grond van de huidige kennis is een eenduidige uitspraak niet mogelijk. Wel lijken de eerste resultaten van onderzoek in Denemarken in een gunstige richting te wijzen: Eidereenden vliegen in donkere nachten minder dan in lichte en vermijden de directe omgeving van het windpark. Beide punten leiden tot verkleining van de risico's.

Conclusie omvang aanvaringsrisico pleisterende niet-broedvogels

Een schatting van de orde-grootte van te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers onder lokale niet-broedvogels is niet te geven.

Barrièrewerking seizoentrek

In voorgaande is beschreven waar langs de kust gestuwde trek van zeevogels, steltlopers, eenden en ganzen plaatsvindt. Daar waar de meeste vogels vliegen is (bij eenzelfde vorm van het park) de kans op barrièrewerking het grootst. Doordat de verdichte stroom kust-afsnijders mogelijk eerder over de locatie Zandvoort-West vliegt dan over de locatie IJmuiden-West, is IJmuiden-West mogelijk iets gunstiger.

Ook is beschreven wat bekend is over de trek van zangvogels. Uit oogpunt van risico's voor zangvogel-trek zijn de zes locaties gelijk.

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 van geen betekenis, evenmin de extra tijd. Gegeven de omvang van een park van 100 MW, zal barrièrewerking voor seizoenstrek niet relevant zijn.

Conclusies barrièrewerking seizoenstrek

Uit oogpunt van barrièrewerking voor seizoentrek zijn de vier locaties dicht onder de kust ongunstiger dan de twee verder weg gelegen locaties. Van deze laatste twee scoort IJmuiden-West mogelijk iets beter dan Zandvoort-West. Uit oogpunt van risico's voor zangvogeltrek zijn de zes locaties gelijk.

Uit oogpunt van barrièrewerking zal het windpark voor de seizoentrek geen noemenswaardige effecten hebben.

Barrièrewerking kustbroedvogels

Locaties dicht onder de kust kunnen op de route liggen naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Dit speelt vooral op de locaties Zandvoort en IJmuiden voor met name Kleine mantelmeeuwen.

Een deel van deze vogels vliegt vanaf de broedplaatsen bij IJmuiden ongeveer loodrecht op de kust de zee op. Ter hoogte van Katwijk zijn van deze soort geen kolonies aanwezig. De locatie Katwijk ligt op de route van mantelmeeuwen die (evenwijdig aan de kust vliegend) vanuit het zuiden naar verder noordwaarts (Zandvoort) gelegen voedselgebieden vliegen; en de locaties IJmuiden liggen op de route vanuit het noorden naar Zandvoort. De locatie Egmond ligt binnen het bereik van verschillende kolonies, maar er liggen geen kolonies in het kustgebied direct ten oosten van de locatie.

De barrièrewerking is te bepalen aan de hand van "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 afgeschermdede hoek immers af. Eventuele effecten kunnen niet worden gekwantificeerd.

Conclusie barrièrewerking kustbroedvogels

Uit oogpunt van barrièrewerking voor kustbroedvogels is Zandvoort-West het meest gunstig en IJmuiden-Oost het meest ongunstig.

Over de mate waarin barrièrewerking zich voor kustbroedvogels zal voordoen, is geen duidelijkheid te geven.

Barrièrewerking pleisterende niet-broedvogels

Het grootste deel van de vliegbewegingen van pleisterende niet-broedvogels is evenwijdig aan de kust en boven de ondiepere kustzone (zie paragraaf 8.3). Op die plaatsen is ook de kans op barrièrewerking het hoogst.

Over de dagelijks door vogels af te leggen afstanden tussen rust- en foerageergebieden van soorten op zee is nauwelijks informatie beschikbaar. Op grond van gegevens van landlocaties en zoete wateren mag worden aangenomen dat deze variëren van enkele kilometers tot hooguit enkele tientallen. Over het absolute effect van een windpark als barrière voor lokale niet-broedvogels is daarom weinig te zeggen. Uitgaande van een vierkant park zal een vogel maximaal 4 kilometer om moeten vliegen om van de ene zijde van het park naar de andere zijde te komen. Bij andere vormen van het park kan deze afstand oplopen tot maximaal 11 kilometer. Dit zijn extra energie-uitgaven die gecompenseerd moeten worden door een grotere voedselopname. Over de flexibiliteit van vogels in deze is niets bekend.

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

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

Conclusie barrièrewerking pleisterende niet-broedvogels

Uit oogpunt van barrièrewerking voor pleisterende niet-broedvogels scoren Zandvoort-Oost, IJmuiden-Oost en Egmond minder gunstig dan de andere drie locaties.

Over de mate waarin barrièrewerking zich voor lokale niet-broedvogels zal voordoen, is geen duidelijkheid te geven.

Verstoring kustbroedvogels

Gegevens over ligging en aantallen van kolonie-broedende vogelsoorten (zie de tabellen 8.7 en 8.8) zijn ontleend aan Van Dijk et al. (1996, 1997, 1998).

In de nabijheid van de zes locaties zijn drie Aalscholver-kolonies relevant: Zwanewater, Amsterdamse Waterleidingduinen en Meijendel. Op dit moment is die in het Zwanewater de grootste, met

350 broedparen. Aalscholvers foerageren tot 50 kilometer afstand van hun kolonie (Platteeuw en van Eerden, 1995). Daarmee ligt IJmuiden-Oost binnen het bereik van alle drie de kolonies en de andere locaties slechts binnen dat van twee kolonies.

Stormmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw hebben belangrijke broedkolonies in de Hollandse duinen. 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 en Bauer, 1982). Voor deze soort liggen Egmond, IJmuiden-Oost en -West en Zandvoort-Oost relatief dichtbij broedkolonies, terwijl Zandvoort-West en Katwijk buiten het bereik liggen.

De Zilvermeeuw heeft broedkolonies bij Callantsoog, Petten, IJmuiden en de Maasvlakte. Deze soort foerageert binnen een straal van 20 kilometer van de kolonie (Glutz von Blotzheim en Bauer, 1982). De locaties Egmond, IJmuiden-Oost en -West en Zandvoort-Oost en -West liggen binnen dit bereik.

	Grootte (paren)	Afstand tussen kolonie en locatie (in km)					
		Egmond	IJ-Oost	IJ-West	Z-Oost	Z-West	Katwijk
Aalscholver							
Zwanenwater	350	31	36	37	52	53	62
Meijendel	85	56	45	50	35	35	15
AW-Duinen	60	33	24	30	15	21	24
Zilvermeeuw							
IJmuiden	500	22	16	21	16	21	34
Petten	500	24	30	31	46	47	56
Callantsoog	1.000	32	36	37	52	53	62
Maasvlakte	7.500	74	68	68	54	54	31
Kleine mantelmeeuw							
IJmuiden	300	22	16	21	16	21	34
Petten	300	24	30	31	46	47	56
Callantsoog	300	32	36	37	52	53	62
Maasvlakte	11.000	74	68	68	54	54	31
Stormmeeuw							
IJmuiden	50	22	16	21	16	21	34
Petten	100	24	30	31	46	47	56
Callantsoog	100	32	36	37	52	53	62

Tabel 8.7 Broedkolonies, koloniegrootte en afstand tussen broedkolonies en de zes locaties

De Kleine mantelmeeuw heeft broedkolonies bij Callantsoog, Petten, IJmuiden en de Maasvlakte, waarvan laatstgenoemde tot de grootste van ons land behoort. Deze soort foerageert binnen een straal van 60 kilometer van de kolonie (Glutz von Blotzheim en Bauer, 1982). De locaties Zandvoort-Oost en -West en Katwijk liggen binnen het bereik van de Maasvlakte-kolonie. Tellingen in de zomer van meeuwen op zee, wijzen op grote aantallen uit de kust van Zandvoort, tot ver op zee (Skov et al., 1995). Egmond en IJmuiden-Oost en -West liggen buiten het bereik van de Maasvlakte, terwijl de vestigingen in de duinen van Noord-Holland veel kleiner zijn.

Visdief en Kokmeeuw zijn als broedvogel in de Hollandse duinen en het aangrenzende achterland zeer schaars. De aanwezige vestigingen zijn klein. Bovendien reiken de foerageerafstanden in principe niet tot in de zes locaties (Glutz von Blotzheim en Bauer, 1982), visdievenkolonies in het binnenland daargelaten.

	Egmond	IJ-Oost	IJ-West	Z-Oost	Z-West	Katwijk
Aalscholver						
Zwanenwater	0,58	0,50	0,48	-	-	-
Meijendel	-	0,10	-	0,12	0,12	0,29
AW-Duinen	0,09	0,13	0,10	0,20	0,15	0,13
Totaal	0,67	0,62	0,68	0,33	0,27	0,42
Zilvermeeuw						
IJmuiden	3,22	4,42	3,37	4,42	3,37	-
Petten	-	-	-	-	-	-
Callantsoog	-	-	-	-	-	-
Maasvlakte	-	-	-	-	-	-
Totaal	3,22	4,42	3,37	4,42	3,37	0,00
Kleine Mantelmeeuw						
IJmuiden	0,96	1,33	1,01	1,33	1,01	0,62
Petten	0,88	0,71	0,68	0,46	0,45	0,38
Callantsoog	0,66	0,59	0,57	0,41	0,40	-
Maasvlakte	-	-	-	14,41	14,41	25,10
Totaal	2,51	2,62	2,27	16,60	16,27	26,10
Stormmeeuw						
IJmuiden	-	0,16	-	0,16	-	-
Petten	-	-	-	-	-	-
Callantsoog	-	-	-	-	-	-
Totaal	0,00	0,16	0,00	0,16	0,00	0,00

Tabel 8.8 De gecorrigeerde dichtheid op de zes locaties van foeragerende broedvogels in exemplaren per 10 km².

