7 Vogels

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van het windpark op vogels beschreven. Bij de beschrijving is gebruik gemaakt van de informatie die is verzameld in het kader van het MEP-NSW (T-nul), het I-MER NSW [Grontmij, 2003] en de daaraan voorafgaande studies. Deze informatie is vervolgens geactualiseerd door de onderzoekbureaus IMARES[2] (Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies) en Bureau Waardenburg die dit onderdeel hebben verzorgd. Ook de (beperkte) ervaringen die zijn opgedaan bij de Deense offshore windparken Horns Rev en Nysted zijn in dit hoofdstuk verwerkt.

Dit hoofdstuk begint met een beschrijving van de huidige situatie, hierbij wordt toegespitst op lokaal verblijvende vogels (m.n. zeevogels) en trekkende vogels. Vervolgens worden op grond van de beschrijving van relevante vliegpatronen van vogels in het studiegebied (zie paragraaf 7.2.3) en de samenvatting van tot nu toe verricht onderzoek aan aanvaringsrisico's voor vogels (zie paragraaf 7.4.3.1) de verwachte effecten van locatie Katwijk beschreven (zie paragraaf 7.4.3.1). Uit paragraaf 7.4.3.1 mag duidelijk zijn dat de kennis over aanvaringsrisico's voor vogels in offshore windparken en de informatie over de aanwezigheid van vliegende vogels boven het relevante deel van de Noordzee (en de variatie daarin in ruimte en tijd) nog belangrijke lacunes vertoont. Net als in de Locatie-MER voor het NSW zal daarom in deze effectbeschrijving een benadering langs twee sporen worden uitgevoerd. De eerste is een relatieve vergelijking van de effecten: de locatie Katwijk wordt vergeleken met een groot deel van het omliggende NCP en het NSW. Vervolgens wordt geprobeerd het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers, als ordegrootteschatting, te berekenen. Tot slot worden barrièrewerking (zie paragraaf 7.4.3.2) en verstoring (zie paragraaf 7.4.3.3) besproken.

In dit hoofdstuk worden de effecten van het windpark op vogels niet getoetst aan wet- en regelgeving voor natuur. Dit komt aan de orde in hoofdstuk 15 (toetsing effecten aan wet- en regelgeving voor natuur).

7.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De locatie Katwijk ligt circa 24 km uit de kust in water van 20 tot 28 meter diep (MSL) [TNO, 2005]. Het sediment bestaat uit middelfijne zanden (300-420 µm) [TNO, 2005]. Op de locatie komen zandgolven (hoogte circa 4 m) en zandbanken voor. De aanwezige bodemdierengemeenschap is niet bijzonder rijk aan soorten of biomassa. De bodemdierengemeenschap wordt gedomi-

[2] IMARES is het resultaat van een fusie (per 1 januari 2006) van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) en Alterra Texel, en is onderdeel van Wageningen University and Research Centre (Wageningen UR).

neerd door wormen en amphipoden. Zeer rijke voorkomens van tweekleppige schelpdieren, die dichter bij de kust veelvuldig voorkomen en die het stapelvoedsel vormen voor soms zeer grote groepen zee-eenden, komen niet of zelden voor.

Het uitgevoerde onderzoek richt zich met name op een mogelijk verstorende werking van windparken op zeevogels, alsmede op de kansen op aanvaringen van vogels met rotorbladen. In de beschrijving van het voorkomen van vogels op de Noordzee is onderscheid gemaakt in lokaal verblijvende (zee)vogels en trekkende[3] vogels. Deze eerste groep betreft met name pleisterende niet-broedvogels. Broedvogels komen op de locatie Katwijk niet voor; wel kunnen broedvogels uit Noord- en Zuid-Holland op hun foerageertochten de locatie Katwijk bereiken. Onder de trekvogels vallen ook zeevogels, bijvoorbeeld soorten uit kolonies in Noord-Europa die via de Noordzee naar West-Afrika trekken om daar te overwinteren. De grootste aantallen trekvogels boven de Noordzee zijn echter landvogels (vooral zangvogels), die vanuit Noord-Europese broedgebieden, doorgaans op grote hoogten, via het luchtruim boven de Noordzee doortrekken naar meer zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden.

7.2.1 Lokaal verblijvende zeevogels

Op de Noordzee komen enkele miljoenen zeevogels voor die de zee het hele jaar door als hun leefgebied hebben. In de Zuidelijke Bocht (de Noordzee ten zuiden van den Helder) van de Noordzee komen ook grote aantallen zeevogels voor (honderdduizenden; zie Camphuysen & Leopold 1994), die ter plaatse foerageren, rusten, ruien en slapen. Op volle zee zijn slechts weinig vogels werkelijk stationair aanwezig op een bepaalde locatie. Eerder gaat het voorkomen van zeevogels op volle zee gepaard met allerlei grootschalige en kleinschalige bewegingen, die in relatie kunnen staan met het getij, het al dan niet plotseling optreden van een goede mogelijkheid om te foerageren, de tijd van de dag en de tijd van het jaar (seizoenstrek). Indien delen van dit leefgebied worden aangetast, zal dat leiden tot verminderde dichtheden van die zeevogels ter plaatse. Om te begrijpen hoe een toekomstig windpark zou kunnen ingrijpen op de lokale vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten zeevogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen en in welke aantallen c.q. dichtheden. Onderstaande korte soortbeschrijvingen zijn gebaseerd op de NCP-vogelatlassen van Baptist & Wolf (1993) en Camphuysen & Leopold (1994); enkele rapporten op soortsniveau (Berrevoets & Arts 2001, 2002, 2003; Arts & Berrevoets, 2005) en een nog niet gepubliceerd rapport van Leopold et al. (in prep.) dat de beschikbare tellingen van zeevogels vanuit vliegtuigen en vanaf schepen integreert. Alle besproken zeevogelsoorten genieten bescherming onder de Nederlandse Flora- en faunawet en als trekvogel, wat alle zeevogels op het NCP zijn (Leopold et al. (in prep)), onder de EU Vogelrichtlijn. Een aantal soorten is nog strenger beschermd onder de Vogelrichtlijn: deze zijn opgenomen in Annex 1 van de Vogelrichtlijn (tabel 7.1). Tenslotte is een aantal natuurgebieden in Nederland beschermd onder de Natuurbeschermingswet. Deze kent het begrip "externe werking" dat inhoudt dat vogels die binnen een beschermd natuurgebied bescherming genieten, ook daarbuiten beschermd moeten worden als er sprake is van een relatie met dat natuurgebied. Het plangebied ligt echter dermate ver verwijderd van zowel de

[3] trek: een periodieke en gerichte verplaatsing tussen broed- en overwinteringsgebied en vice versa, die voortkomt uit een hormonaal gestuurde fysiologische verandering in de vogel.

offshore gebieden die zijn aangemerkt als speciale beschermingszones onder de Vogel- en Habitatrichtlijn (te weten: Voordelta, Kustzone benoorden de Wadden en Friese Front) of als NB-wet gebied aan land (diverse duinreservaten), dat dergelijke relaties (te) ver gezocht lijken. Er is alleen in een aantal gevallen een relatie met de Kustzee voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust, die in Lindeboom et al. (2005) ook is aangemerkt als een gebied met een bijzondere ecologische waarde op het NCP. Dit gedeelte van de Kustzee heeft echter vooralsnog geen officiële status als natuurgebied en dus geldt het begrip externe werking hier niet.

Tabel 7.1 Zeevogelsoorten die onder de EU Vogelrichtlijn Annex 1 vallen (BirdLife International 2004) én die op het NCP voorkomen (Camphuysen & van Dijk 1983; Platteeuw et al. 1994; van den Berg & Bosman 1999; Bijlsma et al. 2001; Wolf 2004). In de laatste kolom wordt een indicatie van de talrijkheid op het NCP gegeven, naar van den Berg & Bosman (1999) en Bijlsma et al. (2001). Soorten die slechts in zeer geringe aantallen of als dwaalgast op het NCP voorkomen, of soorten die eigenlijk zoetwatervogels zijn, waarvan enkelingen ook wel eens op zee worden gezien (zoals bijvoorbeeld het Nonnetje (Mergellus albellus) worden verder gezien als niet relevant voor deze windparkstudie. De meest relevante soorten in deze zijn gemerkt met een "*" in de eerste kolom en vogels waarvoor dit minder duidelijk is zijn gemerkt als "(*)". De meeste "schaarse doortrekkers" worden alleen dicht onder de kust gezien, waar stuwing langs het land optreedt voor deze trekvogels en waar bovendien relatief intens wordt waargenomen. Deze soorten zijn voor offshore windparken niet relevant.

	Vogelsoort	Wetenschappelijke naam	Status op het NCP
*	Roodkeelduiker	Gavia stellata	Algemeen in kustzone (n-br)
(*)	Parelduiker	Gavia arctica	Vrij schaars (n-br)
	IJsduiker	Gavia immer	Schaarse gast (n-br)
	Geelsnavelduiker	Gavia adamsii	zeldzaam (n-br)
	Kuifduiker	*Podiceps auritus*	*Vrij schaars in kustzone (n-br)*
	Donsstormvogel/Freira	Pterodroma madeira/feae	Dwaalgast
	Bulwer's Stormvogel	Bulweria bulwerii	Dwaalgast
	Kuhl's Pijlstormvogel	Calonectris diomedea/bore	Vrij schaarse doortrekker (migr)
	Vale Pijlstormvogel	Puffinus (p.)mauretanicus	Vrij schaarse doortrekker (migr)
	Kleine Pijlstormvogel	Puffinus assimilis	Dwaalgast
	Bont Stormvogeltje	Pelagodroma marina	Dwaalgast
	Stormvogeltje	Hydrobates pelagicus	Vrij schaarse doortrekker (migr)
	Vaal Stormvogeltje	Oceanodroma leucorhoa	Vrij schaarse doortrekker (migr)
	Steller's Eidereend	Polysticta stelleri	Dwaalgast
	Grauwe Franjepoot	Phalaropus lobatus	Schaarse doortrekker (migr)
	Zwartkopmeeuw	Larus melanocephalus	Schaars in kustzone (br & n-br)
*	Dwergmeeuw	Larus minutus	Talrijk, vooral in kustzone (migr)
	Audouin's Meeuw	Larus audouinii	Dwaalgast
	Baltic Kleine Mantelmeeuw	Larus fuscus fuscus	Vermoedelijk schaarse doortrekker (m
	Lachstern	Gelochelidon nilotica	Schaarse doortrekker (migr)
	Reuzenstern	Sterna caspia	Schaarse doortrekker (migr)
*	Grote Stern	Sterna sandvicensis	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
	Dougall's Stern	Sterna dougallii	Schaarse doortrekker (migr)
(*)	Visdief	Sterna hirundo	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
(*)	Noordse Stern	Sterna paradisaea	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr))
	Dwergstern	Sterna albifrons	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
	Zwarte Stern	Chlidonias niger	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)

br: broedvogel in Nederland; n-br: niet-broedvogel; migr: trekvogel.

Roodkeel- en Parelduiker

In de Zuidelijke Bocht overwinteren enkele duizenden kleine duikers, waarvan de Roodkeelduiker verreweg de meest talrijke is. Parelduikers zijn het meest talrijk aanwezig tijdens de voorjaarstrek (april/mei) maar blijven ook dan in de minderheid. IJsduiker en Geelsnavelduiker zijn in ons land dermate

schaars dat ze op het NCP geen rol van betekenis spelen. De kern van het verspreidingsgebied van alle duikers in Nederland ligt in de Noordzee-kustzone, binnen de 20 m dieptelijn. Tijdens de voorjaarstrek kan deze verspreiding iets breder zijn, en kan ook de locatie Katwijk bereikt worden; deze locatie ligt echter dermate ver offshore dat het buiten het reguliere verspreidingsgebied van de duikers valt. Camphuysen en Leopold (1994) geven voor de Nederlandse zeevogels schattingen van het relatieve aantal vogels (ten opzichte van de totale geografische populatie) dat maximaal op het NCP verblijft. Voor Roodkeel- en Parelduiker is dit respectievelijk ruim 10% en 0,3%.

Futen
Op het NCP komen vijf soorten futen voor: Fuut, Roodhalsfuut, Geoorde Fuut, Kuifduiker en Dodaars. Alle futen zijn vogels van de kustzone, die nooit verder dan een paar kilometer de zee opgaan. Daardoor zijn ze niet relevant voor offshore windparken. Zo'n 20% van de Europese Futen kan zich in de Nederlandse kustzone bevinden.

Noordse Stormvogel
De Noordse Stormvogel is een zeer talrijke soort op het NCP, maar meestal alleen in de noordelijke helft. Zijn gedrag is echter tamelijk onvoorspelbaar op allerlei momenten in het jaar en onder zeer diverse weersomstandigheden zijn omvangrijke invasies gezien in de Zuidelijke Bocht. Deze worden vooral door de zeetrektellers van de Nederlandse Zeevogelgroep opgemerkt, langs de kust. Aangezien deze soort een vogel van open zee is, komen bij dergelijke invasies ook aanzienlijke aantallen door een windpark verder offshore in de Zuidelijke Bocht vliegen. Hoewel ruim 2% van de Europese Noordse Stormvogels op het NCP kan voorkomen, is het aandeel in de zuidelijke helft van ondergeschikt belang (veel kleiner dan 1%).

Overige stormvogels, pijlstormvogels en stormvogeltjes
Twee soorten pijlstormvogels komen min of meer regulier voor in de offshore Zuidelijke Bocht: de Noordse en Grauwe Pijlstormvogel. Ze worden hier echter nooit in grote aantallen gezien en enig effect op hun (zeer omvangrijke populaties) vallen door geen enkele menselijke activiteit in de Zuidelijke Bocht te verwachten. Kuhl's, Grote en Vale pijlstormvogels worden jaarlijks vanaf de kust langsvliegend gezien, maar nooit in grote aantallen en waarnemingen offshore zijn uitermate schaars. Dit laatste geldt ook voor de beide stormvogeltjes die jaarlijks door de Nederlandse kustzone trekken (Stormvogeltje en Vaal Stormvogeltje). Alle andere soorten komen alleen als dwaalgast in Nederlandse wateren voor. Binnen deze groep haalt geen enkele soort de 1% norm op het NCP.

Jan van Gent
De Jan van Gent is het hele jaar door, meest vrij dun verspreid, in de offshore Zuidelijke Bocht aanwezig. Deze soort komt ook het hele jaar voor binnen de grenzen van het plangebied, maar concentraties van enige belang aldaar zullen uitzonderlijk zijn en wellicht beperkt tot foeragerende groepen achter viskotters. Deze soort vliegt over het algemeen wat hoger boven zee dan de meeste andere zeevogels in de Zuidelijke Bocht en lijkt daarmee relatief kwetsbaar voor aanvaringen met windturbines (Leopold et al., 2004). De soort staakt het vliegen echter bij slecht zicht en in de nacht, waardoor de kans op aanvaringen toch gering lijkt. Circa 4% van alle Europese Jan van Genten kan op het NCP voorkomen, maar zit in de regel zo ruim verspreid dat internationaal belangrijke concentraties hier niet of nauwelijks voorkomen.

Aalscholvers
De Aalscholver krijgt steeds meer broedkolonies in de Noord- en Zuid-Hollandse duinen en wordt ook in steeds grotere aantallen op de Noordzee waargenomen. De locatie Katwijk ligt vermoedelijk net buiten het bereik van deze vogels, die vooral in relatief ondiepe kustwateren foerageren. Ze kunnen niet lang op volle zee blijven omdat hun verenkleed water opneemt waardoor al te lang op zee zwemmen voor deze vogels geen optie is, zoals te doen gebruikelijk bij "echte" zeevogels. Op volle zee komen dan ook geen (internationaal) belangrijke concentraties voor. Kuifaalscholvers broeden niet in Nederland maar vooral jonge vogels van de Britse Eilanden wagen soms de oversteek. Op volle zee, ter hoogte van het plangebied moet deze soort echter als een dwaalgast worden gezien.

Waterwild
Allerlei (zoetwater) zwanen, ganzen en eenden zijn op het NCP waargenomen en omdat het alle goede zwemmers zijn, kunnen ze ook tijdelijk even op zee neerstrijken om uit te rusten. Verschillende soorten hebben trekroutes over de Noordzee, bijvoorbeeld omdat ze een deel van de winter in Nederland doorbrengen en een deel in Engeland. De zee zelf behoort echter niet tot hun habitat. Dit ligt anders voor de Zwarte en Grote Zee-eend en de Eidereend, waarvan er ruim honderdduizend op het NCP overwinteren. Ze zijn echter gebonden aan relatief ondiep water met een rijke voedselvoorziening in de vorm van schelpdierbanken. Deze omstandigheden doen zich in het plangebied niet voor, zodat hier alleen wat vogels op doortrek langs zullen komen.

Jagers
Alle vier de Europese jagersoorten (Grote, Middelste, Kleine en Kleinste Jager) trekken over het NCP, van hun broedgebieden in Schotland en verder noordelijk, naar de Golf van Biskaje en West-Afrika. Schotse, en mogelijk ook IJslandse, Grote en Kleine Jagers, volgen hier een "trekroute" die ten zuiden van de Doggersbank, diagonaal over de Noordzee richting Nederlandse kust voert. Veel vogels uit Scandinavië en Rusland volgen meer de Nederlandse kustlijn en blijven zo buiten het plangebied maar gezien het verspreidingspatroon op zee volgt een eveneens groot deel van deze vogels meer een offshore route. In de offshore Zuidelijke Bocht, vanaf het Friese Front richting het Kanaal, komen deze stromen samen en het plangebied ligt dus op deze (diffuse) trekroute. Omdat de Europese populaties Grote en Kleine Jagers relatief klein zijn (enkele tienduizenden vogels elk; Mitchell et al., 2004), steekt jaarlijks een relatief belangrijk deel van deze populaties de Noordzee over en krijgen deze vogels op hun route te maken met toekomstige offshore windparken in de Zuidelijke Bocht.

Meeuwen
Meeuwen zijn numeriek vaak de dominante vogels in de Zuidelijke Bocht. De hoogste dichtheden worden in de kustzone bereikt, maar ze komen ook altijd en overal offshore voor en soms in grote concentraties. Dit laatste vooral achter viskotters, waardoor de locaties van voorkomen van dergelijke concentraties (tot vele duizenden vogels) tamelijk onvoorspelbaar zijn. Offshore zijn de Kleine Mantelmeeuw (zomer) en Zilvermeeuw en Grote Mantelmeeuw (winter) de belangrijkste soorten. Kleine Mantelmeeuwen zijn zeer goede vliegers. De broedvogels van bijvoorbeeld de grote kolonies op de Maasvlakte of de kleinere kolonies in IJmuiden kunnen op hun foerageertochten het plangebied Katwijk bereiken. Op het NCP overwinterende Zilver- en Grote Mantelmeeuwen zijn minder sterk aan land gebonden dan de (aan land) broedende

Kleine Mantelmeeuwen. Veel vogels die ver offshore opereren vertonen echter wel ochtend- en slaaptrek. Hierdoor kunnen windturbines in het plangebied Katwijk enigszins een barrière vormen. Er is echter niet één nauwe baan voor deze ochtend- en avondtrek, naar één vaste aanlandingsplaats of slaapplaats. Rustende meeuwen kunnen op ieder verlaten strand of duinmeer gaan zitten, inclusief de locaties waar zich in de zomer kolonies bevinden. Zilvermeeuwen die offshore op het NCP overwinteren zijn zowel eigen broedvogels als vogels die veel noordelijker of op de Britse Eilanden broeden, dus dit zijn echte trekvogels. Voor de Grote Mantelmeeuw is de Zuidelijke Bocht een zeer belangrijk overwinteringsgebied, van internationaal belang. Van alle drie deze soorten komt maximaal ruim 10% van de totale populatie op het NCP voor, maar een groot aandeel hiervan zit in de kustzone.

Van de kleinere soorten meeuwen, zitten de meeste Kok- Storm- en Dwergmeeuwen in de kustzone. Vooral tijdens de trek echter komen soms aanzienlijke aantallen verder op zee voor. Kokmeeuwen steken jaarlijks in grote aantallen over naar Engeland. Stormmeeuwen komen in een brede band voor de Nederlandse kust voor (vooral in de winter), maar het plangebied ligt buiten het kerngebied. Dwergmeeuwen zijn in Nederland vooral trekvogel. Van deze soort trekt jaarlijks een zeer groot deel van de hele populatie door, en ten minste in sommige jaren vindt deze trek ook tamelijk ver offshore plaats, zeker tot op de hoogte van plangebied Katwijk. Dit kan gaan om duizenden vogels, op een totale populatie van circa 75.000 vogels.

De laatste meeuwensoort die regulier voorkomt op het NCP is de Drieteenmeeuw. Dit is een buitenbeentje onder de meeuwen in die zin dat hij op klifkusten broedt en in de winter ver offshore zijn kerngebied heeft. Het troebele water van de Zuidelijke Bocht is niet zijn favoriete habitat en in dit gebied zijn de aantallen doorgaans dan ook relatief laag. De soort vertoont echter, net als de Noordse Stormvogel, invasie-achtig gedrag en hoge aantallen komen af ten toe wel degelijk voor in de offshore Zuidelijke Bocht en dus kunnen hoge dichtheden ook in het plangebied voorkomen. In de Zuidelijke Bocht bereikt de Drieteenmeeuw echter niet de 1% norm.

Sterns

Diverse soorten sterns broeden in internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust (Grote Stern, Visdief en Dwergstern). Ook de Noordse Stern broedt hier, maar in relatief lage aantallen. Deze soorten foerageren alle (ook) op de Noordzee, op wisselende afstanden tot de kust. Dwergsterns blijven zeer dicht onder de kust en broedvogels zullen nooit het plangebied bereiken. Grote Sterns gaan het verst de zee op en wellicht komt een enkele broedvogel uit de Voordelta net in het plangebied, maar dit lijkt een vrij uitzonderlijke gebeurtenis. Visdieven en Noordse Sterns zullen (als broedvogel) het plangebied niet doorkruisen. Ook de (zeer omvangrijke) trek van al deze sterns, nog aangevuld met tienduizenden Zwarte Sterns en vele tienduizenden van eerder genoemde soorten sterns die ten noorden van Nederland broeden, speelt zich meest in de kustwateren af, ten oosten van het plangebied. Bij bepaalde weersomstandigheden zullen veel vogels echter de bocht in de Hollandse kust afsnijden en ligt de locatie Katwijk binnen de route. Ook vogels die ten noordwesten van Nederland broeden, vooral Noordse Sterns uit Schotland en IJsland, trekken –noodgedwongen- ook ver over zee en kunnen het windpark kruisen. Deze Noordse Sterns kunnen op hun voorjaarstrek ook ver offshore in groepen voorkomen, die al volop bezig zijn met de balts (Camphuysen 1991) of kunnen hier na het broedseizoen enige tijd in groeps-

verband verblijven (Camphuysen en Winter 1996). Geen enkele stern zal echter offshore op het NCP de 1% norm halen.

Alkachtigen
Vier soorten alkachtigen komen offshore op het NCP regulier voor. Alk en Zeekoet kunnen in de Zuidelijke Bocht in internationaal belangrijke aantallen overwinteren (1 tot 2% van de populaties). Vooral aan het eind van de winter kunnen de aantallen in de Zuidelijke Bocht sterk oplopen, zoals onlangs nog eens treffend geïllustreerd werd door de grote aantallen slachtoffers van de Tricolor olieramp in Noord-Frankrijk, België en Zuidwest-Nederland [Camphuysen & Leopold, 2005]. De andere twee soorten Nederlandse alkachtigen, de Papegaaiduiker en de Kleine Alk, verkiezen meestal helderder water verder noordwestelijk op het NCP en komen in de Zuidelijke Bocht alleen in vrij grote aantallen voor tijdens invasies. Veel van deze vogels komen hier van de honger om, wat aangeeft dat voor hen de Zuidelijke Bocht van weinig waarde is.

Van de soorten waarvan relatief grote aantallen regulier in het plangebied voorkomen, zijn op grond van recente vliegtuigtellingen aantalsschattingen gemaakt voor het plangebied. Dit wordt bekeken in samenhang met de aantallen die in andere (toekomstige) offshore windparken in de Zuidelijke Bocht zullen voorkomen. Om deze reden wordt deze analyse gepresenteerd in het deelrapport Cumulatieve Effecten. De betrokken vogels in de diverse windparken, inclusief een door de turbines verstoorde zone rond die parken, hebben mogelijk te lijden van habitatverlies. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk een integrale analyse gepresenteerd van het gezamenlijke voorkomen van alle zeevogels in het plangebied, met hun relatieve gevoeligheid voor offshore windparken.

7.2.2 Voedsel van zeevogels die in het plangebied verblijven

Roodkeelduikers hebben een divers dieet van allerlei kleine vissen (Leopold, ongepubliceerd). Alle in het gebied voorkomende vissoorten, inclusief zeer kleine als kleine zeenaald, driedoornige stekelbaars, grondels, maar ook kleine platvissen en vrij forse rondvissen (haring en wijting tot respectievelijk 27 en 23 cm lang) zijn in Roodkeelduikers gevonden die dood op de Nederlandse kust aanspoelden. Waar deze vissen zijn gegeten en wat het dieet in het plangebied zou zijn, is onbekend.

In op de Nederlandse stranden dood gevonden *Noordse Stormvogels* is ook een keur aan vissoorten aangetoond, alsmede een relatief groot aantal (pijl)inktvissen (van Franeker, ongepubliceerd). Omdat Noordse Stormvogels ook achter viskotters foerageren, komt een deel van deze prooien uit de bijvangst. Uit andere dieetstudies (o.a. Camphuysen et al., 1993) komt naar voren dat het dieet van deze soort zeer divers is, en ook macroplankton bevat en overboord geworpen ingewanden van vissen bij viskotters. Dergelijke prooien laten (vrijwel) geen sporen na in de vogel die bij standaard maagonderzoek worden opgemerkt.

Jan van Genten eten in de Zuidelijke Bocht vooral rondvis, bijvoorbeeld haring, makreel en zandspiering, die tijdens soms diepe duiken wordt gevangen. Daarnaast eten ze ook bijvangst uit de visserij (Camphuysen et al., 1993).

Aalscholvers eten alle vissoorten die in de Zuidelijke Bocht voorkomen. Ze kunnen zowel vis aan het oppervlakte, als aan de bodem als achter viskotters

eten, en zowel rondvis als platvis of zeer kleine of zeer grote vis. Een enkele keer eten Aalscholvers ook grote wormen, vermoedelijk als deze in hun paaitijd enige tijd vrij in het water rondzwemmen (Leopold & van Damme 2003).

Zee- en Eidereenden eten in Nederland vooral tweekleppige schelpdieren, maar ter hoogte van het plangebied komen deze in onvoldoende mate voor om het gebied van belang te laten zijn voor deze eenden. Mogelijk verandert dit wanneer op de fundaties van de turbines mosselen gaan groeien, en eenden zo ver uit de kust, binnen de onrustige situatie van een windpark, zouden willen komen foerageren.

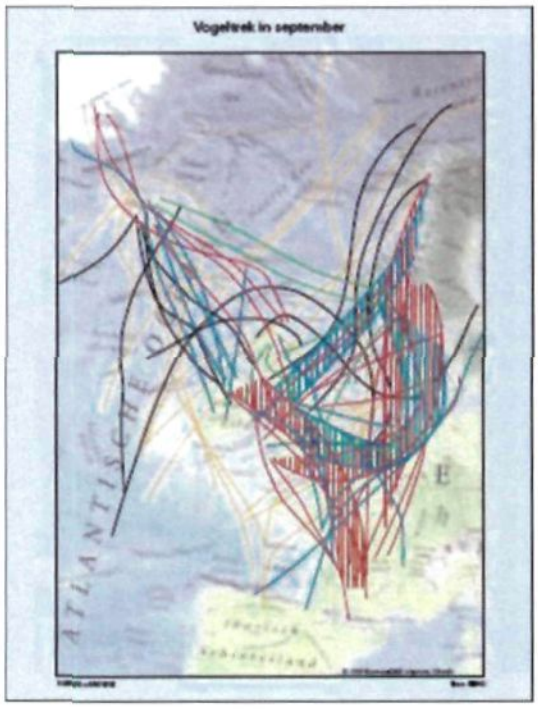
Jagers en de grote meeuwen zijn in het gebied vooral aangewezen op (rond)vis die ze of zelf vangen, of bij kotters opscharrelen. Alle eetbare zaken die bij kotters overboord gaan (ondermaatste bijvangst en ingewanden, maar ook bijgevangen bodemdieren, zij het in minder mate: zie Camphuysen et al. 1993) worden door meeuwen en in het verlengde daarvan, door jagers gegeten. Het voedsel van de kleinere meeuwen is onbekend in offshore wateren. De meest talrijke soort ter hoogte van het plangebied Katwijk, de Dwergmeeuw, eet vooral plankton, inclusief vislarven (Leopold et al., 2004).

Sterns zijn aangewezen op kleine vissen die dicht onder het oppervlak gevangen kunnen worden tijdens ondiepe stootduiken. Wanneer foeragerende sterns ter hoogte van het plangebied op de Noordzee zouden foerageren, zal de prooi vermoedelijk haring, sprot of zandspiering zijn.

Alken eten in de Zuidelijke Bocht vooral kleine rondvis, zoals sprot, jonge haring en zandspiering, zo bleek uit een omvangrijke dieetstudie aan vogels die bij de Tricolor olieramp waren omgekomen (Ouwehand et al., 2005). Bij andere gelegenheden werd ook vaak driedoornige stekelbaars in de maag van Alken gevonden (Camphuysen en Leopold, ongepubliceerd). *Zeekoeten*, betrokken bij de Tricolor olieramp, hadden een veel diverser dieet dan de Alken, met veel meer vissoorten (ruim 20 verschillende vissoorten, zowel rondvis als platvis en hoog en laag in de waterkolom zwemmende soorten) en een veel breder groottespectrum. Zeekoeten kunnen haringen tot ruim 25 cm aan en wijtingen van boven de 20 cm lengte, en eten deze regelmatig.

7.2.3 Trekkende vogels

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa [o.a. Lensink & Van der Winden, 1997; LWVT/SOVON, 2002; Exo et al., 2002]. Boven de Noordzee komen twee dominante vliegrichtingen voor. In het najaar is de vliegrichting overwegend zuid of west en in het voorjaar noord en oost. Gemiddeld vliegen trekvogels boven de Noordzee hoger dan boven land [LWVT/SOVON, 2002], al vliegt het merendeel van de vogels op geringe hoogtes (< 200 m) [o.a. LWVT/SOVON, 2002; Van Gasteren et al., 2002; Gruber & Nehls, 2003]. Er zijn grote verschillen in gedrag, vlieghoogtes en intensiteit tussen de verschillende soortgroepen. Gemiddeld nemen de aantallen vogels per km² (trekdichtheid) af naarmate de afstand tot de kust groter is [Van Gasteren et al., 2002].



Figuur 7.1 Schematische weergave van vogeltrekbanen over de Noordzee, in de herfst. Bron: Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM):Milieujaarverslag 1999. Zwarte lijnen: zee- en watervogels; groen: roofvogels en uilen; blauw: steltlopers; oranje: meeuwen en sterns; rood: zangvogels. Zie ook Van de Laar (1999).

Routes trekvogels over Noordzee

Om het belang van het luchtruim boven de locatie Katwijk voor trekkende vogels te kunnen duiden wordt in de richtlijnen gevraagd migratieroutes aan te geven. Dat is niet makkelijk. Er trekken zeer veel vogels over de Noordzee. Hun herkomst (broedgebied) en bestemming (overwinteringsgebied) zijn in het algemeen bekend. Veelal is er echter geen sprake van vast omschreven "routes", zeker niet in een vorm waarin deze als dunne pijlen op een kaart kunnen worden gezet en waarvan dan zou kunnen worden aangegeven of deze over of juist langs de locatie Katwijk lopen. Bijvoorbeeld tijdens de herfsttrek van zangvogels over de Noordzee lijkt eerder sprake van een "deken van doortrekkende vogels" dan van een nauwe, goed definieerbare trekbanen. Er is enige kennis over patronen en dichtheidsgradiënten (bijv. ten opzichte van de kust, zie boven). De vraag in de richtlijnen kan het best worden beantwoord met de informatie uit twee publicaties waarin gepoogd is de beschikbare informatie zo goed en gecondenseerd mogelijk weer te geven: Lensink & Van der Winden (1997) en Van de Laar (1999). Hoewel de kaarten in beide publicaties er verschillend uitzien (brede pijlen vormen trekbanen in de eerste, een groot aantal individuele lijnen vormen trekbanen in de tweede) is het geschetste beeld vergelijkbaar. In bijlage 7 zijn de relevante kaarten uit Lensink & Van der Winden (1997) overgenomen.

Zeevogels

Vooral in het voor- en najaar trekt een groot aantal zeevogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden [o.a. Camphuysen & Van Dijk, 1983; Platteeuw et al., 1994], dagelijks vele honderden tot maximaal vele duizenden. Van der Winden et al. (1997) schatten op grond van de beschikbare bronnen dat van een groot aantal zeevogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken. In tabel 7.3, afkomstig uit het Locatie-MER NSW, is de beschikbare informatie weergegeven voor de eerste 7 km uit de Hollandse kust en op circa 10 km uit de kust. Helaas zijn er geen systematische waarnemingen die een weergave voor gebieden

op grotere afstand van de kust mogelijk maken. Op grond van de beschikbare informatie kan echter wel worden aangenomen dat de dichtheden op 25 km en verder uit de kust aanzienlijk lager zijn dan de in tabel 7.3 voor de kuststrook gegeven waarden.