Om de dichtheid te corrigeren voor de afstand tussen kolonie en locatie is deze bij Aalscholver, Zilvermeeuw en Stormmeeuw gedeeld door de afstand en bij Kleine mantelmeeuw door de halve afstand. Deze correctie is uitgevoerd om het effect van afnemende dichtheid op grotere afstand te verdisconteren. De Kleine mantelmeeuw foerageert over veel grotere afstanden van de kolonie, hetgeen leidt tot een minder snelle afname, waarmee rekening gehouden is door bij deze soort door de halve afstand te delen. Voor iedere soort is de maximale foerageerafstand, zoals in de tekst genoemd, vergeleken met de afstand tussen kolonie en het (midden van) het locatiegebied (voor de Zilvermeeuw is 25 kilometer aangehouden, gezien de verspreide ligging van de broedplaatsen bij IJmuiden). De aanduiding - geeft aan dat de locatie buiten bereik van de betreffende kolonie ligt.

Uitgaande van de berekende dichtheden van foeragerende broedvogels op zee (tabel 8.8), bedraagt het absolute aantal vogels op en rond een locatie maximaal ongeveer 100 exemplaren. Slechts een deel van deze vogels zal daadwerkelijk verstoord worden.

Verstoring kustbroedvogels

Uit oogpunt van verstoring van koloniebroedende kustvogels, is de locatie Katwijk iets ongunstiger dan Zandvoort-Oost en Zandvoort-West. Egmond en IJmuiden-Oost en -West liggen duidelijk gunstiger.

Voor de verstoring van kustbroedvogels liggen de effecten op basis van de geschatte dichtheden in de ordegrootte van tientallen vogels.

Verstoring 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). Van Roodkeelduiker, Fuut, Dwergmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw is geen verdere differentiatie aan te brengen in het gebruik van de Hollandse kustzone, zodat de zes locaties op dit criterium gelijk scoren.

Zwarte zee-eenden worden tegenwoordig met name onder de kust van Noord-Holland aangetroffen. Belangrijke foerageergebieden liggen thans ten noorden van IJmuiden, en ook ten noorden van de locaties Egmond en IJmuiden-Oost en -West. Ter hoogte van de locatie Egmond liggen de foerageergebieden dichter onder de kust dan de locatie. Op grond van de huidige situatie zijn voor deze soort de zes locaties gelijkwaardig. De voornaamste voedselbron *Spisula* 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). De kans bestaat dat *Spisula* zich op de ondiepe locaties vestigt. Ter hoogte van Petten komen echter *Spisula*-banken voor tot op 10 kilometer uit de kust bij dieptes tot 20 meter. Daarom lijkt de vestigingskans binnen de locatie Egmond groter te zijn dan op grond van alleen diepte gedacht zou kunnen worden.

Uit dit oogpunt scoren de locaties Egmond, IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost ongunstiger dan de drie locaties in dieper water.

De kustwateren van Noord-Holland maken deel uit van een belangrijk foerageergebied van de Grote Stern. De locaties Egmond, IJmuiden en Zandvoort vallen hier binnen en Katwijk niet (Skov et al., 1995).

Naast voornoemde soorten, verblijven in de kustwateren Eidereend, Stormmeeuw, Grote mantelmeeuw, Drieteenmeeuw en Visdief in relatief hoge dichtheden. Op grond van de beschikbare gegevens is geen differentiatie aan te brengen in de dichtheden onder de Hollandse kust. Van deze vijf soorten kent de Eidereend de hoogste dichtheid. Gelijk de Zwarte zee-eend foerageert deze soort hier vooral op *Spisula*. Uit dit oogpunt zijn de locaties Egmond, IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost ongunstiger dan drie locaties in dieper water.

De oppervlakte van de verschillende inrichtingsvarianten varieert van 16 tot 27 km². Gegeven de gemiddelde dichtheid van vogels in de periode dat ze talrijk onder de kust pleisteren (Skov et al., 1995), is berekend hoeveel vogels maximaal verstoord kunnen worden door het windpark (tabel 8.9).

In werkelijkheid varieert de dichtheid van vogels in de Nederlandse kustzone. Afhankelijk van het voedselaanbod kunnen lokaal of in grotere gebieden hogere dichtheden voorkomen. Uitgaande van een lokaal hoog voedselaanbod, is verondersteld dat de dichtheid van visetende vogels in een visrijk gebied ongeveer een factor 10 hoger kan liggen dan het gemiddelde, en van de duikeenden boven *Spisula*-banken grofweg een factor 100. Alleen van de Zwarte zee-eend wordt in zo'n situatie mogelijk de 1 procent-norm overschreden, terwijl die van Eidereend (bodemdier-eter), Fuut en Roodkeelduiker (beide viseters) wordt benaderd (tabel 8.9).

Op grond van onderzoek op zoete wateren wordt slechts een deel van de pleisterende vogels door een windpark verstoord (Winkelman, 1989). Het aandeel verstoorde vogels loopt uiteen van 30 tot 90 procent. De in tabel 8.9 genoemde aantallen zullen dan ook in dit licht gezien moeten worden.

Conclusies verstoring pleisterende niet-broedvogels

Voor lokale niet-broedvogels zijn de locaties Egmond, Zandvoort-Oost en IJmuiden-Oost ongunstiger dan de andere drie, vanwege de kans op het voorkomen van *Spisula*-banken, de voornaamste voedselbron voor Zwarte zee-eend en Eidereend.

Locaties met een grote oppervlakte (potentiële) *Spisula*-banken (meer dan 15 meter diepte) kunnen internationaal belangwekkende aantallen Zwarte zee-eenden en grote aantallen Eidereenden herbergen. De kans hierop is het grootst voor de locaties Egmond, IJmuiden-Oost en Zandvoort-Oost. Alle locaties kunnen in geval van een lokaal hoog voedselaanbod grote aantallen van Roodkeelduiker en Fuut herbergen. Plaatsing van windturbines kan dan leiden tot verstoring van relatief grote aantallen foeragerende individuen van een soort.

Soort	Dichtheid	Periode	Aantal	Maximum ¹	1%-norm
Roodkeelduiker	2	winter	32-54	320-540	750
Fuut	3	winter	48-81	480-810	1.000
Eidereend	3,5	winter	56-95	5.600-9.500	20.000
Zwarte zee-eend	7,5	winter	120-202	12.000-20.000	8.000
Grote zee-eend	<0,1	winter	2-5	200-500	2.500
Middelste Zaagbek	<0,1	winter	2-5	20-50	1.000
Dwergmeeuw	0,4	najaar	6-11	60-110	750
Stormmeeuw	5	najaar	80-135	800-1.350	16.000
Kleine mantelmeeuw	14,5	zomer	232-392	2.320-3.920	7.000
Zilvermeeuw	10,5	winter	168-283	1.680-2.830	20.000
Grote mantelmeeuw	1,6	najaar	26-43	260-430	4.800
Drieteenmeeuw	1,1	winter	18-30	180-300	20.000
Grote stern	0,7	voorjaar	11-19	110-190	1.500
Noordse stern	?	voorjaar	?	?	?
Visdief	2,8	zomer	45-76	450-760	1.800

Tabel 8.9 Gemiddelde dichtheid (exemplaren per km²) onder de Hollandse kust (Skov et al., 1995), periode met de hoogste dichtheid, geschat aantal 'gedupeerde' vogels en geschat maximum aantal verstoorde vogels en de 1 procent-norm voor internationaal belangrijke watervogelgebieden. De schattingen hebben betrekking op de parkoppervlakte inclusief een zone rondom het park waarin verstoring zal optreden. Voor de verschillende soorten zijn verstoringssafstanden van 0 tot 500 meter aangehouden. Zodoende is de oppervlakte verstoord gebied 16 tot 27 km². Bron: Meininger et al., 1995

¹ Voor de meeste soorten is een factor 10 aangehouden ten opzichte van het geschatte aantal 'gedupeerde' vogels. Voor de Eidereenden, en Zwarte en Grote zee-eenden is een factor 100 aangehouden. Deze soorten kunnen door andere sociale organisatie, voedselkeus en fourageergedrag sterk geconcentreerd voorkomen.

Veranderingen in voedselbeschikbaarheid voor vogels

In het hoofdstuk 11 '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 kunnen effecten hebben op vogels omdat deze organismen voor hen van belang zijn als voedsel.

Relevante veranderingen in biomassa van bodemdieren treden op bij organismen die zich vestigen op het harde substraat van de masten van de windturbines. Dit zou zee-eenden kunnen aantrekken die op mosselen komen foerageren, voor zover ze zich niet door de turbines laten afschrikken. Onderzoek in Denemarken laat zien dat Eidereenden overdag in ieder geval tussen turbines met een onderlinge afstand van 200 en 400 meter zwemmen en voedsel zoeken. Of de aangroei van mosselen groot genoeg is om aantallen van betekenis aan te trekken moet worden afgewacht. Het harde substraat zal ook vis aantrekken, waarop visetende vogels af kunnen komen (Aalscholver, Fuut).

Als het park wordt gesloten voor visserij zullen de veranderingen die dat met zich meebrengt voor de biomassa van de bodemdieren een verwaarloosbaar effect voor vogels hebben. Het verbieden van de visserij zou ook kunnen leiden tot hogere visdichtheden waardoor visetende watervogels dan meer voedsel zouden kunnen vinden. De verwachting is niet dat dit tot aanzienlijke verschillen met de huidige situatie zal leiden.

8.3.2 Aanleg en afbraak van het park

Activiteiten die bij de aanleg en afbraak van het park van belang zijn voor vogels zijn het scheepvaartverkeer (dat leidt tot verstoring), het gebruik van een hei-installatie (dat leidt tot geluidproductie, vertroebeling en vervuiling) en het plaatsen c.q. afbreken van turbines en rotorbladen (dat leidt tot aanvaringsrisico's).

- De aanleg en afbraak van het park vindt plaats in de zomerperiode. In deze periode zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust aanzienlijk lager dan in de winterperiode (onder andere Camphuysen en Leopold, 1994). In deze periode is het over het algemeen ook rustig weer.
- De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van de aanleg en afbraak is klein in vergelijking tot de totale scheepvaart onder de kust. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door deze schepen als gering ingeschat.
- De mogelijke troebeling van het omringende water vanwege het heien en het afbreken van de funderingen 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.
- Op basis van ervaringen bij het plaatsen van onder andere boorplatforms wordt verondersteld dat de effecten van het geluid van het heien van de funderingen te verwaarlozen zijn. In hoofdstuk 13 is in dit verband overigens berekend dat de piekgeluiden (60 dB) van de hei-installatie op circa 200 meter van de installatie liggen.
- Er dient tenslotte wel rekening te worden gehouden met het feit dat de installatie, afhankelijk van het type, tijdens het heien een geringe hoeveelheid olie kan verliezen.
- De aanvaringsrisico's tijdens het plaatsen van de turbines zijn relatief klein: uit onderzoek blijkt dat de risico's van een stilstaande windturbine voor vogels veel kleiner dan van een draaiende (Winkelman, 1992a).