Ook bij zeevogels zijn verschillen te verwachten tussen patronen van trek overdag en 's nachts. Met name zee-eenden kunnen zich overdag sterk laten leiden door de kust, maar 's nachts houden zij een breed front aan [Bergman & Donner, 1964]. Hoewel dergelijke radarwaarnemingen voor de Nederlandse kust ontbreken, is de verwachting dat de trek 's nachts van en naar Engeland van deze soort volgens een breed front zou kunnen plaatsvinden. Maar dit zou ook kunnen gelden voor de kustparallelle trekbewegingen naar overwinteringsgebieden ten zuiden van Nederland.

Zangvogels
In voor- en najaar treedt in de kustzone sterke trek op van zangvogels [LWVT/SOVON, 2002; Lensink & Van der Winden, 1997]. Boven land stuwt de trek overdag geregeld, waarbij in een smalle strook achter en boven de zeereep per dag vele tienduizenden vogels kunnen passeren [o.a. Buurma, 1987]. Ook in de nacht kan de trekstroom langs de kust verdichten, maar minder sterk dan overdag [Buurma & Van Gasteren, 1989]. Over land en overdag trekkende kleinere zangvogels die naar Engeland willen, kennen in sommige najaren een gradiënt met toenemende aantallen aan de kust naar het zuiden toe. Indien gunstige rugwinden optreden, zullen deze vogels overdag vanaf de Nederlandse kust de oversteek naar Engeland maken. Maar indien tegenwinden overheersen vliegen deze vogels zoveel mogelijk over land door naar het zuiden, waar de afstand naar Engeland bij Calais het kleinst is en waar in sommige najaren dan ook uiteindelijk door de grootste aantallen de oversteek wordt gemaakt.

Vooral onder gunstige weersomstandigheden waarbij meewind een belangrijke factor is, trekken 's nachts grote aantallen vogels over de Noordzee [Richardson, 1978; Buurma, 1987; Lensink & Van der Winden, 1997; LWVT/SOVON, 2002]. Bij gunstige wind vliegen de vogels over het algemeen hoger dan 200 m en in een zeer breed front [o.a. Van Dobben, 1953; Buurma, 1987; Gruber & Nehls, 2003]. In de ochtend en bij slecht weer vliegen deze nachttrekkers vooral op minder dan 150 m hoogte [o.a. Deelder & Tinbergen, 1947; Buurma, 1987; Buurma & Van Gasteren, 1989; Gruber & Nehls, 2003]. Bij sterke tegenwind of slecht zicht kunnen grote aantallen zangvogels gedesoriënteerd raken en in zee terecht komen [Camphuysen, 1988; Lensink et al., 1999]. Tot de meest talrijke zangvogels in de trekstroom over de Noordzee behoren Veldleeuwerik, Merel, Koperwiek, Kramsvogel, Zanglijster, Spreeuw en Vink [Lensink & Van der Winden, 1997].

Naar verwachting is er een gradiënt in de dichtheid van overstekende nachttrekkende zangvogels als lijsters. Deze vogels proberen in een zo'n kort mogelijke route naar de Britse eilanden te gaan, waarbij in het zeegebied van noord naar zuid een afnemende gradiënt bestaat. Een deel van deze vogels betreft vogels die vanuit Noorwegen in één keer de oversteek proberen te maken, maar halverwege via een zuidoostelijke trekrichting naar de Nederlandse kust vliegen en later een tweede poging doen [Buurma, 1987].

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 m [Buurma & Van Gasteren, 1989; Van Gasteren et al., 2002].

Wadvogels
Een substantieel deel van de vogeltrekbewegingen, van met name steltlopers en watervogels over de Noordzee, heeft een relatie met de Waddenzee, waarbij er vogels van en naar andere gebieden komen gevlogen; kustparallel van en naar gebieden ten zuiden van Nederland, alsmede oversteken van en naar Engeland. De Waddenzee is een van de rijkste watervogelgebieden in de wereld. Gedurende het gehele jaar trekken grote aantallen vogels van en naar de Waddenzee. De Waddenzee is zowel een belangrijk broedgebied als een belangrijk tussen- en eindstation voor vele soorten watervogels en in grote aantallen. Er zijn een aantal soorten die via Nederland naar Engeland vliegen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om soorten als Rotganzen en Kleine Zwanen, wat zou inhouden dat er een noord-zuid gradiënt bestaat voor dit type trekbewegingen. Van de Rotganzen verspreidt een groot deel van de vogels zich langs de Franse kust, wat kustparallelle vliegbewegingen over de Noordzee betekent. Deze gradiënt zal vooral afhankelijk zijn van de afstand tot de kust. 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 tien km) dan ter hoogte van het noordelijk deel van Noord-Holland (minder dan tien km) [Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988; Platteeuw, 1990]. Ook voor steltlopers staat de beschikbare informatie in de al genoemde tabel 7.3.

Met rugwind trekken steltlopers op hoogtes van meer dan 100 m in een tamelijk breed front langs en boven de kust [Camphuysen & Van Dijk, 1983; Van Gasteren et al., 2002]. Vooral in het voorjaar trekken deze soorten bij tegenwind op lagere hoogten gestuwd langs de kust [Camphuysen & Van Dijk, 1983]. Deze lage trek kan 's nachts doorgaan [Dirksen et al., 1996a]. Kieviten trekken in voor- en najaar hoofdzakelijk overdag in een breed front van en naar Engeland [o.a. Baptist & Wolf, 1993], waarbij nachtelijke trek boven zee aannemelijk is [Van Gasteren, 1986; Buurma, 1987].

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

Breedte en hoogte van de trekstroom
Een belangrijk deel van de vogels vliegt overdag lager dan 100 m boven zee al komt hoge trek (meer dan 300 m) onder gunstige omstandigheden (meewind) eveneens voor [Buurma & Van Gasteren, 1989; Van Gasteren et al., 2002]. De aantallen vogels die langstrekken zijn op grotere afstand van de kust lager dan vlak bij de kust [Van Gasteren et al., 2002]. Uit een vergelijking van de trek onder de kust (afhankelijk van de soort 5 tot 9 km) en die verder uit de kust (ter hoogte van Meetpost Noordwijk, 10 km uit de kust), blijkt dat een aantal soorten direct onder de kust talrijker doortrekt en een aantal andere juist verder uit de kust langstrekt [Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988]. De landinwaartse bocht in de Hollandse kust wordt mogelijk afgesneden door Zwarte Zeeeenden en wellicht ook door andere soorten. Als dit zo is, dan ligt de as van deze trekstroom bij Zuid-Holland op meer dan tien kilometer uit de kust en

bij Noord-Holland op minder dan tien km [o.a. Den Ouden & Camphuysen, 1983; Platteeuw et al., 1985; Platteeuw, 1990]. Op grond van observaties vanuit vliegtuigen en vanaf boten is het aannemelijk dat de trek op open zee minder geconcentreerd is dan in de kustzone [Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994]. Op grond van de waarnemingen op Meetpost Noordwijk is alleen zeker dat de overgang naar minder geconcentreerde trek verder dan vijftien km 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 & Van Dijk, 1983]. De breedte van deze trekstroom is onbekend. Als gevolg van harde wind kunnen vogels uit de koers raken. Onder invloed van tegenwind gaan vogels lager vliegen [Gruber & Nehls, 2002].

Nachtelijke trek
Uit radarwaarnemingen bij Hoek van Holland en IJmuiden blijkt dat een belangrijk deel van de nachtelijke trek langs de kust boven zee zich op lage hoogtes (minder dan 300 m) afspeelt [Buurma & Van Gasteren, 1989; Van Gasteren et al., 2002]. Met name meeuwen en sterns vliegen op hoogtes lager dan 200 m, maar ook van de andere soortgroepen vliegt minstens 40% op hoogtes lager dan 200 m. Overdag werd lager gevlogen dan 's nachts. Studies verder uit de kust op de Noordzee (bij Sylt, Duitsland) bevestigen deze patronen [Gruber & Nehls, 2002]. Op grond van indirecte en incidentele waarnemingen 's nachts is het aannemelijk dat de meeste echte zeevogels zowel overdag als 's nachts trekken, al is de verhouding waarin dit gebeurt onbekend.

Soorten en aantallen trekkende vogels
Uit het bovenstaande is duidelijk dat een groot aantal vogelsoorten op trek over de locatie Katwijk kan vliegen. De richtlijnen geven aan dat inzicht dient te worden verschaft in welke soorten het studiegebied in zeer groot aantal kunnen passeren dan wel waarvan een substantieel deel van de biogeografische populatie het studiegebied kan aandoen. Het studiegebied is de locatie en directe omgeving (tot waar effecten merkbaar zijn). Voor trekvogels is dit, met het oog op uitwijkgedrag (zie paragraaf 7.4.3) het gebied binnen een straal van enkele kilometers rondom het windpark. Wanneer hiervoor 2 kilometer wordt genomen, is de breedte van het gebied ten opzichte van de noord-zuid lijn (maximaal) 8 km en ten opzichte van de oost-west lijn 28 km (inclusief het gebied tussen de twee clusters die samen het windpark vormen). Vervolgens is de vraag wat respectievelijk verstaan moet worden onder 'zeer groot aantal' en 'substantieel deel van de biogeografische populatie', ofwel absolute en relatieve talrijkheid. Een aantal van minimaal 10.000 lijkt voor het eerste een goede ordegrootte, terwijl de 1%-norm uit de Ramsar-conventie wellicht het beste houvast biedt om het relatieve getal voor een soort op die 1% te stellen.

Hoe nu na te gaan welke vogelsoorten in (relatief) grote aantallen over het studiegebied kunnen vliegen? Eigenlijk is dat een vraag die bij de huidige stand van kennis onmogelijk te beantwoorden is. Om het antwoord te geven is namelijk per soort informatie nodig over de aantallen langstrekkende vogels voor specifiek het studiegebied. Die informatie is er niet en de conclusie is helaas ook dat die informatie niet uit andere bronnen te construeren is. Hierboven is reeds beschreven welke kennis er is over trekvogels over de Noord-

zee. Daaruit is duidelijk dat het voor de Noordzee als geheel al niet makkelijk is om te reconstrueren hoeveel vogels er overtrekken, en welke globale trekbanen daarbij benut worden. Om vanuit deze informatie in te zoomen op een zeer klein stukje en daarvoor voor iedere soort het aantal te bepalen is niet op verantwoorde wijze mogelijk. Wel is een poging gewaagd om te komen tot een lijst van soorten die naar verwachting gezamenlijk het merendeel vormt van de over de locatie Katwijk vliegende vogels.

Lensink & Van der Winden (1997) hebben een onderbouwde poging gedaan om voor niet-zeevogels aan te geven hoeveel vogels er over de gehele Noordzee vliegen. Zij geven als totaal- schatting 65 miljoen vogels, hetgeen volgens hen nog te verhogen is met 1 miljoen zeevogels. Daarbij gaat het om alle 10 door hen onderscheiden trekbanen over de Noordzee (zie bijlage 7). Sommige hebben voor Katwijk geen of nauwelijks relevantie. Het studiegebied voor de locatie Katwijk van ca. 8 * 28 = 224 km^2 is minder dan 0,5% van het NCP. De zijden van het studiegebied (8 resp. 28 km) vormen respectievelijk ordegrootte 5 % en enkele % van de dwarse lijn waarop zij liggen (respectievelijk Katwijk - Engeland 170 km en oostzijde Noordzee 4-500 km). De meerderheid van de trekvogels over de Noordzee gaat noord-zuid, een minderheid oost-west (van en naar de Britse eilanden). Op basis van die informatie komen wij tot een minimale ordegrootte schatting van 3-7 miljoen vogels over het studiegebied Katwijk. Dit is dus een deelverzameling van de circa 200 soorten die het zou kunnen betreffen. Tabel 1 in Lensink & Van der Winden kan vervolgens worden gebruikt om na te gaan welke soorten in dit totaal belangrijk zijn in aantal: de soorten met relatief hoge aantallen in de trekbanen die voor de locatie Katwijk relevant zijn. Dat zijn vooral de trekbanen 1, 3, 4, 6, 7 en 10 (zie bijlage 7). Hierbinnen zitten in trekbaan 3, 4 en 6 veruit de meeste vogels. In tabel 7.2 zijn de talrijke soorten uit deze trekbanen gegeven (op basis van tabel 1 in Lensink & Van der Winden 1997), aangevuld met zeevogelsoorten die tot dit lijstje zouden moeten behoren (maar door Lensink & Van der Winden 1997 zoals vermeld niet behandeld zijn). Nogmaals: deze lijst is indicatief en pretendeert niet compleet te zijn. Om hierin verder te komen dan nu mogelijk is, zijn veldmetingen uit het locatiegebied noodzakelijk.

Tabel 7.2 ***Indicatieve lijst van soorten die als trekvogel (absoluut dan wel relatief!) talrijk over het studiegebied voor de locatie Katwijk vliegen. Zie tekst voor toelichting.***

Roodkeelduiker	Drieteenstrandloper	Graspieper
Parelduiker	Bonte Strandloper	Gele Kwikstaart
Roodhalsfuut	Rosse Grutto	Roodborst
Geoorde Fuut	Regenwulp	Tapuit
Noordse Stormvogel	Wulp	Beflijster
Grauwe Pijlstormvogel	Tureluur	Merel
Jan van Gent	Steenloper	Kramsvogel
Rotgans	Grote Jager	Zanglijster
Bergeend	Kleine Jager	Koperwiek
Smient	Dwergmeeuw	Grote Lijster
Wintertaling	Kokmeeuw	Tuinfluiter
Wilde Eend	Stormmeeuw	Zwartkop
Pijlstaart	Kleine Mantelmeeuw	Tjiftjaf
Zomertaling	Zilvermeeuw	Fitis
Slobeend	Grote Mantelmeeuw	Goudhaantje
Tafeleend	Drieteenmeeuw	Bonte Vliegenvanger
Kuifeend	Grote Stern	Kauw

Toppereend	Noordse Stern	Roek
Brilduiker	Visdief	Spreeuw
Zwarte Zee-eend	Dwergstern	Ringmus
Grote Zee-eend	Zwarte Stern	Vink
Middelste Zaagbek	Alk	Keep
Scholekster	Zeekoet	Groenling
Kluut	Gierzwaluw	Sijs
Bontbekplevier	Boomleeuwerik	Kneu
Goudplevier	Veldleeuwerik	Barmsijs
Zilverplevier	Oeverzwaluw	Sneeuwgors
Kievit	Boerenzwaluw	
Kanoetstrandloper	Huiszwaluw	

Tabel 7.3 Trek en status van zeevogels en steltlopers in de kustzone (1980-89, minder dan 7 km) en verder op zee (1978-82, 10 km) ter hoogte van Noordwijk. Onder "status" wordt aangegeven of de betreffende vogelsoort als broedvogel op zijn foerageertochten het plangebied zou kunnen bereiken (B), of hier een reguliere wintergast is (W), jaargast (J) of soort is die alleen op migratie door het gebied heenvliegt (migr) al dan niet tijdelijk het gebied gebruikt als stopover om te foerageren op de trek (S). Vette symbolen in deze kolom duiden op de mogelijkheid dat meer dan 1% van een populatie ter hoogte van het plangebied kan voorkomen. Geen enkele soort zal echter op enig moment binnen de grenzen van het plangebied aan deze norm voldoen; alleen een opgetelde trekstroom zou een dergelijk percentage kunnen opleveren, maar hiervoor ontbreken de gegevens. In de volgende kolommen staat weergegeven het gemiddeld aantal vogels per uur in het jaar waarin maximale aantallen in de kustzone langstrokken, alsmede de maximale aantallen per dag dichtbij en verder van de kust verwijderd (A = 1-10; B = 11-100; C = 101-1.000; D = 1.001- 10.000, E = >10.000) [Camphuysen et al., 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & van der Ham, 1988; Platteeuw et al., 1994]. De verhouding tussen de omvang van de trek langs de kust en de totale flyway-populatie[4] is verantwoord in Van der Winden et al. (1997). Zie toelichting in tekst.

Soort	*Status in plangebied*	*N/uur < 7 km*	*Maximale Dagtotalen < 7 km*	*Maximale Dagtotalen ±10 km*	*Aandeel (%) van totale flywaypopulatie*
Roodkeel-/Parelduiker	W, **migr**	10,3	C	B	23
Fuut	W, migr	36,9	E	A	73
Noordse Stormvogel	J	10,4	D	D	0
Grauwe Pijlstormvogel	migr	0,6	B	B	-
Jan van Gent	J	27,9	D	C	13
Zwarte Zee-eend	**migr**	210,9	E	D	70
Grote Zee-eend	migr	11,1	D	C	5
Middelste Zaagbek	migr	6,2	C	B	27
Scholekster	migr	21,1	D	A	10
Kluut	migr	3,6	D	A	23
Bontbekplevier	migr	1,8	C	B	3
Goudplevier	migr	3,3	D	A	1
Zilverplevier	migr	21,7	D	B	56
Kievit	migr	26,5	D	C	6
Kanoetstrandloper	migr	23,1	D	C	12
Drieteenstrandloper	migr	3,9	C	A	14
Bonte Strandloper	migr	21,5	D	B	4
Rosse Grutto	migr	40,3	D	C	21

[4] Flyway populatie: de grensoverschrijdende populatie van een trekvogelsoort op een bepaalde trekroute (Ramsar-norm).

Regenwulp	migr	1.8	C	C	1
Wulp	migr	8,1	D	B	10
Tureluur	migr	9,2	D	B	14
Steenloper	migr	3,8	C	A	52
Grote Jager	**S, migr**	0	0	0	?
Kleine Jager	**S, migr**	2,5	C	B	19
Dwergmeeuw	**S, migr**	31,9	D	D	≈100 [1]
Kokmeeuw	migr	47,6	D	C	4
Stormmeeuw	W, migr	38,5	D	D	10
Kleine Mantelmeeuw	B, **S, migr**	21,5	D	D	23
Zilvermeeuw	**W**	No data	(E)	(E)	>1
Grote Mantelmeeuw	**W**	10,9	D	C	10
Drieteenmeeuw	J	21,2	D	D	1
Grote Stern	**(B)**, migr	51,8	D	C	≈100 [1]
Noordse Stern/Visdief [2]	(B), **migr**	91,0	E	D	31
Dwergstern	migr	4,0	C	B	50
Alk/Zeekoet [2]	**W**	11,9	D	C	-

1 schatting fangstrekkende aantallen overtreft schatting flyway-populatie
2 soorten tijdens zeetrektellingen niet goed van elkaar te onderscheiden

Voor zeevogels is een tweede benadering gevolgd. Uit de Locatie-MER voor het Near Shore Windpark is een tabel overgenomen en aangevuld (zie tabel 7.3). Deze tabel laat nu voor de kustzone tot 7 km en de lijn op circa 10 km uit de kust zien hoe de aantallen vogels zich verhouden. Voor het gebied verder op zee (dus ook de locatie Katwijk) is deze informatie niet voorhanden, maar de tabel geeft een idee van enerzijds de gradiënt ten opzichte van de kust en anderzijds de betrokken soorten en ordegrootte (absolute en relatieve) aantallen.

7.3 Toetsingscriteria

De bouw van meerdere windparken in de Noordzee kan verschillende gevolgen hebben voor de lokaal verblijvende vogels (zeevogels) en trekvogels die in de betrokken gebieden voorkomen. De gevolgen kunnen variëren van een licht verstorende werking waardoor er minder vogels dan voorheen in het gebied zullen voorkomen, tot een totale verstoring (geen enkele vogel komt het gebied meer binnen, afhankelijk van de soort), tot aanvaringen met de dood als gevolg. Indien de visserij uit het gebied geweerd zal worden, zal ter plaatse minder bijvangst overboord gezet worden waardoor minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Dit kan echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving gecompenseerd worden doordat naast het windpark juist meer gevist zal worden (het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders). Het is in theorie ook mogelijk dat een windpark vogels aantrekt, als bijvoorbeeld vissen zich massaal gaan ophouden rond de funderingspalen, waardoor plaatselijk goede foerageermogelijkheden voor viseters zouden kunnen ontstaan. De locatie Katwijk ligt zodanig ver uit de kust dat ze buiten de zone ligt waarin zee-eenden nog foerageren. Hoewel incidenteel een enkele Eidereend zich enige tijd bij een offshore installatie ver op zee kan ophouden (North Sea Bird Club 2005), zal buiten de kustwateren van een aantrekkende werking op grote groepen zee- en eidereenden, door een verbeterd aanbod schelpdieren, geen sprake zijn.

Windturbines zijn (in Nederland) tot nu toe voornamelijk op land geplaatst. Daarom is nog weinig onderzoek uitgevoerd naar de effecten van offshore windturbines op vogels. Om toch tot een effectbeschrijving te komen zijn de

resultaten van onderzoek naar effecten van windturbines op vogels in algemene zin (en dus vooral op land) samengevat. Delen daarvan zijn ook van toepassing voor offshore plaatsing van windturbines. Het schaarse onderzoek naar windturbines op zee (o.a. Horns Rev, Nysted en Tunø Knob) is hierin meegenomen. Ten aanzien van de risico's van windturbines voor vogels worden drie typen effecten onderscheiden.

1. Effecten op passerende (lees vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.
2. Als direct gevolg van het onder 1. genoemde gevaar kunnen vogels hun vliegroute verleggen. Windturbines kunnen dan zelfs een barrière gaan vormen op een vliegroute of trekbaan.
3. Effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg 'verstoring' genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windturbinepark. De verstoringsafstand verschilt per soort. Verstoring leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat. Verstoring van broedgebieden wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat op zee geen vogels broeden.

7.4 Effectbeschrijving

7.4.1 Inleiding

De effecten van windturbines op vogels worden hier besproken in de lijn zoals die is uitgezet voor het Near Shore Windpark (respectievelijk Voorstudie Locatieselectie, Locatie-MER en Inrichtings-MER). Voor die studies is alle beschikbare kennis op een rij gezet, geëvalueerd en in een review door externe deskundigen getoetst. In het hier gepresenteerde overzicht wordt dit aangevuld met in de tussentijd beschikbaar gekomen informatie uit onderzoek naar effecten van Deense en Zweedse offshore windparken.

7.4.2 Effecten van aanleg en verwijdering

De bouw van een windpark brengt verstoring met zich mee door de aanwezigheid en activiteit van allerlei schepen en door geluid (ook onder water). Hoewel dit hinderlijk zal zijn voor zeevogels, is het ook per definitie tijdelijk. Er is echter geen onderzoek gedaan aan verstoring tijdens de bouw van een windpark, en er zijn nog geen studies mogelijk geweest tijdens de verwijdering van een offshore windpark. Wel is inmiddels vastgesteld dat een operationeel windpark bepaalde vogelsoorten afschrikt, en andere juist niet. Een vooralsnog onbeantwoorde vraag is waarom bepaalde zeevogels een windpark mijden, zoals vastgesteld in Denemarken. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meest soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die duikend onderwater naar voedsel zoeken. Dit zou kunnen suggereren, dat juist de geluidshinder (onder water) de oorzaak van de vermijding is. Tijdens de aanleg zullen de geluidsniveaus aanzienlijk hoger zijn dan tijdens de operationele fase van het project. Hoge geluidsniveaus komen vooral van het zogenaamde pile driving (het heien), en dit zal een grotere, zij het vooralsnog een onbekende, impact kunnen hebben op deze zeevogels. Ten aanzien van de

uiteindelijke verwijdering van het windpark geldt dat de activiteit ter plaatse, het geluid en de scheepsbewegingen van sloopactiviteiten zeevogels zullen verstoren. De bronniveaus, alsmede de specifieke gevoeligheid van de verschillende soorten zeevogels zijn nog volstrekt onbekend, zodat geen inschatting gegeven kan worden van de reikwijdte. Wel staat vast dat de verstoring tijdelijk is en direct stopt na het verwijderen van de laatste windturbine. In Denemarken is rond Windpark Horns Rev vastgesteld, dat gevoelige zeevogelsoorten (duikers, alk/zeekoet en Jan van Gent) een operationeel windpark tot op zeker 4 kilometer mijden (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005). Indien onderwatergeluid de oorzaak zou zijn en onder de aanname dat het onderwatergeluid tijdens pile driving vele malen hoger zal zijn dan ten tijde van het operationeel zijn van het windpark, zullen tijdens de bouw aanzienlijk meer vogels verstoord worden dan tijdens de operationele fase. Voor verschillende contouren rond de planlocaties worden in het deelrapport Cumulatieve Effecten de aantallen van de belangrijkste vogelsoorten berekend. Op grond daarvan blijkt, dat dit om tientallen duikers en Jan van Genten, maar om vele honderden alken en zeekoeten zou kunnen gaan. Hierbij is de situatie bij de duikers het meest onzeker. Deze zijn onder allerlei omstandigheden veel gevoeliger voor verstoring dan alken en zeekoeten, maar het is vooralsnog onduidelijk of er ooit veel duikers ver offshore, ter hoogte van het plangebied zullen voorkomen. Indien dit gebied (ruim) buiten het verspreidingsgebied van deze vogels ligt, worden ze ook niet verstoord door bouwactiviteiten. Zeekoeten en Alken daarentegen, komen iedere winter in aanzienlijke aantallen voor, in en rond het plangebied.

De effecten van aanleg en verwijdering van het windpark worden beperkt negatief beoordeeld vanwege het tijdelijke karakter van de verstoring. De duur van de werkzaamheden bedraagt bij alle varianten circa 6 maanden (april t/m september). Relatief hoge dichtheden van gevoelige soorten zeevogels worden echter alleen verwacht in april/mei; daarna zullen de meeste van deze vogels naar de broedgebieden zijn vertrokken en voor oktober komen de meeste ook niet terug. De omvang van de verstoring varieert dus sterk in de tijd en is eigenlijk alleen van belang voor een beperkt aantal vogels in april/mei. De mate van verstoring is bij de varianten mogelijk verschillend. Zo zal bij de 5 MW basisvariant waarschijnlijk één installatieschip worden gebruikt en bij de 3 MW compacte variant mogelijk meerdere installatieschepen. De mate van verstoring en de geluidsniveaus tijdens verwijdering zijn vooralsnog onbekend. Omdat alle effecten van bouw en verwijdering tijdelijk zijn is hier in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt, alle varianten worden beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

7.4.3 Effecten tijdens de gebruiksfase

7.4.3.1 Aanvaringsrisico's

Bestaande kennis

Aantallen slachtoffers

Vogels vliegen vrijwel uitsluitend 's nachts en in de schemering tegen windturbines [Winkelman, 1992a]. In een windturbinepark nabij Oosterbierum (Friesland) kwam, afhankelijk van seizoen en jaar en rekening houdend met zoektechnische problemen (waarvoor correctiefactoren moesten worden toegepast), in de operationele situatie per windturbine gemiddeld 0,02-0,09 vogel/dag zeker of zeer waarschijnlijk om het leven als gevolg van een botsing. Wanneer ook de mogelijk omgekomen vogels werden meegeteld ging het om 0,04-0,12 vogels per windturbine per dag [Winkelman, 1992a]. In een windturbinepark in de Noordoostpolder lagen deze aantallen in dezelfde orde van

grootte [Winkelman, 1989]. Bij een windturbinepark nabij de Kreekraksluizen lagen de aantallen bijna tien keer zo laag [Musters et al., 1991]. Deze locatie verschilt echter aanzienlijk van de locaties nabij 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 onderzoekmethoden niet geheel vergelijkbaar met de resultaten van de drie studies waarnaar hier wordt verwezen [Winkelman, 1992a]. In de operationele situatie ligt het aantal aanvaringsslachtoffers enkele malen hoger dan in een situatie met stilstaande wieken [Winkelman, 1992a]. Everaert et al. (2002) onderzochten het aantal vogelslachtoffers bij drie verschillende windturbinelocaties in België, waarbij correcties op grond van proeven werden gedaan. Bij Zeebrugge werden bij een zeewaarts gericht cluster 28-58 vogelslachtoffers/turbine/jaar berekend en voor een landwaarts gericht cluster <4 vogels/turbine/jaar. Negentig procent van deze vogelslachtoffers was meeuwen. Op locaties in het binnenland was het aantal slachtoffers in de studie van Everaert et al. (2002) aanzienlijk lager. Bijvoorbeeld onder 5 middelgrote 600 kW turbines (tip hoogte 84 m) langs het Boudewijnkanaal te Brugge lag het aantal slachtoffers op 11/turbine/jaar, vermoedelijk mede veroorzaakt door het lagere aantal vliegbewegingen ter plaatse. In de herfst van 2004 is in een drietal Nederlandse windparken (twee in de Wieringermeer en één bij Almere) onderzocht hoe het aantal vogelslachtoffers is bij de huidige generatie grote windturbines [Akershoek et al., 2005; Krijgsveld et al. in prep.]. Er is gezocht naar slachtoffers in oktober tot en met december, waarbij parallel detectie- en predatieproeven zijn uitgevoerd, alsmede een kwantificering van het aantal vliegbewegingen. Uit het onderzoek blijkt dat in de verschillende parken per turbine per jaar circa 20 tot 39 aanvaringsslachtoffers vallen. In de drie parken gemiddeld was dit 28 (95% betrouwbaarheidsinterval: 19-68). Dit aantal is aanzienlijk lager dan verwacht werd op grond van de gangbare voorspellingsmethode waarin voor de grotere omvang van turbines gecorrigeerd wordt met gebruik van Tucker (1996).

Botsingskansen
In het windturbinepark nabij Oosterbierum vloog 's nachts één op de 40 vogels (totaal 25 groepen vogels) die het rotorvlak van de achttien windturbines, opgesteld in drie rijen van zes windturbines, passeerden, tegen een windturbine [Winkelman, 1992b]. Voor het hele windturbinevlak (rotorvlak + de ruimte daaronder tot het water) 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 clusteropstelling zijn geplaatst en er geen of weinig achtergrondverlichting aanwezig is [Winkelman, 1992b].

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

Aantal slachtoffers in relatie tot het aantal aanwezige vogels
Er zijn verschillen in aanvaringsrisico tussen soorten. Zo verongelukten 's nachts relatief meer zangvogels en kwamen naar verhouding meer eenden dan steltlopers om het leven. Voor zangvogels nam het risico af met de grootte van de vogel. Overdag scoorden onder andere roofvogels, reigers en duiven relatief hoog. Wanneer alle aanvaringen 's nachts zouden hebben plaatsgevonden, zou in het windturbinepark nabij Oosterbierum gemiddeld één op de 500-1.000 passanten tegen een windturbine zijn gebotst [Winkelman, 1992a; 1992b]. Worden ook de overdag langsvliegende vogels tijdens de seizoenstrek en de lokale trek in de beschouwing betrokken, dan werd dit één op de 5.000-10.000 passanten. In het voorjaar bleek op de 1.000-1.500 pleisterende en broedende vogels dagelijks één dodelijke aanvaring met een windturbine plaats te vinden [Winkelman, 1992c]. In het windturbinepark nabij de Kreekraksluizen was dat op jaarbasis één op de 1.000 vogels. Hieruit blijkt dat het aantal aanvaringsslachtoffers klein is in relatie tot het aantal vogels in het gebied.
Onderzoek aan een windturbinepark langs een strekdam bij een Engelse haven toonde aan dat Eidereenden een relatief hoge aanvaringskans hebben in verhouding tot het aantal aanwezige vogels [Still et al., 1995]. Recentelijk is op dezelfde locatie tijdens vervolgonderzoek een lagere aanvaringskans vastgesteld dan in het eerste onderzoek (S. Lowther, SGS Environment, mond. med.), maar nog steeds lijkt het risico voor Eidereenden relatief hoog. Dit geldt in beperkte mate ook voor Grote Mantelmeeuw. Zilvermeeuw en Kokmeeuw hebben een relatief lage aanvaringskans, en Aalscholvers een zeer lage aanvaringskans.

In onderzoek bij tot nu toe geplaatste windturbines zijn tot op heden geen rampnachten vastgesteld. Onder een rampnacht wordt verstaan dat in één nacht op één plaats honderden of zelfs duizenden vogels door een aanvaring verongelukken.

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

Voor dit aspect zijn enkele studies relevant die bij windturbines op zee of in andere grote wateren zijn uitgevoerd. Onderzoek aan Kuifeenden bij Windpark Lely (IJsselmeer) liet zien dat de vogels in het donker vliegbewegingen door de lijnopstelling vermijden door om de turbinelijn heen te vliegen [Van der Winden et al., 1996; Spaans et al., 1998a]. Bij Tunø Knob (Kattegat, DK) [Tulp et al., 1999] werd vastgesteld dat Eidereenden en Zwarte Zee-eenden nachtelijke vliegactiviteit vertonen. Voor in ieder geval de Eidereend is duidelijk dat in lichte nachten meer gevlogen wordt dan in donkere. Dit verkleint de aanvaringsrisico's, aangezien deze in donkere nachten het grootst zijn. Eidereenden vertoonden in het donker tot op 1.500 m van het windpark een lagere vliegactiviteit dan verder van het windpark af. Dichterbij werd actief vermijdingsgedrag (aanpassen vliegpad) vastgesteld.

Waarnemingen in de twee Deense windparken Horns Rev (Noordzee) en Nysted (Oostzee), beide operationeel in 2003, bevestigen dit beeld voor een aantal soorten. In beide windparken zijn radarstudies uitgevoerd waarvan de eerste resultaten zijn gepubliceerd in rapporten (http://www.hornsrev.dk/). De auteurs (én de opdrachtgevers van de studies) benadrukken het voorlopige karakter van de resultaten en conclusies die in de verschillende rapporten worden gepresenteerd. De hierna volgende samenvatting gaat daarom vergezeld van deze zelfde opmerking.

Voor het windpark Nysted hebben Kahlert et al. (2004a, 2004b) gerapporteerd dat trekkende watervogels, voornamelijk Eidereenden, in het algemeen vermeden om door het windpark te vliegen. Voor plaatsing van het windpark gingen 24-48% van alle op de radar waargenomen groepen door het gebied van het windpark, na plaatsing was dit 9% (4-7% overdag, 11-24% 's nachts). Ook nam de standaarddeviatie van de vliegrichting van de langstrekkende groepen vogels significant toe op 3.000 m (overdag) respectievelijk 1.000 m ('s nachts) van het windpark. Dit geeft aan dat er zowel vermijding optreedt als een verschil hierin tussen dag en nacht: in het donker begint het vermijdingsgedrag dichter bij het windpark en vliegen meer vogels door in hun oorspronkelijke vliegrichting. De afstanden en de ordegrootte van de vermijding zijn vergelijkbaar met de eerder gegeven voorbeelden van onderzoek elders.

Bij het windpark Horns Rev was het algemene patroon van vermijding tijdens de herfsttrek vergelijkbaar met hetgeen beschreven is voor Nysted [Christensen et al., 2004]. Echter, de afstand tot het windpark waarop de vogels hun vliegrichting aanpasten was kleiner (400 m aan de noordzijde respectievelijk 1.000 m aan de oostzijde van het windpark, geen verschil tussen dag en nacht gegeven door de auteurs). Waarnemingen van Christensen & Hounisen (2004) bevestigden deze patronen voor het voorjaar. Hoewel de auteurs de verschillen tussen de twee windparken niet bespreken, zouden deze veroorzaakt kunnen worden door verschillen in soortsamenstelling van de langsvliegende vogels. Bij Nysted vooral trekkende Eidereenden en bij Horns Rev een meer gevarieerd spectrum aan watervogels dat op het windpark aanvliegt. Dit zou zelfs het verschil tussen de noord- en oostzijde van Horns Rev kunnen verklaren. De situatie aan de noordelijke kant wordt vooral gestuurd door trekkende vogels en de oostelijke door lokaal verblijvende vogels, bijvoorbeeld heen en weer gaand tussen de kust en de zee.

Nachtelijke vlieghoogtes

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

Effectbeschrijving

Relatieve vergelijking locatie Katwijk met het omliggende NCP

De locatie Katwijk ligt in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, net buiten de directe kustwateren (aangeduid als 'de Kustzee' in IBN 2015). Meeuwen zijn hier de dominante zeevogels in de zomer [Camphuysen & Leopold, 1994]. Dit hangt samen met de ligging ten opzichte van de kolonies in IJmuiden, op de Maasvlakte en op Schouwen. De afstand tot de kust van de locatie Katwijk is zodanig, dat deze zo goed als buiten bereik van de kustbroedende Aalscholvers en sterns ligt.

Buiten het broedseizoen bezoeken grote aantallen vogels uit noordelijker streken de Zuidelijke Bocht. Roodkeel- en Parelduikers (Vogelrichtlijn Annex I soorten) zitten meestal dichter onder de kust dan waar de locatie Katwijk is geprojecteerd; alleen in het voorjaar (april/mei) hebben deze vogels soms een veel meer zeewaartse verspreiding en ligt de locatie mogelijk binnen hun range. Dit zelfde geldt ook voor de Dwergmeeuw, de Grote Stern, de Visdief en de Noordse Stern, alle eveneens Annex I soorten [Leopold et al., 2004]. Na het broedseizoen stroomt eerst de noordelijke helft van het NCP vol met zeevogels uit noordelijker streken, waaronder internationaal belangrijke aantallen Jan van Genten, Zilvermeeuwen, Drieteenmeeuwen, Zeekoeten en Alken. Tegen het eind van de winter (rond februari) concentreren deze vogels zich in de Zuidelijke Bocht, wat onlangs nog eens geïllustreerd werd door de grote aantallen slachtoffers van de Tricolor olieramp in Noord-Frankrijk, België en Zuidwest-Nederland [Camphuysen & Leopold, 2005]. Deze ontwikkelingen zijn terug te vinden in de gesommeerde windturbinegevoeligheden (voor uitleg zie bijlage 3) in de Zuidelijke Bocht. Deze variëren van waardes kleiner dan 5 tot circa 200 (zie figuren 7.2 t/m 7.5). Op de locatie Katwijk liggen deze waarden steeds onder de 50, waarmee ze aan de lage kant van het spectrum voor de hele Zuidelijke Bocht liggen. Tabel 7.4 laat zien dat de hoogste waarden op de locatie Katwijk in februari/maart bereikt worden.

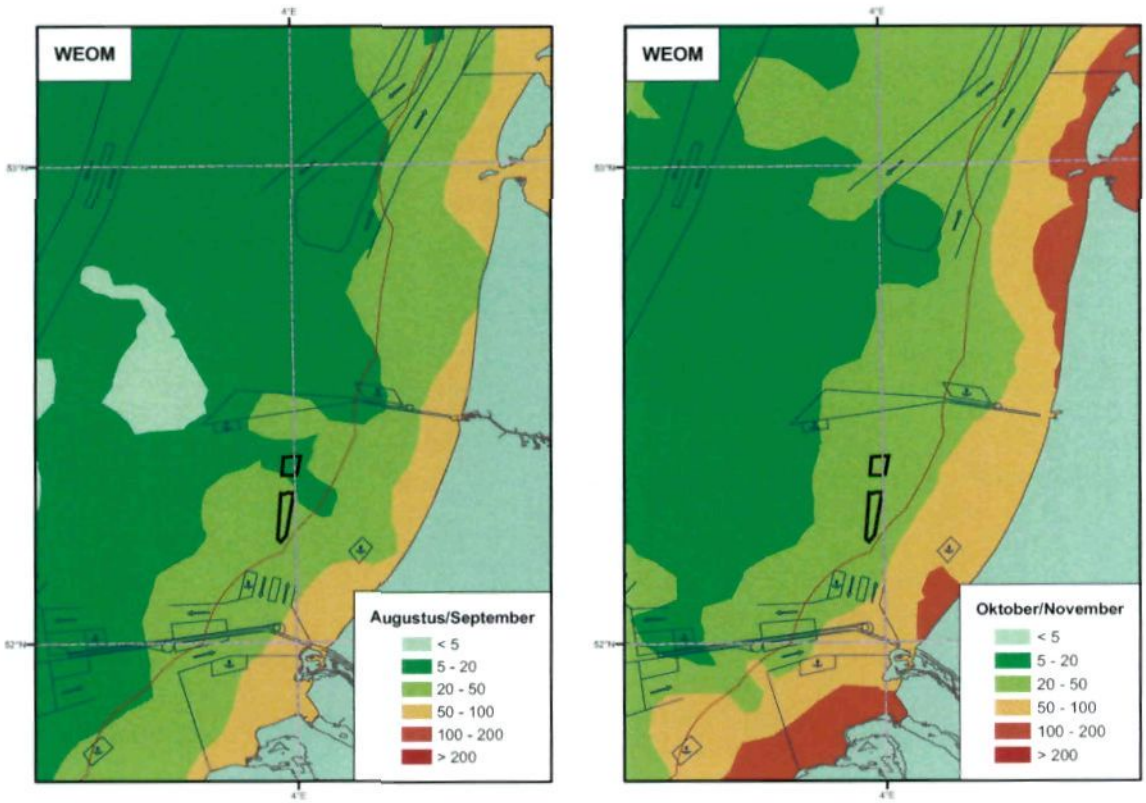
Tabel 7.4 Gemiddelde, gesommeerde windturbinegevoeligheid van alle ter plaatse voorkomende zeevogels voor de locatie Katwijk. Gegeven zijn achtereenvolgens zes tweemaandelijkse gemiddelden en het jaargemiddelde; het seizoen met de maximale waarde is vet weergegeven.

Apr//Mei	Aug/Sep	Dec/Jan	**Feb/Mar**	Jun/Jul	Oct/Nov	Gemiddeld
32.8	25.7	44.0	**46.2**	24.2	40.1	35.5

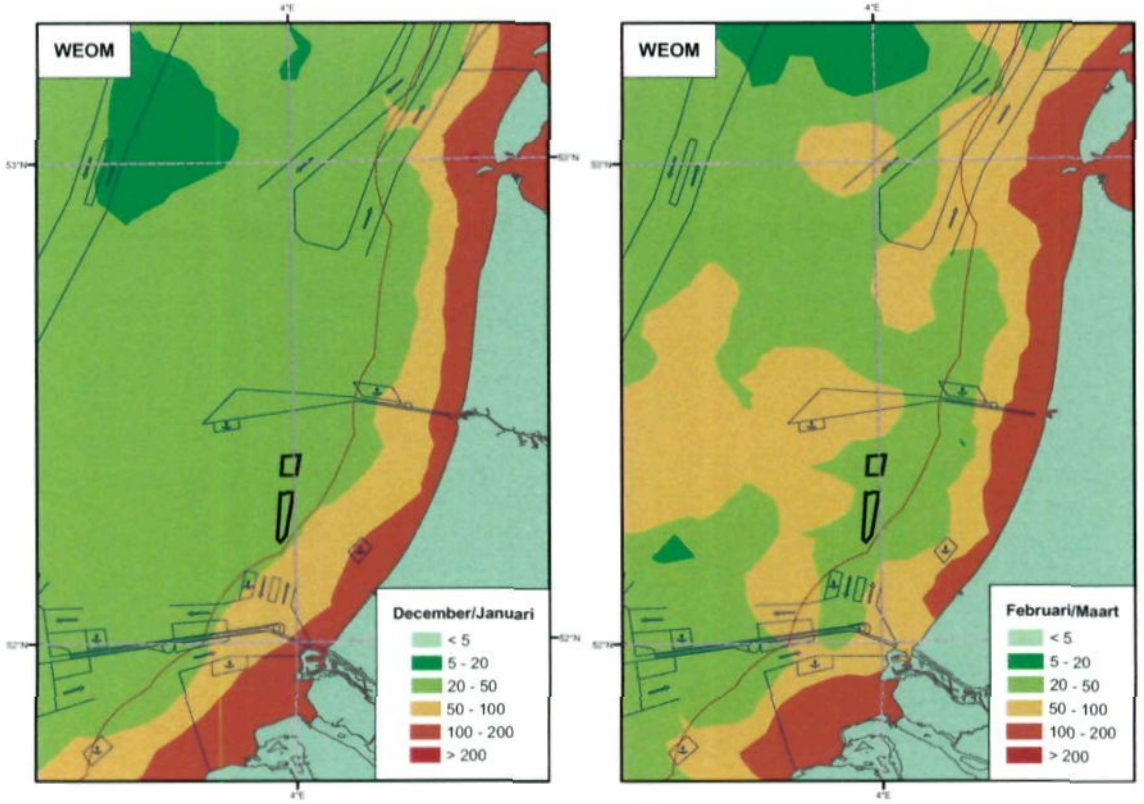
Ook komt uit tabel 7.4 en de figuren 7.2 t/m 7.5 naar voren dat de locatie Katwijk op een dermate grote afstand tot de kust ligt, dat deze gevrijwaard is van de soms zeer hoge (>100) waarden die in de kustnabije wateren, binnen de 12-mijls zone voorkomen. In de meeste seizoenen ligt de locatie Katwijk in een overgangsgebied tussen de zeer vogelrijke Kustzee en een groter offshore-gebied, waar de vogelwaarden nog lager liggen. Alleen in februari/maart ligt er zeewaarts van (maar niet in) de locatie Katwijk een groot offshore gebied waar de vogelwaarden weer hoger zijn. In december/januari is de breedte van de hoge vogelwaarden in de Kustzee het grootst en raken deze bijna aan de locatie Katwijk. Door de nabijheid van relatief hoge waarden net zeewaarts van de locatie Katwijk in februari/maart en even hoge waarden net aan de landzijde van de locatie Katwijk in december/januari, levert een herberekening van piekwaarden over het hele jaar nog slechts een gering gebied van relatief lage waarden op rond de locatie Katwijk. De gegeven contouren hangen dus enigszins samen met de details van de berekeningen en uiteraard met

de gekozen grenswaarden. Niettemin suggereren de beschikbare data dat de locatie Katwijk relatief gunstig ligt ten opzichte van de duidelijk hogere vogelwaarden verder landinwaarts gedurende het hele jaar, en ten opzichte van hogere waarden verder offshore in februari/maart.

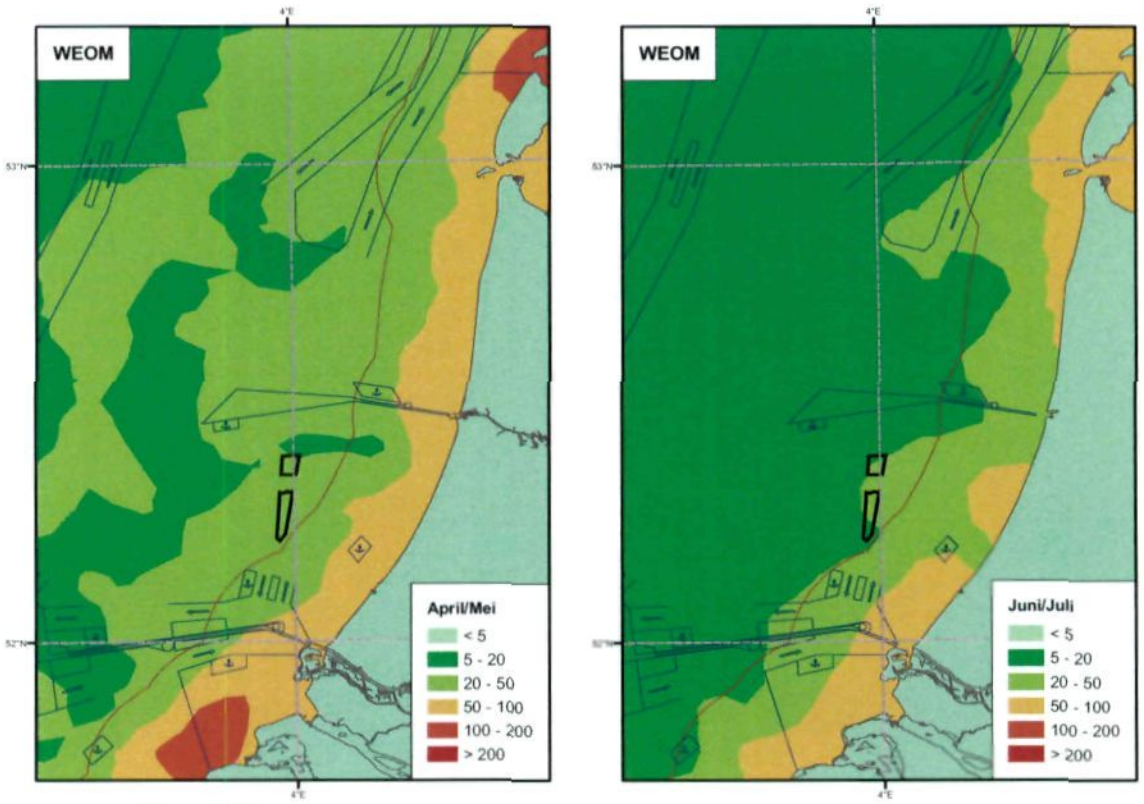
Toelichting figuur 7.2 t/m 7.5 (volgende pagina's)
Gemiddelde, gesommeerde windturbinegevoeligheid van alle ter plaatse voorkomende zeevogels voor een groot gebied rond de locatie Katwijk (aangegeven met een contour), achtereenvolgens voor de perioden: aug/sep, okt/nov, dec/jan, feb/mar, apr/mei, jun/jul en gemiddeld voor het hele jaar. De laatste figuur (7.5) geeft de jaargemiddelde (G) en de maximale seizoenswaarde (H) weer. De maximale waarde is opnieuw berekend door middel van Kriging op grond van de seizoensmaxima per cel, waardoor isolijnen iets anders kunnen liggen dan in de maandkaarten. Dit geeft ook aan dat het gaat om globale beelden en dat niet met een resolutie van een kilometer naar deze plaatjes gekeken dient te worden. De berekeningen zijn gebaseerd op dichtheden zoals bepaald tijdens boot- en vliegtuigsurveys en de soortspecifieke windturbinegevoeligheidsindices van Garthe & Hüppop (2004). De klassen van Garthe & Hüppop (2004) voor het Duitse deel van de Noordzee is aangehouden, met een verfijning in de lage waarden (<20). Zeer hoge waarden (groter dan 100) komen uitsluitend ruim binnen de 12-mijlszone voor (aangegeven met een getrokken rode lijn), waarden tussen de 50 en 100 komen in de winter ook verder offshore voor in de Zuidelijke Bocht, vooral ver op zee ten westen van IJmuiden dat zich uitstrekt tot aan de Bruine Bank op de grens van het NCP. Dergelijke waarden zijn voor de locatie Katwijk nooit vastgesteld en worden ook niet berekend op grond van interpolatie.



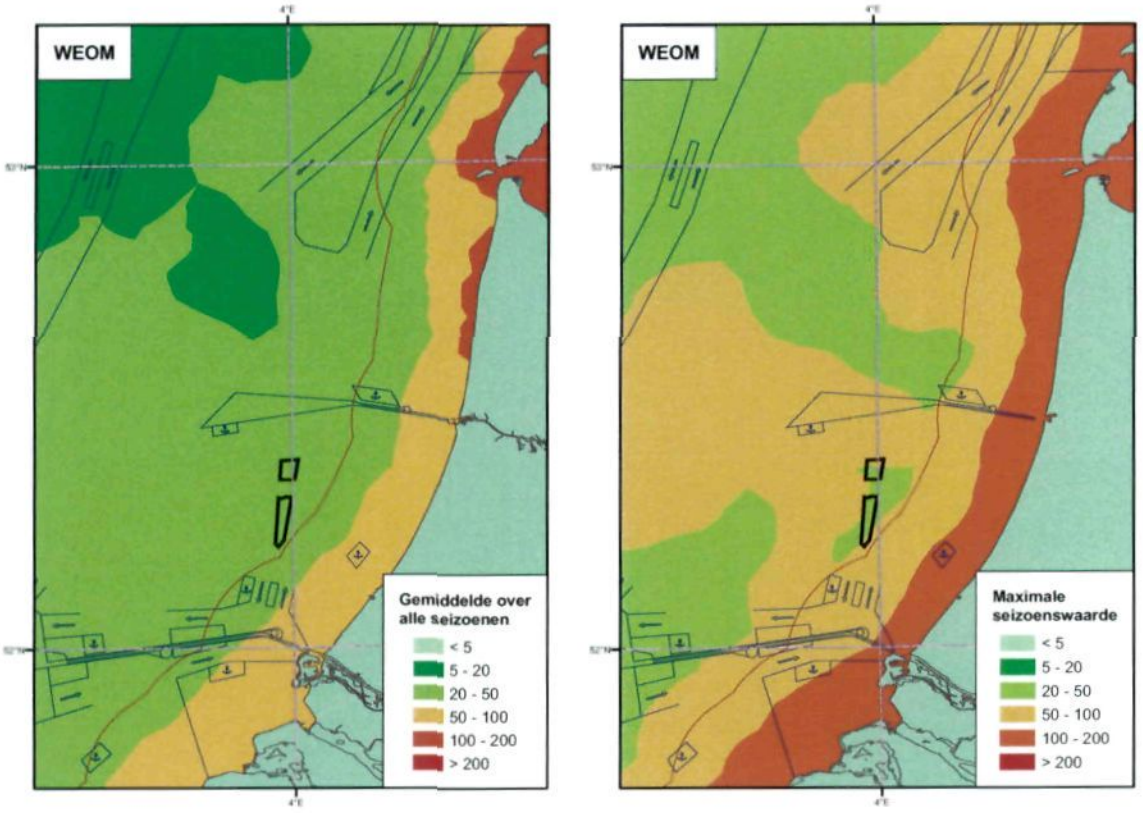
Figuur 7.2



Figuur 7.3



Figuur 7.4



Figuur 7.5

Relatieve vergelijking locatie Katwijk met het NSW

Op grond van de beschrijving in paragraaf 7.2.3 is een aantal grootschalige patronen in de verdeling van vliegende vogels relevant voor de vergelijking van locatie Katwijk met het NSW. Kort samengevat gaat het om de volgende punten:

1. Seizoenstrek van vogels (zangvogels, watervogels en zeevogels) die van noordelijke/oostelijke broedgebieden naar zuidelijke/zuidwestelijke overwinteringsgebieden vliegen. Als gevolg van stuwing langs de kust (in sommige omstandigheden en voor een deel van deze vogels) is er een netto dichtheidsgradiënt dwars op de Hollandse kust; hoe verder uit de kust hoe minder vogels. Overigens zou deze gradiënt 's nachts minder sterk kunnen zijn dan overdag. Een complicerend fenomeen is het "afsnijden" van de Hollandse kust dat voor sommige soorten overdag is vastgesteld, dit leidt tot het afvlakken van de gradiënt.
2. Seizoenstrek van vogels die van noordelijke/oostelijke broedgebieden naar westelijke overwinteringsgebieden op de Britse eilanden vliegen. Op grond van de beschikbare informatie bestaat er een noord-zuid gradiënt van nachtelijke zangvogeltrek die betrekking heeft op vogels die in een keer vanaf Scandinavië naar Engeland oversteken (gedomineerd door met name de soortgroep lijsters). Een deel van deze vogels haalt het niet in één keer en kan dan door middel van een correctievlucht weer terugvallen op de Nederlandse kust (wat voor het grootste deel in daglicht gebeurt). Trek van watervogels en steltlopers uit de Waddenzee kent eveneens een noord-zuid gradiënt. Een uitzondering hierop is de dagtrek van zangvogels, die waarschijnlijk juist doorvliegen naar het zuiden en het Kanaal oversteken op het smalste punt.

Aangezien dit overdag gebeurt, is het belang voor aanvaringsrisico's gering.

3. Seizoenstrek (najaarstrek) van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken, om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken. Er loopt een diffuse trekroute voor een aantal soorten van de belangrijke broedgebieden in Noord en Noordwest-Schotland, schuin over de Noordzee naar de Continentale kust. Veel van deze vogels lijken een route te volgen die het NCP aandoet ten zuiden van de Doggersbank (ter hoogte van de Klaverbank) en die vandaar richting Hollandse kust voert. Voor deze trekroute vormt een windpark op de locatie Katwijk wellicht wel een hindernis. De herfsttrek verloopt op open zee echter meestal diffuus, over een breed pad. Ook zijn de vogels in de herfst minder "gehaast" dan in het voorjaar, wanneer zo snel mogelijk weer de territoria in de kolonies dienen te worden bezet. Deze factoren verminderen mogelijk de risico's van een windpark op open zee, maar nadere gegevens die licht kunnen werpen op de daadwerkelijke risico's van een windpark in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee ontbreken vooralsnog.
4. Vliegbewegingen van lokaal verblijvende zeevogels. De aanwezigheid van deze vogels is behandeld in voorgaande paragrafen. In de gevoeligheidsindex die daar is geïntroduceerd is een factor over het aanvaringsrisico per soort opgenomen, zodat deze vogels hier niet meegenomen hoeven te worden.
5. Vliegbewegingen van kustbroedvogels die op zee foerageren. Voorzover ze als foeragerende vogel ter plaatse verblijven zijn deze vogels uiteraard als "lokaal verblijvende zeevogel" meegerekend. Het feit dat ze van en naar de broedplek op en neer vliegen zorgt voor gerichte vliegbewegingen door de kustzone, reden om deze groep apart te vermelden. Voor locatie Katwijk, die meer dan 12 mijl uit de kust ligt, geldt dat het aantal kustbroedvogels dat de locatie bereikt gering is. Slechts Kleine Mantelmeeuwen zullen locatie Katwijk in aantallen van enige betekenis bereiken, uiteraard met een afnemende dichtheid vanaf de kust. Voor het NSW is dit wezenlijk anders, zodat dit punt in de relatieve vergelijking met het NSW wel meegenomen dient te worden.

Op grond van het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat locaties die verder van de kust liggen gunstiger zijn voor vogels dan locaties dichter bij de kust. Hetzelfde geldt voor zuidelijker gelegen locaties ten opzichte van noordelijker gelegen locaties.

Aan de hand van de bovenstaande relatieve schaling van het aanvaringsrisico's kan locatie Katwijk worden vergeleken met het NSW. Een windpark op de locatie van het NSW heeft effecten, maar deze zijn gezien het besluit tot plaatsing (en het overeind blijven daarvan in beroepsprocedures) kennelijk van aanvaardbare omvang zodat dat een zinvolle "baseline" lijkt. De vergelijking van locatie Katwijk met het NSW is weergegeven in tabel 7.5.

Tabel 7.5 Vergelijking van het aanvaringsrisico van locatie Katwijk met de locatie van het NSW. Betekenis symbolen: -- duidelijk minder gunstig dan NSW: - minder gunstig dan NSW: 0 gelijk aan NSW: + beter dan NSW: ++ duidelijk beter dan NSW: nvt niet van toepassing.

Locatie	Relatieve score t.o.v. NSW voor aspect:				
	1	2	3	4	5
Katwijk	+	+	nvt	+	+

De vergelijking leidt tot de conclusie dat voor deze aspecten locatie Katwijk beter scoort dan de locatie van het NSW. Dit komt doordat locatie Katwijk, ten opzichte van het NSW, zowel verder van de kust ligt als een zuidelijker ligging heeft.

Bij de vergelijking met het NSW is echter niet alleen de locatie van het windpark van belang, maar ook de omvang van het windpark. Voor het aanvaringsrisico betreft dit het aantal windturbines en de grootte van de windturbines. Het NSW zal bestaan uit 36 windturbines van ieder 3 MW. De locatie Katwijk zal afhankelijk van het type windturbine en configuratie, bestaan uit 66-209 windturbines of 330-627 MW geïnstalleerd vermogen. Deze verschillen moeten in de vergelijking worden meegenomen. Het zorgt direct ook weer voor een complicatie, aangezien de hierboven beschreven relatieve verschillen alleen kunnen worden benut als de beschreven gradiënten kwantitatief gemaakt worden. En dat nu was niet gedaan omdat daarvoor veel informatie ontbreekt. Om te voorkomen dat twee keer een beargumenteerde inschatting gemaakt wordt, is dat hier niet gedaan, maar in de volgende paragraaf, waar een schatting wordt gegeven van de ordegrootte van het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers.

Ordegrootte schatting aantal aanvaringsslachtoffers
Om een idee te krijgen van de omvang van de effecten van aanvaringsrisico's voor de locatie Katwijk is een ordegrootte schatting gedaan, die in deze paragraaf zal worden toegelicht. De schatting is gedaan op basis van de ligging van locatie Katwijk in de zone tussen 12 en 30 mijl uit de kust. Er zijn schattingen gedaan voor vier varianten: de basis- en compacte variant met gebruik van 3 MW respectievelijk 5 MW turbines. De schattingen die hieronder nader worden toegelicht hebben betrekking op totale aantallen, dus van alle betrokken vogelsoorten samen. Een verdere opsplitsing is vanwege het ontbreken van iedere informatie over soortspecifieke aanvaringskansen voor vogels op/boven zee niet verantwoord geacht. Ook zijn alle vliegende vogels, dus zowel trek- als lokaal verblijvende vogels, in deze schattingen betrokken.

In het begin van deze paragraaf is een overzicht gegeven van de beschikbare kennis over aanvaringsrisico's en aantallen vogelslachtoffers door aanvaringen bij windturbines. Ten opzichte van de Locatie-MER en Inrichtings-MER voor het NSW is er enige nieuwe kennis verzameld die relevant is, maar dat betreft vooral studies op landlocaties. Wel zijn de gegevens over uitwijking door vliegende vogels bij Nysted en Horns Rev van belang bij de interpretatie van de schattingen. Van de studies op landlocaties is met name het recente slachtofferonderzoek bij "huidige generatie" windturbines relevant en daarom gebruikt bij de schattingen (zie verder). De absolute omvang van aanvaringsrisico's bij offshore windturbines is onbekend. In de Voorstudie Locatieselectie en de beide MER's voor het NSW is beargumenteerd welke gegevens ontbreken om een goed verantwoorde schatting van het aantal aanvaringsslacht-

offers te maken. Uiteindelijk is voor het MER NSW, om toch een eerste stap te zetten, 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 zijn daarbij aangegeven. Voor zeevogeltrek werd destijds een dergelijke benadering niet mogelijk geacht. Op basis van de informatie over uitwijking door verschillende vogelsoorten bij Horns Rev en Nysted en meeuwen op de Maasvlakte is er nu voor gekozen zeevogels en andere watervogels op dezelfde wijze in deze schatting te betrekken.

Schattingen van aantallen vogelslachtoffers op grond van in de literatuur beschikbare gegevens kunnen langs twee routes worden gedaan: aan de hand van het aantal gevonden slachtoffers per turbine en aan de hand van de aanvaringskans die geldt voor een vogel die door het windpark vliegt. Ook in de Locatie-MER NSW zijn beide toegepast. Voor risicobeoordelingen voor windparken zoals die door Bureau Waardenburg worden uitgevoerd zijn beide wijzen van schattingen inmiddels meer geformaliseerd en vastgelegd en aangepast naar aanleiding van recente informatie (met name het onderzoek van Krijgsveld et al., in prep.). Deze informatie is bijgevoegd in bijlage 1. In de schattingen zoals die uitgevoerd worden, is het nodig een aantal gegevens uit eerder onderzoek te gebruiken en een aantal aannames te doen. Een en ander is in de genoemde bijlage uitgewerkt, op de benodigde aannames zal hier nader worden ingegaan.

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 blijkt gemiddeld ongeveer 0,14 %[5] van de vogels die op rotorhoogte door het park vlogen, te verongelukken. De rotors draaiden hier in het vlak van 20-50 meter hoogte. De turbinehoogte en daarmee de rotordiameter van de toe te passen windturbines in de Noordzee, zijn groter dan die in Friesland. De rotors zullen, afhankelijk van het type windturbine, draaien in het vlak van 25-155 meter hoogte. De rotoroppervlakte van de turbines in het windpark bij Oosterbierum was ruim 700 m^2 (rotordiameter 30 m), de 3-5 MW turbines op de Noordzee hebben een 9-17 maal groter rotorvlak. De aanvaringskans voor vogels is dichter bij de rotoras groter dan verder weg [Tucker, 1996]. Dit betekent dat het aantal slachtoffers per windturbine op grond van de rotoroppervlakte weliswaar groter zal zijn dan in het windpark bij Oosterbierum, maar minder dan 9-17 keer. Hiervoor is gecorrigeerd aan de hand van de relatie tussen aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar en het rotoroppervlak van die turbine (zie bijlage 1).

Boven de Noordzee speelt zangvogeltrek zich zowel overdag als 's nachts gemiddeld op een grotere hoogte af dan boven land, omdat grootschalige trek bij deze soortgroep (in vergelijking tot grotere soorten) nog meer optreedt bij meewind. Door de grotere hoogte van de 3-5 MW turbines wordt het effect van een gemiddeld hogere vlieghoogte weer deels teniet gedaan, en ligt de kans op aanvaringen vermoedelijk in dezelfde orde van grootte als op het land.

[5] Bij dit getal hoort een 95% betrouwbaarheidsinterval, waarvan de bovengrens 0,31% is. Aangezien inmiddels een aantal andere factoren beter bekend is, en dus naar beneden is bijgesteld, is in de huidige berekening met het oog op het voorzorgsprincipe deze bovengrens aangehouden.

Voor de berekeningen dient een flux aan vogels te worden aangenomen of geschat. Bij ongestuwde trek in het binnenland is het aanbod aan trekkende vogels gedurende een heel najaar in de onderste luchtlagen overdag ongeveer 6 ex/m^2 [Lensink & Kwak, 1985; Lensink, 1996]. Bij een gelijke doortrekintensiteit in de nacht als overdag [Buurma & Lensink, 1999] komt het totale aanbod voor alle etmalen in het najaar op grofweg 12 ex/m^2. Dit getal is als benadering voor het NSW aangehouden in het Locatie-MER. Verder op zee zal dit aantal lager zijn, maar in het Locatie-MER waren hierin bijvoorbeeld de zeevogels niet meegenomen omdat hun aanvaringskans onbekend was. Dat lijkt wel te kunnen (zie eerder), de flux wordt daardoor zowel over dag als 's nachts weer flink hoger (schatting 6-10 ex/m^2 extra). Overdag is de aanvaringskans (veel) lager dan 's nachts, de flux overdag telt dus minder zwaar wanneer deze in de formule wordt meegenomen. Uiteindelijk is voor de schatting voor locatie Katwijk als ordegrootte benadering 10 ex/m^2 in de formule genomen. Rekening houdend met 95% uitwijking kan dan een ordegrootteschatting voor het totaal per jaar worden berekend. De resultaten van deze schattingen zijn vermeld in tabel 7.6 onder 'route 2'.

De andere route maakt gebruik van het aantal slachtoffers per turbine. Winkelman (1992a) vond 0,09 slachtoffer per dag per turbine in Oosterbierum. De turbines hadden een ashoogte van 35 m, een rotordiameter van 30 m en een rotoroppervlak van 707 m^2. Het windpark had 18 turbines van dit type. Inmiddels beschikken we over op vergelijkbare wijze verzamelde getallen uit een aantal windparken in Nederland en België. Hoewel waarschijnlijk meerdere karakteristieken van een windturbine de aanvaringskans voor een vogel bepalen, is rotoroppervlak ongetwijfeld de belangrijkste en zeker ook een indicator voor andere relevante kenmerken (hoogte, draaisnelheid etc.). Daarom zijn de in de verschillende studies gevonden aantallen uitgezet tegen rotoroppervlak.