Op grond van deze overwegingen zijn de risico's van de aanleg van het park voor vogels laag c.q. minimaal te schatten.

8.3.3 Varianten van het park

De omvang van het windpark

Kleinere parken zullen absoluut gezien minder effecten hebben dan grotere parken. Grote parken hebben relatief minder effecten aan de randen (de lengte van de randen is kleiner). De voorkeur gaat daarom eerder uit naar één groot park dan naar twee kleine parken (met dezelfde totale omvang).

De vorm van het windpark

Ook de vorm van het windpark is van invloed op de mogelijke effecten. Of een lijnopstelling gunstiger of ongunstiger is, hangt af van de locale (vogel)situatie. Voor afzonderlijke vogelgroepen kan een beperking van de effecten bovendien tot onderling strijdige voorkeuren leiden. Zo zal een lange lijn evenwijdig aan de kust gunstig zijn voor de seizoentrek evenwijdig aan de kust, maar kan deze een barrière zijn dan wel 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. De ruitvormige variant heeft een relatief grote omtrek en een relatief groot ruimtebeslag. Een dergelijke vorm is daarom minder gunstig dan de basisvariant.

De onderlinge afstand van de turbines

Hiervoor is geen algemeen geldende richtlijn te geven. Afhankelijk van de vorm (lijn of cluster) en ligging van het park, moet gepoogd worden om langsvliegende vogels mogelijkheden te geven hun route met een kleine omweg te kunnen vervolgen, bijvoorbeeld via een opening tussen de turbines. Dichte clusters met grote openingen daartussen zouden een optie kunnen zijn. Dit aspect kan pas bij concrete ontwerpen of voorstellen nader worden afgewogen. Het onderzoek aan zee-eenden in Denemarken levert voor dit aspect als voorlopige conclusie op dat dichte clusters met ruime corridors tussen clusters het gunstigst lijken te zijn (Tulp et al., 1999).

De afstand van de locatie tot de kust

Voor de kust is een verloop in intensiteit van de seizoentrek van zeevogels, wad- en watervogels. Het verloop van deze gradiënt is waarschijnlijk per soort verschillend. Voor sommige soorten zou het zwaartepunt (onder sommige omstandigheden) verder uit de kust kunnen liggen dan voor andere. De huidige inzichten leiden tot de conclusie dat er, voor alle soorten samen, een gradiënt van afnemende dichtheid ten opzichte van de kust is. Over het verloop van deze gradiënt voor zangvogels is weinig bekend. Het is aannemelijk dat ook deze stroom dichtbij de kust meer verdicht is dan verderop boven zee. Locaties ver uit de kust hebben daarom de voorkeur.

De waterdiepte van de locatie

Op diepere locaties is de kans op grote aantallen duikende vogels (benthivoren en piscivoren) kleiner dan op ondiepe locaties. De 15-meter dieptelijn lijkt voor de benthivoren een kritische diepte te zijn in verband met het voorkomen van de belangrijkste voedselbron *Spisula*. Daarom hebben locaties in water dieper dan 15 meter de voorkeur.

Het tracé en de locatie van het aanlandingspunt voor de kabel

Het tracé van de kabel lijkt voor vogels in verband met de ondergrondse ligging, niet relevant. Het aanlandingspunt is in dit kader en om dezelfde reden ook niet van belang. Wel kan de aanlanding op een kwetsbare plek (natuurgebied) tijdens de aanleg leiden tot schade voor vogels.

8.3.4 Varianten van de windturbines

De hoogte en het vermogen van de turbines

Hoe hoger de turbines reiken, hoe meer vogels met de turbines te maken krijgen. Door de zogwerking is het niet zo dat er 'aan de onderkant' voor de lager vliegende vogels weer ruimte komt. Dus: hoe lager hoe beter. Bij grotere vermogens hoort een grotere rotordiameter. Daarmee neemt per turbine het oppervlak waarin directe aanvaringen kunnen plaatsvinden toe. Bij grotere diameters is de aanvaringskans echter kleiner (Tucker, 1996), uitgaande van een gelijke vogeldichtheid in het hooggebied van de nu vergeleken turbines. Dit betekent dat een park met 100 turbines van 1 MW meer slachtoffers zal kunnen veroorzaken dan een park met 66 turbines van 1,5 MW.

De mogelijke kleurstelling van de turbines

Hierover zijn in relatie tot vogels geen gegevens bekend. Een kleur die de zichtbaarheid in het donker vergroot zou gunstig moeten zijn. Dit betekent een lichte kleur.

De onderlinge afstand van de turbines

Hiervoor is geen algemeen geldende richtlijn te geven. Afhankelijk van de vorm (lijn of cluster) en ligging van het park, moet gepoogd worden om langsvliegende vogels mogelijkheden te geven hun route met een kleine omweg te kunnen vervolgen, bijvoorbeeld via een opening tussen de turbines. Dichte clusters met grote openingen daartussen zou een optie kunnen zijn. Dit aspect kan pas bij concrete ontwerpen of voorstellen nader worden afgewogen. Het onderzoek aan zee-eenden in Denemarken levert voor dit aspect als voorlopige conclusie op dat dichte clusters met ruime corridors tussen clusters het gunstigst lijken te zijn (Tulp et al., 1999).

8.4 Conclusies van de effectvoorspelling

Vergelijking locaties, kwalitatief

De relatieve vergelijking van de effecten van een NSW op de locaties voor de verschillende criteria is verantwoord in de vorige paragraaf. De conclusies zijn samengevat in tabel 8.10. Er is gewerkt met een driedeling: minder gevoelig (***), intermediair (**) en meer gevoelig (*).

(Sub)criterium	Egmond	IJmuiden		Zandvoort		Katwijk
		Oost	West	Oost	West	
Aanvaringsrisico						
Seizoentrek	*	*	***	*	(*)**1	*
Kustbroedvogels	**	*	**	**	***	**
Pl. niet-broedvogels	*	*	***	*	***	***
Barrièrewerking						
Seizoentrek	*	*	***	*	(*)**1	*
Kustbroedvogels	**	*	**	**	***	**
Pl. niet-broedvogels	*	*	***	*	***	***
Verstoring						
Kustbroedvogels	***	***	***	**	**	*
Pl. niet-broedvogels	*	*	***	*	***	***
Totaal						
Absoluut	12	10	22	11	21/23	14
Relatief	*	*	***	*	***	**

Tabel 8.10 Samenvattend overzicht van de verhoudingen tussen de locaties voor de verschillende subcriteria van het aspect 'Vogels'

*** locatie die uit oogpunt van dit subcriterium het meest in aanmerking komt

** intermediair

* locatie die uit oogpunt van dit subcriterium het minst in aanmerking komt

¹ Mogelijk komt Ijmuiden-West iets meer in aanmerking dan Zandvoort-West. Op dit moment bestaat daar echter nog geen zekerheid over. De onderlinge verhouding tussen Ijmuiden-West en Zandvoort-West is daardoor nog niet goed te bepalen.

Uit tabel 8.10 volgt globaal de volgende driedeling in de locaties naar gevoeligheid voor effecten op vogels: relatief ongevoelig zijn de verder van de kust gelegen alternatieven Ijmuiden-West en Zandvoort-West, intermediair is het alternatief Katwijk en relatief gevoelig zijn de alternatieven Egmond, Ijmuiden-Oost en Zandvoort-Oost.

Vergelijking locaties, semi-kwantitatief

Voor de verschillende sub-criteria is aangegeven in welke orde van grootte de aantallen vogels liggen die effecten van het gebruik van het NSW zullen ondervinden. Deze informatie is samengevat in tabel 8.11. Hieruit blijkt dat de effecten onder de sub-criteria aanvaringsrisico seizoentrek en verstoring van pleisterende niet-broedvogels het grootst zijn. Voor wat betreft de verstoring van en het aanvaringsrisico voor pleisterende niet-broedvogels scoren de locaties Ijmuiden-West, Zandvoort-West en Katwijk relatief gunstig ten opzichte van de drie andere locaties. Op grond van de sub-criteria tezamen zijn de locaties Egmond, Ijmuiden-Oost en Zandvoort-Oost ongunstiger dan de andere drie. Daarmee komt de conclusie uit deze semi-kwantitatieve vergelijking overeen met die uit de kwalitatieve.

Criterium	Egmond	Ijmuiden		Zandvoort		Katwijk
		Oost	West	Oost	West	
Aanvaringsrisico						
Seizoentrek	(0)000	(0)000	(0)000	(0)000	(0)000	(0)000
Kustbroedvogels	0	0	0	0	0	0
Pl. niet-broedvogels	(00)	(00)	(0)	(00)	(0)	(0)
Barrièrewerking						
Seizoentrek	-	-	-	-	-	-
Kustbroedvogels	?	?	?	?	?	?
Pl. niet-broedvogels	?	?	?	?	?	?
Verstoring						
Kustbroedvogels	0	0	0	00	00	00
Pl. niet-broedvogels	0000	0000	00	0000	00	00

Tabel 8.11 Ordegrootte van het aantal vogels dat onder verschillende criteria effecten ondervindt van het gebruik van het NSW

-	: geen noemenswaardige effecten
0	: tientallen exemplaren
00	: honderden exemplaren
000	: duizenden exemplaren
(0)000	: duizenden mogelijk meer dan tienduizend exemplaren
0000	: mogelijk tienduizenden exemplaren
?	: onbekend
()	: zie tekst voor kanttekeningen bij deze getallen

Conclusie

Bij de aanleg van een NSW van 100 MW zijn de grootste milieu-effecten te verwachten van het aanvaringsrisico tijdens de seizoentrek van zeevogels en niet-zeevogels. Voor zover de kennis thans reikt, is dit risico op de veraf gelegen locaties minder groot, maar ligt deze op alle zes de locaties in dezelfde orde van grootte. Aantallen van duizenden slachtoffers per jaar zijn reëel, een ordegrrootte van aantallen van tienduizend of meer kan niet worden uitgesloten.