Een groter rotoroppervlak leidt tot meer aanvaringsslachtoffers. Tucker (1996) maakte reeds aannemelijk dat de aanvaringskans niet evenredig toeneemt met de toename van het rotoroppervlak. Uit verschillende veldstudies waarin slachtofferaantallen werden vastgesteld kan deze toename geschat worden. Hiervoor is in de literatuur gezocht naar veldstudies waarin de gevonden aantallen slachtoffers gecorrigeerd werden voor zoekefficiëntie, predatiedruk (verdwijnkans), aantal zoekdagen en type zoekgebied. De volgende studies werden hiervoor geselecteerd: Oosterbierum (periode 1986-91); Urk (periode 1987-1989), Kreekraksluizen (1991), Oostdam Zeebrugge (2002), Boudewijnkanaal, Brugge (2002), Schelle, Schelde (2002), Waterkaaptocht, Groettocht, Jaap Rodenburg (2004) [Winkelman, 1989, 1992; Everaert, 2003; Akershoek et al., 2005; Krijgsveld et al., in prep.]. Op basis van deze studies is de relatie berekend tussen het rotoroppervlak en het aantal slachtoffers, hetgeen gebruikt kan worden om het aantal slachtoffers te voorspellen voor turbines groter dan 1,5 MW (zie bijlage 1). Voor de locatie Katwijk zijn twee correcties toegepast. In verband met een lagere flux aan vogels ver op zee is voor trekvogels een correctie van 0,75 toegepast. Voor lokale vogels, waarvan de dichtheden veel lager zijn dan op landlocaties als de onderzoekslocaties hierboven genoemd, wordt een correctie van 0,1 toegepast. De resultaten van deze schattingen zijn voor locatie Katwijk vermeld in tabel 7.6 onder 'route 1'.

Tabel 7.6 ***Uitkomsten van de schattingen van de aantallen aanvaringsslachtoffers per jaar voor de locatie Katwijk. Toelichting op berekeningswijze, gehanteerde aannames etc.: zie tekst.***

Windpark	Rekenroute	3 MW basis	3 MW compact	5 MW basis	5 MW compact
Katwijk	1	1628	2984	1388	2355
	2	650	1291	698	1348

Beide berekeningen gaan uit van het aantal vogels in ongestuwde trek boven het vaste land (bij Oosterbierum (Friesland) en bij Arnhem). De verhouding tussen het aantal vogels in de onderste luchtlagen op deze beide locaties en het aantal boven de Noordzee is dus van belang. De doortrekintensiteit boven de Noordzeekustzone zal niet lager zijn dan die van ongestuwde trek in het binnenland, eerder hoger. Buiten de 12-mijlszone zullen de aantallen weer lager zijn (zie paragraaf 7.2.3). Eveneens is weinig bekend over de verdeling van vogels over de onderste luchtlagen boven zee in de loop van de dag en in de loop van het jaar. Op grond van deze twee onbekenden zijn beide berekeningen niet meer dan een indicatie van de ordegrootte van te verwachten aantallen slachtoffers. Route 2 levert steeds lagere aantallen op dan route 1. Dit heeft onder andere te maken met de configuratie van de parken, die op grond van bestaande kennis niet gedifferentieerd in de berekeningen kan worden gezet. Ook is route 2 gevoeliger voor (noodzakelijke) aannames voor het aantal turbines in de buitenrand (van soms verspringende configuraties). Ook consistent, maar beter te begrijpen, is dat in de 5 MW varianten minder slachtoffers zullen vallen dan in de onderling vergelijkbare 3 MW varianten; minder grote turbines is in dit opzicht beter dan meer kleinere turbines.

De hierboven beschreven onzekerheden in aanmerking nemende, komen de schattingen langs beide routes redelijk overeen, ze liggen steeds in dezelfde ordegrootte. Gezien de onzekerheden betekenen de uitkomsten (gelegen tussen 700 en 3000 vogels) dat, afhankelijk van de variant, 'honderden tot enkele duizenden' vogels als aanvaringsslachtoffer berekend worden.

In vergelijking met het NSW is dit een getal dat qua ordegrootte zelfs lager is. De op vergelijkbare wijze uitgevoerde berekeningen leidden weliswaar tot vergelijkbare getallen, maar gezien de onzekerheden ten aanzien van zowel aanvaringskansen als uitwijkgedrag op zee is destijds in de uiteindelijke formulering een veilige marge aangehouden. Dat is nu, gezien de resultaten in Nysted en Horns Rev, in veel mindere mate nodig. Daardoor ligt de nu gevonden schatting in de range die destijds is aangehouden voor het NSW. De verschillen in berekende getallen zijn ook te begrijpen: de locatie Katwijk is aanzienlijk groter (meer slachtoffers), maar ligt verder offshore (minder slachtoffers), en er is rekening gehouden met recent onderzoek dat wijst op (veel) minder slachtoffers bij grote turbines dan destijds werd verondersteld.

In paragraaf 7.2.3 is reeds ingegaan op de vraag om informatie over (absolute en relatieve) aantallen van trekvogels op de locatie Katwijk. De hier gepresenteerde schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers is gedaan op basis van een berekening voor het totaal aan vogels. Een kwantitatieve opsplitsing daarin is niet mogelijk. Enerzijds vanwege de onmogelijkheid de "aanbodkant" beter te beschrijven dan in paragraaf 7.2.3 is gedaan en anderzijds omdat voor de situatie op open zee nog niets bekend is over soortspecifieke aan-

varingskansen. Een opsplitsing naar soorten is dan ook bij de huidige stand der kennis onmogelijk.

Op basis van de geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers (zie tabel 7.6) worden de compacte varianten (3 en 5 MW) negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). Dit geldt alleen voor de trekvogels en pl. niet-broedvogels, het windpark ligt namelijk nagenoeg buiten het bereik van kustbroedvogels. De basisvarianten, waar de geschatte aantallen aanvaringsslachtoffers aanzienlijk lager liggen, worden beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

7.4.3.2 Barrièrewerking

Bestaande kennis

Behalve botsingen met windturbines, kunnen opstellingen van windturbines in lijnen of clusters vogels dwingen af te wijken van hun vliegroutes. Een onderzoek bij het windturbinepark in het IJsselmeer bij Medemblik liet zien dat lokaal verblijvende Kuifeenden in donkere nachten hun vlieggedrag aanpassen [Van der Winden et al., 1996; Spaans et al., 1998a]. In deze situatie waren er meer vliegbewegingen evenwijdig aan het windpark dan vliegbewegingen die de windturbinelijn kruisten. Bovendien boog een deel van de vogels van hun route af bij nadering van het windturbinepark. In lichte nachten werden vliegbewegingen tussen de windturbines door vastgesteld (onderlinge afstand 200 m), welke daarentegen in donkere nachten geheel ontbraken.

Onderzoek bij Tunø Knob (Kattegat, DK) [Tulp et al., 1999] bevestigde het beeld van de Kuifeenden bij Medemblik. 's Nachts werd in en om het windpark Tunø Knob en directe omgeving duidelijk minder gevlogen dan in de wijdere omgeving. Eidereenden die in het donker toch het windpark naderden vlogen er in de meeste gevallen uiteindelijk omheen, soms na een duidelijk afbuigende beweging. Er lijkt hierbij nog een verschil te zijn in gebruik. Een opening in de lengterichting (400 m) van het uit twee rijen windturbines bestaande windpark werd meer benut dan de openingen in de dwarsrichting (200 m).

De eerdergenoemde studies in Horns Rev en Nysted leveren vergelijkbare conclusies op en de afstanden waarop het windpark vermeden werd c.q. het vliegpad werd aangepast, liggen in dezelfde ordegrootte. Aannemelijk is dat er voor die afstanden soorts- en locatieafhankelijke verschillen zijn, maar de waarden die nu uit verschillende onderzoeken bekend zijn liggen steeds in dezelfde orde van grootte; vele honderden meters tot enkele kilometers.

Meer studies van dit type zijn er niet, zodat geen verdere gegevens beschikbaar zijn over minimaal benodigde tussenruimtes om barrièrewerking te voorkomen. Enkele kilometers is vooralsnog de veilige maat. De omvang van het windturbinepark bepaalt de mate van barrièrewerking. De beoordeling hiervan dient onder andere te geschieden in relatie tot de dagelijks af te leggen vliegafstanden.

Overdag blijken trekkende vogels eveneens hun trekroute te verleggen om windturbineparken te vermijden. Na oprichting van een nearshore windturbinepark in het zuiden van Zweden (Nogersund), verlegden trekvogels hun route zeewaarts om het windpark te ontwijken [Larsson, 1994]. De nachtelijke effecten op vogels bij dit windpark zijn onbekend.

Barrièrewerking kan dus zowel optreden voor seizoenstrek als voor lokale vliegbewegingen. Uit het bovenstaande overzicht blijkt dat informatie uit

veldonderzoek nog schaars is en voor nachtelijke seizoenstrek zelfs geheel ontbreekt.

Effectbeschrijving
Met de barrièrewerking van windparken worden de negatieve effecten van vermijdingsgedrag bedoeld: een extra af te leggen vliegafstand betekent voor de vogel in kwestie een extra energieuitgave. Met name wanneer op een korte vlucht, dus door lokaal verblijvende vogels tussen bijvoorbeeld slaap- en foerageerplaats, (relatief) veel extra moet worden gevlogen is het denkbaar dat een vogel besluit dit niet (meer) te doen. Dan zou een windpark een barrière zijn. Deze laatste situatie zal zich bij locatie Katwijk, gezien de ligging op zee en de omvang per windpark, niet voordoen. Er zijn voor vogels geen specifieke ecologische verbindingen die kunnen worden verbroken.

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 kilometers of de extra tijd van geen betekenis. Gegeven de omvang van een windpark van minder dan 50 km^2 en de kustlangse oriëntatie van het park, zal barrièrewerking voor seizoenstrek niet relevant zijn. Dit ligt iets gecompliceerder tijdens de najaarstrek van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken, om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken. Voor deze trekroute vormt een windpark op de locatie Katwijk wellicht wel een geringe hindernis. De opening in het midden van het windpark kan in dat opzicht gunstig zijn.

Er loopt een diffuse trekroute voor een aantal soorten van de belangrijke broedgebieden in Noord en Noordwest-Schotland, schuin over de Noordzee naar de Continentale kust. Veel van deze vogels, waaronder relatief zeldzame en kwetsbare soorten als Grote en Kleine Jagers, lijken een route te volgen die het NCP aandoet ten zuiden van de Doggersbank (ter hoogte van de Klaverbank) en die vandaar richting Hollandse kust voert. Voor deze trekroute vormt een windpark op de locatie Katwijk wellicht wel een hindernis. Ook hier geldt dat de opening in het midden van het windpark gunstig is. De herfsttrek verloopt op open zee echter meestal diffuus, over een breed pad. Ook zijn de vogels in de herfst minder "gehaast" dan in het voorjaar, wanneer zo snel mogelijk weer de territoria in de kolonies dienen te worden bezet. Deze factoren verminderen mogelijk de risico's van een windpark op open zee, maar nadere gegevens die licht kunnen werpen op de daadwerkelijke risico's van een windpark in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee ontbreken vooralsnog.

Lokaal verblijvende vogels, met name kustbroedvogels, kunnen frequenter met het windpark worden geconfronteerd en dus vaker extra afstand moeten afleggen. De dichtstbij gelegen kolonies van Zilver- en Kleine Mantelmeeuwen liggen in IJmuiden en op de Maasvlakte, dus ten noordoosten en ten zuidoosten van de locatie Katwijk. Aangezien er geen kolonie direct ten oosten van het windpark ligt, kan een windpark op de locatie Katwijk geen belangrijke barrière vormen voor zeevogels die vanaf land naar open zee vliegen om te gaan foerageren of vice versa. Alleen Aalscholvers broeden vrijwel direct ten oosten van de locatie Katwijk in de duinen van Meijendel, maar deze vogels blijven op hun foerageertochten in de regel dichter bij de kust en zullen geen of geen noemenswaardige hinder van het park ondervinden. De opening in het windpark vormt voor vogels wellicht een mogelijkheid om door het windpark heen te vliegen. Dit geldt met name voor broed- en slaapvogels die het gebied goed leren kennen.

Op basis van de bovenstaande beschrijving wordt geconcludeerd dat de barrièrewerking van het windpark beperkt is. De effecten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Er is geen onderscheid tussen de varianten.

7.4.3.3 Verstoring

Bestaande kennis

Aangezien veel zeevogels lange tijd op zee verblijven en er rusten en voedsel zoeken, is verstoring van lokaal verblijvende vogels ook voor een offshore park een mogelijk optredend effect. Recent is dit ook vastgesteld in en rond het Deense windpark Horns Rev (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005). Er is echter nog weinig informatie over effecten van offshore windparken beschikbaar.

Voorspellingen worden veelal gedaan na extrapolatie van parken elders. Voorlopig moet worden aangenomen dat de verstoring een permanent karakter heeft, dus aanwezig blijft zolang het windpark operationeel is. Of er gewenning zal optreden is onduidelijk, evenals de vraag welk aspect van het windpark (zichthinder? (onderwater)geluid? beweging?) de verstoring bepaalt. Als dit bijvoorbeeld "onrust aan de horizon" zou zijn, lijkt gewenning op termijn in principe mogelijk. Echter, er zijn vermoedelijk zeer veel en snelle wisselingen tussen individuen op een bepaalde locatie op zee. Zo werd ten tijde van de Tricolor olieramp vastgesteld, dat vrijwel de hele "populatie" aan alk/zeekoeten in Belgische wateren dood of stervend op het strand aanspoelde. Toch was er op zee geen duidelijke daling van de dichtheden te zien (Eric Stienen, pers. comm.). Evenzo wijzen metingen aan koprui bij Zeekoeten in het vroege voorjaar erop, dat er voortdurend wegtrek plaatsvindt van individuen die klaar zijn met die rui (Camphuysen & Leopold., 1994). Dit wijst op een hoge wisseling van individuen, waardoor rond een windpark voortdurend nieuwe individuen zouden arriveren, die nog geen gelegenheid hadden om te wennen aan de onrust ter plaatse. Hierdoor zou gewenning dan ook sterk worden tegengewerkt. Indien de verstoring vooral ligt in daadwerkelijk hinderlijk (of erger) (onderwater)geluid, lijkt de kans op gewenning nog geringer. Voorlopig moet daarom worden uitgegaan van een scenario, waarbij de verstoring even lang zal duren als de levensduur van het windpark, inclusief bouw en verwijdering.

Voor verschillende groepen vogels is vastgesteld dat windturbines een verstorend effect hebben op het gebruik van direct aangrenzende gebieden als broed-, voedsel- of rustgebieden. Voor enkele relevante groepen worden hieronder de onderzoeksgegevens kort samengevat. Clausager & Nøhr (1996) schrijven, zonder verdere bronvermelding, dat bij grotere windturbines (1 MW) ook grotere verstoringsafstanden (tot circa 800 m) worden vastgesteld dan in het hieronder samengevatte onderzoek aan windturbines tot circa 300 kW (tot 500 m). Verwacht mag worden dat een verdere opschaling, tot 3 of 5 MW turbines, zal leiden tot grotere verstoringsafstanden. Dit is ook zo gevonden in recent Deens onderzoek in het windturbine park bij Blåvandshuk, waar afstanden tot ruim 4 kilometer werden gevonden (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005).

Bij het windturbinepark 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 m voor Kuifeend, Tafeleend, Brilduiker en mogelijk ook Meerkoet, tot 300 m voor Fuut, Wilde eend en mogelijk ook Tafeleend en

Stormmeeuw. De vermindering in aantallen verschilde per soort, maar lag steeds tussen 50 en 90 procent. Voor Toppereend en Kokmeeuw konden geen effecten worden vastgesteld.

Onderzoek aan Eidereenden in de omgeving van een Deens windpark in de Oostzee leverde geen aanwijzingen op 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 heen. Het betrof hier echter een klein windpark met twee rijen van vijf windturbines.

De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. Recent zijn meetgegevens beschikbaar gekomen voor het Deense park Horns Rev (Elsam Engineering & Energi, 2005; Elsam Engineering, 2005), gesitueerd in de Deense sector van de Noordzee ten westen van ZW Jutland (Blåvandshuk). Hierbij zijn dichtheden in het park vergeleken met de dichtheden op de locatie waar het park zou komen, vóór de aanleg ervan, alsmede in zones van 2 en 4 km rond het park. Vrijwel alle zeevogels bleken na aanleg het park te mijden: dit gold voor duikers, Jan van Gent, Zwarte Zee-eend en Alk/Zeekoet (de laatste twee soorten konden tijdens de (vliegtuig)surveys niet van elkaar worden onderscheiden). Alleen Zilvermeeuwen, Dwergmeeuwen en Noordse Sterns/Visdieven (ook niet van elkaar te onderscheiden uit de lucht) zochten het park juist op, mogelijk als gevolg van het toegenomen scheepvaartverkeer ter plaatse (voor onderhoud). Voor de locatie Katwijk geldt echter, dat deze zover offshore ligt dat Dwergmeeuwen en sterns er in de meeste maanden van het jaar niet of nauwelijks voorkomen. Alleen tijdens de voorjaarstrek komen deze soorten wellicht ver genoeg offshore voor om door onderhoudsschepen te kunnen worden aangetrokken. Voor de Zilvermeeuw geldt dat deze soort alleen in de winter ver op zee in noemenswaardige aantallen voorkomt.

Effectbeschrijving
Van de soorten die het windpark in Denemarken meden komen duikers alleen tijdens de voorjaarstrek in de buurt van locatie Katwijk voor; Jan van Genten gedurende het hele jaar; Zwarte Zee-eenden alleen tijdens de trek (Platteeuw 1990) en Alken en Zeekoeten gedurende het winter-halfjaar. De soortenlijst voor de locatie Katwijk is echter aanzienlijk langer dan die zoals in het Deense rapport wordt gegeven en voor andere dan hier genoemde soorten zijn nog geen gegevens voorhanden. Offshore soorten als Noordse Stormvogel, Grote Jager en Drieteenmeeuw worden mogelijk in analogie van de Zilvermeeuw eveneens aangetrokken, maar vooralsnog blijft dit speculatief. Uit de Deense studie is echter wel duidelijk dat soorten die vooral zwemmend op zee voorkomen en die duikend onder water foerageren (Roodkeelduiker, Alk, Zeekoet) sterk vermijdingsgedrag vertonen. Deze vogels meden het operationele park totaal, terwijl in de zone tot 4 km rond het park nog een vermijding met 60-90% werd vastgesteld. Er mag daarom worden aangenomen dat een aanzienlijk groter gebied dan het windpark zelf door deze soorten gemeden wordt. Het habitatverlies is voor deze soorten dus enkele malen groter dan het oppervlakte van het park zelf.

Uit dit park-overstijgende vermijdingsgedrag volgt ook dat verschillende inrichtingsvarianten binnen het park weinig invloed zullen hebben op de aantallen van deze vogels binnen het park. De Deense studies geven geen informatie over de totale range waarbinnen de vogels vermijdingsgedrag vertonen, maar duidelijk is dat dit gaat om meer dan vier kilometer rond het park. Niet dui-

delijk is wat de oorzaak is van het vermijdingsgedrag. Dit kan gelegen zijn in zichthinder of in geluidhinder.

De aantrekkingskracht van het park voor meeuwen en sterns, volgens de Denen vermoedelijk gelegen in de aanwezigheid van onderhoudsschepen in het park, lijkt voor de Nederlandse situatie minder relevant. Op het NCP worden de grootste aantallen meeuwen gevonden rond vissersschepen, die in het park niet meer mogen vissen. De aantallen meeuwen rond vissersschepen zijn vele malen groter dan rond onderhoudsschepen, waardoor ook voor deze soorten verwacht mag worden dat binnen de grenzen van het park de aantallen zullen dalen, en niet, zoals in de Deense situatie, zullen toenemen. Ook ten aanzien van deze groep is de precieze inrichting van het park van geen belang. Visserij zal hoe dan ook geweerd worden en piekaantallen meeuwen, die voorkomen rond vissersschepen, zullen niet meer optreden.

Aangezien veel zeevogels lange tijd op zee verblijven en er rusten en voedsel zoeken, is verstoring van lokaal verblijvende vogels ook voor een offshore park een mogelijk optredend effect. Voor verschillende groepen vogels is vastgesteld dat windturbines een verstorend effect hebben op het gebruik van direct aangrenzende gebieden als broed-, voedsel- of rustgebieden. De grootte van de verstoringsafstanden is afhankelijk van de grootte van de windturbine. Verwacht mag worden dat toepassing van 5 MW windturbines zal leiden tot grotere verstoringsafstanden dan bij 3 MW windturbines. Dit is ook zo gevonden in recent Deens onderzoek in het windturbinepark bij Blåvandshuk, waar afstanden tot ruim 4 kilometer werden gevonden. De opening in het midden van het windpark Katwijk heeft geen invloed op de omvang van de verstoring.

Meeuwen en sterns zullen, in tegenstelling tot andere vogelsoorten, het windpark niet mijden. Sterns rusten niet op zee, meeuwen doen dat vaak wel en liefst in de buurt van een groot object, zoals een offshore platform of een geankerd schip. Het is goed mogelijk dat grote en Kleine Mantelmeeuwen, Zilver- en Stormmeeuwen in of bij het windpark in groepen zullen gaan overnachten. De ecologische betekenis hiervan lijkt zeer gering. Zonder windpark zouden ze wellicht ook op zee gaan slapen, maar dan bij een offshore platform in de buurt. Op de fundering van windturbines zouden meeuwen (en Aalscholvers) kunnen gaan rusten, als dat fysiek mogelijk is. Ze zouden er zelfs kunnen gaan broeden, hierdoor zou een offshore broedkolonie kunnen ontstaan. Dit is eerder vertoond, op verschillende offshore platforms, dus het is niet onmogelijk.

Van de verstoringsgevoelige soorten komen hoofdzakelijk Alk, Zeekoet en Jan van Gent binnen het plangebied voor. Voor deze soorten is, voor de periode dat de maximale aantallen vogels in het gebied aanwezig zijn (periode december/januari), berekend wat het aantal verstoorde vogels binnen het windpark zal zijn. Ook is berekend wat het aantal verstoorde vogels zal zijn bij een verstoringsafstand van 2, 4 en 6 km rond het windpark. In alle situaties is het aantal verstoorde vogels berekend per km^2 windpark.

Tabel 7.7 Maximale aantallen verstoorde lokale vogels voor de verschillende inrichtingsvarianten, uitgedrukt in aantallen verstoorde Alk/Zeekoeten per vierkante kilometer windpark

Inrichtings-variant	km²	Binnen het park	Tot op 2 km	Tot op 4 km	Tot op 6 km
3 MW basis	42,4	6	14	19	22
3 MW compact	42,4	6	14	19	22
5 MW basis	42,4	6	14	19	22
5 MW compact	42,4	6	14	19	22

Tabel 7.8 Maximale aantallen verstoorde lokale vogels voor de verschillende inrichtingsvarianten, uitgedrukt in aantallen verstoorde Jan van Genten per vierkante kilometer windpark

Inrichtings-variant	km²	Binnen het park	Tot op 2 km	Tot op 4 km	Tot op 6 km
3 MW basis	42,4	0,19	0,54	0,94	1,01
3 MW compact	42,4	0,19	0,54	0,94	1,01
5 MW basis	42,4	0,19	0,54	0,94	1,01
5 MW compact	42,4	0,19	0,54	0,94	1,01

Uit de bovenstaande tabellen blijkt dat de maximale aantallen verstoorde vogels (december/januari) binnen de omtrek van Windpark Katwijk 264 Alk/Zeekoeten zijn en 8 Jan van Genten. Indien aangenomen wordt dat deze vogels ook verstoord worden op afstanden tot enige kilometers rond het park zijn deze aantallen groter (zie laatste drie kolommen in bovenstaande tabellen).

De optredende verstoring van lokale niet-broedvogels wordt negatief beoordeeld. De verstoringsafstanden van de 5 MW varianten zullen iets groter zijn dan bij de 3 MW varianten. In de beoordeling wordt hier geen onderscheid tussen gemaakt, alle varianten worden negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -).

7.4.3.4 Effecten van veranderingen aan het habitat

Door de aanwezigheid van het windpark verandert het habitat ter plaatse. Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels. Aangroeiende mosselen zouden als voedsel kunnen dienen voor zee- en eidereenden (die er thans niet foeragerend voorkomen). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen van de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De turbines en het transformatorstation zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen en Aalscholvers. Al deze, mogelijk als positief te beoordelen ontwikkelingen staan of vallen met de bereidheid van de vogels (en vissen, zie hoofdstuk Onderwaterleven) om zich in het park te willen begeven. Dit is vooralsnog onbekend, maar de verwachte geluidsniveaus staan dergelijke vestigingen mogelijk in de weg waardoor dit soort positieve effecten mogelijk uit zullen uitblijven.

Een mogelijk als negatief effect te beoordelen aspect is het verdwijnen van de visserij uit het park, in verband met de kans op aanvaringen en beschadiging van de turbines en de bekabeling. Hierdoor verdwijnt een belangrijke voed-

selbron voor Noordse Stormvogels, Jan van Genten, (mogelijk Aalscholvers), jagers en meeuwen uit het plangebied. Echter, in zijn totaliteit zal de visserijdruk door windparken in de Zuidelijke Bocht niet afnemen, de activiteiten verplaatsen zich slechts.

7.4.4 Effecten onderhoud

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergt de inzet van schepen, dit is verstorend voor zeevogels. Het zal afhangen van zowel de aard als de frequentie van de werkzaamheden hoe zwaar deze verstoring zal blijken te zijn. Onderzoeksgegevens op dit punt ontbreken vooralsnog. De Deense studies suggereren een afstotende werking ten aanzien van duikers, Jan van Gent en alkachtigen, en een aantrekkende werking voor meeuwen en sterns. Dit laatste moet in de Nederlandse situatie echter worden afgezet tegen het verdwijnen van visserij uit het windpark, waardoor aantallen meeuwen eerder zullen dalen dan stijgen.

De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de varianten (verschillend aantal turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. De effecten worden in alle varianten neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

7.4.5 Effecten van het kabeltracé naar de kust

Voor aanleg, onderhoud en verwijdering van de elektriciteitskabels (zowel in het windpark als van het park naar het aanlandingspunt) gelden dezelfde argumenten als gegeven in paragraaf 7.4.2. De omvang van de werkzaamheden is echter minder ingrijpend en daarmee ook de omvang van de effecten. De opgewekte stroom zal worden afgevoerd via hoogspanningskabels die in de zeebodem zullen worden ingegraven en die lopen van het windpark naar het land. Voor zeevogels zijn hiervan geen effecten bekend c.q. te verwachten, tenzij prooivissen hier (sterk) op reageren. Dit wordt voor in de zeebodem gelegde wisselspanningskabels, zoals gepland voor het Windpark Katwijk, niet verwacht [Elsam Engineering & Energi E2, 2005]. Het kabeltracé naar de Maasvlakte is circa 13 km korter dan het tracé naar IJmuiden, de duur van de werkzaamheden (verstoring) zal dan ook iets korter zijn. Omdat de effecten van het kabeltracé tijdelijk en gering van omvang zijn, worden beide varianten neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

7.4.6 Effecten van de aanlanding van de kabel aan de kust

De effecten van het kabeltracé op land zijn conform de richtlijnen beschreven voor het tracé dat het meest aannemelijk lijkt: een aanlanding bij IJmuiden met een tracé op land conform optie 1 (zie paragraaf 4.4.3). De effecten van het kabeltracé op land zijn nader uitgewerkt in paragraaf 4.5. Hieruit blijkt dat het tracé geen gebieden doorsnijdt met de bestemming natuur. Doordat de werkzaamheden tijdelijk zijn (enkele weken) en de werkzaamheden niet plaatsvinden tijdens het broedseizoen, wordt verwacht dat er nauwelijks effecten optreden.

Wel zal bij de doorsnijding van de kustlijn een beperkte verstoring optreden van lokaal aanwezig vogels (o.a. Drieteenstrandloper). Gezien de beperkte duur van de werkzaamheden en de geringe omvang van het betrokken strandvak, worden de effecten beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

7.5 Samenvatting effectbeschrijving

De mariene avifauna rond de locatie Katwijk is niet specifiek voor die locatie, maar wordt aangetroffen in een groot zeegebied (tienduizenden vierkante kilometers). Effecten die zich beperken tot een zeegebied ter grootte van de locatie Katwijk zijn daarom relatief onbeduidend. De locatie ligt buiten het bereik van de meeste broedkolonies. Van de broedvogels hebben alleen Kleine Mantelmeeuwen de locaties nog binnen bereik maar de locatie ligt op een zodanige afstand en richting tot de kolonies dat er nauwelijks een barrièrewerking van uit kan gaan. In de zomer zijn dan ook weinig problemen te verwachten. Tijdens de trektijd (voorjaar en herfst) zullen ook zeevogels over zee ter hoogte van de locatie Katwijk (willen) trekken. Voor de belangrijkste soorten, de Annex 1 soorten uit de Vogelrichtlijn, geldt echter dat deze in overgrote meerderheid een trekbaan zullen volgen die dichter bij land ligt dan bij de locatie Katwijk. Alleen in het voorjaar zal een deel van de passerende Roodkeelduikers, Parelduikers, Dwergmeeuwen, Grote Sterns, Visdieven en Noordse Sterns ter hoogte van de locatie Katwijk doortrekken. Gezien de kustlangse oriëntatie van deze locatie zijn er echter relatief weinig problemen te verwachten. Dit ligt iets gecompliceerder tijdens de najaarstrek, ten aanzien van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken, om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken. Voor deze trekroute vormt een windpark op de locatie Katwijk wellicht wel een geringe hindernis.

In het winter-halfjaar komen de hoogste dichtheden aan zeevogels voor in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee, en daarmee ook op de locatie Katwijk. Een piek in de gezamenlijke vogelwaarden wordt bereikt in februari/maart (zie tabel 7.4 en de figuren 7.2 t/m 7.5), wanneer internationaal belangrijke aantallen Zilvermeeuwen en Zeekoeten in het gebied verblijven. De Zilvermeeuwen lijken, op grond van Deense studies, relatief ongevoelig voor verstoring, maar Zeekoeten (en Alken, Jan van Genten en duikers) juist relatief gevoelig. Indien de reden voor de verstoring gelegen is in hinderlijk (of erger) (onderwater)geluid, zal ook tijdens de bouw, waarbij veel hogere geluidniveaus optreden dan tijdens de operationele fase, aanzienlijke verstoring op kunnen treden. De methode voor verwijdering van het windpark is vooralsnog niet bekend, maar aangenomen mag worden dat ook dit verstoring oplevert.

Ten opzichte van het NSW scoort de locatie Katwijk beter op het punt van risico's voor vogels op seizoenstrek naar/van zuidelijk/zuidwestelijk (Zuid-Europa, Afrika) gelegen overwinteringsgebieden. Ten opzichte van het NSW scoort Katwijk ook beter dan NSW op het punt van risico's voor vogels op seizoenstrek naar/van westelijke broedgebieden (Britse eilanden). Hetzelfde geldt voor de risico's voor de eigen kustbroedvogels die op zee foerageren. Voor de oversteek van Schotse zeevogels richting Continentale kust tijdens de najaarstrek, bestaat geen verschil tussen het NSW en Windpark Katwijk.

De locatie Katwijk zal, op grond van de hier gehanteerde berekeningsmethoden (incl. toegelichte aannames) leiden tot honderden tot enkele duizenden aanvaringsslachtoffers per jaar. De verschillen worden veroorzaakt door de omvang van het park, de turbinetypen en de inrichtingsvarianten. De basisvariant is steeds gunstiger dan de compacte variant, de varianten met 3 en 5 MW windturbines zijn min of meer vergelijkbaar.

Het windpark zal leiden tot verstoring van plaatselijke niet-broedvogels. Het gaat dan met name om storingsgevoelige soorten. De omvang van de verstoring zal beperkt zijn, aangezien locatie Katwijk voor veel soorten buiten bereik ligt. De aanlanding van de kabel is niet in een van de natuurgebieden langs de kust gepland en zal deze dus ook niet verstoren. De effectbeoordeling is samengevat in tabel 7.9.

Tabel 7.9 Effectbeoordeling vogels

Toetsingscriterium	Basisvariant (3MW)	Compacte variant (3MW)	Basisvariant (5MW)	Compacte variant (5MW)
effecten windpark				
gebruik windpark				
aanvaringsrisico				
- trekvogels	0/-	-	0/-	-
- kustbroedvogels	0	0	0	0
- pl. niet broedvogels	0/-	-	0/-	-
barrièrewerking				
- trekvogels	0	0	0	0
- kustbroedvogels	0	0	0	0
- pl. niet broedvogels	0	0	0	0
verstoring				
- kustbroedvogels	0	0	0	0
- pl. niet broedvogels	-	-	-	-
aanleg en verwijdering windpark	0/-	0/-	0/-	0/-
onderhoud windpark	0	0	0	0
effecten kabeltracé				
gebruik kabeltracé	0	0	0	0
aanleg en verwijdering kabeltracé	0	0	0	0
aanlanding kabel	0/-	0/-	0/-	0/-
onderhoud kabeltracé	0	0	0	0

7.6 Mitigerende maatregelen

Mitigerende maatregelen vallen uiteen in aanpassingen die relatief gunstig zijn voor ter plaatse verblijvende zeevogels, dan wel voor passerende trekvogels. Bij de beschrijving van mitigerende maatregelen wordt onderscheid gemaakt tussen maatregelen tijdens aanleg/verwijdering, gebruik en onderhoud.

Aanleg/verwijdering
De grootste effecten worden verwacht van het (onderwater)geluid tijdens het heien in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied aanwezig zijn. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf juni, tot en met september is nauwelijks een effect of zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (Alk en Zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven. Een belangrijke mitigerende maatregel zou daarom zijn om pas na 31 mei met het heien beginnen en voor 1 oktober te stoppen met heien.