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

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

Voorop op ondiepe locaties is het risico aanwezig dat grote aantallen vogels op geschikte voedselbronnen afkomen, bijvoorbeeld Zwarte zee-eenden en Eidereenden op Spisula-banken. Hier is het effect van verstoring dan zeer groot. Op de ver uit de kust gelegen locaties zal dit risico beperkt blijven tot meeuwen en sterns die op vis afkomen. Hierbij kan het gaan om internationaal belangwekkende aantallen van Zwarte zee-eenden (tabel 8.8), en substantiële aantallen Roodkeelduikers en Futen, die

medebepalend zijn voor het gezicht van de Noordzee. Ook verstoring kan, als geen compenserende voedselbronnen beschikbaar zijn, leiden tot een hogere wintersterfte van vogels door voedselgebrek. Ook voor die sterfte geldt wat hierboven bij aanvaringsrisico's beschreven is.

Effecten voor Rode en Blauwe Lijstsoorten

Aangezien het windpark in zee wordt geplaatst, zal er geen direct effect kunnen zijn op broedvogels die op de Rode Lijst staan. Ook indirecte effecten (verstoring van het foerageergebied) zijn niet te verwachten, want in de huidige situatie broeden er geen soorten van de Rode Lijst binnen de invloedssfeer van de locaties van het windpark.

Omdat het hierboven (in paragraaf 8.4) in de meeste gevallen niet mogelijk bleek om per soort effecten weer te geven, is dat ook niet mogelijk voor soorten die op de Blauwe Lijst en/of in de Vogelrichtlijn. Wel is in algemene zin aan te geven wat de effecten voor respectievelijk pleisterende soorten of overtrekkende soorten zijn. Voor soorten die op de Blauwe Lijst en Vogelrichtlijn staan, is een deel pleisterend te verwachten in de omgeving van de locaties voor het windpark (zie tabel 8.6). Voor deze soorten gelden aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoringseffecten. De meeste soorten van deze lijsten zullen de locaties passeren tijdens de trek. In dat geval bestaat er een kans op aanvaring of barrièrewerking.

Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet

Delen van de duinenrij langs de Noordzeekust vallen onder de bescherming van de Natuurbeschermingswet, de Vogelrichtlijn en/of de Habitatrichtlijn (zie hoofdstuk 3). Er zijn geen (delen van de) locaties voor het NSW die liggen in zulke beschermde gebieden, maar beide richtlijnen kennen een zogenaamde externe werking. Hoewel de bestaande richtlijnen niet eenduidig tot de conclusie leiden dat het NSW vanwege deze externe werking ook getoetst dient te worden aan de Habitat- en Vogelrichtlijn, is wel aandacht geschonken aan de vragen die de richtlijnen in dit verband stellen. Met het oog op de vogels gaat het dan met name om de gevolgen van het NSW voor kolonies van aalscholver en meeuwen in het Zwanenwater, Meijndel, Petten en Callantsoog (zie tabel 8.8).

8.5 Mitigerende maatregelen

Vooraf zij vermeld dat over de risico's en effecten van windturbines op zee weinig informatie beschikbaar is, omdat deze nog nauwelijks op dergelijke locaties zijn geplaatst. Daarmee is ook gezegd dat over de effectiviteit van mitigerende maatregelen nog minder bekend is. Het onderstaande is dan ook meer een schets van oplossingsrichtingen waaraan men kan denken dan dat deze op feiten en ervaringen zijn gebaseerd.

Om de risico's voor vogels te minimaliseren, is een aantal technische aanpassingen aan een windturbine mogelijk. Het betreft enerzijds de vergroting van de mogelijkheden voor vogels om turbines op te merken (te zien of te horen, de detectiekans) waardoor langstrekkende vogels kunnen uitwijken. Voor langsvliegende vogels is dit positief. Voor vogels die het gebied als rust- of foerageergebied zouden willen gebruiken, zou dit mogelijk negatief kunnen uitwerken door de mogelijk grotere verstoring die van zulke aangepaste windturbines uitgaat. Het is echter vooralsnog onbekend wat eventuele sturende factoren zijn bij de verstoring van windturbines. Een andere mogelijkheid om de aanvaringskansen te beperken zijn maatregelen die de barrièrewerking verminderen. Zonder aanvullend onderzoek biedt de inpassing van deze maatregelen echter onvoldoende garantie op succes.

Vergroten van de 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 contraproductief 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. In zonnige omstandigheden kunnen de windturbines goed worden waargenomen. In donkere of mistige omstandigheden, wanneer de risico's het grootst zijn, hebben de reflecterende materialen waarschijnlijk geen effect. Een lichte en opvallende kleur is in die situaties vermoedelijk zinvoller.

Wanneer windturbines hoorbaar zijn voor vogels is de detectiekans in donkere nachten waarschijnlijk beter dan geluidsarme turbines. Om deze reden is het aan te bevelen de hoorbaarheid niet teveel te beperken. Over optimale geluidsniveaus en geluidsstreks en over de impact hiervan op vogels in het veld (detectiekans) zijn geen goede gegevens beschikbaar.

Een andere mogelijkheid is wellicht de turbines 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. Dit zou echter voor toepassing bij near- en offshore windturbines goed onderzocht moeten worden. Een belangrijke vraag is of dit ook op grotere afstand werkt (vogels moeten tijdig gewaarschuwd worden, niet als ze al vlakbij de turbine zijn). Een proefopstelling en gedragsmetingen aan vogels zijn noodzakelijk. Ook de mogelijke negatieve neveneffecten van een groot aantal ultrasone geluidbronnen (bijvoorbeeld voor zeezoogdieren) dienen goed te worden bekeken.

Verminderen van de barrièrewerking

Turbines in een lijnopstelling, dwars op de vliegrichting, vormen een barrière, waar vogels in bepaalde omstandigheden omheen moeten vliegen. In een situatie met 4 windturbines in het IJsselmeer (onderlinge afstand 200 meter) bleek dat duikeenden in donkere nachten om het windpark heen vlogen (Van der Winden et al., 1996; Spaans et al., 1998a). 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 op grond van expert judgement lijkt een minimaal benodigde afstand van 3.000 meter tussen groepen windturbines vooralsnog aannemelijk. Bij onderzoek aan het Deense windpark Tunø Knob bleek dat vogels tot een afstand van 1.500 meter om het park heen vliegen. Het betreft hier echter één cluster van windturbines. Er is geen onderzoek gedaan naar de barrièrewerking van meerdere clusters.

Indien de windparken een barrière vormen op vliegroutes van vogels, is het van belang om de windturbines zoveel mogelijk evenwijdig aan de vliegroutes te plaatsen. In voorgaande is beargumenteerd dat barrièrewerking voor seizoentrek bij een park van de voorgenomen omvang verwaarloosbaar zal zijn. De vliegroutes van lokale vliegbewegingen zijn hier dus richtinggevend voor de plaatsing. De afstanden tussen lijnen moeten wellicht 3 kilometer bedragen (zie boven) om de vogels de gelegenheid te geven tussen de windturbines te vliegen en hun route te vervolgen. Nader onderzoek aan de exacte ligging van de vliegroutes op de voorkeurslocaties kan inzicht geven in de optimale omvang en configuratie van het park.

Een andere mogelijkheid om de barrièrewerking te verkleinen, is om de windturbines tijdelijk stil te zetten in extreme situaties waarin de aanvaringskansen groot zijn. Steltlopers gaan 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. Wanneer op de windturbines een meetinstallatie voor windkracht en windrichting geïnstalleerd wordt, kan deze automatisch de windturbines uitschakelen wanneer zich risicovolle situaties voordoen. Voorwaarde voor een dergelijke oplossing is dat onderzoek plaatsvindt naar de relatie tussen weersomstandigheden en sterk gestuwde steltloper trek (en dus verhoogde risico's), zodat de risicovolle situaties daadwerkelijk in termen van weersomstandigheden kunnen worden omschreven. Pas dan is het voorgestelde concept zinvol.

Verminderen van de aanvaringskansen

De kansen op aanvaringen van vogels met windturbines nemen toe naarmate het aantal rotorbladen toeneemt. Twee rotorbladen hebben derhalve de voorkeur boven drie bladen. Het aantal slachtoffers neemt niet recht evenredig toe met de toename van het rotoroppervlak (Tucker, 1996). Om deze reden heeft plaatsing van minder windturbines met een groot rotoroppervlak de voorkeur boven het plaatsen van meer windturbines met een klein rotoroppervlak. Behalve een vergroting van de aanvaringskansen neemt ook het verstorende effect naar verwachting sterker toe naarmate er meer windturbines geplaatst worden. Indien er de mogelijkheid is om het aantal windturbines te variëren, is er om voornoemde redenen, een voorkeur voor minder (en dus grotere) windturbines.

De aanvaringskansen zijn zo klein mogelijk wanneer het park parallel aan de overheersende vliegrichting (naar aantallen in het algemeen of naar aantallen van een specifiek te beschermen soort) wordt geplaatst. Doordat gegevens over de overheersende vliegrichting (algemeen en naar soort) onvoldoende beschikbaar zijn, is het echter in dit stadium van de planvorming niet mogelijk om een voorkeur uit te spreken over de oriëntatie van het windpark.

Een combinatie van de inzichten inzake de barrièrewerking en de aanvaringsrisico's voor vogels leidt vervolgens tot een gelijklopende conclusie ten aanzien van de oriëntatie van het park.

Tabel 8.12 geeft een samenvattend overzicht van de belangrijkste mitigerende maatregelen voor het milieu-aspect 'Vogels'.