Het verdient de voorkeur om de werkzaamheden geleidelijk op te starten. Vogels krijgen hierdoor de gelegenheid krijgen om het gebied te verlaten, eventuele gehoorbeschadiging wordt hierdoor voorkomen.

Een mogelijkheid om onderwatergeluid tijdens het heien te reduceren kan bereikt worden door de inzet van bellengordijnen (bubble curtains) rond de te heien palen of door helemaal niet te heien door een andere bouwvorm te kiezen.

In het plangebied kan nog veel gewonnen worden door gericht onderzoek naar de details van het voorkomen van verstoringsgevoelige soorten. Indien zou blijken dat deze soorten al half mei vertrokken zijn uit het plangebied, zou eerder met de bouw gestart kunnen worden. De temporele resolutie van de huidige set gegevens, ten aanzien van het rond het plangebied voorkomen van deze zeevogels, is nog volstrekt onvoldoende voor een dergelijke analyse.

Ten aanzien van de aanlanding van de kabel is de belangrijkste mitigerende maatregel een goede locatiekeuze, dus aanlanden op een plek waar geen zwaarwegende natuurwaarden gemitigeerd of gecompenseerd dienen te worden. Een andere mitigerende maatregel is het buiten het broedseizoen leggen van de kabels. Hierin is bij de planning reeds voorzien.

Gebruik
Onduidelijk is of verdere inrichtingsmaatregelen nog effect sorteren op zeevogels omdat de mate van verstoring van verschillende configuraties van windturbines, alsook de mate waarin vogels uiteindelijk zullen wennen aan windturbines, niet bekend is. Op grond van de eerste resultaten van de Deense studies moet worden aangenomen dat het park, inclusief een zone van enkele kilometers eromheen, geheel gemeden zal worden door duikers, Jan van Gent en alkachtigen, maar dat meeuwen en sterns er wellicht blijven komen. Deze mate van effect sluit een nadere fijnstelling aan de hand van verschillende inrichtingsvarianten binnen het park uit; alleen op grotere afstand van het park kunnen inrichtingsvarianten wellicht effect sorteren als functie van de totale geluidsemissie van het park. Effecten van inrichtingsvarianten als ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines op zeevogels, zijn onbekend. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter ruimtebeslag vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die dus tot een groter ruimtebeslag leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn dus relatief ongunstig; om deze reden lijken ook varianten met "corridors" voor passerende vogels ongunstig, tenzij deze corridors zodanig breed zijn dat er sprake is van open zee, zonder randeffecten van de aanpalende delen van het windpark. Vooralsnog is het echter onduidelijk op welke afstand van een windpark zeevogels nog verstoord worden en daarmee ook hoe breed dergelijke corridors dan zouden moeten zijn.

Voor passerende trekvogels kunnen genoemde inrichtingsvarianten (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Er zijn echter nauwelijks onderzoeksgegevens beschikbaar waaruit blijkt welke van deze maatregelen een reële verbetering zouden kunnen betekenen. Onderzoek van de NAM op gasplatforms heeft laten zien dat groene en blauwe verlichting veel minder vogels aantrekt dan wit of rood licht. Het windpark dient echter niet alleen geen vogels aan te trekken, ook vogels die een route vliegen die door het windpark voert, moeten de turbines op tijd kunnen zien. Er moet dus een optimale balans gevonden worden tussen niet aantrekken enerzijds en goed zichtbaar zijn

anderzijds. Aangezien Katwijk na het NSW zal worden aangelegd, bestaat de mogelijkheid om nog te leren van ervaringen die in het NSW worden opgedaan en hierdoor kunnen later wellicht nog belangrijke mitigerende maatregelen worden geformuleerd.

De NAM heeft een van haar olieplatforms zo ingericht dat de verlichting uit kan. Dit is niet gebruikelijk, aangezien schakelaars vonken kunnen veroorzaken die op een olieplatform niet gewenst zijn. Het aanbrengen van deze schakelaars had te maken met de grote aantrekkingskracht van verlichte platforms op vogels. Er bleek dat na middernacht, na het ontsteken van het licht op het platform en bij 80% bewolking, al na 7 minuten circa 200 vogels bij het platform waren aangekomen. Na een half uur waren dat er al 4 tot 5 duizend. Aangezien dit voor dit ene boorplatform een erg dure kwestie was, is onderzocht welk licht vogels het meest aantrekt. Hanneke Poot, in opdracht van de NAM, toonde aan dat het uitmaakt wat voor soort licht er wordt gebruikt. Rood en wit licht zijn erg nadelig voor de vogels. Blauw licht werkt nauwelijks verstorend voor de trek. In blauw licht kunnen mensen op boorplatforms echter niet werken. Groen licht is een goed alternatief; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder. Dimmen van het licht kan dit percentage nog verhogen. Voor Windpark Katwijk kan ook worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Er dient dat wel te worden nagegaan in hoeverre dit past binnen de IALA-richtlijnen [IALA, 2004] en de wensen van het bevoegd gezag.

Tijdens extreme situaties (hoge vogeldichtheden, in combinatie met slecht weer) kan worden overwogen om de windturbines stil te zetten, er zullen dan minder aanvaringsslachtoffers vallen.

Het effect van een alternatieve vorm van het windpark (bijv. vierkant, ruitvormig etc.) op risico's voor vogels is nauwelijks bekend. Zo zou een ruitvorm, waarvan de punten in noordzuid richting wijzen, gunstig kunnen zijn voor het aanvaringsrisico als er één overwegende vliegrichting is en die vliegrichting bekend is. Langs de kust overheerst de noordzuid trek, maar hoe verder je uit de kust komt (zoals bij Windpark Katwijk het geval is), hoe belangrijker relatief de westoost trek (Britse eilanden) wordt. De noordzuid oriëntatie speelt dan een minder grote rol. Daarnaast ziet een ruitvorm ervan boven uit alsof alsof het vogels die er op af vliegen aanzet om er geleidelijk langs te vliegen. Of dat zo werkt is niet bekend. Er is dus onvoldoende bekend om een bepaalde voor vogels gunstigere vorm van het windpark te adviseren.

Onderhoud
Onderhoud waarbij helikopters worden ingezet lijkt meer verstoring te genereren dan wanneer schepen worden ingezet. Echter, wanneer het park vrij blijft van gevoelige zeevogels, zal binnen het park de toegevoegde verstoring van helikopters kleiner zijn, verstoring langs de aanvliegroutes blijft.

8 Landschap

8.1 Inleiding

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

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

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de visuele effecten van het windpark. Het gaat om de zichtbaarheid van de windturbines vanaf de kust. Er is alleen gekeken naar de mate waarin het windpark vanaf de kust te zien zal zijn, de waarneming (en beleving) vanaf het water blijft buiten beschouwing. In dit hoofdstuk wordt niet ingegaan op de beleving van windturbines, dit zal onder andere in het kader van het Monitoring- en Evaluatieprogramma (MEP) NSW worden onderzocht.

8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Huidige situatie

Landschap in de kustzone

Het landschap langs de kust 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 breedte van de duinen varieert sterk, van 0,5 kilometer tot 5 kilometer. Belangrijke onderbrekingen in de duinenrij zijn het Noordzeekanaal bij IJmuiden, de monding van de Oude Rijn bij Katwijk en de Nieuwe Waterweg bij Rotterdam. Het duingebied ter weerszijden van Katwijk is relatief smal met weinig bos. Vooral tussen Noordwijk aan Zee en Katwijk aan Zee komt weinig bos voor en zijn er veel hogere duintoppen achter de zeereep aanwezig.

Zeelandschap

De omgeving van het plangebied wordt gekenmerkt door veel menselijke activiteit. Ten westen en zuiden van het plangebied staan een aantal platforms voor de winning van olie of gas. Daarnaast wordt het beeld sterk bepaald door scheepvaartverkeer. De olie- en gasplatforms zijn op heldere dagen waarneembaar als kleine stipjes aan de horizon.

Autonome ontwikkeling

Landschap in de kustzone

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

In de notitie Ecosysteemdoelen Noordzee [LNV, 1999] staan twee ecosysteemdoelen die betrekking hebben op de kust. Het handhaven van de mogelijkheden voor het ervaren van de dynamiek van de natuurkrachten wind, water, zand en zout op de overgang van open water naar droge kustzone. En het handhaven van de openheid, weidsheid, stilte en duisternis langs de kust.

Zeelandschap

Naar verwachting zal de intensiteit van het scheepvaartverkeer in de toekomst toenemen. Het aantal olie- en gasplatforms zal vermoedelijk afnemen, aangezien een aantal olie- en gasvelden uitgeput raken.

8.3 Toetsingscriteria

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect 'landschap' wordt één toetsingscriterium gehanteerd: zichtbaarheid vanaf de kust. De zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust, hoogte van de waarnemer en de algemene zichtbaarheid (configuratie, helderheid en contrast) van het windpark. Des te groter de afstand tot de kust, des te minder zichtbaar zullen de windturbines zijn. De zichtbaarheid over grote afstand is afhankelijk van een combinatie van de volgende factoren:

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

Kromming van de aarde
Het theoretisch maximale zicht wordt bepaald door de kromming van de aarde. Zo zal een waarnemer op het strand (ooghoogte 1,5 m boven zeeniveau) geen objecten kunnen zien die minder dan 40 m boven zeeniveau uitsteken en zich bevinden op een afstand van 28,3 km (bron: Scheepvaart Almanak). Verder in zee verdwijnen de windturbines achter de horizon. Staande op een boulevard, zeedijk of duinovergang, op een ooghoogte van ongeveer 8 m boven zeeniveau, zullen de windturbines tot op een grotere afstand zichtbaar zijn. Dit maximale theoretische zicht geldt alleen bij situaties zonder golfslag en uitstekende zichtomstandigheden. De onderstaande aspecten leiden er echter toe dat het zicht in veel gevallen niet verder reikt dan 15 à 20 km.

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

Heiigheid van de lucht
In de praktijk wordt het theoretisch maximale zicht ook aanzienlijk beperkt als gevolg van de heiigheid van de atmosfeer tussen het windpark en de waarnemer. Heiigheid ontstaat doordat warme lucht boven het koele zeewater een inversie genereert met weinig uitwisseling en daardoor opeenhoping van verontreinigingen. De heiigheid van de atmosfeer wordt bepaald door de hoeveelheid vocht en verontreinigingen in de lucht. Bij mist bevat de lucht zoveel vocht dat het zicht sterk vermindert. Echter ook op andere dagen bevat de lucht als gevolg van golfslag en de branding veel vocht.

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

Voor de lichtschepen Noordhinder, Schouwenbank, Haaks en Terschellingerbank heeft het KNMI (1959) vastgesteld, dat gemiddeld circa 77% van het jaar het zicht op zee meer dan 9,25 km (5 zeemijlen) bedraagt. Het meteorologisch zicht neemt bij afstanden groter dan 18,5 km (10 zeemijlen) sterk af. Uit langjarige waarnemingen vanaf lichtschepen blijkt dat het meteorologisch zicht slechts circa 20% van het jaar meer dan18,5 km (10 zeemijlen) bedraagt [KNMI, 1999].

Seizoenseffecten
Uit een studie uitgevoerd door Meteo Consult (in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat) blijkt dat gedurende de zomer en herfst vaker sprake is van goed zicht, beter dan in de winter en lente [V&W, 1998]. Uit deze studie blijkt dat in de zomer het zicht vanaf de kust ruim 70% van de tijd meer dan 10 kilometer bedraagt, ruim 15% van de tijd meer dan 20 kilometer en slechts 1% van de tijd meer dan 30 kilometer. Het zicht over grote afstand wordt in de zomer belemmerd door heiigheid (zie alinea 'heiigheid van de lucht').

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

Kleur van de windturbine
Een windturbine met een heldere kleur (rood) is beter zichtbaar dan een windturbine met een onopvallende kleur (grijs of blauw), althans als de waarnemingsafstand niet te groot is. Voor een waarnemer op zee zal een grijs/blauw windpark minder zichtbaar zijn dan een windpark met een opvallende kleur (rood). Door de grote afstand tussen het windpark en de kust (24 km) speelt de kleur van de windturbines een ondergeschikte rol in de zichtbaarheid.

Markeringsverlichting
Het windpark zal ten behoeve van de scheepvaart en luchtvaart worden voorzien van markeringsverlichting. De verlichting wordt uitgevoerd conform de IALA richtlijnen en de eisen die worden gesteld vanuit de luchtvaart (zie paragraaf 4.2.1). De verlichting heeft een bereik van circa 9,26 km (5 mijl). De markeringsverlichting zal, gezien de afstand van het windpark tot de kust (circa 24 km), niet zichtbaar zijn.

8.4 Effectbeschrijving

Bij de beschrijving van de effecten is alleen gekeken naar de zichtbaarheid vanaf de kust, de (subjectieve) beleving van windturbines op zee zal onder andere in het kader van het MEP-NSW worden onderzocht.

8.4.1 Effecten van de inrichting

Bij de effectbeschrijving van de inrichting is onderscheid gemaakt tussen het theoretisch zicht en het zicht in de praktijk. Aan de hand van het theoretisch maximale zicht is een indicatie gegeven van de zichtbaarheid van het windpark onder extreem heldere omstandigheden. Omdat in de praktijk situaties met uitstekend zicht nauwelijks voorkomen, is vervolgens ook ingegaan op het zicht in de praktijk aan de hand van zichtwaarnemingen.

Om de mate van zichtbaarheid weer te geven zijn voor Windpark Katwijk vier visualisaties opgesteld; twee vanaf Katwijk aan Zee en twee vanaf Zandvoort (zie bijlage 5).

Windmolens op zee
De zee is de laatste echte grote wildernis van ons land; wildernis in de zin van niet getemd door de mens, en groot in de zin van groter dan waarneembaar, zich uitstrekkend achter de horizon, verder dan men kijken kan. De eeuwige beweging van de golven in de branding, het ritme van eb en vloed. Als zodanig een icoon, een beeld dat meer betekenis draagt dan de feitelijke samenstelling van water, zout en zeevis. Door de eeuwen heen inspiratiebron voor schilders, schrijvers en dichters. En voor de ontspanning zoekende mens. Iedereen 'laadt' deze met eigen betekenis, ieder individu legt zijn eigen specifieke band met de zee.

Doet de aanleg van een windmolenpark daar afbreuk aan?

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

Is de wildernis ook ongerept? Er staan al olieplatforms, en als je de zeekaart of de atlas van de Noordzee bekijkt is er zelfs nagenoeg geen ongebruikte ruimte op de Noordzee. De meeste zaken spelen zich onder water af, en zijn niet zichtbaar of zijn tijdelijk, zoals voorbijvarende schepen op de hoofdvaarroutes. Dat doet blijkbaar geen afbreuk aan het gevoel van ongereptheid. Hoe is het met de olieplatforms en de zichtbaarheid? Bij Ameland staat het duidelijk te dichtbij. Intimiderend ding met een hoop geweld aan staal en licht. Het steekt in je oog, en je gaat zo zitten dat je 'm niet hoeft te zien. Gelukkig kan dat. Bij Katwijk is het al veel geheimzinniger. Een klein stokje ver weg aan de horizon, nauwelijks zichtbaar, waar je af en toe je blik langs laat dwalen, en je bewust wordt van activiteiten waar je nauwelijks kennis van hebt. Hier doet het mee in de geheimen van de zee, net als dat je weet dat Engeland aan de overkant ligt, en dat je je afvraagt waar de verre boten heen varen.

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

Theoretisch maximale zicht

De zichtbaarheid van het windpark wordt bepaald door een combinatie van factoren. Naast de meteorologische omstandigheden en de afstand van de waarnemer ten opzichte van het windpark, zijn de belangrijkste factoren de *kromming* van de aarde en de *afmetingen* van de turbine.

Kromming van de aarde

Door de kromming van de aarde verdwijnt een turbine steeds verder achter de horizon naarmate de afstand tussen waarnemer en turbine groter wordt. Het verdwijnpunt ligt verder weg naarmate een waarnemer zich op grotere hoogte bevindt. Bij een waarnemingshoogte op strandniveau, op 3 meter boven zeeniveau, verdwijnt de 3 MW turbine met een tiphoogte van 115 meter op 44 km geheel achter de horizon. Voor een 5 MW turbine met een tiphoogte van 173 meter is dit 53 km. Bij een positie van de waarnemer op een hoger punt op een duin, 15 meter boven zeeniveau, verdwijnen genoemde 3 MW en 5 MW turbine op een afstand van 52 km respectievelijk 61 km geheel achter de horizon.

Afmetingen van de turbine

De zichtbaarheid neemt af met toenemende afstand tussen waarnemer het windpark. Door perspectivische verkleining wordt de turbine steeds kleiner. Het menselijke oog is verder een beperkende factor. Uit de literatuur is be-

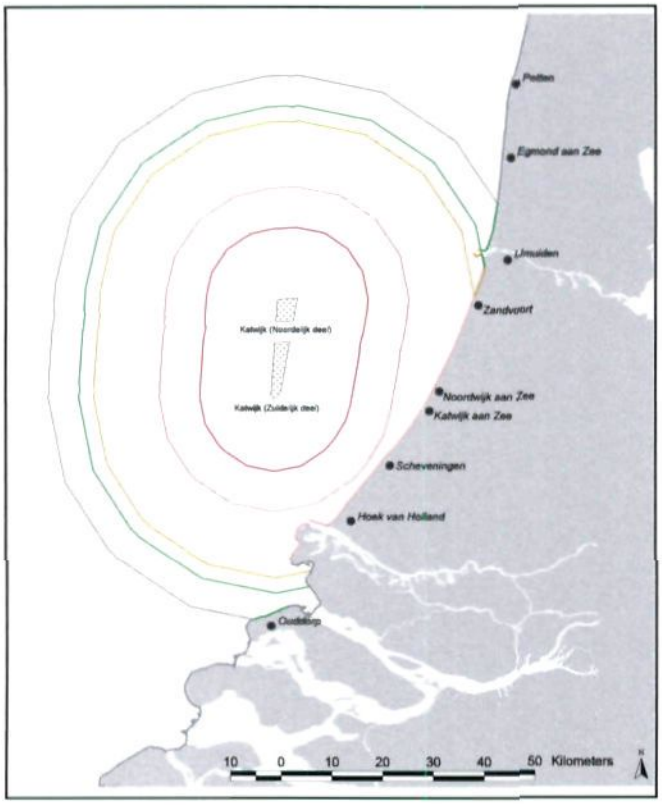
kend dat de grens van wat het blote menselijke oog nog scherp kan onderscheiden van de achtergrond, in de orde van grootte ligt van 0,3 boogminuten (1/200-ste graad) [Clarcvision.com, 2005]. Dat geldt voor heel gunstige lichtomstandigheden met een goed contrast tussen voorwerp en achtergrond. Omgerekend betekent dit dat de grens van zichtbaarheid van een paal met een dikte van 1 meter ligt op ongeveer 10 km. Voor een paal van 4 meter ligt die grens dus op 40 kilometer. Aangezien de rotorbladen van een windturbine naar de tip toe steeds smaller worden, is met toenemende afstand een steeds kleiner deel van de rotorbladen waarneembaar. De grootste breedte van het rotorblad van de Vestas V90 is circa 3,6 meter, de tip is ongeveer 0,4 meter. Voor de 5 MW turbine gelden afmetingen van circa 5,1 meter respectievelijk 0,6 meter.

Zichtbaarheidskaarten
Op basis van hiervoor beschreven factoren zijn kaarten vervaardigd van de zichtbaarheid van het windpark op de onderzochte locatie vanaf de Nederlandse kust. Bij de 3 MW variant is uitgegaan van een ashoogte van 70 meter en bij de 5 MW variant van een ashoogte van 110 meter. Het gaat hierbij om zichtbaarheid onder optimale meteorologische omstandigheden. Figuren 8.1 t/m 8.4 bevatten zichtbaarheidskaarten van de 3 MW en de 5 MW turbines die gelden voor een waarnemingspunt vanaf het strand (3 meter boven zeeniveau) en een waarnemingspunt vanaf het duin (15 m boven zeeniveau). De zichtbaarheid is ingedeeld in een aantal klassen, variërend van maximaal 75% van de rotorbladen zichtbaar tot geheel onzichtbaar. De klasse 'onzichtbaar door verkleining en aardkromming', de groene lijn op de kaart, betekent dat met het blote oog de turbines niet meer waarneembaar zijn. Met een verrekijker of telescoop kan mogelijke nog wel een stukje van de rotor waarneembaar zijn.

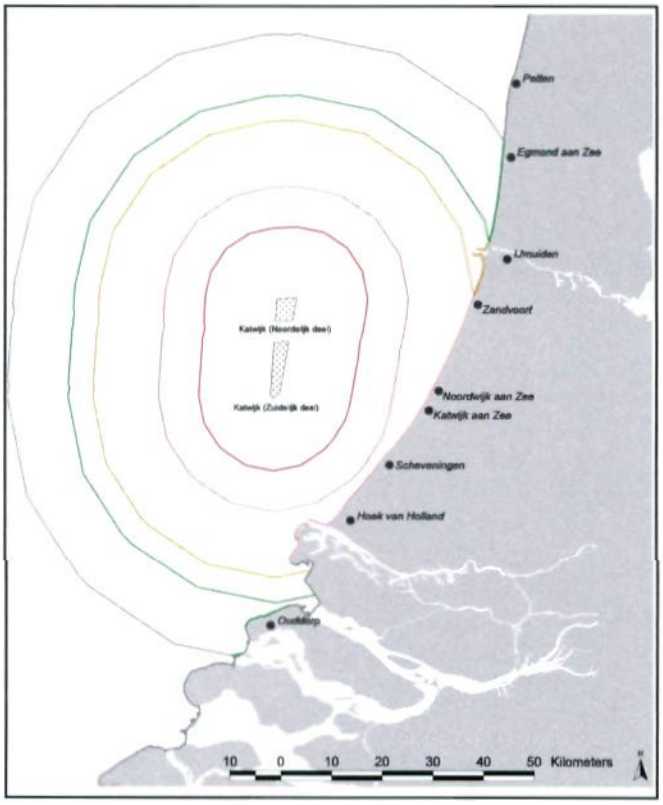
Uit de zichtbaarheidskaarten blijkt dat zowel de 3 MW variant als de 5 MW variant vanaf het strand en vanaf de duinen zichtbaar zullen zijn (zie figuren 8.1 t/m 8.4). Bij de 3 MW variant (zie figuur 8.1 en 8.2) zal maximaal 50% van de rotorbladen zichtbaar zijn, bij de 5 MW variant (zie figuur 8.3 en 8.4) betreft dit 75%.

Het zicht in de praktijk
Het theoretische zicht geldt echter alleen bij situaties zonder golfslag en uitstekende zichtomstandigheden. Deze situaties komen echter nauwelijks voor waardoor de feitelijke zichtbaarheid veel lager zal liggen. Uit een studie uitgevoerd door Meteo Consult blijkt dat in de zomer (wanneer vaak sprake is van goed zicht) het zicht vanaf de kust ruim 15% van de tijd meer dan 20 kilometer en slechts 1% van de tijd meer dan 30 kilometer is. Aangezien het windpark op circa 24 km afstand van de kust komt te liggen kan worden gesteld dat het windpark niet vaak zichtbaar zal zijn (vermoedelijk 10% van de tijd). Op deze grote afstand tot de kust spelen verschillen in het aantal windturbines, de configuratie en de ashoogte slechts een beperkte rol omdat verschillen nauwelijks meer kunnen worden waargenomen. Hoe klein de verschillen ook zijn, varianten met een hogere ashoogte en met meer windturbines (de compacte variant) zullen om bovengenoemde redenen iets beter zichtbaar zijn.

De kleur van de windturbines speelt op deze afstand nauwelijks meer een rol. De windturbine wordt tussen het HAT (Highest Astronomical Tide) en het werkbordes geel geverfd (conform de IALA-richtlijnen). Boven het werkbordes heeft de windturbine een onopvallende kleur (grijs of blauw). Het gebruik van deze onopvallende kleuren draagt ertoe bij dat het windpark vanaf de

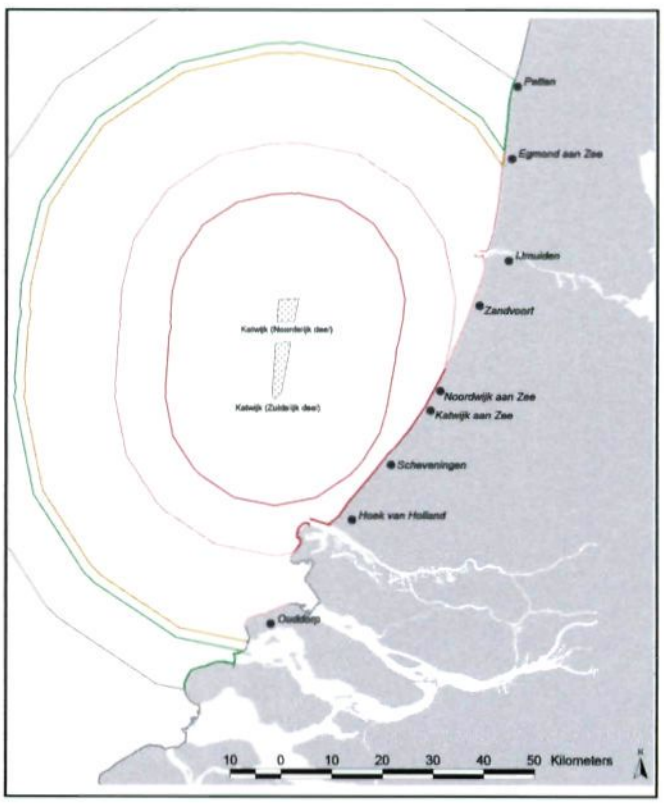


Figuur 8.1: Zichtbaarheid, 3 MW vanaf strand

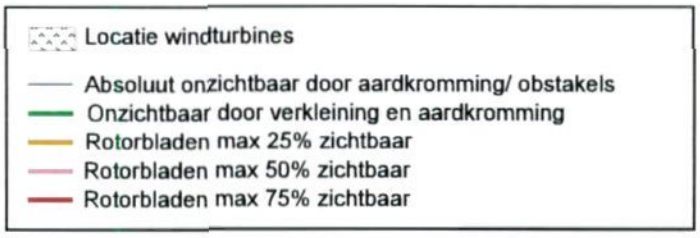


Figuur 8.2: Zichtbaarheid, 3 MW vanaf duin

Figuur 8.3: Zichtbaarheid, 5 MW vanaf strand



Figuur 8.4: Zichtbaarheid, 5 MW vanaf duin



kust nog minder zichtbaar zal zijn. De verlichting speelt op deze afstand geen rol meer, aangezien de verlichting een bereik heeft van circa 10 km.

Visualisaties
Om de varianten te beoordelen op hun zichtbaarheid zijn voor de 3 MW basisvariant (ashoogte 70 m) en de 5 MW compacte variant (ashoogte 110 m) visualisaties opgesteld (zie figuren 8.5 t/m 8.8 in bijlage 5). Dit zijn de varianten die qua zichtbaarheid het meeste van elkaar zullen verschillen. Bij het opstellen van de visualisaties is als volgt te werk gegaan.

Windpark Katwijk vanaf boulevard Katwijk aan Zee
Deze foto (zie bijlage 5) is gemaakt vanaf de Boulevard te Katwijk aan Zee, nabij de Tramstraat (RD coördinaten 87.170, 469.140). De horizontale beeldhoek omvat circa 60 graden, wat redelijk overeenstemt met het menselijke gezichtsveld. Op de voorgrond een pad tussen de duinen door naar het strand en een strandpaviljoen met daarachter de kustlijn. In de digitale opname is het windpark gemonteerd zoals die bij maximale zichtomstandigheden zichtbaar kan zijn. De turbines staan op een afstand van circa 29.000 tot 35.500 m. Vanaf dit hoge standpunt verdwijnt het onderste deel van circa 20 tot 40 m van de turbines achter de horizon. Vanaf het lager gelegen strand verdwijnt de onderste 35 tot 60 m achter de horizon. Beide varianten zijn vanaf de boulevard zichtbaar. De 5 MW variant met een ashoogte van 110 meter is het beste zichtbaar.

Windpark Katwijk vanaf boulevard Zandvoort
Deze foto (zie bijlage 5) is gemaakt vanaf de Boulevard te Zandvoort (RD coördinaten 96.400, 487.850). De horizontale beeldhoek omvat circa 60 graden, wat redelijk overeenstemt met het menselijke gezichtsveld. Op de voorgrond duinen met daarachter strandpaviljoens en de kustlijn. In de digitale opname is het windpark gemonteerd zoals die bij maximale zichtomstandigheden zichtbaar kan zijn. De turbines staan op een afstand van circa 34.500 tot 43.000 m. Vanaf dit hoge standpunt verdwijnt het onderste deel van circa 36 tot 65 m van de turbines achter de horizon. Vanaf het lager gelegen strand verdwijnt de onderste 55 tot 100 m achter de horizon. Beide varianten zijn vanaf de boulevard zichtbaar. De 5 MW variant met een ashoogte van 110 meter is het beste zichtbaar.

Het toetsingscriterium "zichtbaarheid vanaf de kust" wordt in alle varianten beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) omdat het windpark maximaal 10% van de tijd zichtbaar zal zijn vanaf de kust (gemiddeld circa 35 dagen per jaar). De rest van het jaar zullen de meteorologische omstandigheden dusdanig zijn dat het windpark niet zichtbaar zal zijn vanaf de kust. In het geval dat het windpark wel zichtbaar zal zijn (maximaal 10% van de tijd), zullen zowel de 3 MW varianten als de 5 MW varianten zichtbaar zijn. In de effectbeoordeling is geen onderscheid gemaakt tussen de varianten omdat het windpark maximaal 10% van de tijd zichtbaar zal zijn. Het effect van het windpark op het landschap is altijd omkeerbaar; na beëindiging van het gebruik en verwijdering van het windpark wordt de oorspronkelijke situatie weer hersteld.

8.4.2 Effecten van aanleg en verwijdering

Tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark zal een tijdelijke kleine verhoging van de scheepvaartintensiteit in de omgeving van plangebied en tussen het plangebied en de haven van IJmuiden optreden. Deze toename in

scheepvaartintensiteit is, gezien de huidige drukte in het gebied, verwaarloosbaar. Vanaf de kust zullen de installatieschepen en de grotere werkschepen in het plangebied nauwelijks zichtbaar zijn. Deze schepen zullen alleen zichtbaar zijn als ze varen tussen het plangebied en de haven van IJmuiden, en als ze in de haven van IJmuiden liggen.

De werkzaamheden voor aanleg en verwijdering van het windpark zijn tijdelijk en kortdurend (april-september). De effecten hiervan (zichtbaarheid werkzaamheden) worden, gezien de afstand van het windpark tot de kust (24 km) en de tijdelijke aard van de werkzaamheden, als minimaal beoordeeld. Bij de 3 MW compacte variant zullen de werkzaamheden het langste duren omdat hier de meeste windturbines (209) worden geplaatst. Bij de 5 MW basisvariant duren de werkzaamheden het kortst, hier worden de minste windturbines (66) geplaatst. Omdat de werkzaamheden vanaf de kust nauwelijks zichtbaar zullen zijn, is hier bij de effectbeoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Alle varianten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

8.4.3 Effecten van onderhoud

Het onderhoud van het windpark zal plaatsvinden met een aantal werkschepen. De werkschepen zullen door hun beperkte omvang niet zichtbaar zijn vanaf de kust als ze varen in het plangebied. De scheepsbewegingen van en naar het windpark (ten behoeve van onderhoud) vormen slechts een klein deel van het totale aantal scheepsbewegingen in het gebied. Deze toename in scheepvaartintensiteit is, gezien de huidige drukte in het gebied, verwaarloosbaar. Ook hier geldt dat bij de 3 MW compacte variant relatief gezien het meeste onderhoud zal worden uitgevoerd omdat hier de meeste windturbines (209) worden geplaatst. Omdat de werkzaamheden vanaf de kust niet zichtbaar zullen zijn, is hier bij de effectbeoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Alle varianten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

8.4.4 Effecten van het kabeltracé naar de kust

De aanleg van de elektriciteitskabels naar de kust zal worden uitgevoerd door een schip dat de kabel legt en enkele werkschepen. De zichtbaarheid van deze schepen is afhankelijk van de omvang van de schepen en de afstand tot de kust. De extra scheepsbewegingen in het gebied ten behoeve van de aanleg van de elektriciteitskabels vormen slechts een klein deel van het totale aantal scheepsbewegingen in het gebied. De lengte van de onderzochte kabeltracés (naar aanlandingspunt IJmuiden 48 km en naar aanlandingspunt Maasvlakte 36 km) ligt in dezelfde orde van grootte, de duur van de werkzaamheden zal dan ook ongeveer gelijk zijn. De werkzaamheden voor het onderhoud en verwijdering van het kabeltracé zijn, evenals de werkzaamheden voor de aanleg van het kabeltracé, beperkt van omvang en tijdelijk. Ook hier zijn de extra scheepsbewegingen tijdelijk en verwaarloosbaar ten opzichte van de overige scheepsbewegingen in het gebied. De effecten van de aanleg, onderhoud en verwijdering van het kabeltracé worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

8.5 Samenvatting effectbeschrijving

De zichtbaarheid van het windpark wordt voornamelijk bepaald door de afstand van het windpark tot de kust. Door de grote afstand van het windpark tot de kust (circa 24 km) is het windpark maximaal 10% van de tijd zichtbaar. In het geval dat het windpark zichtbaar zal zijn, zullen de 5 MW varianten

beter zichtbaar zijn dan de 3 MW varianten. Het verschil in zichtbaarheid is echter ondergeschikt aan de mate waarin het windpark zichtbaar zal zijn (maximaal 10% van de tijd). Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark (incl. het kabeltracé naar de kust) zijn merkbaar in de vorm van de aanwezigheid (zichtbaarheid) van werkschepen. Dit is een tijdelijk effect en valt nauwelijks op als wordt gekeken naar de overige scheepsbewegingen in het gebied. In de onderstaande tabel zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé weergeven.