Criterium	Maatregel
Aanvaringsrisico's	Turbines met 2 rotorbladen gebruiken
	Minder turbines met een groter vermogen plaatsen
	Detectiekans (zicht en geluid) vergroten
	Turbines tijdelijk uitzetten in extreme situaties
Barrièrewerking	Oriëntatie van het park afstemmen op lokale vliegroutes
	Grote afstanden tussen de turbines aanhouden
	Turbines tijdelijk uitzetten in extreme situaties

Tabel 8.12 Samenvattend overzicht van de belangrijkste mitigerende maatregelen voor het milieu-aspect 'Vogels'

8.6 Leemten in kennis en leerdoelen

Uit de bespreking van de effecten van een 100 MW NSW in de Noordzee en de vergelijking van de zes locaties is duidelijk dat er aanzienlijke leemten in kennis zijn. Het is één van de doelstellingen van het demonstratieproject de belangrijkste van deze leemten in kennis op te heffen. De leemten worden in het volgende op een rij gezet. Er zal blijken dat ze veelal door gericht onderzoek kunnen worden ingevuld. In veel gevallen zal zelfs het uitvoeren van een eerste stap daarin al veel nieuwe inzichten opleveren. Echter, onderzoek gedurende één seizoen volstaat in veel gevallen niet. Bevestiging van de belangrijkste patronen in latere seizoenen is gewenst. Bovendien is soms onderzoek nodig voor en na plaatsing van de windturbines, zodat een vergelijking mogelijk is.

Alvorens de leemten in kennis en de leerdoelen per onderscheiden criterium worden beschreven, moet erop worden gewezen dat voor vogels in het algemeen onvoldoende informatie beschikbaar is. Onderzoek naar trekbewegingen van zeevogels heeft tot nog toe alleen overdag en vooral vanaf de kust plaatsgevonden (Camphuysen en van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994). Hierdoor is vrijwel niets bekend over trek van zeevogels op afstanden groter dan 5 tot 7 kilometer uit de kust. Onderzoek op open zee, uitgevoerd vanuit vliegtuigen en schepen, had uitsluitend betrekking op lokaal verblijvende vogelsoorten (Baptist en Wolf, 1993; Camphuysen en Leopold, 1994; Skov et al., 1995; Camphuysen, 1996a,b). Radaronderzoek naar trekbewegingen boven de Noordzee, overdag en 's nachts, heeft wel plaatsgevonden (Buurma en van Gasteren, 1989), maar de meeste gegevens zijn nog niet bewerkt of gepubliceerd. Bovendien zijn de gegevens meestal niet van toepassing op de

hoogte die in het kader van dit MER relevant is (minder dan 200 meter). Begin 1999 is in het kader van de mogelijke aanleg van een vliegveld voor de Hollandse kust en het NSW een (radar)studie gestart naar vliegbewegingen van vogels boven de kustzone van de Noordzee (mondelinge mededeling, L. Buurma, Koninklijke Luchtmacht). Hierin 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, die ook toepasbaar is voor verdere evaluatie van het NSW.

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 park op de zes locaties. Een duiding van het risico bleek alleen mogelijk door de ordegrootte van de effecten te schatten. Daarnaast ontbreken gegevens over aanvaringskansen in (on)gestuwde situaties op zee, zodat een goede risico-analyse van de verschillende locaties niet uitvoerbaar was.

Voor een gedegen analyse van de effecten voor vogels in het kader van de plaatsing van windturbines op de Noordzee is het noodzakelijk een zorgvuldig onderzoek te starten naar vliegpatronen, vliegintensiteit, trekbaanbreedtes en vlieghoogtes van vogels gedurende het gehele jaar boven de Noordzee. Onderzoek met hiertoe geschikte radarapparatuur ligt het meest voor de hand. Metingen in drie dimensies (geografische coördinaten en hoogte) over een lange periode (tijd is vierde dimensie) zijn hierbij een voorwaarde. Een dergelijk onderzoek kan de intensiteit van vliegbewegingen (als gemiddelde vogeldichtheid per kubieke meter) aan het licht brengen in relatie tot het seizoen en verschillen tussen dag en nacht. Uiteraard is het noodzakelijk weersinvloeden mee te wegen in de vastgestelde patronen. Voor een biologische duiding van de gevonden radarpatronen zullen simultane waarnemingen door ornithologen (soortherkenning) noodzakelijk zijn. Ook zal wellicht kleinschaliger radaronderzoek noodzakelijk zijn om bijvoorbeeld verdelingen over vlieghoogtes, lokale vliegpatronen en dergelijke nader te bestuderen.

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. Het radaronderzoek dat begin 1999 is gestart kan hier in voorzien.

Een tweede noodzakelijke stap is na te gaan of de aanvaringskansen van vogels in near- en offshore windparken vergelijkbaar zijn met de aanvaringskansen zoals die tot nu toe op land zijn gemeten (Winkelman, 1992a tot en met e). Wellicht komen hierover gegevens beschikbaar uit offshore parken in de Oostzee en voor de Engelse kust. Als dat niet het geval is, zal zo snel mogelijk na plaatsing van de eerste windturbines van het NSW met veldwerk gestart moeten worden. Dergelijk onderzoek zal overigens logistiek en onderzoeks-methodisch gezien aanzienlijk lastiger zijn dan op land.

Barrièrewerking

Bij plaatsing van een (proef-)park is het eveneens zinvol de invloed op vogelbewegingen (ligging van vliegroutes, zowel trek als lokale vliegbewegingen) te volgen teneinde voor toekomstige parken 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 verstoringafstanden kan alleen bij plaatsing van een demonstratieproject worden uitgevoerd. Gebruik van het gebied van het windpark door rustende en/of foeragerende vogels kan dan worden gevolgd. Overigens moet onderzoek aan de effecten van verstoring al vóór de aanleg van het project, in de nul-situatie, starten.

Tenslotte geldt in het algemeen dat met het NSW kan worden geleerd over de resultaten van mitigerende maatregelen. Het is nu nog onvoldoende duidelijk in hoeverre mitigerende maatregelen kunnen leiden tot vermindering van aanvaringsrisico's, barrièrewerking en verstoring.

Relevantie van leemten in kennis voor offshore windparken: de leerdoelen

Bij het formuleren van de leerdoelen staat de vraag centraal in hoeverre de inzichten en ervaringen met het NSW zijn te gebruiken bij het ontwikkelen van offshore windparken. Verder is het van belang dat in dit MER de locatiekeuze voor het NSW centraal staat. Leerdoelen op het niveau van de inrichting van het NSW zullen daarom bij het bepalen van de definitieve inrichting van het NSW naar verwachting verder worden ingevuld en uitgewerkt.

Uit oogpunt van vogels is er in dit verband een belangrijk verschil tussen de situatie near shore en offshore voor wat betreft de samenstelling van de (langstreckende) vogeldichtheden en de aard en intensiteit van de vliegbewegingen. Met het NSW kan geen inzicht worden verkregen in de dichtheden en bewegingen offshore. Apart onderzoek zal daarom in deze leemte moeten gaan voorzien. Dit wil overigens niet zeggen dat deze gegevens niet voor het NSW moeten worden verkregen: voor de evaluatie van de milieu-effecten van het NSW zijn deze gegevens immers van groot belang. De meeste van de overige leemten in kennis kunnen met het NSW voor een belangrijk deel worden ingevuld, zij het dat met name de omvang van het NSW kleiner is dan van de parken die offshore zijn voorzien (zie ook de volgende paragraaf).

Tabel 8.13 geeft een samenvattend overzicht van de leemten in kennis over vogels en de mogelijkheden om met het NSW (deels) in deze leemte te gaan voorzien.

Criterium	Leemte in kennis / leerdoelen	Relevantie
Aanvaringsrisico's	Cijfers over (verandering van) vliegbewegingen	Beide
	Cijfers over (verandering van) de vogelpopulatie	Beide
	Inzicht in aanvaringskansen	Leerdoel
	Inzicht in mitigerende maatregelen	Leerdoel
Barrièrewerking	Inzicht in verandering van vliegbewegingen	Leerdoel
	Inzicht in mitigerende maatregelen	Leerdoel
Verstoring	Inzicht in verstoringfactoren en -afstanden	Leerdoel
	Inzicht in mitigerende maatregelen	Leerdoel

Tabel 8.13 Samenvattend overzicht van de belangrijkste leemten in kennis en de relevantie van deze leemten voor leerdoelen danwel milieu-effecten van het NSW

8.7 Leerdoelen versus milieu-effecten

De eisen die aan het park gesteld kunnen worden vanuit de leerdoelen voor vogels staan in meerdere gevallen op gespannen voet met de wens om de effecten op vogels zoveel mogelijk te beperken (zie tabel 8.14). Voor elk van de onderscheiden parkkenmerken wordt op deze vraag ingegaan.

Omvang

Om aanvaringsrisico's en verstoring van vogels te beperken is een kleine omvang van het park te prefereren. Bezien vanuit de leerdoelstelling is het niettemin wenselijk dat het NSW een zekere omvang heeft. De precieze omvang is echter moeilijk te bepalen. Om zicht te krijgen op de invloed van verschillende mitigerende maatregelen (zoals bijvoorbeeld het verminderen van de barrièrewerking door het aanhouden van grotere afstanden tussen clusters van turbines) gaan de gedachten uit naar een omvang van enkele tientallen (circa 40) turbines. Een dergelijke omvang zou met het oog op de representativiteit van het onderzoek voor offshore windparken, een ondergrens kunnen vormen.

Termijn

Om de effecten op vogels te beperken dient de periode waarin het park in bedrijf is, zo kort mogelijk te zijn. Om niettemin voldoende inzicht te kunnen vergaren in de effecten van het park voor vogels, onder andere om te bepalen of vogels wennen aan het NSW, dient het park circa 5 jaar te worden gebruikt.

Fasering

Zowel voor het bereiken van de leerdoelen als het beperken van de effecten op vogels heeft een fasering van de bouw van het park de voorkeur. In een eerste fase zouden met een kleiner park (van enkele tientallen turbines) gegevens kunnen worden verzameld. De verdere inrichting van het park (tot de beoogde 100 MW) zou op basis van deze gegevens kunnen worden geoptimaliseerd. Een tweede fase zou een extra mogelijkheid bieden om leemten in kennis in te vullen en om de milieu-effecten te beperken.

Vorm en oriëntatie

Om het aanvaringsrisico en de barrièrewerking van het NSW te beperken verdient het aanbeveling ruimten tussen clusters van turbines aan te houden (van minimaal 3 kilometer). Bezien vanuit de leerdoelen kan het aanhouden van grotere onderlinge afstanden tussen clusters waardevolle informatie opleveren over het verminderen van de barrièrewerking en het aanvaringsrisico.