Tabel 8.2 Effectbeoordeling landschap

Toetsingscriterium	Basisvariant (3MW)	Compacte variant (3MW)	Basisvariant (5MW)	Compacte variant (5MW)
effecten windpark				
gebruik windpark				
zichtbaarheid vanaf de kust (afstand tot de kust)	0/- (24 km)	0/- (24 km)	0/- (24 km)	0/- (24 km)
aanleg en verwijdering windpark	0	0	0	0
onderhoud windpark	0	0	0	0
effecten kabeltracé				
gebruik kabel	0	0	0	0
aanleg en verwijdering kabel	0	0	0	0
onderhoud kabel	0	0	0	0

8.6 Mitigerende maatregelen

Het windpark zal vanaf de kust tijdens heldere dagen zichtbaar zijn als kleine streepjes aan de horizon. Dit zal vermoedelijk gedurende 10% van de tijd het geval zijn. Bij de realisatie van het windpark wordt er al vanuit gegaan dat de windturbines een standaard onopvallende kleur zullen krijgen. Verdere mitigatie van de zichtbaarheid is niet mogelijk.

9 Morfologie en hydrologie

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van Windpark Katwijk en het kabeltracé op morfologische en hydrodynamische processen besproken. Het gaat vooral om veranderingen in de zeebodem en het zeewater; ook mogelijke veranderingen van de kustlijn worden besproken. Bij de beschrijving is, gezien de aard en de omvang van de ingrepen, alleen het bovenste deel van de zeebodem in beschouwing genomen. Voor het windpark zelf betreft dit de bovenste 10 m, voor het kabeltracé de bovenste 5 m.

Vertrekpunt voor de effectbeschrijving is de informatie die reeds is verzameld in het kader van het I-MER NSW [Grontmij, 2003] en de daaraan voorafgaande studies. Deze informatie is vervolgens geactualiseerd door TNO Bouw en Ondergrond die dit onderdeel heeft verzorgd.

9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Huidige situatie
In het algemeen kan worden gesteld dat, bezien vanuit morfologische en hydrodynamische processen en gespiegeld aan de levensduur van de ingreep, in de omgeving van het geplande Windpark Katwijk en bijbehorende kabeltracé sprake is van een door natuurlijke processen gestuurd dynamisch evenwicht, waarin de temporele en ruimtelijke variatie van morfologie en hydrologie groot is. De invloed van golven op de zeebodem, bijvoorbeeld, neemt in de richting van de kust toe en wordt in de tijd gestuurd door weersomstandigheden. De invloed van het getij op de morfologische veranderingen is juist relatief groter in dieper water en wordt in de tijd gestuurd door de positie van zon en maan. De morfologie en hydrologie van de nabijgelegen kustzone wordt behalve door natuurlijke processen ook beïnvloed door grootschalige, menselijke ingrepen. Zo hebben de aanleg van de Deltawerken en de Maasvlakte en de aanwezigheid van havenslibdepots ten noordwesten van Hoek van Holland duidelijk invloed op hun directe omgeving.

Golven
De golfhoogte in de omgeving van het windpark en bijbehorende kabeltracé varieert sterk in de tijd. Metingen van Rijkswaterstaat, verricht in de periode 1979-2002 op nabijgelegen meetstations IJ-geul munitiestortplaats en Europlatform, wijzen op extreme golfhoogten van 6,0-6,7 meter eens per 10 jaar, en van 6,8-7,7 meter eens per 100 jaar (www.golfklimaat.nl/index.cfm?page=extremen.golfhoogten). De hoogste golven (tot 7,3 meter volgens visuele waarnemingen) komen uit het noordwesten [Korevaar, 1990]. Bij deze golven is de strijklengte het grootst, via de noordelijke Noordzee tot in de Atlantische Oceaan. Analyse van complete meetseries [Wijnberg, 1995] wijst voorts op een significante golfhoogte (gemiddelde van de hoogste 1/3 van de golven) van 0,9 meter (zomer) en 1,8 me-

ter (winter), met een jaargemiddelde van 1,3 meter. Een eveneens nabijgelegen station (Meetpost Noordwijk), maar dichterbij de kust en in ondieper water, kent een jaargemiddelde van 1,1 meter. De meeste golven komen uit zuidwestelijke en noordwestelijke richting. De onderliggende deining, gegenereerd in de Atlantische Oceaan en in de noordelijke Noordzee, komt exclusief vanuit het noordwesten [Wijnberg, 1995].

Waterbeweging (waterstand en stroming)
Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van Den Helder (1,4 meter) tot Scheveningen (1,7 meter). Nabij het windpark en bijbehorende kabeltracé ligt de waarde rond de 1,7 meter. Ongeveer een uur na hoogwater is in de bovenste waterlaag een maximale getijstroom (ongeveer 1,3 meter per seconde) in noordelijke richting. Na laagwater stroomt het water in tegenovergestelde richting, maar deze fase duurt langer en het water bereikt daarbij een wat lagere snelheid [Hydrografisch Bureau, 1963]. Ook nabij de bodem is sprake van deze asymmetrie in stromingssnelheid [Houbolt, 1968]. Hierdoor en door de overheersende zuidwestelijk wind loopt er een reststroom van ongeveer 0,05-0,1 meter per seconde [Pingree & Griffiths, 1979; Van Rijn, 1994] langs de kust in noordelijke richting. Deze reststroom langs de kust is 15-30 kilometer breed en zorgt onder andere voor transport van rivierwater vanuit het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg langs de kust naar noordelijk gelegen gebieden zoals de Waddenzee. Gedetailleerde ADCP-metingen, verricht in 1992 in 20 meter diep water 12 kilometer uit de kust bij Noordwijk, wijzen op noordwaarts (kustlangs) gerichte reststromingen die nabij de bodem zeer klein zijn (< 0,01 meter per seconde tussen NAP -19 en NAP -11 meter) en toenemen tot > 0,05 meter per seconde tussen NAP -11 en NAP -4 meter [Roelvink et al., 2001]. Factoren die leiden tot sterkere en minder uniforme reststromen zijn hoge afvoer van de Rijn en een noordwaarts gerichte wind. Zuidwaarts gerichte wind kan leiden tot een reststroom die zich tijdelijk in zuidelijke richting beweegt. Op hetzelfde meetpunt bij Noordwijk zijn cross-shore reststromingen onshore gericht tussen NAP -19 en NAP -12 meter (max. 0,02 meter per seconde op NAP -18 meter) en offshore gericht tussen NAP -11 en NAP -4 meter (max. 0,03 meter per seconde op NAP -4 meter), behalve bij sterke landwaarts gerichte wind.

Waterdiepte en bodemvormen
De zeebodem ter plaatse van het windpark en bijbehorende kabeltracé is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering, welke valt binnen het dynamische evenwicht, wordt veroorzaakt door het optreden van gradiënten in het zandtransport op verschillende tijd- en ruimteschalen. Het gebied kan worden opgedeeld in:

- de eigenlijke zeebodem of shelf (de vlakke zone zeewaarts van ongeveer NAP -15 meter);
- de vooroever (de hellende zone tussen NAP -15 meter en NAP -8 meter);
- de actieve zone (de zone tussen NAP -8 meter tot NAP +3 meter);
- de toegangsgeulen tot de havens van Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden.

Het plangebied voor het windpark ligt op de shelf. In vergelijking met de vooroever en de actieve zone is de shelf tamelijk stabiel. Op de vlakke zeebodem zijn flauw hellende zandbanken en steilere zandgolven aanwezig. De waterdiepte varieert van 20 tot 28 meter (MSL). Het plangebied ligt zo ver uit de kust (>20 kilometer) dat, afgezien van zandbanken, zandgolven en mega-

ribbels, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1:1.000). De in het plangebied aanwezige zandgolven zijn kleinschaliger maar tevens mobieler dan de kilometers brede en tientallen kilometers lange zandbanken. De gemiddelde lange termijn verplaatsingssnelheid van zandgolven nabij de Hollandse kust bedraagt 0 tot >10 meter per jaar. Lokaal zijn verplaatsingen van 10 meter in 3 maanden gemeten [Schüttenhelm, 2002]. Voor het geplande windpark en bijbehorende kabeltracé zijn specifieke waarden van verplaatsingssnelheid niet beschikbaar. De zandgolven hebben een golflengte van enkele honderden meters en een amplitude van circa 4 meter bij het geplande windpark, maar langs het bijbehorende kabeltracé neemt de amplitude zowel in de noordelijke variant (aanlandingspunt IJmuiden) als in de zuidelijke variant (aanlandingspunt Maasvlakte) af tot < 2 meter aan de basis van de vooroever. In de zuidelijke variant doorkruist het kabeltracé nabij het windpark wel een gebied met 5 meter hoge zandgolven. De kammen van de zandgolven ter plaatse staan ongeveer loodrecht op de kust [Van Alphen en Damoiseaux, 1989]. In het plangebied bevinden zich ook megaribbels. Deze bodemvormen met een golflengte van 5-15 meter en een amplitude van circa 0,5-1,5 meter, zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op sturende hydrodynamische processen, maar worden daarnaast sterk beïnvloed door de boomkorvisserij.

De vooroever en de actieve zone, welke door het bijbehorende kabeltracé worden doorkruist, vertonen in vergelijking met de shelf een grote dynamiek. Dit is voornamelijk toe te schrijven aan een combinatie van golven en stroming. Binnen de actieve zone treedt het grootste sedimenttransport op en zijn de golfgedreven transporten het belangrijkst. Langs het grootste gedeelte van de Hollandse kust komen brandingsruggen (of brekerbanken) voor. Deze brandingsruggen zijn voortdurend in beweging, waarbij met name tijdens stormperioden grote verplaatsingen optreden.

Bodemsamenstelling

De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid, waarbij diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden fijnkorreliger zijn dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust [Niessen & Schüttenhelm, 1986]. Het zeebodemoppervlak ter plaatse van het geplande windpark bestaat voornamelijk uit middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 300-420 µm), met een slibpercentage van < 5 %. Het in dit zand aanwezige grind is van bioklastische oorsprong en bestaat uit schelpen en schelpfragmenten. De onderliggende lagen (tot een diepte van 10 m) bestaan deels uit zand, maar recente boorgegevens wijzen op de lokale aanwezigheid van minimaal 5 meter dikke, geconsolideerde sliblagen (afgezet voor de laatste ijstijd) beneden de NAP -33 meter [Van Heteren, 2002]. Het kabeltracé doorkruist zowel in de noordelijke als zuidelijke variant een gebied met fijn tot middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 210-420 µm) aan het oppervlak. In de eerste meters onder het oppervlak liggen nabij de kust lokaal slibrijke opvullingen (enkele honderden meters tot maximaal enkele kilometers breed) van voormalige getijgeulen, gevormd toen de kustlijn verder naar het westen lag dan tegenwoordig [e.g. Rieu et al., 2005]. Voor de Rijn-Maasmonding, nabij de variant voor de zuidelijke aanlanding, zijn daarnaast oude komkleien en basisveen vrij algemeen aanwezig, maar deze archeologisch belangrijke lagen bevinden zich vrijwel overal op meer dan 3 meter onder het zeebodemoppervlak.

Troebelheid

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend stof. Wind, getijstromingen en golven hebben een grote invloed op het stofgehalte. De troebelheid langs de Hollandse kust neemt zeewaarts af van 30-50 mg/l op 5 kilometer tot 10 mg/l op 10 kilometer en 5 mg/l op 20 kilometer afstand van de kustlijn. Op zee is het gehalte in de zomer circa 2 mg/l en het jaargemiddeld 5 tot 10 mg/l [RIKZ, 1997]. Nabij het geplande windpark is het stofgehalte in de zomer < 5-8 mg/l en in de winter 5-12 mg/l, zoals afgeleid uit een door het IVM uitgevoerde middeling van SeaWifs satellietbeelden (www.feweb.vu.nl/gis/SPINlab/mapservice/Noordzee_atlas). Langs het bijbehorende kabeltracé neemt het stofgehalte kustwaarts toe tot 20 mg/l (zomer) en > 28 mg/l (winter). De troebelheid van het water in de kustzone wordt naast slibtoevoer uit de Straat van Dover en uit rivieren ook bepaald door dumping van baggerspecie op zee en door opwerveling (tijdens stormen). Bij storm neemt de concentratie gesuspendeerd materiaal met name in de kustzone sterk toe [Suijlen & Duin, 2001], waarbij het stofgehalte kan oplopen tot 1000 mg/l [Eisma, 1981].

Sedimenttransport
Het transport van gesuspendeerde stof langs de Hollandse kust wordt bepaald door de waterbeweging en sedimentbeschikbaarheid, welke afhangen van getij, wind/golven en rivierafvoer. Uitwisseling tussen water en bodem is daarbij van groot belang. Door rivieren en getijstromen aangevoerd slib en opgewerveld slib uit de kustzone wordt met de getij-reststroom langzaam naar het noordoosten gevoerd, in de zogenaamde "kustrivier". De kustrivier strekt zich uit tot ongeveer 15 tot 30 kilometer uit de kust. Wel treedt geleidelijk vermenging op met zeewater. Jaarlijks wordt op deze manier 7 miljoen ton slib getransporteerd langs de Hollandse kust [Van Alphen 1986], waarvan slechts een klein deel afkomstig is uit de rivieren [Beets et al., 1992] en de rest uit de Straat van Dover.

In de actieve zone (de zone tussen NAP -8 meter tot NAP +3 meter) treedt het grootste transport op. In deze zone zijn de golfgedreven transporten dominant. Het netto transport in noordelijke, kustlangse richting en in kustwaartse richting bedraagt in de actieve zone circa 100.000 tot 500.000 m^3 per jaar [Van Rijn, 1994; 1995]. De havenhoofden van Rotterdam, IJmuiden en Scheveningen verstoren het kustlangse sedimenttransport met als gevolg een afwisselend patroon van erosie en sedimentatie langs de kust. Ook natuurlijke omstandigheden beïnvloeden het erosie- en sedimentatiepatroon langs de kust [Lorenz et al., 1991].

Kustveiligheid
De verandering van de Hollandse kustlijn wordt hoofdzakelijk bepaald door het sedimenttransport langs de kust, waarbij de verhouding tussen aanvoer en afvoer van belang is. Met het huidige beleid van "dynamisch handhaven van de basiskustlijn" wordt waar mogelijk ruimte gegeven aan natuurlijke processen. De zee krijgt binnen zekere grenzen enige speelruimte. Alleen bij aantasting van de basiskustlijn (ligging van de kustlijn op 1 januari 1990) worden maatregelen genomen. In de praktijk betekent dit dat dan een zandsuppletie wordt uitgevoerd. De belangrijkste reden voor de noodzaak van zandsuppleties is de versnelde zeespiegelstijging. Van Malde (1996) toonde aan de hand van langjarige metingen aan dat de zeespiegel tijdens de laatste eeuw 0,1-0,2 meter is gestegen. In de nabije toekomst wordt, gezien de opwarming van de aarde, een verdere stijging van de zeespiegel verwacht. Niet overal langs de kust heeft de zeespiegelstijging dezelfde gevolgen. Het centrale deel van de Hollandse kust, nabij het geplande windpark, progradeert enigszins; zowel

het zuidelijke als het noordelijke deel eroderen daarentegen (Lorenz et al., 1991). Dit geldt overigens alleen voor duin en strand, en niet voor de vooroever.

Autonome ontwikkeling
In de autonome ontwikkeling doen zich voor de Hollandse kust geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daardoor nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste hierboven besproken processen zijn het resultaat van een lange-termijn ontwikkeling en een dusdanig grootschalige setting dat veranderingen slechts op een tijdschaal van eeuwen of langer significant zullen zijn. Alleen de kustveiligheid is bij autonome ontwikkeling in het geding. Indien suppletiemaatregelen ter compensatie van de gevolgen van zeespiegelstijging bij de autonome ontwikkeling zijn inbegrepen, vinden ook in dit milieu geen wezenlijke veranderingen plaats. Dit blijkt onder andere uit de zogenaamde kustlijnkaarten [V&W/RIKZ, 1998]. Deze kaarten tonen een grotendeels stabiel beeld voor de Hollandse kust.

9.3 Toetsingscriteria

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

De toetsingscriteria zijn:
- golven;
- waterbeweging (waterstand en stroming);
- waterdiepte en bodemvormen;
- bodemsamenstelling;
- troebelheid en waterkwaliteit;
- sedimenttransport;
- kustveiligheid.

Golven
Bepalende factoren voor golven zijn de duur van de wind, de strijklengte (dit is de lengte van de open zee waarover de wind waait en een golf kan groeien) en de waterdiepte. Golven spelen een grote rol in de morfologische processen door hun invloed op het zandtransport. Daarbij geldt: hoe ondieper het water, hoe groter de invloed van de golven op het zandtransport. Pas vanaf een bepaalde waterdiepte kunnen golven met een specifieke lengte het zand van de bodem in beweging brengen. Hierbij is de betreffende waterdiepte of golfbasis rechtevenredig met de golflengte. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak. De opwoeling door golven maakt het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door stromingen die zelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken.

Waterbeweging
De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind en wateraanvoer via de rivieren. De getijbeweging is te onderscheiden in een verticaal getij (periodieke beweging van de waterstand) en een horizontaal getij

(getij-gedreven stroming). Wind veroorzaakt waterstandsverhogingen, golven en stromingen. Wind is als zodanig indirect de oorzaak van vele morfologische veranderingen die in het kustgebied plaatsvinden. De windopzet en de golf- en stromingskarakteristieken hangen nauw samen met het windklimaat (windrichting en windsnelheid). Het windklimaat kan veranderen als gevolg van veranderingen in de klimatologische en meteorologische omstandigheden.

Waterdiepte en bodemvormen
De waterdiepte bepaalt in belangrijke mate de relatieve invloed van golven en getij op de zeebodem en speelt derhalve een grote rol bij morfologische processen. In de Noordzee komt een aantal bodemvormen voor, zoals geulen, (mega)ribbels, zandgolven en zandbanken. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport, de kustveiligheid en de stabiliteit van kabels en leidingen die op de bodem van de Noordzee liggen.

Bodemsamenstelling
De sedimentsamenstelling van de bodem speelt een belangrijke rol bij het optreden van verschillende processen. Zo hebben de sedimentkarakteristieken grote invloed op het sedimenttransport, het optreden van ontgrondingskuilen (erosiekuilen) en de troebelheid. Tevens is de bodemsamenstelling van belang voor de funderingen van de windturbines en het ingraven van de kabels. Tenslotte hebben sommige bodemlagen een belangrijke archeologische waarde.

Troebelheid en waterkwaliteit
De troebelheid of helderheid van het water bepaalt het voor algen en andere organismen belangrijke lichtklimaat in de waterkolom. De troebelheid wordt bepaald door de aanvoer van slib uit rivieren, dumping van baggerspecie op zee en opwerveling door natuurlijke processen en menselijk handelen. Tijdens stormen kan recent afgezet slib onder invloed van waterbeweging opnieuw opwervelen (resuspensie). In de winterperiode is het gehalte zwevend stof over het algemeen hoger dan in de zomer (het groeiseizoen van de meeste organismen), ondermeer door de grotere inwerking van golven op de zeebodem.

Sedimenttransport
Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de Hollandse kust, met name in noordwaartse richting. In algemene zin treden sedimenttransporten op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Door golven of menselijke activiteiten (bijv. baggeren, trenchen, visserij) kan het sediment van de bodem worden opgewoeld, waarna het door stroming kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling. In het algemeen kan het sedimenttransport worden opgedeeld in drie fasen, te weten het opwoelen van bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water en de resedimentatie (opnieuw sedimenteren).

Kustveiligheid
De kustveiligheid heeft hoofdzakelijk te maken met de veiligheid tegen overstroming. Dit hangt enerzijds af van de (hydrodynamische) belasting en anderzijds van de sterkte van de zeewering. De sterkte van de zachte delen van de zeewering (strand en duinen) is in hoge mate afhankelijk van de hoeveelheid aanwezig zand. De hoeveelheid zand fluctueert in ruimte en tijd en is afhankelijk van het gevoerde kustbeleid (thans: kustlijnhandhaving door

middel van zandsuppleties). De natuurlijke verandering in de hoeveelheid zand in een bepaald kustvak, hangt af van met name de golven en het getij (waterstanden en watersnelheden). Het criterium 'kustveiligheid' wordt dus beïnvloed door de andere criteria.

9.4 Effectbeschrijving

9.4.1 Algemeen

De effecten van het windpark op het aspect 'morfologie en hydrologie' worden voorspeld aan de hand van de in paragraaf 9.3 genoemde toetsingscriteria. Bij de effectbeschrijving wordt verder onderscheid gemaakt in: de effecten van de inrichtingsvarianten (configuraties), de effecten van aanleg en verwijdering, de effecten van onderhoud en de effecten van het kabeltracé naar de kust.

9.4.2 Effecten van de inrichting

Criterium golven
Door de aanwezigheid van het windpark zal het golfpatroon rondom de monopalen veranderen. Alleen lokaal achter de monopalen zal een verlaging van de golfhoogte optreden [Hoffman et al., 1997; Chakrabari, 1987]. Deze verandering treedt op tot een afstand van één tot twee maal de diameter van de monopaal. Bij de variant met 3 MW windturbines gaat het om een afstand van maximaal (2 x 4,2 meter) circa 8,4 meter. Bij de variant met 5 MW windturbines is deze afstand iets groter, namelijk maximaal (2 x 5,8 meter) circa 11,6 meter. De toepassing van een driepoot als fundering leidt niet tot andere effecten op golven, ook hier steekt alleen de monopaal boven water uit (zie paragraaf 4.3.4).

Een monopaal in een golfveld veroorzaakt door extra wrijving opstuwing aan de loefkant en enige verlaging van de waterstand aan de lijkant van de monopaal. Deze verandering is echter zeer gering. Zelfs in worst-case scenario's treedt volgens modellen maximaal 1,5% verandering in golven op [e.g. Cooper en Beiboer, 2002]. De invloed van het windpark op golven blijft daarmee ruim binnen de natuurlijke variatie (effectbeoordeling: 0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium waterbeweging (waterstand en stroming)
Door de aanwezigheid van het windpark zal ook de waterbeweging rondom de monopalen veranderen. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen (één tot twee keer de diameter van de monopaal) optreden [Hoffman et al., 1997; Chakrabari, 1987]. Een monopaal in een stromingsveld veroorzaakt een geringe verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopaal en turbulentie aan de lijzijde van de monopaal. Deze veranderingen zijn echter zeer gering als gevolg van de relatief kleine diameter van de monopaal (afhankelijk van de variant: 4,2 meter of 5,8 meter) in vergelijking met de waterdiepte (variërend van NAP -20 tot NAP -28 meter). Zelfs in worst-case scenario's is maximaal 2% verandering in stroming te verwachten, zoals onder andere bepaald in modelberekeningen voor Horns Rev [Cooper en Beiboer, 2002]. De effecten zullen daardoor alleen merkbaar zijn in de directe omgeving van de windturbines. De monopalen *zullen geen invloed hebben op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het* windpark. Daarvoor is de diameter van de monopaal te klein, de waterdiepte te groot en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot (afhankelijk

van de variant: 450-882 meter). De toepassing van een driepoot als fundering leidt niet tot andere effecten. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium waterdiepte en bodemvormen
De veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstroming en de waterdiepte. Naarmate de waterdiepte afneemt worden de snelheden langs de bodem veelal groter, waardoor transport van sediment toeneemt. In het plangebied bevinden zich zandbanken met een zuidwest-noordoost oriëntatie en 4 meter hoge zandgolven met een zuidoost-noordwest oriëntatie.

Het windpark zal, als gevolg van de naar verhouding geringe diameter van de monopaal (afhankelijk van de variant: 4,5 of 6,1 meter ter hoogte van de zeebodem) en bijbehorende erosiebescherming (afhankelijk van de variant: 490-910 m^2 per paal), en de grote onderlinge afstand van de windturbines (afhankelijk van de variant: 450-882 meter), alleen in de directe omgeving van de monopaal beperkte en sterk lokale effecten kunnen hebben op bodemvormen. Deze effecten beperken zich daarmee tot < 0,25% van het binnen het windpark vallende zeebodemoppervlak. De toepassing van een driepoot als fundering leidt niet tot wezenlijk andere effecten. De inrichtingsvarianten zijn voor dit criterium niet onderscheidend.

Het windpark heeft geen wezenlijke invloed op de migratie van bodemvormen, maar met name zandgolfmigratie heeft wel invloed op het windpark. Bij het ontwerp en dimensioneren van de fundering wordt rekening gehouden met de aanwezigheid van zandbanken en zandgolven. De stabiliteit van de fundering wordt dan ook niet beïnvloed door het dynamische gedrag van deze zandbanken en zandgolven. De migratiesnelheid van de zandgolven ter plaatse van het windpark is onbekend, maar gedurende de levensduur van het windpark (20 jaar) is de zeebodem onderhevig aan maximaal 4 meter hoogteverschil. Zandbanken hebben minder invloed, deze bodemvormen kunnen in 20 jaar circa 15 meter migreren, hetgeen de verticale ligging van de bodem met enkele decimeters kan veranderen. In tegenstelling tot de funderingspalen kan de aan te brengen erosiebescherming worden ontgraven, indien geplaatst op een locatie waar door zandgolfmigratie sterke erosie en derhalve verlaging van het zeebodemoppervlak optreedt. Ook hier kan bij het definitieve ontwerp rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door funderingspalen bij voorkeur in of nabij zandgolftroggen te plaatsen en niet op of nabij zandgolftoppen.

De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium bodemsamenstelling
De samenstelling van de bodem binnen het plangebied is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (300-420 µm). Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. De erosiebescherming heeft uitsluitend op lokaal niveau (rondom funderingspaal) effect op de sedimentsamenstelling. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium troebelheid en waterkwaliteit
Tijdens de exploitatie van het windpark wordt over het algemeen geen verhoging van de troebelheid verwacht, aangezien er geen werkzaamheden zullen plaatsvinden die daar aanleiding toe geven. Ook zullen er, doordat erosiebescherming wordt toegepast, geen erosiekuilen ontstaan rondom de funderingspalen. Een verhoging van de troebelheid wordt hiermee voorkomen.

In de windturbines worden voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het watermilieu terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt daarom niet verwacht. Op de fundering wordt geen gebruik gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-foulings). Het gebruik van anti-foulings zou niet alleen gevolgen hebben op het leven op en rond de windturbines, ook het bodemleven in een deel van het stroomafwaarts gelegen gebied zou in dat geval de gevolgen van deze stoffen ondervinden. Wel wordt op de fundering kathodische bescherming toegepast (zie paragraaf 4.2.1). De hoeveelheid aluminium die op deze manier in het water terecht komt, kan als volgt worden berekend. In 20 jaar tijd wordt per fundering circa 1.500 kg Al afgescheiden. In deze periode zal ongeveer 4,77 x 10^{12} m^3 water de fundering passeren (uitgaande van een gemiddelde waterdiepte van 24 m, een turbineafstand van 630 m en een stromingssnelheid van 0,5 m/s). Dit resulteert in een extra aluminium toename in het water van 0,0003 µg/l; dit is verwaarloosbaar ten opzichte van de achtergrondconcentratie van Al in zeewater van 0,5 µg/l. Er is dan ook geen impact van de corrosiebescherming op de waterkwaliteit.

De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium sedimenttransport
Het sedimenttransport ondervindt, net als de waterbeweging, door de grote afstand tussen de windturbines (afhankelijk van de variant: 450-882 meter) geen hinder van het windpark. Ook zullen er, doordat erosiebescherming wordt toegepast, geen erosiekuilen ontstaan rondom de funderingspalen. Het windpark heeft hierdoor geen invloed op de hoeveelheid sedimenttransport. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium kustveiligheid
De gevolgen van het windpark voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Al deze veranderingen zijn in feite afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. Vanwege de grote afstand tot de kust (>20 km) zal het windpark geen effect hebben op de kust, de kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

9.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering

Criteria golven en waterbeweging
Bij de aanleg en verwijdering van het windpark zal door de aanwezigheid van (de)montagewerktuigen (zie paragraaf 4.2.4) het golfbeeld lokaal iets veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt bij de reguliere scheepvaart. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium waterdiepte en bodemvormen
Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling, de bodem worden omgewoeld. Dit effect treedt alleen lokaal op en is van korte duur. De aanleg en verwijdering hebben geen gevolgen voor de waterdiepte en de lokale bodemvorm. Nadat de erosiebescherming is aangebracht zal een nieuw evenwicht ontstaan. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium bodemsamenstelling
Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit heeft resuspensie (opwoeling) van sediment tot gevolg. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Na verloop van tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. Tijdens de verwijdering van het windpark treden dezelfde geringe effecten op. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium troebelheid en waterkwaliteit
Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk troebelheid optreden. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (< 5%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken. Bij het trenchen van de parkbekabeling is de verwachting dat de extra troebelheid in de orde van 50 mg/liter tot 500 mg/liter (dichtbij het trenchen) kan bedragen [Eisma, 1981]. Deze verhoging van de troebelheid valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in normale situaties ongeveer 10 mg/liter maar kan tijdens storm oplopen tot 1.000 mg/liter [Eisma, 1981]. Doordat het park in de lente/zomer wordt aangelegd (een periode met relatief lage slibconcentraties) zal het effect iets groter zijn. Het totale effect is echter klein omdat het gebied waar vertroebeling optreedt zeer klein is en de periode waarin vertroebeling optreedt beperkt is (enkele weken). De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium sedimenttransport
Het sedimenttransport zal, door de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het windpark, een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van opgewoeld sediment. Evenals bij de troebelheid valt deze verhoging binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet/nauwelijks onderscheidend.

Criterium kustveiligheid
De gevolgen van aanleg en verwijdering van het windpark voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Al deze veranderingen zijn in feite afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. Vanwege de grote afstand tot de kust (> 20 km) en omdat de afzonderlijke effecten tijdelijk en beperkt van omvang zijn, zal de aanleg of verwijdering van het windpark geen invloed hebben op de kust, kustveiligheid en/of maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

9.4.4 Effecten van onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine 1 x per jaar onderhoud uit te voeren (zie paragraaf 4.2.5); dit onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal in de zomermaanden plaats vinden. Het onderhoud zal worden uitgevoerd met één of meer werkschepen. Te gebruiken en vrijkomende materialen (bijvoorbeeld olie en vetten) worden geconditioneerd aangevoerd, toegepast en afgevoerd. Hiermee wordt voorkomen dat stoffen (zoals olie) in het milieu terechtkomen. Het onderhoud heeft geen effect op de toetsingscriteria. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

9.4.5 Effecten van het kabeltracé naar de kust

De omvang van de effecten veroorzaakt door de aanleg van het kabeltracé hangt samen met de lengte van het kabeltracé, de locatie van het kabeltracé, de eventuele doorkruising van een gebied met zandgolven/vaargeulen en de diepte waarop de kabels worden aangelegd.

Bij de beschrijving van de milieueffecten van het tracé is ervan uitgegaan dat de kabels verdiept worden aangelegd. De kabels worden vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust minimaal 1 meter diep gelegd, in het resterende deel tot aan de kust worden de kabels minimaal 3 meter diep aangelegd (voor onderbouwing van diepteligging zie paragraaf 4.2.3). De kabels worden door middel van trenchen in de bodem gelegd. Door middel van periodieke controle wordt gecontroleerd of de kabels nog op de juiste diepte liggen. Wanneer de dekking niet meer toereikend is, bijvoorbeeld door zandgolfmigratie, wordt dit hersteld.

De aanleg van de kabel heeft geen invloed op golven, waterbeweging, waterdiepte en bodemvormen. Tijdens de aanleg van de kabels zal de bodem plaatselijk worden omgewoeld. Dit leidt tot een tijdelijke wijziging van de sedimentsamenstelling en een verhoogde troebelheid. Deze verhoging blijft, mede gezien het op de meeste plaatsen lage slibgehalte (< 5%) van de eerste meters zeebodemsediment, binnen de natuurlijke variatie (zie paragraaf 9.4.3 criterium troebelheid en waterkwaliteit). Ook doorkruising van sedimentlagen met hoge slibgehaltes, zoals geulopvullingen, heeft slechts een tijdelijke en beperkte invloed. Als gevolg van het opwoelen van sediment zal dit meegevoerd worden met de stroming en elders weer sedimenteren. In vergelijking met de jaarlijks getransporteerde 7 miljoen ton slib is dit een zeer gering, lokaal effect, dat bovendien slechts gedurende een korte periode optreedt.

De gevolgen van de aanleg van de kabels voor de morfologische processen zijn klein ten opzichte van de fluctuaties in de achtergrondwaarden. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De varianten voor het aanlandingspunt (IJmuiden of Maasvlakte) zijn niet onderscheidend.

Kruising kabels en leidingen
De kruising van aanwezige kabels en leidingen leidt ertoe dat over een lengte van 100 meter (50 meter ter weerszijden van de kabels en leidingen) de elektriciteitskabels niet worden ingegraven. Dit leidt tot minder verstoring van de bodem en minder vertroebeling van het water. Over een lengte van 100 meter (waar de elektriciteitskabels niet de benodigde gronddekking hebben) zal ter bescherming een laag stortsteen (hard substraat) worden aangebracht. Het kruisen van bestaande kabels en leidingen leidt niet tot extra effecten op het aspect morfologie en hydrologie.