Hoogte en type van de turbines

Het heeft, uit oogpunt van milieu-effecten, de voorkeur om een park te bouwen met minder turbines met een groter vermogen. Dit beperkt uiteindelijk zowel het aanvaringsrisico, als de barrièrewerking van het park als geheel. Om het leereffect te vergroten zou de toepassing van verschillende typen turbines met verschillende hoogte en aantal rotorbladen kunnen worden overwogen. Hogere turbines met een vermogen van 1,5 MW lijken gezien de marktontwikkeling het meest representatief voor een offshore windpark.

Parkenmerken	Bezien vanuit leerdoelen	Bezien vanuit milieu-effecten NSW
Kenmerken van het park		
Locatie	Zo ver mogelijk op zee	Zo ver mogelijk op zee
Omvang	Minimaal 40 turbines	Zo klein mogelijk
Gebruikstermijn	Circa 5 jaar	Zo kort mogelijk
Vorm en oriëntatie	Verschillende vormen	Onvoldoende gegevens
Clusters	Ja	Locatie-afhankelijk
Kenmerken van de turbines		
Vermogen turbines	Verschillende turbines	Minder turbines met
Rotordiameter		een groter vermogen,
Turbinehoogte		lagere turbines

Tabel 8.14 Eisen aan het park vanuit enerzijds leerdoelen en anderzijds het beperken van de effecten voor vogels

9. LANDSCHAP

9.1 Algemeen

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

Windturbines kunnen invloed hebben op de ervaring van leegte, ruimte, ongereptheid en natuurlijkheid van de zee. Voorliggend hoofdstuk gaat echter niet over de beleving en het draagvlak voor het windpark. Bij beleving en draagvlak gaat het om de waardering en acceptatie van de windturbines door bevolkingsgroepen. Daarvoor is onderzoek nodig in de vorm van interviews of enquêtes. Voorliggend hoofdstuk is niet op dergelijk onderzoek gebaseerd.

Dit hoofdstuk geeft een voorspelling van visuele effecten van het NSW. Het gaat om de zichtbaarheid, het kunnen zien van de windturbines. In het kader van dit MER is, aansluitend bij de richtlijnen, gekozen voor een kwantitatieve benadering. De nadruk ligt op de mate waarin het windpark vanaf de kust van Nederland te zien zal zijn. De waarneming vanaf het water blijft buiten beschouwing.

De visuele effecten of zichteffecten zijn afhankelijk van de volgende factoren:

1. De kenmerken van het windpark;
2. De afstand en positie van de waarnemers tot het windpark;
3. De zichtbaarheid van het windpark;
4. Het aantal en de spreiding van de waarnemers.

Hierna wordt op elk van de factoren nader ingegaan, evenals op de wijze van berekening van de zichteffecten.

Kenmerken van het windpark

In hoofdstuk 4 zijn de kenmerken van het windpark behandeld. In het voorliggende hoofdstuk worden eerst de effecten van de zes locaties berekend, uitgaande van de basisvariant. De basisvariant is daarbij met één zijde geplaatst op de oostelijke begrenzing van de locaties. Paragraaf 9.3 gaat over de vergelijking van de zichteffecten van de locaties bij eenzelfde basisvariant. Vervolgens worden de zichteffecten van de inrichtingsvarianten berekend (paragraaf 9.4). Het gaat om verschillende posities van het windpark binnen één locatie en om verschillen in de vorm van het windpark (rechthoekige en ruitvormige variant) in combinatie met verschillen in afstand tussen de windturbines. Bovendien is gewerkt met twee windturbines die verschillen in vermogen (1 MW en 1,5 MW) en hoogte.

Afstand van de waarnemers tot het windpark

De zes locaties liggen op een verschillende afstand van de kust (tabel 9.1). De oostelijke begrenzing varieert van 8 tot 14 kilometer, de westelijke begrenzing van 14 tot 21 kilometer.

Locatie	Afstand oostgrens-kust	Afstand westgrens-kust
Egmond	8	18
Ijmuiden-Oost	8	14
Ijmuiden-West	14	21
Zandvoort-Oost	8	14
Zandvoort-West	14	21
Katwijk	8	15

Tabel 9.1 Afstand van de locaties tot de kust (afgerond in kilometers)

Wanneer een windpark op een afstand van 8 kilometer van de kust ligt, zal het bij helder weer duidelijk zijn te zien. De kimduiking maakt de windturbines dan nog niet onzichtbaar vanaf de kust. Dat gebeurt pas bij grotere afstanden van 30 tot 40 kilometer.

De afstand is bij de waarneming in zeker twee opzichten van belang. In de eerste plaats wordt het beeld op het netvlies kleiner bij toename van de afstand. Bij berekening van de zichteffecten bij verschillende hoogten van de windturbines wordt de perspectivische verkleining van het park bekeken bij het groter worden van de afstand. In de tweede plaats hangt de waarnemingsafstand (afstand van waarnemer tot het windpark) samen met het meteorologisch zicht, dat wil zeggen het gemiddeld aantal zichten per jaar en verdeeld over het jaar. Bij berekening van de zichteffecten van de locaties is de afstand gerelateerd aan het gemiddeld aantal zichten per jaar. Aan de hand van gegevens van de weerstations Ijmuiden en Hoek van Holland zijn de zichten bepaald. Paragraaf 9.2 en bijlage I.2 geven informatie over de relatie tussen afstand en zichten.

Zichtbaarheid van het windpark

Naast het meteorologisch zicht wordt de zichtbaarheid van het windpark enerzijds bepaald door de afstand van de waarnemer tot het park en anderzijds door de hoogte van de positie van de waarnemer, de hoogte van de windturbines en de eventuele visuele afscherming van het windpark, bijvoorbeeld door duinen, gebouwen en beplanting. Met behulp van de hoogtelijnen van de topografische kaart, de geomorfologische kaart en de locaties van het windpark is een zichtbaarheidskaart gemaakt. Het gaat hier om de zichtbaarheid los van het meteorologisch zicht. Gedurende het jaar treden verschillen op in de zichtbaarheid van het windpark en de daarmee samenhangende activiteiten. Deze verschillen worden bepaald aan de hand van verschillen in meteorologisch zicht in de vier seizoenen. In paragraaf 9.3 wordt hier nader op ingegaan.

Aantal en spreiding van de waarnemers

De zichteffecten zijn groter wanneer meer mensen het windpark zien. Voor de waarneming van windturbines vanaf de kust zijn vooral inwoners en recreanten van belang. Er is een onderscheid gemaakt naar vijf categorieën waarnemers: inwoners, dagrecreanten (wandelen, fietsen in de duinen), dagrecreanten (strandbezoek), verblijfsrecreanten/campings en verblijfsrecreanten/hotels. Bijlage I.1 geeft nadere informatie over de aantallen en de spreiding van de waarnemers. In voorliggende tekst zijn deze vijf categorieën samengevoegd tot drie: inwoners, dagrecreanten en verblijfsrecreanten. Het maakt daarbij uit waar deze waarnemers zich bevinden. De dichtheid aan waarnemers verschilt van plaats tot plaats. Op het strand is het in sommige perioden bijvoorbeeld veel drukker dan in de duinen. En sommige delen van het strand zijn drukker dan andere delen. De aantallen per categorie waarnemers zijn in klassen en op kaart weergegeven.

Berekening van zichteffecten

Bij de berekening van de zichteffecten is het studiegebied verdeeld in kleine gebieden, in de vorm van vierkanten van 250 bij 250 meter. Per vierkant worden drie variabelen bepaald:

- het percentage zichturen (meteorologisch zicht) in relatie tot de afstand;
- de zichtbaarheid in verband met zichtbelemmerende elementen;
- het aantal waarnemers.

Het zichteffect per vierkant wordt nu berekend door vermenigvuldiging van het percentage zichturen, het cijfer voor de zichtbaarheid en het aantal waarnemers per categorie. Het resultaat geeft het potentiële aantal waarnemers per jaar. Dit getal wordt door 365 gedeeld om het gemiddelde per dag te krijgen. Om de totale effecten per alternatief te bepalen, zijn de zichteffecten opgeteld van alle vierkanten die liggen binnen een afstand van 25 kilometer tot het NSW. De 25 kilometer grens is aangehouden, omdat windturbines op een afstand van meer dan 25 kilometer in het zichtveld zeer klein zijn en nauwelijks nog zullen opvallen. Bovendien wordt het percentage zichturen bij afstanden groter dan 25 kilometer gering, steeds minder dan 20 procent. De zichteffecten worden tot slot geïndexeerd om een vergelijking tussen alternatieven en varianten te vergemakkelijken. Bijlage I.1 gaat nader in op de manier waarop de zichteffecten zijn berekend.

De werkwijze is schematisch weergegeven in figuur 9.2.

9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Deze paragraaf heeft een tweeledig karakter. Enerzijds gaat hij in op het studiegebied: de begrenzing, een korte beschrijving van het landschap in de huidige situatie en van ontwikkelingen in de nabije toekomst. Anderzijds geeft deze paragraaf informatie over de huidige situatie ten aanzien van factoren waarmee de zichteffecten worden berekend: afstand en zichturen, zichtbaarheid en waarnemers.

9.2.1 Studiegebied

Begrenzing

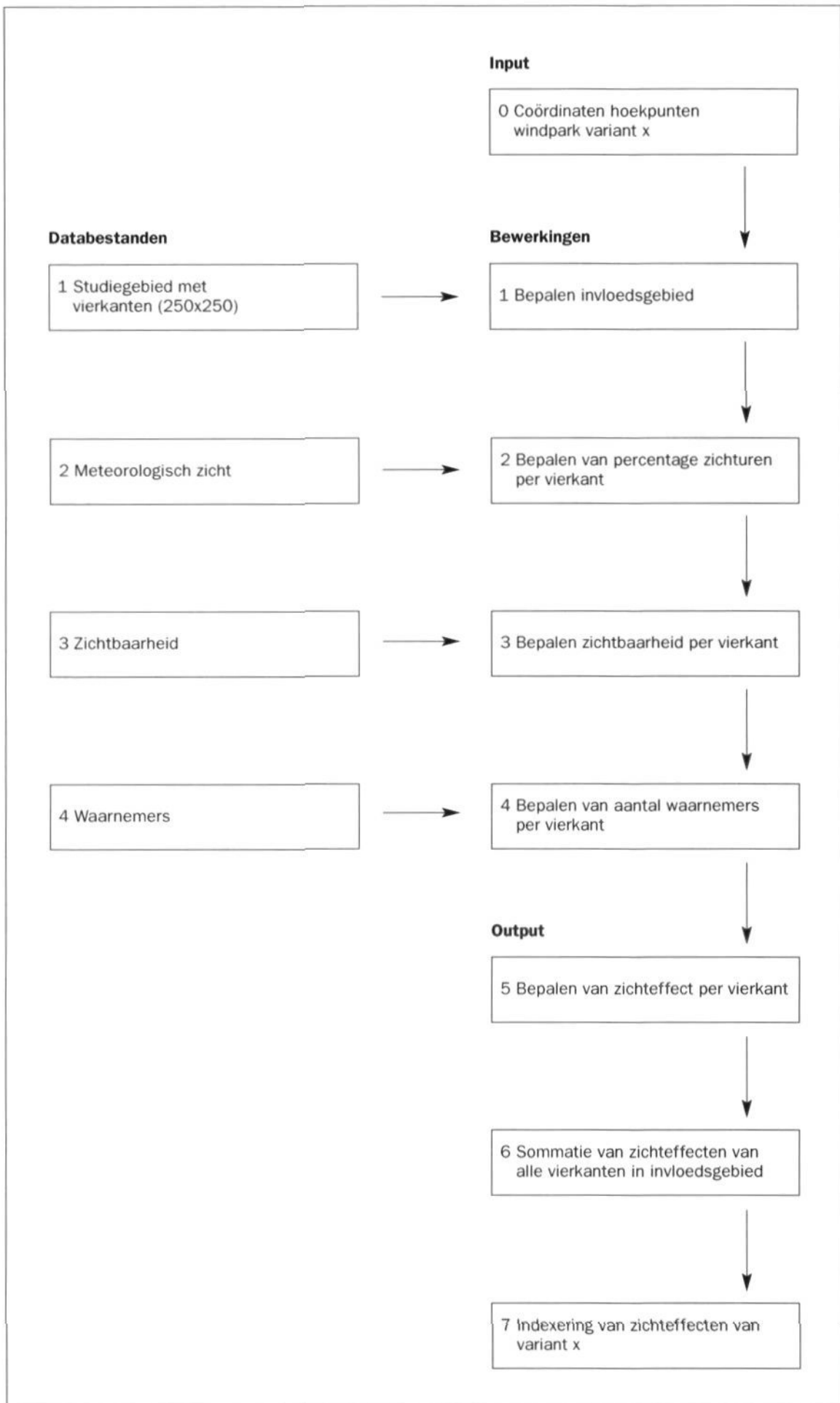
De westelijke grens wordt bepaald door de kustlijn zoals aangegeven op de topografische kaart (figuur 9.3). Als oostelijke grens is de binnenduinrand genomen. Verder landinwaarts ontnemen de duinen, met hoogten tot 50 meter boven NAP, het zicht op het windpark. Pas als men zich kilometers oostelijk van de binnenduinrand bevindt, is het theoretisch mogelijk om boven de duinen de toppen van de turbines te zien. In de praktijk echter zal dit zicht op de turbines zich niet voordoen, omdat men tegen bomen, gebouwen, enzovoorts aankijkt. Bovendien is men al zo ver verwijderd van de turbines dat ze nooit meer dan een onopvallend puntje aan de horizon kunnen zijn. De noordelijke en zuidelijke grenzen worden bepaald door de lijn die 25 kilometer van de noordelijkste respectievelijk de zuidelijkste locatie van het turbinepark ligt.

De volgende gemeenten liggen in het studiegebied: Zijpe, Schoorl, Bergen, Egmond, Castricum, Heemskerk, Beverwijk, Velsen, Zandvoort, Noordwijk, Katwijk, Wassenaar, 's Gravenhage.

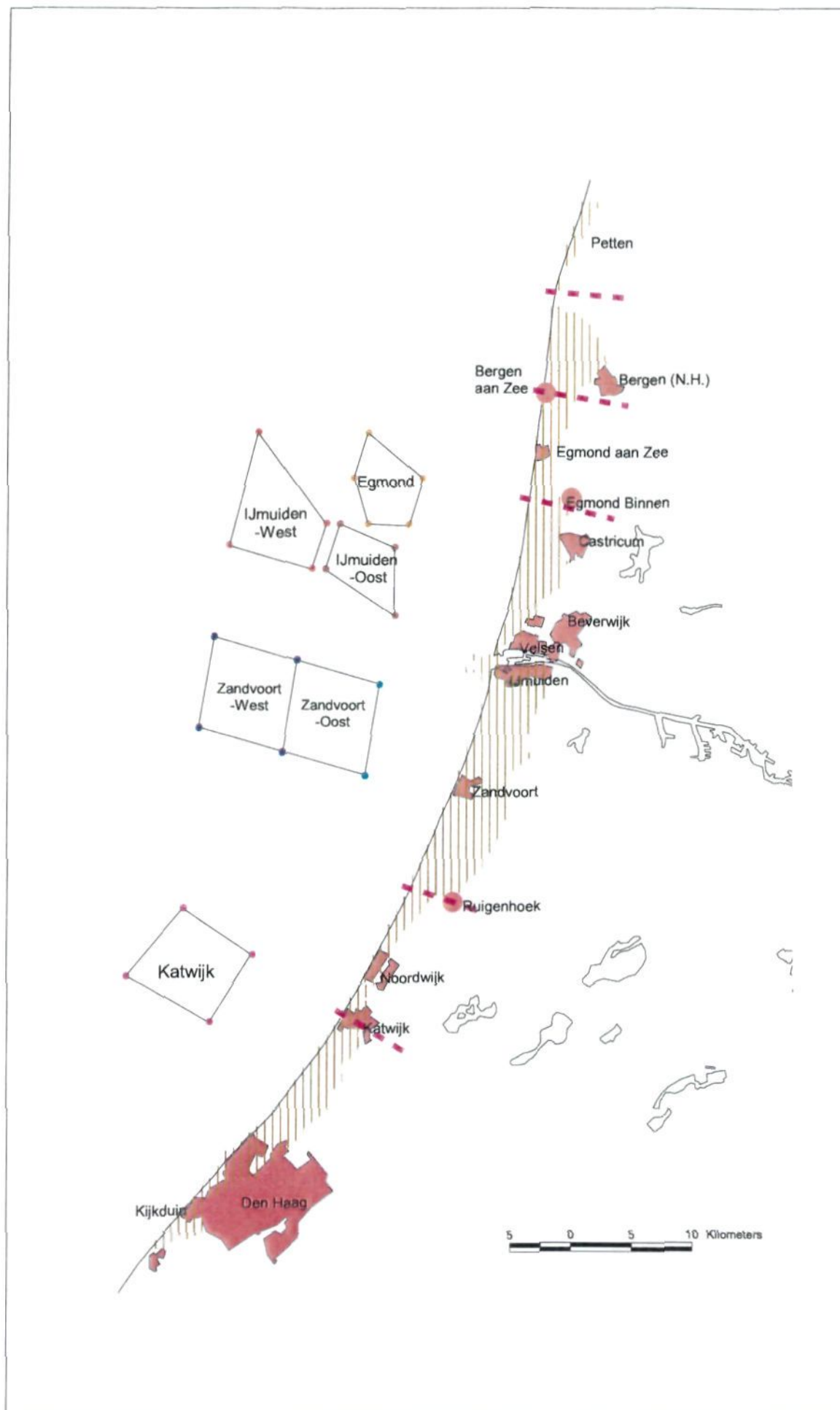
Huidige situatie landschap

Het landschap van het studiegebied bestaat van west naar oost uit de Noordzee, het strand en de duinen. De onderwateroever, het strand en de duinen vormen samen de kustzone. De duinen variëren sterk in breedte: van 5 kilometer tot 0,5 kilometer. Belangrijke onderbrekingen in de duinenrij zijn de monding van de Oude Rijn bij Katwijk en het Noordzeekanaal bij IJmuiden. De duinen vallen in twee typen uiteen: de kalkarme duinen tussen Sint Maartenszee en Camperduin, en de kalkrijke duinen tussen Hoek van Holland en Bergen aan Zee (Klijn, 1981).

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



Figuur 9.2 De werkwijze voor de bepaling van de zichteffecten van een NSW



Figuur 9.3 Begrenzing van het studiegebied en de deelgebieden

Bron: SC-DLO, 1999

Het duingebied tussen Hoek van Holland en Bergen aan Zee bestaat uit duinenreeksen die ongeveer evenwijdig aan de kust liggen. Het gedeelte tussen Bergen aan Zee en Egmond Binnen varieert van 2,5 tot 1 kilometer breedte en is veel minder bebost dan ten noorden van Bergen aan Zee. In dit gedeelte komen relatief veel hogere duintoppen voor, die het mogelijk maken de Noordzee en dus de windturbines te zien. Tussen Egmond Binnen en Beverwijk zijn de duinen weer veel breder en voor een groot deel bebost. In de duinvalleien vindt waterinfiltratie plaats. Hier is het vooral vanaf de zeereep, die hier op een hoogte ligt van 18 tot 24 meter, mogelijk om de windturbines te zien.

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

Het gebied tussen Ruigenhoek en Katwijk is veel smaller, maar vooral tussen Noordwijk aan Zee en Katwijk aan Zee komt weinig bos voor en zijn er wel veel hogere duintoppen achter de zeereep aanwezig. Van Katwijk aan Zee tot Kijkduin zijn de mogelijkheden voor het zien van windturbines in het noordelijke deel (tussen Katwijk en Wassenaar) groter dan in het zuidelijke deel. Het voorkomen van duintoppen hoger dan de zeereep en de mate van bebossing en bebouwing zijn bepalend voor de zichtbaarheid van de Noordzee vanuit de duinen. Een en ander weerspiegelt zich in de zichtbaarheidskaart (figuur 9.7).