9.5 Samenvatting effectbeschrijving

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van gebruik, aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark en het kabeltracé zijn beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voorzover ze optreden, zijn gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen en het geringe aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving (variërend van enkele meters tot maximaal 100 meter) van de funderingspalen en het kabeltracé en is tijdelijk van aard. In de onderstaande tabel zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé weergegeven.

Tabel 9.1 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Toetsingscriterium	Basisvariant (3MW)	Compacte variant (3MW)	Basisvariant (5MW)	Compacte variant (5MW)
effecten windpark				
gebruik windpark				
golven	0	0	0	0
waterbeweging	0	0	0	0
waterdiepte en bodemvormen	0	0	0	0
bodemsamenstelling	0	0	0	0
troebelheid en waterkwaliteit	0	0	0	0
sedimenttransport	0	0	0	0
kustveiligheid	0	0	0	0
aanleg en verwijdering windpark	0	0	0	0
onderhoud windpark	0	0	0	0
effecten kabeltracé				
gebruik kabel	0	0	0	0
aanleg en verwijdering kabel	0	0	0	0
onderhoud kabel	0	0	0	0

9.6 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de toetsingscriteria significante effecten op, de noodzaak voor mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig.

10 Onderwaterleven

10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van het windpark op het onderwaterleven besproken. Voor het bepalen van de effecten zijn de levensvormen in de Noordzee (voor zover relevant) als uitgangspunt genomen. In dit hoofdstuk wordt alleen ingegaan op een aantal dierlijke levensvormen. Ter plekke van het plangebied valt namelijk te weinig licht op de bodem en zijn er onvoldoende mogelijkheden voor aanhechting om de groei van planten in de vorm van vastzittende algen mogelijk te maken. Daardoor bestaat de levensgemeenschap in dit deel van de Noordzee, voor wat betreft de grotere organismen, uitsluitend uit diersoorten: bodemdieren, vissen en zeezoogdieren. Voor wat betreft de bodemdieren wordt alleen ingegaan op de grotere organismen (groter dan 1 millimeter), het zogenaamde macrobenthos.

Bij de beschrijving is gebruik gemaakt van de informatie die is verzameld in het kader van het MEP-NSW (T-nul), het I-MER NSW [Grontmij, 2003] en de daaraan voorafgaande studies. Deze informatie is vervolgens geactualiseerd door onderzoekbureau IMARES[6] (Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies), die dit onderdeel heeft verzorgd. Ook de (beperkte) ervaringen die zijn opgedaan bij de Deense offshore windparken Horns Rev en Nysted zijn in dit hoofdstuk verwerkt.

In dit hoofdstuk worden de effecten van het windpark op onderwaterleven niet getoetst aan wet- en regelgeving voor natuur. Dit komt aan de orde in hoofdstuk 15 (toetsing effecten aan wet- en regelgeving voor natuur).

10.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

10.2.1 Het plangebied als leefgebied voor organismen

Oceanografische factoren zijn van invloed op het leven in het deel van de Noordzee waarin het windpark komt te liggen. Het windpark komt te liggen in de zogenaamde Zuidelijke Bocht van de Noordzee, het gedeelte liggend tussen Het Kanaal ten zuiden hiervan, de Centrale Noordzee ten noorden en de Duitse Bocht ten noordoosten hiervan. Het gaat hier in het bijzonder om fysische en chemische factoren (waaraan het leven in de kustzone is aangepast) en om hydrodynamische en morfologische factoren (die zijn beschreven in hoofdstuk 9 'Morfologie en hydrologie').

[6] IMARES is het resultaat van een fusie (per 1 januari 2006) van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) en Alterra Texel, en is onderdeel van Wageningen University and Research Centre (Wageningen UR).

Getij en waterbeweging
Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van Den Helder (1,4 meter) tot Scheveningen (1,7 meter). Nabij het windpark en bijbehorende kabeltracé ligt de waarde rond de 1,7 meter. Ongeveer een uur na hoogwater is in de bovenste waterlaag een maximale getijstroom (ongeveer 1,3 meter per seconde) in noordelijke richting. Na laagwater stroomt het water in tegenovergestelde richting, maar deze fase duurt langer en het water bereikt daarbij een wat lagere snelheid [Hydrografisch Bureau, 1963]. Hierdoor en door de overheersende zuidwestelijk wind loopt er een reststroom van ongeveer 0,05-0,1 meter per seconde [Pingree & Griffiths, 1979; Van Rijn, 1994] langs de kust in noordelijke richting. Deze reststroom langs de kust is 15-30 kilometer breed en zorgt onder andere voor transport van rivierwater vanuit de Westerschelde, het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg langs de kust naar noordelijk gelegen gebieden zoals de Waddenzee.

Zeewatersamenstelling
Het zeewater langs de Hollandse kust bestaat uit zogenaamd continentaal kustwater. In deze watermassa, die zich tot op een afstand van 40 kilometer uit de kust kan uitstrekken, is een component herkenbaar van de rivierafvoer van de Schelde, Maas en Rijn. Het zoutgehalte fluctueert enigszins, afhankelijk van de rivierwaterafvoer. Door de hogere nutriëntenlast bevat het kustwater relatief veel fytoplankton en is het troebeler.

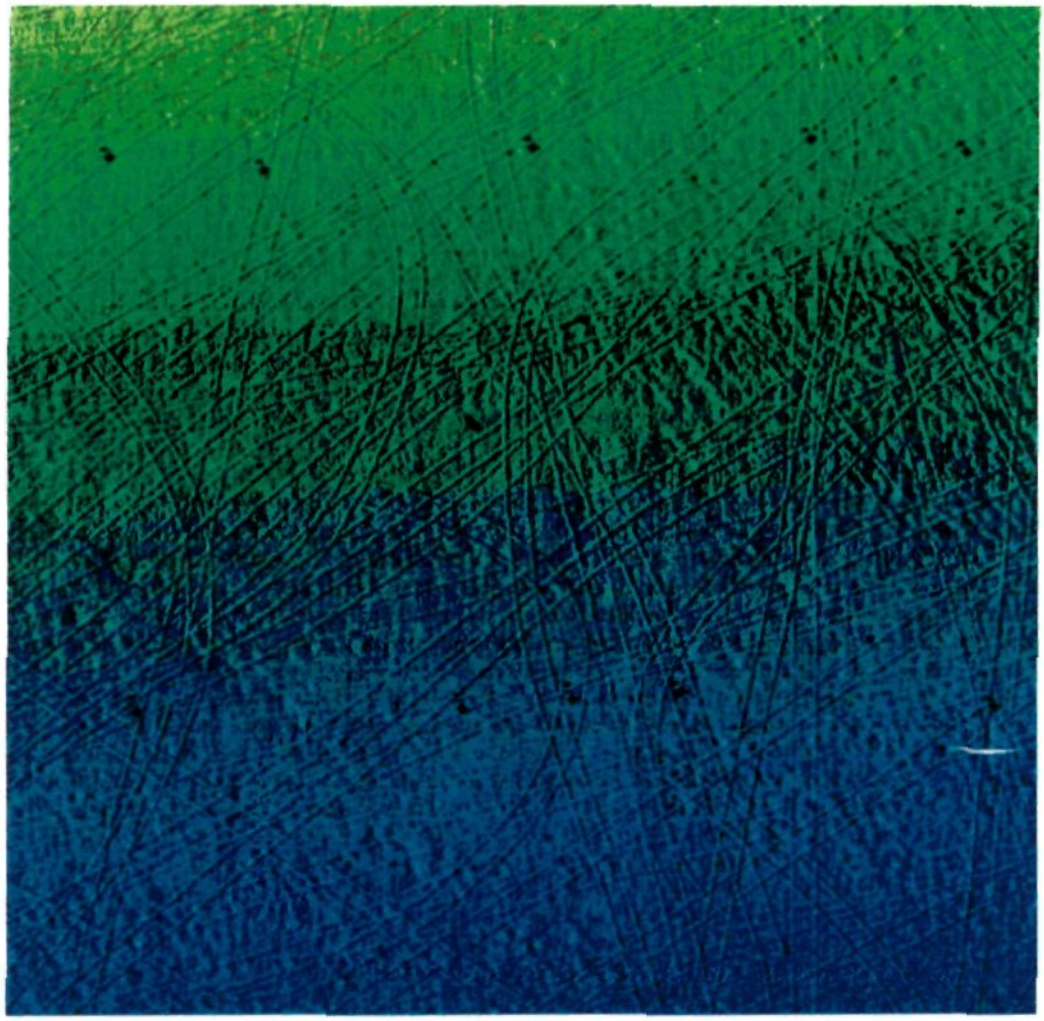
Langs de kust is er een duidelijke tweedeling in de watersamenstelling. In een zone tot 5 kilometer uit de kust worden chlorofylgehaltes gevonden die 10 maal zo hoog zijn als in de zone tussen 5 en 40 kilometer [Van Scheppingen en Groenewold, 1990]. Het komt er op neer dat het meest voedselrijke continentale kustwater als het ware als een rivier langs de Nederlandse kust stroomt. Deze "kustrivier" is een zone van ongeveer 15-30 kilometer breed met een sterke riviercomponent, waarvan een groot deel in de Waddenzee belandt. De kustrivier bevat een relatief hoge nutriëntenlast, maar het slibgehalte is zo hoog dat het doorzicht veelal beperkend is voor de fytoplanktonproductie. Daarbuiten ligt een overgangszone waar zowel licht als nutriënten de productie van fytoplankton kunnen sturen.

Waterdiepte en bodemvormen
De waterdiepte in het plangebied varieert van 20 tot 28 meter (MSL). Het plangebied ligt zo ver uit de kust (>20 kilometer) dat, afgezien van zandbanken, zandgolven en megaribbels, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1:1.000). De in het plangebied aanwezige zandgolven zijn kleinschaliger maar tevens mobieler dan de kilometers brede en tientallen kilometers lange zandbanken. De gemiddelde lange-termijn verplaatsingssnelheid van zandgolven nabij de Hollandse kust bedraagt 0 tot >10 meter per jaar. Lokaal zijn verplaatsingen van 10 meter in 3 maanden gemeten [Schüttenhelm, 2002]. De zandgolven hebben een golflengte van enkele honderden meters en een amplitude van circa 4 meter bij het geplande windpark. De kammen van de zandgolven staan ongeveer loodrecht op de kust [Van Alphen en Damoiseaux, 1989]. In het plangebied bevinden zich ook megaribbels. Deze bodemvormen met een golflengte van 5-15 meter en een amplitude van circa 0,5-1,5 meter, zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op sturende hydrodynamische processen, maar worden daarnaast sterk beïnvloed door de boomkorvisserij. Deze vorm van bodemberoerende visserij wordt zowel met de vier meter- als met de twaalf-meter boomkor uitgeoefend en laat duidelijk zichtbare sporen op de zeebodem achter.

Deze kunnen dagen tot maanden lang zichtbaar blijven, afhankelijk van het weer. De intensiteit van bevissing verandert op een bepaalde locatie ook voortdurend en daarmee ook het aantal vissporen dat op enig moment op de bodem zichtbaar is. Wanneer een vloot schepen in een klein gebied opereert kan een ware wirwar van sporen op de bodem worden getrokken (figuur 10.1).

Sedimentsamenstelling

In het plangebied wordt alleen grof zand (300-420 µm) aangetroffen. Ten zuidoosten van het plangebied bevinden zich enkele stortlocaties voor baggerspecie. In het algemeen is weinig bekend omtrent het transport en de gevolgen van gestorte baggerspecie [Stutterheim, 1999]. Uit sedimentologisch onderzoek naar de effecten van 'Loswal Noord' (een stortlocatie ter hoogte van Scheveningen) blijkt dat het slibgehalte op een locatie 9 kilometer ten noordoosten van de loswal met 5 procent is verhoogd [Daan et al., 1997]. Stutterheim (1999) vermeldt dat twee jaar na ingebruikname van deze loswal een verhoging van de verontreiniging werd gemeten tot op vijf kilometer afstand en dat de uitstraling in de vorm van een verminderde bodemfauna zo'n drie kilometer bedroeg. Gezien de afstand van het plangebied tot de dichtstbijzijnde baggerstortlocatie (circa 10 kilometer) en vanwege de kustparallelle stroming valt van de baggerstortlocaties ten zuidoosten van het plangebied weinig invloed te verwachten in het plangebied. De afgelopen decennia zijn hoofdzakelijk door de rivierafvoer van de Rijn en Maas verontreinigende stoffen (bijvoorbeeld zware metalen en organische verbindingen) in het kustwater terechtgekomen. Deze stoffen kunnen schadelijk zijn voor het milieu wanneer ze worden opgenomen in de voedselketen. Een deel van de verontreinigingen is gebonden aan het sediment en zodoende opgeslagen in de bodem van de Noordzee. Voor de meeste stoffen zijn de concentraties dicht onder de kust het hoogst. In het gebied kan hard substraat voorkomen in de vorm van wrakken. Deze hebben een heel eigen begroeiing en visfauna.



Figuur 10.1 Multibeam opname genomen door ms. Arca (Rijkswaterstaat), half april 2002, van de zeebodem op een diepte van ongeveer 16-18 m, ongeveer 5 km ten westen van Noordwijk aan Zee. Het beeld is gemaakt ten behoeve van Delft Cluster project 03.01.05 en ter beschikking gesteld door M.J Baptist (TU Delft). De parallelle strepen zijn sporen van vier meter boomkorren, die aan weerszijden van kotters (<300 pk) over de zeebodem worden voortgetrokken.

10.2.2 Bodemdieren

Macrobenthos

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

Levensgemeenschappen

Een analyse van het hele Nederlands Continentaal Plat (NCP), inclusief de 12-mijlszone, laat zien dat in de Nederlandse kustzone op zandige sedimenten slechts twee verschillende gemeenschappen worden onderscheiden [Holtmann

et al., 1996]; een kustgemeenschap en een offshore gemeenschap. Beide gemeenschappen tonen een aanzienlijke overeenkomst (tabel 4 in Holtmann et al., 1996), onder andere door het optreden van de worm Spiophanes bombyx. Deze soort is een indicatie voor het instabiele karakter van het milieu van deze levensgemeenschappen. Veel van de macrobenthossoorten in dit gebied hebben dan ook een lage levensverwachting, ze zijn hieraan aangepast door een snelle voortplanting en een groot aantal nakomelingen. Deze soorten worden aangeduid als de zogenaamde r-strategen. Uit het jaarlijkse uitgevoerde macrobenthos-onderzoek, uitgevoerd in het kader van de Biologische Monitoring Noordzee (BIOMON), blijkt dat over de periode 1986-1998 er weinig verandering is opgetreden in de soortensamenstelling [Lavaleye, 2000; Lavaleye et al., 2000]. Ook de positie van de onderscheiden levensgemeenschappen verandert daarbij niet [Holtmann et al., 1999] .Hierbij moet echter worden opgemerkt dat er al lange tijd zwaar gevist wordt op de zeebodem, waardoor gevoelige soorten, bijvoorbeeld die welke zich trager voortplanten goeddeels uit het systeem verwijderd zullen zijn [Philippart, 1998; Lavaleye et al., 2000].

KUSTGEMEENSCHAP

De kustgemeenschap wordt vrijwel uitsluitend aangetroffen in een smalle zone langs de hele Nederlandse kust [Van Scheppingen en Groenewold, 1990; Holtmann et al., 1999]. Voor de Hollandse kust is deze zone slechts 5 kilometer breed en reikt ongeveer tot de 15 meter dieptelijn (NAP). De kustgemeenschap wordt gekenmerkt door een groot aantal soorten, een hoge dichtheid (met name van polychaete wormen) en een hoge biomassa (vooral van schelpdieren). Het jaarlijkse uitgevoerde macrobenthos-onderzoek laat tussen 1990-1998 een gemiddelde dichtheid zien variërend van 1510-8301 individuen/m^2 en een gemiddelde biomassa variërend van 36,0-89,6 gram Asvrij Drooggewicht per vierkante meter (AVDG/m^2). Dit is de hoogste biomassa van het NCP. Een belangrijk deel hiervan wordt gevormd door concentraties van tweekleppige schelpdieren (Bivalven). Dergelijke concentraties kunnen langs de hele Nederlandse kust gevonden worden, maar door wisselend voortplantingsucces en sterfte komen de rijkste gebieden op wisselende locaties voor. Uit recent onderzoek blijkt bovendien dat de dominantie tussen soorten is verschoven. De Halfgeknotte strandschelp (Spisula subtruncata) was tot voor kort de dominate soort (in termen van biomassa) in de kustnabije zone (tot circa -20 m; Leopold, 1996] maar is recent verdrongen door de Amerikaanse zwaardschede (Ensis americanus, Craeymeersch & Perdon, 2004). Spisulabanken komen meestal tot circa 6 kilometer uit de kust voor; alleen ter hoogte van Petten is een Spisulabank met een hoge biomassa (33-342 g/m^2, Holtmann et al., 1996) op 10 kilometer uit de kust gevonden. De diepte bedraagt daar circa 20 meter, relatief diep voor een Spisulabank. Deze situatie houdt mogelijk verband met de aanwezigheid van een ondiep gebied voor de kust (de Pettemer polder), omdat dat een afbuiging van de voedselrijke kustrivier zou kunnen veroorzaken. Gezien de waterdiepte in het plangebied (variërend van 20 tot 28 m (MSL)) en de grote afstand tot de kust (minimaal 24 km) wordt het niet waarschijnlijk geacht dat in het plangebied een Spisulabank tot ontwikkeling komt.

OFFSHORE GEMEENSCHAP

Buiten de 5 kilometer brede kustgemeenschap bevindt zich de offshore gemeenschap. Deze wordt qua dichtheid gedomineerd door polychaeten. Zij heeft als kenmerkende soorten de polychaete wormen Nephtys cirrosa, Magelona papillicornis en Spiophanes bombyx, de vlokreeftjes Bathyporeia elegans, B. guilliamsoniana, Urothoe brevicornis en U. poseidonis. Voor de

Noord- en Zuid-Hollandse kust neemt de biomassa in zeewaartse richting snel af. De gemiddelde biomassa van de offshore gemeenschap is met 13,6 gram AVDG/m² circa drie maal zo laag als de kustgemeenschap. Grote schelpenbanken ontbreken, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen. Het jaarlijkse uitgevoerde macrobenthos-onderzoek, uitgevoerd in het kader van de Biologische Monitoring Noordzee (BIOMON), laat tussen 1990-1998 een gemiddelde dichtheid zien variërend van 1098-2010 individuen/m² en een gemiddelde biomassa variërend van 6,4-15,35 gram Asvrij Drooggewicht per vierkante meter (AVDG/m²).

Binnen de offshore gemeenschap kan een overgangszone worden onderscheiden [Van Scheppingen en Groenewold, 1990]. Kustwaarts wordt deze overgangszone scherp begrensd op 5 kilometer van het strand. Richting zee loopt de overgangszone tot ongeveer 20 kilometer uit de kust en gaat daar geleidelijk over in het westelijk deel van de offshore gemeenschap. In de overgangszone komt een relatief hoge dichtheid voor aan kreeftachtigen. De biomassa van de tweekleppigen, die voor bijvoorbeeld zee-eenden zo belangrijk zijn, is in het westelijke deel van de offshore gemeenschap drie maal zo laag als in de overgangszone, maar in de kustzone is zij een factor 15 hoger. In de offshore gemeenschap domineren ander soorten dan in de kustgemeenschap, maar deze halen nooit de dichtheden van de genoemde soorten in de kustgemeenschap.

In het algemeen is de macrobenthos fauna in de offshore Zuidelijke Bocht weinig divers en ook niet bijzonder rijk aan biomassa. Wel worden er hoge dichtheden van (kleine) dieren aangetroffen, tot vele duizenden individuen per vierkante meter. Binnen dit relatief arme en eenvormige patroon is echter een uitzondering gevonden voor twee stations dwars van Noordwijk. Hier werd een aanzienlijk hogere biodiversiteit gevonden [Lavaleye, 2000]. De reden hiervoor is onduidelijk. Gezien de lage dichtheid aan bemonsterde stations binnen het BIOMON programma, kan niet worden uitgesloten dat ook op de locatie Katwijk een relatief hoge diversiteit aan bodemleven te vinden is.

AANWEZIGE SOORTEN

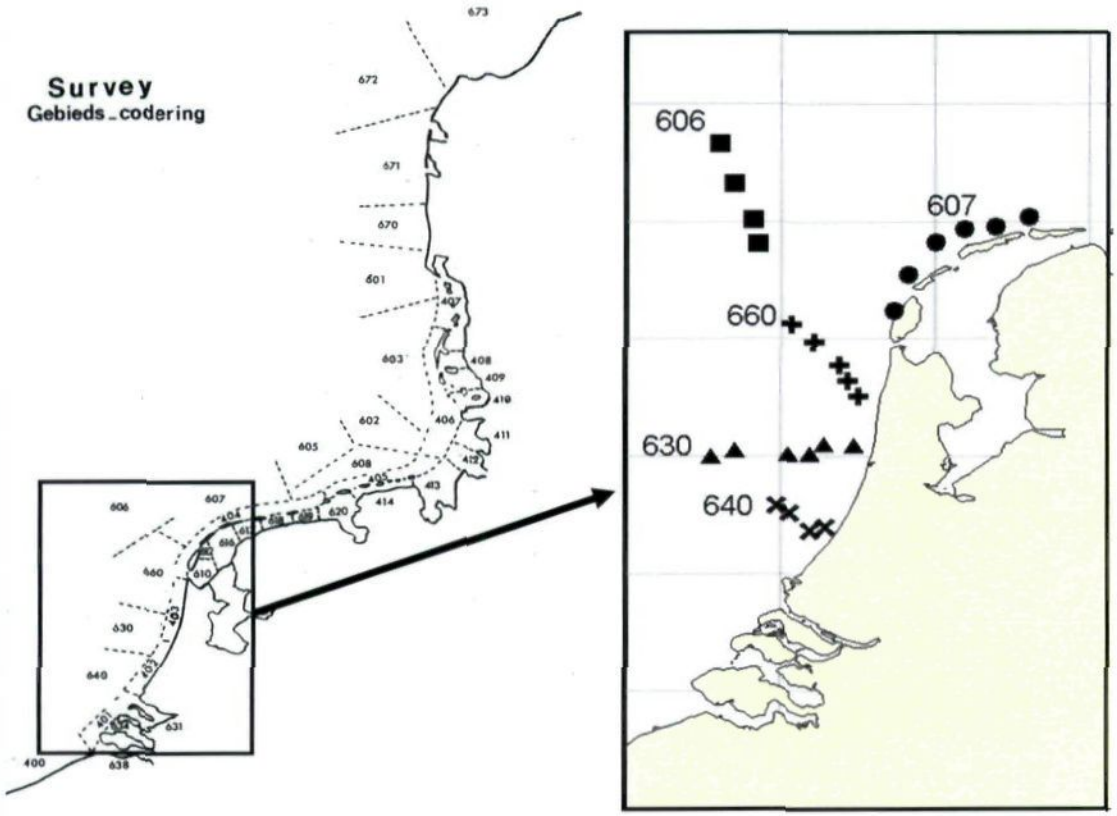
Op het hele NCP zijn 448 soorten macrobenthos aangetroffen [Holtmann et al., 1996]. Voor de soortengemeenschap die karakteristiek is voor de offshore Zuidelijke Bocht, noemen deze auteurs een 20-tal soorten die als indicator soorten gezien kunnen worden voor dit gebied (zie tabel 10.1).

Tabel 10.1 Indicator soorten macrobenthos rond locatie Katwijk (overgenomen uit Holtmann et al., 1996). Gegeven zijn de gemiddelde dichtheden (aantal per m²) met standaard deviaties (SD). Soorten die met *** zijn aangegeven worden door Lavaleye (2000) met name genoemd als belangrijke soorten op twee opvallend rijke stations ten westen van Noordwijk (stations OFF32 en OFF33). Naast de indicator soorten uit deze tabel noemt Lavaleye (2000) ook nog Bathyporeia elegans en Urothoe brevicornis als 'bijna altijd aanwezig' op deze twee stations.

Macrobenthos soort (BIOMON surveys)	Gemiddelde dichtheid	SD
Amphiura filiformes	11	9
Bathyporeia guilliamsoniana ***	52	71
Callianassa subterranea	9	21
Chaetopterus variopedatus	7	6
Corophium voluntator	15	-
Eudorellopsis deformis	9	5

Glycera rouxii	3	-
Harpinia antennaria	1	1
Lumbrineris latreilli	4	4
Macoma balthica	59	95
Magelona papillicornis ***	399	1128
Mysella bidentata	29	31
Nephtys cirrosa ***	86	62
Nephtys hombergii	28	30
Pholoe minuta	10	13
Scolopłos armiger	65	118
Spiophanes bombyx ***	721	2360
Spisula subtruncata	454	1205
Tellina fabula	79	113
Urothoe poseidonis ***	231	359

Een manier om na te gaan welke soorten macrobenthos het meest relevant zijn voor de oase functie van het toekomstige windpark is om te bezien welke soorten in de Zuidelijke Bocht (veel) voorkomen in boomkorvangsten. Deze soorten zullen immers in het windpark, wanneer het gebied voor de boomkorvisserij gesloten zal worden, opeens worden ontzien, waardoor er een meer natuurlijke ontwikkeling kan gaan plaatsvinden. Vangsten van bodemdieren worden aan boord van bedrijfsschepen niet vastgelegd, maar wel in de zogenaamde SNS (Sole Net Surveys) van het RIVO (thans IMARES), ten behoeve van vis- en natuuronderzoek. De SNS is een platvissurvey waarbij ook de bijvangst wordt genoteerd. De survey vindt jaarlijks plaats in september en wordt uitgevoerd met een visserijonderzoeksschip met een 6 m boomkor. De maaswijdte achter in het net (in de "kuil" is 40 mm en de vissnelheid bedraagt 3,5 - 4 knopen. Per vistrek wordt 15 minuten gevist; de vangst wordt omgerekend naar aantal gevangen individuen per ha. Dit is dus een relatieve maat, die geen rekening houdt met de netefficiëntie. Er wordt op verschillende afstanden tot de kust, op standaard locaties gevist. Het kustgebied van België tot Denemarken (Esbjerg) wordt op deze manier bemonsterd. Er worden 10 standaard transecten bemonsterd die parallel zijn aan de kust of er loodrecht op staan; de meest relevante deelgebieden voor windparken in de Zuidelijke Bocht binnen dit programma zijn 630 (IJmuiden raai) en 640 (Scheveningen raai).



Figuur 10.2 Deelgebieden en posities van de stations van de SNS survey

In tabel 10.2 zijn de gemiddelde vangsten van macrobenthos (inclusief (pil)inktvissen) gegeven, voor de IJmuiden raai (630) en de Scheveningen raai (640), voor de stations dieper dan 20 meter.

Tabel 10.2 De gemiddelde vangsten van macrobenthos (inclusief (pil)inktvissen) tijdens de SNS surveys (1995 tot en met 2005), voor de IJmuiden raai (630) en de Scheveningen raai (640), voor de "offshore" stations, gedefinieerd als de stations dieper dan 20 meter. Gegeven zijn de gemiddelde vangst per afgeviste hectare over alle stations dieper dan 20 meter en alle jaren.

Macrobenthos soort (SNS surveys)	IJmuiden	Scheveningen
Aequipecten opercularis	0.05	0.00
Alloteuthis subulata	0.61	2.43
Anthozoa	5.24	4.82
Asterias rubens	498.71	1645.58
Atelecyclus rotundatus	0.26	0.00
Buccinum undatum	0.02	0.00
Cancer pagurus	0.13	0.00
Carcinus maenas	0.03	0.00
Chamelea galina	0.03	0.10
Corystes cassivelaunus	0.26	2.34
Crangon crangon	59.87	829.47
Donax vittatus	1.53	0.23
Echinidae	0.31	0.00
Echinocardium cordatum	0.68	0.49
Echinocardium sp.	0.42	2.05
Ensis sp.	1.03	162.87
Hyas sp.	0.00	1.64
Liocarcinus depurator	0.07	0.50
Liocarcinus holsatus	284.85	2263.74

Liocarcinus marmoreus	0.17	0.10
Loligo sp.	0.08	0.00
Lunatia alderi	*0.02*	*1.22*
Macoma balthica	0.00	4.23
Macropodia rostrata	0.03	0.00
Mytilus edulis	0.02	1.22
Necora puber	0.07	0.00
Ophiura albida	2.85	4.45
Ophiura ophiura	97.33	2077.19
Ophiura sp.	480.81	3161.20
Pagurus bernhardus	20.19	28.63
Pagurus sp.	61.65	110.25
Pirimela denticulata	0.07	0.00
Psammechinus miliaris	0.67	11.34
Sepia officinalis	0.03	0.00
Sepia sp.	0.02	0.00
Sepiola atlantica	*0.09*	*0.03*
Sepiola sp.	0.00	0.02
Spatangus purpureus	0.07	3.32
Spisula solida	0.01	0.00
Spisula sp.	0.91	3.27

Uit dit overzicht blijkt dat soorten als Gewone Zeester (Asterias rubens), Gewone Garnaal (Crangon crangon), mesheften (Ensis sp), Gewone Zwemkrab (Liocarcinus holsatus), Gewone slangster (Ophiura ophiura) en heremietkreeftjes (Pagurus (bernhardus)) het meest gevangen worden. Veel van deze dieren zijn mobiel en zitten dus niet vast binnen de toekomstige oase, wat een mogelijk positief effect kan doen verminderen. Op het moment dat deze dieren zich immers buiten het windpark begeven, kunnen ze alsnog opgevist worden. Schelpdieren, anders dan mesheften worden nauwelijks aangetroffen, evenals wormen of kleine kreeftachtigen. Dit hoeft niet te betekenen dat deze dieren niet voorkomen, ze kunnen ook door de mazen van het net gaan, zoals ook veelal het geval zal zijn bij de wormen. Verwacht mag echter worden, dat schelpdieren ter plaatse in lage dichtheden voorkomen, mede als gevolg van de intensieve visserij in de Zuidelijke Bocht. Hier is dus wel herstel binnen de oase mogelijk naar een meer natuurlijke biodiversiteit.

SOORTEN DIE BELANGRIJK ZIJN VOOR NATUURBELEID

Voor nationaal en internationaal natuurbeleid op de Noordzee, zoals vastgelegd in de Habitatrichtlijn, het OSPAR verdrag, de Nederlandse Rode Lijst, en/of het Handboek Natuurdoeltypen van LNV zijn een tweetal Nederlandse mariene benthossoorten belangrijk: de Noordkromp (Arctica islandica) en de Purperslak (Nucella lapillus), welke uitsluitend vallen onder het OSPAR verdrag (zie hoofdstuk 15). Beide soorten komen thans in het plangebied niet voor. Noordkrompen zijn dieren van dieper water en meer slikkige sedimenten en zijn bovendien zeer gevoelig voor visdruk. Het plangebied lijkt ongeschikt als habitat voor deze soort, ook na uitsluiting van de visserij. Purperslakken komen voor op stenige ondergrond, vooral langs de kust. Hun larven zijn, zoals bij vrijwel alle benthos, pelagisch waardoor ze in staat zijn om geschikt nieuw habitat over grote afstanden te koloniseren. Het is daarom niet uitgesloten dat deze soort de stortstenen rond de funderingen van de windturbines zal weten te koloniseren.

TEMPORELE VARIATIE VISFAUNA

De ontwikkeling van de visfauna vertoont sterke fluctuaties door jaar op jaar verschillen in jaarklassterktes en door meerjarige trends. Een voorbeeld van het laatste is de sterke achteruitgang van de Kabeljauw de laatste jaren, de recent sterk teruglopende productie van nieuwe jaarklassen van Haring en Zandspiering of juist de sterke recente toename van zeenaalden in de Noordzee (Weekblad voor Wageningen UR, 8e jaargang, 23 maart 2006).

RUIMTELIJKE VARIATIE VISFAUNA

Tussen de Hollandse kustzone en het gebied ten noorden van de Waddenzee bestaat een overeenkomst in de visfauna. Deels wordt dit verklaard door de mobiliteit van vissen. Daarnaast is het ook onwaarschijnlijk dat er wezenlijke verschillen in visfauna zouden bestaan, gezien de kleine verschillen in milieuomstandigheden. Zowel de abiotische kenmerken als het voedsel voor vissen verschillen nauwelijks binnen de kustzone en gewoonlijk wordt er voor de hele Zuidelijke Bocht, met uitzondering van de kustzone, slechts één gemeenschap onderscheiden [Daan et al., 1990, Daan, 2000, ter Hofstede et al., 2005].

In de ondiepe kustzone, direct tegen het strand aan komt een aparte visfauna voor. Zo komt jonge Tarbot met een lengte van enkele centimeters uitsluitend in heel ondiep water voor. Ook van andere platvissen (Griet, Schol en Schar) is bekend dat de kleinste exemplaren in heel ondiep water voorkomen. Naarmate ze groeien zoeken ze steeds dieper water op. Bij de concentratie van platvis in de zone dicht bij de kust speelt het bodemvoedsel een grote rol. Voor grotere Schol en Bot kan Spisula het hoofdvoedsel vormen, voor Schar zijn alleen jonge schelpdieren van belang [Leopold, 1996]. Schol en Bot voeden zich ook met siphonen (slurfachtige buisjes) van het Nonnetje (Macoma balthica) [De Vlas, 1979], een schelpdier dat vrijwel uitsluitend in de zone tot 5 kilometer van het strand wordt aangetroffen [Van Scheppingen en Groenewold, 1990]. De ondiepste delen van de kust hebben daarom een speciale betekenis. De soortenrijkdom van bodemgebonden vis neemt toe van de Duitse Bocht richting de zuidelijke Noordzee [Rijnsdorp et al., 1995]. Genoemde auteurs verklaren dit doordat er in de Duitse Bocht een grote temperatuurvariatie voorkomt. Voorzover een dergelijke gradiënt zich al zou manifesteren langs de Hollandse kust zou eerder het tegenovergestelde verwacht mogen worden: de milieufluctuaties die in het zuiden worden veroorzaakt door de instroom van de rivieren zullen namelijk in noordelijke richting uitdempen. Bergman en Santbrink (1998) bevestigen nog eens dat er in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee een duidelijke kustgebonden verspreiding is van een aantal vissoorten zoals Tong, Schar, Schol en grondels. Voor de Kleine Pieterman geldt het omgekeerde. Bij geen van deze soorten is er voor de Hollandse kust echter een noord-zuid gradiënt zichtbaar.