Ontwikkelingen landschap

Hoewel de kustzone nog een sterk natuurlijk karakter heeft en beschermd wordt, is deze toch dynamisch. Allereerst betreft dat de natuurlijke dynamiek van kustafslag, verstuingen, sluftvorming, mede in relatie tot de zeespiegelrijzing. Voorts wordt de dynamiek bepaald door menselijke activiteiten: vergravingen, verstedelijking, drinkwaterwinning, bebossing en dergelijke. Van circa 1850 tot circa 1970 is ruim 10 procent van het huidige duingebied langs de Nederlandse kust verloren gegaan door kustafslag, industrievestiging of stedelijke bebouwing. Van het resterende deel is meer dan de helft sterk tot matig veranderd doordat het als infiltratiegebied in gebruik is, een open bebouwing bezit, bebost of verdroogd is (Bakker et al., 1981).

In de komende decennia zal de kustzone ook veranderen. Belangrijke ontwikkelingen zijn de zeespiegelrijzing, de winning van zand in de Noordzee, uitbreiding van woonbebouwing en recreatieve voorzieningen nabij de duinen. De mogelijke uitbreiding van de Maasvlakte en de aanleg van een vliegveld in de Noordzee met de daarbij behorende infrastructuur kunnen belangrijke veranderingen in het landschap teweeg brengen.

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

9.2.2 Afstand en zichturen

De mate waarin het windpark vanaf de kust te zien zal zijn, hangt ondermeer samen met het meteorologisch zicht. Dit wordt uitgedrukt in aantal zichturen per jaar bij een bepaalde afstandsklasse, bijvoorbeeld van 5.000 tot 10.000 meter. In de studie zijn de gegevens van het meteorologisch zicht

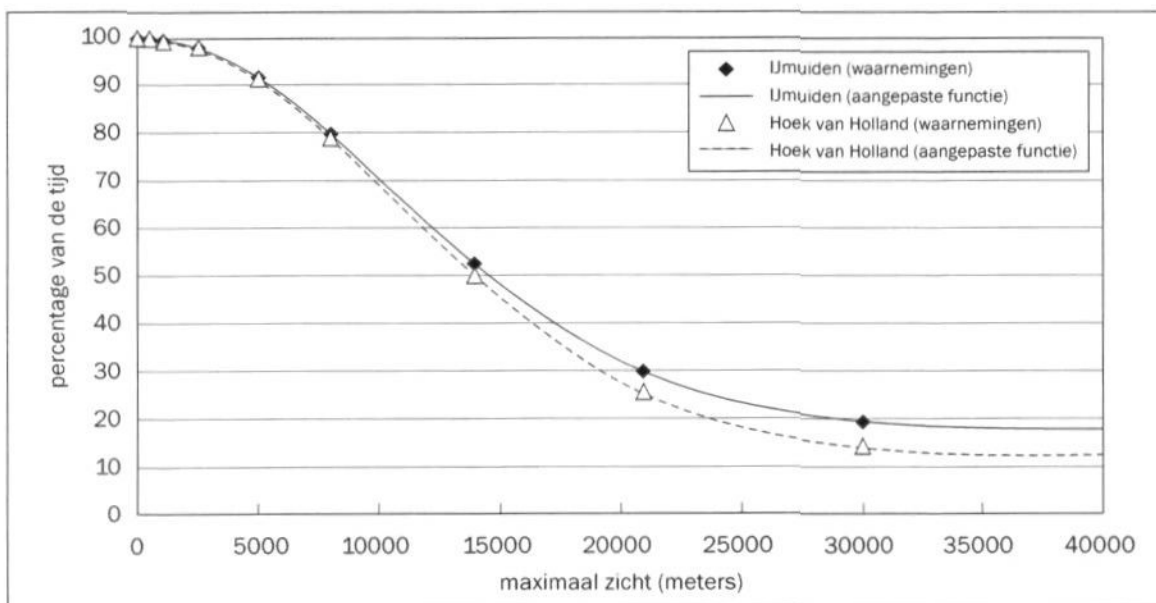
gebruikt van de weerstations IJmuiden en Hoek van Holland (verkregen via Meteoconsult). Deze gegevens zijn omgewerkt naar het percentage zichturen dat voorkomt bij verschillende afstanden (tabel 9.4).

Afstand	IJmuiden	Hoek van Holland
< 500 meter	99	99
< 1.000 meter	98	98
< 2.500 meter	96	94
< 5.000 meter	85	86
< 8.000 meter	76	75
< 14.000 meter	56	53
< 21.000 meter	30	28
< 30.000 meter	18	12

Tabel 9.4 Maximaal aantal zichturen (in percentage van het totaal aantal zichturen over 1989 tot en met 1998) bij een bepaalde afstand voor de weerstations IJmuiden en Hoek van Holland
Bron: Meteoconsult, 1999

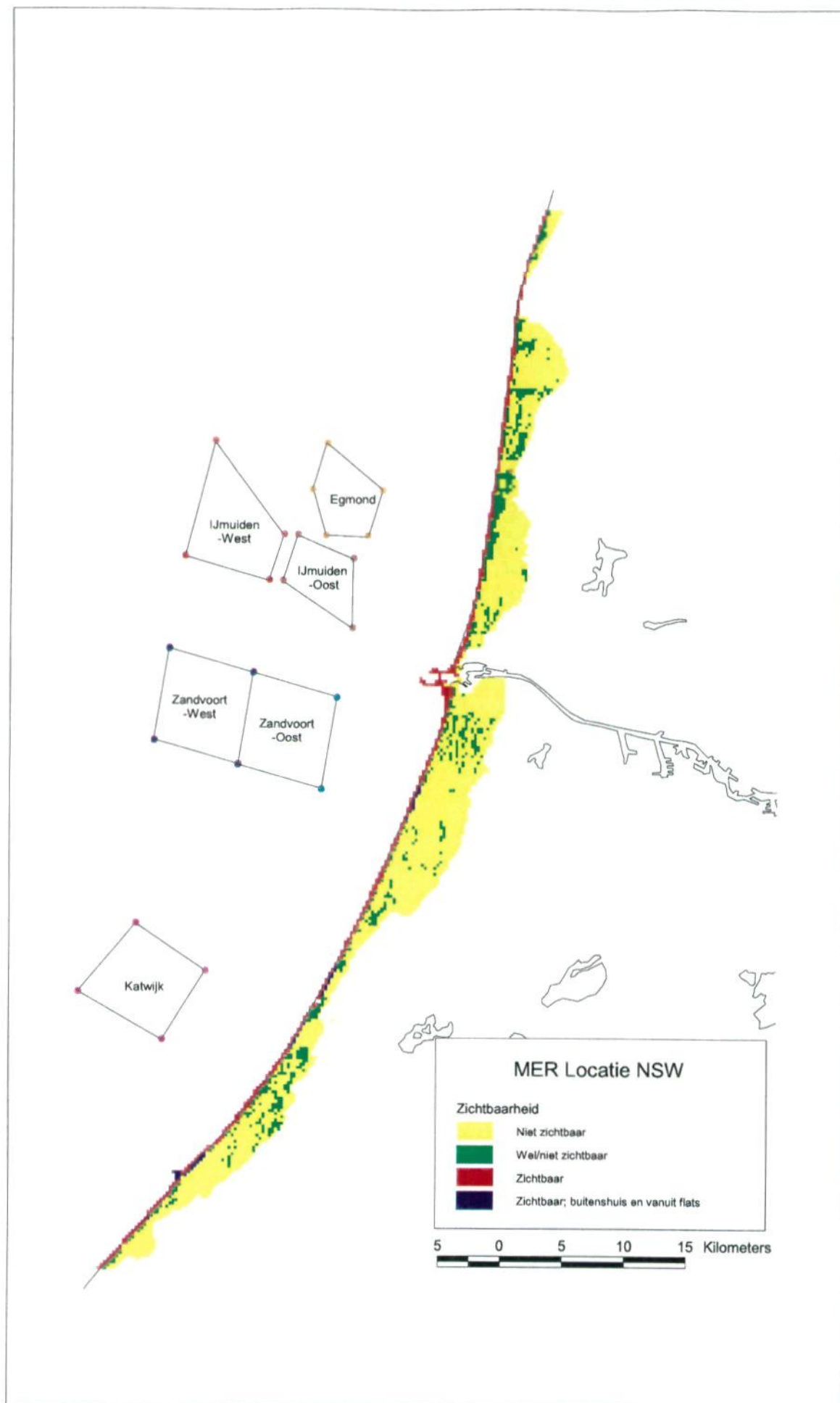
Naarmate de afstand toeneemt, neemt de zichtbaarheid af. In ongeveer 30 procent van het totaal aantal zichturen per jaar is het zicht maximaal 21 kilometer. Anders gezegd: in 30 procent van de tijd zijn de windturbines te zien die liggen op een afstand van 21 kilometer. Als ze dichterbij liggen neemt dit percentage toe tot ongeveer 75 procent bij 8 kilometer.

Het verband tussen afstand en zichturen is S-vormig van karakter. In de figuur 9.5 is het verband weergegeven voor de weerstations IJmuiden en Hoek van Holland.



Figuur 9.5 Verband tussen afstand en percentage van de tijd (gemiddeld over een jaar) dat een object zichtbaar is (voor de weerstations IJmuiden en Hoek van Holland).

De verschillen tussen de weerstations zijn niet groot. In het algemeen gesproken is het zicht beter in IJmuiden dan in Hoek van Holland. Het zuidelijke deel van het studiegebied heeft vooral te maken met het weer volgens het station Hoek van Holland, het noordelijke deel meer met dat van weerstation IJmuiden. Bij de berekening van de zichteffecten is een (arbitraire) lijn loodrecht op de kust getrokken die ligt in het midden tussen Hoek van Holland en IJmuiden. In het studiegebied ten zuiden van deze lijn wordt rekening gehouden met het weer van het station Hoek van Holland, in het gebied ten noorden hiervan met het weer van station IJmuiden.



Figuur 9.7 Zichtbaarheidskaart
Bron: SC-DLO, 1999