PAAI-, OPGROEI- EN DOORTREKGEBIED

De kustzone heeft een belangrijke functie als kinderkamer voor platvissen zoals Schol, Tong, Schar, Tarbot en Griet, maar ook voor Haring, Kabeljauw en Ponen. Van de Schol in de Noordzee is 90 procent van alle jongen afkomstig uit de kustzone van België tot Jutland, inclusief de Waddenzee en de Zeeuwse stromen [Heessen, 1998]. Een- en tweejarige Schol bevindt zich vooral binnen de 30 mijlszone, al is er de laatste jaren een zeewaartse beweging in dit verspreidingspatroon te zien (Grift et al., 2004). De kinderkamergebieden van nul- en eenjarige Tong liggen binnen de 12-mijlszone. Paai- en opgroeistadia zijn niet strikt plaatsgebonden.

In de diepere delen van de Noordzee bevinden zich gebieden die als paaigebied dienen voor verschillende vissoorten [Heessen et al., 1999; ter Hofstede et al., 2005]. De meeste van deze soorten produceren pelagische (zwevende) eieren waardoor er geen relatie is met de onderliggende bodem. Veel vissoorten kennen geen specifieke paailocaties maar paaien over een zeer groot gebied. In de Noordzee zetten slechts enkele vissoorten (waaronder Haring, Zandspiering en Harsmannetje) hun eieren af op het substraat. Ter Hofstede et al. (2005) hebben recent de paaigebieden van de belangrijkste (commerciële) vissoorten in kaart gebracht. De Haring paait niet in het plangebied omdat grindbedden, waarvan de Haring afhankelijk is voor het afzetten van de eieren, ontbreken. Wijting paait wel in het uiterste westen van het NCP, maar niet in het plangebied; andere kabeljauwachtigen als Schelvis en Kabeljauw paaien niet (meer) op het NCP; hetzelfde geldt voor de Makreel. Schol en Tong paaien wel in het plangebied. Het zwaartepunt voor Schol ligt echter verder zuidwestelijk en dat voor Tong dichter onder de kust. Dit alles wil echter niet zeggen dat zich ter plaatse geen vissen zullen voortplanten. Soorten die zich min of meer als locale dieren gedragen, zoals Kleine Pieterman of sommige grondels, zullen zich ook ter plaatse voortplanten. Voor deze niet-commerciële soorten zijn uit het visserijonderzoek echter geen nadere gegevens voorhanden.

AANWEZIGE SOORTEN

Ter Hofstede et al. (2005) geven een overzicht van het voorkomen van de vissoorten op het NCP die voor het natuurbeleid het meest belangrijk worden geacht. Dit zijn de soorten die specifiek genoemd worden in de Habitatrichtlijn, het OSPAR verdrag, de Nederlandse Rode Lijst en/of zijn opgenomen in het Handboek Natuurdoeltypen van LNV. De soorten die van belang zijn voor het internationale natuurbeleid staan weergegeven in tabel 10.3.

Tabel 10.3 Vissoorten, belangrijk voor het internationale natuurbeleid op de Noordzee, met hun beschermingstatus en status op het NCP en in het plangebied.

Vissoort (bescherming)	Wetenschappelijke naam	Status op NCP
Fint (HR2)	Alosa fallax	Schaars maar toenemend. Komt vooral voor in en voor de estuaria, ook enkele offshore waarnemingen.
Gevlekte Rog (KNCP)	Raja montagui	Zeer schaars op westelijk NCP, locatie Katwijk ligt buiten verspreidingsgebied.
Couchi's Grondel (X)	Gobius couchi	Nog niet zo lang bekende soort uit Cornwal en Cork. Niet in Nederland.
Kortsnuitzeepaardje (X)	Hippocampus hippocampus	In de NZ vermoedelijk uitgestorven. Incidentele exemplaren dringen als zomergast de NZ binnen.
Langsnuitzeepaardje (X)	Hippocampus guttulatus	Hoort niet thuis in Noordzee.
Houting (KK?, HR2)	Coregonuslavaretus oxyrinchus	Sinds 1940 uitgestorven op NCP, toenemend in IJsselmeer, mede als gevolg van Deens uitzettingsprogramma. Nog onduidelijk of de soort zich in Nederland voortplant.
Kabeljauw KK?, KNCP)	Gadus morhua	Zit overal op NCP, dus ook in locatie Katwijk.
Reuzenhaai (X)	Cetorhinus maximus	Zeer schaarse zomergast op NCP.
Rivierprik (KK?)	Lampetra fluviatilis	Schaars op NCP maar kan overal

		langs de NL kust worden aangetroffen. Ook enkele offshore waarnemingen.
Steur (KK?, HR2)	Acipenser sturio	Uitgestorven in Noordzee.
Vleet (X)	Dipturus batis	Komt in zuidelijke Noordzee niet meer voor. Heeft zich hier ook nooit voortgeplant; hooguit zijn ooit wel eens Vleten uit De Noordelijke Noordzee naar het NCP afgedwaald.
Zalm (KK?)	Salmo salar	Weer enkele waarnemingen. Zou in theorie ook in locatie Katwijk gevonden kunnen worden.
Zeeprik (KKZ, HR2)	Petromyzon marinus	Komt overal langs de NL kust voor en er zijn ook enkele offshore waarnemingen in zuidelijke Noordzee.

HR-2 = bijlage II-soort Habitatrichtlijn
KKZ = kwalificerende soort voor SBZ's in kustzone
KK?= kwalificerende soort voor nog nader aan te wijzen SBZ in kustzone
KNCP = kwalificerende soort voor nog nader aan te wijzen SBZ's op het NCP
X = beschermde soorten waarvoor in of aangrenzend aan het NCP geen specifieke SBZ's zijn aangewezen

De lijst met soorten die van nationaal belang worden geacht voor visserij- en natuurbeleid is aanzienlijk langer (tabel 10.4).

Tabel 10.4 Mariene vissoorten, belangrijk voor het nationale natuurbeleid op de Noordzee. Rode lijst: VN=Verdwenen uit Nederland; EB=Ernstig bedreigd; BE=bedreigd; KW=Kwetsbaar; GE=Gevoelig.

Vissoort	Wetenschappelijke naam	Habitat-richtlijn	OSPAR	Rode lijst	Doel-type
Adderzeenaald	Entellurus aequoraeus			BE	X
Ansjovis	Engraulis encrasicolus			GE	X
Botervis	Pholis gunnulus			KW	X
Diklipharder	Chelon labrosus				X
Driedradige meun	Gaidropsurus vulgaris			KW	X
Dwergbot	Phrynorhombus norvegicus				X
Dwergtong	Buglossidium luteum				X
Elft	Alosa alosa	X	X		X
Fint	Alosa fallax	X		VN	X
Geep	Belone belone				X
Gevlekte gladde haai	Mustelus asterias			GE	X
Gevlekte griet	Zeugopterus punctatus			GE	X
Gevlekte rog	Raja montagui		X		X
Glasgrondel	Aphia minuta			EB	X
Groene zeedonderpad	Taurulus bubalis				X
Grote koornaarsvis	Atherina presbyter			BE	X
Grote pieterman	Trachinus draco			BE	X
Houting	Coregonuslavaretus *oxyrinchus*	X	X		
Kabeljauw	Gadus morhua		X		
Kleine pieterman	Echiichthys vipera				X
Kleine slakdolf	Liparis montagui			GE	X

Kortsnuitzeepaardje	Hippocampus hippocampus		X		
Pijlstaartrog	Dasyatis pastinaca			EB	X
Puitaal	Zoarces viviparous				X
Reuzenhaai	Cetorhinus maximus		X		
Rivierprik	Lampetra fluviatilis	X			
Ruwe haai	Galeorhinus galeus			KW	X
Schol	Pleuronectes platessa				X
Schurftvis	Arnoglossus laterna				X
Slakdolf	Liparis liparis				X
Spiering	Osmerus eperlanus				X
Stekelrog	Raja clavata			KW	X
Steur	Acipenser sturio	X	X	VN	X
Tong	Solea vulgaris				X
Trompetterzeenaald	Syngnathus typhle			VN	X
Vijfdradige meun	Ciliata mustela				X
Vleet	Dipturus batis		X		
Vorskwab	Raniceps ranius			GE	X
Zalm	Salmo salar	X	X		X
Zeenaald sp.	Syngnathus				
Zeepaardje	Hippocampus ramulosus			VN	X
Zeeprik	Petromyzon marinus	X	X		X
Zeestekelbaars	Spinachia spinachia			EB	X
Zwarte grondel	Gobius niger			GE	X

Veel, maar niet al deze soorten worden ook daadwerkelijk in de Zuidelijke Bocht, c.q. in het plangebied aangetroffen. Bij het reguliere visserijonderzoek op de Noordzee, waarbij volgens vaste protocollen het hele gebied wordt afgevist, wordt een grote diversiteit aan vissen gevangen. Verspreidingspatronen en aantallen varieren per seizoen, en laten daarnaast trends over een reeks van jaren zien. Voor dit rapport zijn de vangsten uitgewerkt uit de ICES database voor de International Bottom Trawl Survey (IBTS) voor de jaren 1991-1996 (toen vier maal per jaar in alle vier de kwartalen werd bemonsterd) en voor 1996-2005 (toen alleen nog in kwartaal 1 en 3 werd gevist). De vistrekken uit dit programma, gedaan op het NCP voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust op diepten groter dan 20 m zijn samengevat. Voor de IBTS wordt standaard gevist met een zogenaamde GOV bodemtrawl (net met grote verticale opening, die een zo groot mogelijke variatie aan vissoorten en vismaten vangt) met een maaswijdte van 2 cm. De visduur was 30 minuten, maar alle getallen (tabel 10.5) zijn uitgedrukt als gemiddelde vangst (in aantallen vissen) per uur vissen, per kwartaal per periode (1991-1996 en 1996-2005).

Tabel 10.5 Gemiddelde dichtheden van de vissoorten, gevangen tijdens de IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 m dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal.

	Gemiddeld aantal per uur per kwartaal, 1991-1996				Idem, 1996-2005	
soort / kwartaal	1	2	3	4	1	3
Aal				0.07	0.01	0.08
Ansjovis	0.04	6.64	0.07	37.43	0.56	84.53
Bot	12.24	0.36	1.41	0.58	5.55	1.13
Diklipharder			0.2	0.16		0.06

Doornhaai	0.27	0.1	0.03		0.06	
Driedoornige stekelbaars	0.97				0.48	
Driedradige meun	0.12		0.03		0.02	
Dwergbolk	14.24	2.26	46.07	2.84	6.45	11.35
Dwergtong	3.19	0.2	2.62	3.02	17.14	11.86
Effen smelt			0.36		1.03	1.33
Elft						0.13
Engelse poon				0.03		0.03
Fint	0.04	0.18		0.09	0.12	3.58
Geep				0.03	0.01	
Gevlekte gladde haai				0.1		
Gevlekte griet						0.05
Gevlekte pitvis		0.04			0.08	
Gevlekte rog	0.05			0.11	0.72	
Gewone zeebrasem	0.02					
Gladde haai	0.03		0.03			0.1
Grauwe poon	2.04	38.26	9.06	5.57	2.77	3.08
Griet		0.08	0.11	0.38	0.02	0.03
Groene zeedonderpad					0.41	
Grondel sp.	47.57	0.34	0.95	0.13	11.46	2.27
Grote pieterman		0.08				
Haring	3150.69	1603.69	648.8	1091.83	2164.29	143.83
Harnasmannetje	0.43		0.57	0.16	0.5	0.57
Heek	0.03					
Hondshaai					0.09	0.03
Horsmakreel	0.39	1091.98	6721.69	13435.87	2.25	11569.67
Kabeljauw	5.6	10.58	6.59	11.57	3.83	2.11
Kleine pieterman	52.09	616.21	349.32	226.06	97.79	449.67
Koekoeksrog	0.07				0.02	
Lange schar					0.21	
Makreel	1.88	325.52	1178.87	1290.16	2.13	860.48
Mul		0.78	3.28	10.49	0.02	24.86
Pelser	0.35	5.22	17.69	174.5		830.94
Pitvis	1.99	3.51	17.37	3.39	1.65	5.3
Rasterpitvis	0.04		0.33		0.39	0.02
Rivierprik						0.02
Rode poon	0.04	1.78	2.6	2.93		1.41
Ruwe haai				0.8	0.02	0.17
Schar	487.12	381.2	475.93	376.07	512.01	359.48
Scharretong						0.08
Schelvis		0.08			0.78	0.02
Schol	36.42	20.58	69.53	45.32	68.14	17.52
Schurftvis			0.08		0.44	0.27
Slakdolf					0.03	
Smelt	13.94	40.32	36.72	246.16	4.75	69.28
Snotolf	0.03		0.08	0.07	0.05	
Spiering	0.08					
Sprot	1922.27	12264.41	2528.75	8332.19	6221.22	3361.43
Steenbolk	4.32	3.71	0.83	7.9	1.05	0.18
Stekelrog	0.05			0.07	0.17	0.01
Tarbot	0.19	0.28	0.2	0.97	0.09	0.28
Tong	0.57	0.16	0.41	0.42	0.89	0.12
Tongschar	0.04		0.28		0.42	0.03
Vierdradige meun	0.43		0.16		0.41	
Vijfdradige meun					0.03	
Wijting	756.08	2601.7	658.15	1959.96	1505.89	298.82

Witje						0.04
Zandspiering sp.	1.68	10669.19	12.66	0.13	0.63	84.85
Zeebaars	0.04	0.1	0.07	0.38		
Zeedonderpad	0.13				0.68	0.03
Zeekarper			0.1		0.01	

Het internationale visserijonderzoek is grootschalig van opzet en heeft onvoldoende onderscheidingsvermogen om harde uitspraken te doen over het voorkomen van bepaalde vissoorten, precies binnen de contouren van het plangebied. Daarbij zijn vissen van nature mobiel en zegt een vangst of het ontbreken van een soort in een vangt op een bepaalde locatie niet alles over het daadwerkelijke voorkomen van die soort ter plaatse. Trekkende of zwervende vissen kunnen overal binnen hun verspreidingsgebied worden gevangen en het ontbreken van dergelijke soorten in een bepaald gebied sluit hun voorkomen aldaar nog niet uit. Gesteld kan worden dat alle soorten die in tabel 10.5 voorkomen, in het plangebied kunnen voorkomen. De kans op voorkomen stijgt naarmate de soort in hogere gemiddelde aantallen, dan wel in meerdere kwartalen is gevangen. Op grond van de beschikbare gegevens kunnen geen goede schattingen worden gegeven van de aantallen vissen die gemiddeld in het plangebied voorkomen.

10.2.4 Zeezoogdieren

In totaal zijn 25 verschillende soorten zeezoogdieren in de Nederlandse wateren waargenomen (zie tabel 10.6). Al deze soorten kunnen langs de Hollande kust worden gezien, zij het dat de meeste soorten zeer zeldzaam zijn. Drie van deze soorten worden beschouwd als residenten (behorend tot de reguliere inheemse fauna); de Bruinvis, de Gewone Zeehond en de Grijze Zeehond. De Witsnuitdolfijn en de Tuimelaar worden als zeer regelmatige gasten gezien, de overige soorten als schaarse gasten of dwaalgasten. Alle zeezoogdieren die op het NCP voorkomen zijn beschermd in het kader van de Flora- en faunawet. De meest talrijke, residente soorten (Bruinvis, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond) alsmede de Tuimelaar zijn bovendien beschermd in het kader van de Habitatrichtlijn (bijlage II Habitatrichtlijn). Deze soorten worden hier onder besproken.

Observaties van Bruinvissen langs de kust laten zien dat er momenteel een trend tot een sterke toename van Bruinvissen in de zuidelijke Noordzee is, vermoedelijk ten koste van de noordwestelijke Noordzee [Camphuysen, 2005, 2006; Camphuysen et al., 2005b]. Een goede populatieschatting voor het NCP is echter niet te geven. Op grond van het werk in het kader van de T-nul studie NSW werd in een onderzoeksgebied van 4.055 km^2 ter hoogte van Egmond een maximale dichtheid van 0.83 dieren per vierkante kilometer gevonden (in februari 2004; Brasseur et al., 2004). Sindsdien zijn de aantallen Bruinvissen voor de Hollandse kust nog sterk toegenomen, met circa 40% per jaar [Camphuysen, 2006]. De dichtheid twee jaar later, in februari 2006, zou daarom wel het dubbele kunnen bedragen. Voor het relevante deel van de Zuidelijke Bocht rond de locatie Katwijk (20.000 km^2) zouden zich dan 20.000-30.000 Bruinvissen kunnen bevinden in het seizoen met maximale presentie, zo'n 5-10% van de totale Noordzeepopulatie.

De aantallen van beide zeehondensoorten nemen eveneens toe in Nederland. De populatie Gewone zeehonden in de Waddenzee (van Den Helder tot Esb-

jerg in Denemarken) in 2005 is geschat op bijna 21.000 dieren (14.275 geteld); hiervan werd een kwart (3.400) in Nederland geteld. De jaarlijkse groei bedraagt 12-13%. De Grijze zeehonden hebben zich relatief recentelijk in het gebied gevestigd en hun aantallen groeien eveneens snel, met 20% per jaar. Dit wordt, behalve door geboortes in Nederland zelf, vooral veroorzaakt door immigratie uit het Verenigd Koninkrijk. In 2005 werden 1.500 dieren geteld; een schatting van de werkelijke populatie ontbreekt vooralsnog omdat onduidelijk is in hoeverre deze kolonie los van de Britse populatie moet worden gezien. Verreweg het grootste deel van de dieren maakt gebruik van de banken ten westen van Terschelling om aan land te komen. De aantallen die zich op de Noordzee bevinden zijn nog niet eerder geschat.

Tabel 10.6 Status van de zeezoogdieren die in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee (kunnen) voorkomen.

	Soort		Status in Nederlandse kustwateren
	Pinnipeda		
•	Gewone zeehond	*Phoca vitulina*	resident
	Grijze zeehond	*Halichoerus grypus*	resident
•	Zadelrob	*Phoca groenlandica,*	dwaalgast
	Klapmuts Cystophora cristata	*Cystophora cristata*	dwaalgast
	Ringelrob Phoca hispida	*Phoca hispida*	dwaalgast
	Baardrob Erignathus barbatus	*Erignathus barbatus*	dwaalgast
	Walrus Odobenus rosmarus.	*Odobenus rosmarus.*	dwaalgast
	Zadelrob	*Phoca groenlandica,*	dwaalgast
	Cetacea		
•	Bruinvis	*Phocoena phocoena*	resident
•	Witsnuit dolfijn	*Lagenorhychus albirostris*	zeer regelmatige gast
	Tuimelaar	*Tursiops truncatus*	regelmatige gast
•	Gewone Dolfijn	*Delphinus delphis*	dwaalgast
	Witflankdolfijn	*Lagenorhynchus acutus*	dwaalgast
	Potvis	*Physeter macrocephalus*	dwaalgast
	Griend	*Globicephala melas*	dwaalgast
	Beluga	*Delphinapterus leucas*	dwaalgast
	Gestreepte Dolfijn	*Stenella coeruleoalba*	dwaalgast
	Grijze Dolfijn	*Grampus griseus*	dwaalgast
	Spitssnuitdolfijn van Sowerby	*Mesoplodon bidens*	dwaalgast
	Zwarte Zwaardwalvis	*Pseudorca sp.*	dwaalgast
	Spitssnuitdolfijn van Blainville	*Mesoplodon densirostris*	dwaalgast
•	Bultrug	*Megaptera novaeangliae*	dwaalgast
	Gewone vinvis	*Balaenoptera physalus*	dwaalgast
	Butskop	*Hyperoodon ampullatus*	dwaalgast
	Noorse vinvis	*Balaenoptera borealis*	dwaalgast

Beschikbaarheid van gegevens over aanwezigheid van dieren in het gebied
In vergelijking met landzoogdieren is in het algemeen weinig bekend van deze diergroep. De continue ruimtelijke en temporele verschuiving van onder andere hun prooi, maakt dat de dieren in de Noordzee geen duidelijk afgebakende foerageergebieden en trekroutes hebben. Daarbij ontbreekt het in het algemeen aan kennis over het relatieve belang van specifieke gebieden op zee

voor zeezoogdieren, zogenaamde hotspots. Hierdoor kan niet exact worden aangegeven in hoeverre en wanneer een locatie als Windpark Katwijk overlap vertoont met de voor zeezoogdieren belangrijke gebieden.

Voor de Bruinvis is het mogelijk gebruik te maken van waarnemingen op zee. Deze geven naast relatieve dichtheden en fluctuaties hierin; ook de mogelijkheid een schatting te maken van de werkelijke aanwezige aantallen; na correcties voor de dieren die niet gezien worden (c.q. onderwater waren). Data afkomstig van het onderzoek voor NSW waarbij parallel aan de tellingen ook hydrofoonwaarnemingen werden gedaan zijn in dit rapport gebruikt. Daarnaast bestaat een langjarige verzameling van waarnemingen van Bruinvissen langs de Hollandse kust die een sterk toenemende trend in de aantalsontwikkelingen aangeven [Camphuysen, 2005, 2006; Camphuysen et al., 2005b].

Kennis over de Gewone zeehonden in het doelgebied is vooral gebaseerd op een beperkt aantal dieren dat gezenderd werd in de Waddenzee en het Deltagebied. Op basis van dat werk is in combinatie met kennis over de populatie grootte een verspreidingsmodel gemaakt van de aanwezigheid van deze dieren in de Zuidelijke Bocht. Directe waarnemingen van deze diersoort op zee zijn relatief zeldzaam, mogelijk doordat zeehonden schepen (met waarnemers) ontwijken vanwege hun gevoeligheid voor scheepsgeluiden. Zogenaamde expert judgement wordt daarom gebruikt om in te schatten in hoeverre er overlap kan worden verwacht tussen de verspreidingsgebieden van de dieren en Windpark Katwijk. Voor de Grijze zeehonden zijn de zenderdata uit dit gebied nog te beperkt om mee te nemen in de overwegingen, de Gewone zeehond zal hier als model dienen.

Effecten van windparken op zeehonden zullen sterk afhangen van de functie van het specifieke gebied. Bestaande data over effecten van windparken zijn beperkt (Deense parken Nysted en Horns Rev); technische mankementen en beperkt onderzoek daar maakt dat de conclusies die er zijn getrokken vooralsnog niet erg sterk zijn. Bij gebrek aan goede data wordt uitgegaan van een worst case scenario waarbij dieren volledig uit een gebied verdwijnen. Dit scenario mag volgens de laatste inzichten overigens ook als het meest reële worden gezien [Madsen et al., 2006; Verboom 2006].

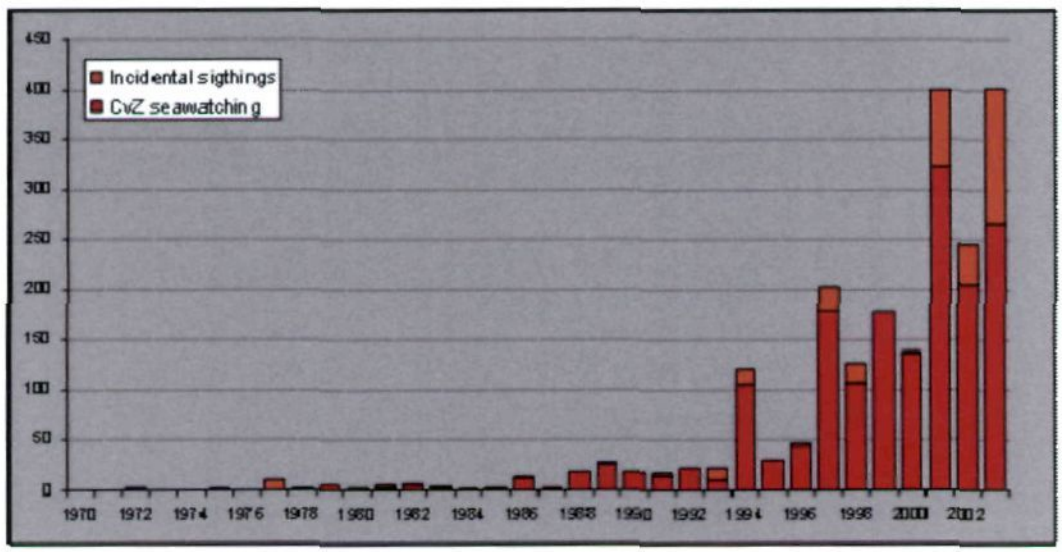
De overheid heeft voorzien dat de tweede generatie offshore windparken (alle windparken na NSW en Q7-WP) voorafgegaan wordt door het demonstratiepark NSW. Door gericht onderzoek aan het NSW komt meer kennis beschikbaar over de effecten van een offshore windpark. Hiermee kunnen de effecten van deze tweede generatie, verder zeewaarts gelegen, windparken, beter worden ingeschat. Het NSW wordt gerealiseerd in 2006. De in het I-MER NSW [Grontmij, 2003] gesignaleerde leemten in kennis bestaan derhalve nog steeds. Met name onderzoek naar zeehonden ontbrak in dit MER (2003) geheel. In 2005 is begonnen met de baseline studie die een eerste inzicht zal geven over de uitwisseling tussen het Deltagebied en de Waddenzee. Hiermee is het mogelijk om voor zeehonden meer specifieke modellen te ontwikkelen waarbij geo-informatie wordt gebruikt om de gemeten trekbewegingen van de individuele zeehonden te verklaren. Beperkt veldonderzoek heeft de leemtes voor specifieke gebieden en periodes enigszins kunnen aanvullen en deze modellen kunnen valideren, maar de informatie is nog verre van volledig. Voor Bruinvissen zou het meer intensieve monitoren, met name door gebruik te maken van akoestische apparatuur, kunnen worden gebruikt om variatie in dichtheden, zowel in ruimtelijke als in temporele zin, in kaart te brengen.

De situatie in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee

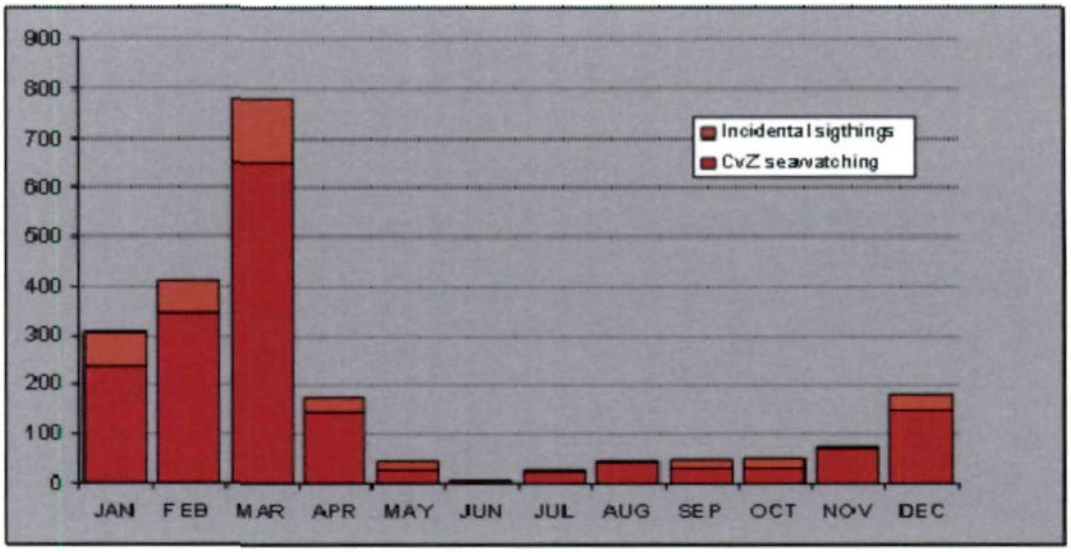
Bruinvis

Van de Walvisachtigen (Cetacea) is de Bruinvis (Phocoena phocoena) de enige soort die met grote regelmaat in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. Witsnuitdolfijnen komen minder talrijk en meer onregelmatig voor in Nederlandse wateren; Tuimelaars zijn nog een orde schaarser. Alle andere soorten zijn zeer schaarse tot zeldzame (dwaal)gasten in Nederland.

Het habitat van de Bruinvis bestaat uit kusten en estuaria, maar de soort wordt ook ver van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter [Goodson, 1997; Read, 1997]. Voor zijn voedsel lijkt de Bruinvis, net als de Zeehond, niet erg specifiek. In de Noordzee worden zowel kabeljauwachtigen zoals wijting, schelvis en kabeljauw, als zandspieringen, platvissen en grondels gevonden [Santos & Pierce, 2003]. Voor 1950 was de Bruinvis talrijk aanwezig. Na 1950 werden bruinvissen steeds meer een zeldzaamheid langs de Nederlandse kust, maar de soort is weer bezig aan een opmerkelijke comeback. Uit incidentele waarnemingen en waarnemingen gedaan tijdens zeevogelsurveys, is komen vast te staan dat Bruinvissen overal op het NCP voorkomen. Harde cijfers over aantallen of dichtheden op het NCP zijn echter zeer schaars. Tegen het einde van de 20e eeuw, werden vooral in de winter en voornamelijk ten noorden van de Waddeneilanden bruinvissen gezien [Bergman & Leopold, 1992]. Tot voor kort waren ze relatief schaars in de Zuidelijke Bocht, vooral in de zomer [Baptist, 1987; Camphuysen & Leopold, 1993; Camphuysen, 1994; Reijnders et al., 1995; Witte et al., 1998]. De afgelopen 15 jaar was er een jaarlijkse toename van het aantal meldingen van Bruinvissen langs de Nederlandse kust van ongeveer 40% [Camphuysen, 2005] (zie figuren 10.3 en 10.4).



Figuur 10.3 Aantallen vanaf de kust waargenomen Bruinvissen sinds 1970 (data Marine Mammal Database Kees Camphuysen; bijgewerkt tot 3/1/2004).



Figuur 10.4 Seizoenpatroon van het voorkomen van de Bruinvis in de Nederlandse kustwateren (data 1970-2003, Marine Mammal Database Kees Camphuysen).

In de zomer zijn de aantallen lager, maar ook in deze periode lijken Bruinvissen aan een opmars bezig. Bruinvissen kwamen tot voor kort in lage dichtheden voor in de Zuidelijke Bocht, zeker in de zomer [Hammond et al., 2002]. Recent werk, zowel op zee als rond het NSW gebied, als vanaf de kust heeft echter laten zien dat het sinds het begin van de 21e eeuw om duizenden Bruinvissen gaat, met de winter als piekperiode in het voorkomen in de Zuidelijke Bocht [Brasseur et al., 2004b, Camphuysen, 2005]. Goede dichtheidsschattingen voor de hele Zuidelijke Bocht, of voor locatie Windpark Katwijk, ontbreken echter. De dichtheden bepaald voor de hele Noordzee [Hammond et al., 2002] of rond het NSW gebied [Brasseur et al., 2004b] kunnen niet simpelweg vertaald worden naar andere locaties in de Zuidelijke Bocht. Uit de door Camphuysen (2006) verzamelde waarnemingen van Bruinvissen die vanaf de Hollandse kust werden gezien komt echter een duidelijk beeld naar voren. De presentie in de Nederlandse kustwateren neemt toe en de soort is hier vooral in de winter (november tot en met april) in grote aantallen aanwezig. Verder op zee kan de soort echter ook in andere maanden van het jaar in grote aantallen voorkomen, al is de informatie hierover zeer fragmentarisch. Tijdens zeevogeltellingen rond het geplande NSW windpark werden Bruinvissen ook in de meeste zomermaanden aangetroffen. Continue waarnemingen, hier met behulp van akoestische "luisterstations", laten ook zien dat de dieren permanent, zij het met seizoensvariatie, van het gebied gebruik maken [Brasseur et al., 2004b]. Ook meer anekdotische data laten zien dat er zelfs in de zomer grotere groepen bruinvissen in de Zuidelijke bocht aanwezig kunnen zijn [Berggren et al., 2002; http://home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html). Deze waarneming past goed in het beeld van een algemene toename van de soort in onze wateren, gepaard gaande met een seizoensverbreding. Aan het begin van deze paragraaf (10.2.4) is al uiteengezet dat in de Zuidelijke Bocht een significant deel van de hele Noordzeepopulatie kan voorkomen, in de orde van 5-10%, maar dat op grond van scheepstellingen nog geen schatting kan worden gedaan voor de locatie Katwijk. Een laatste bron van gegevens van het voorkomen van Bruinvissen in Nederlandse wateren vormen de zeevogeltellingen per vliegtuig van Rijkswaterstaat-RIKZ. Hierbij wordt om de twee maanden het hele NCP geïnventariseerd, waarbij ook waarnemingen van zeezoogdieren worden verzameld. Er wordt echter niet gecorrigeerd voor

dieren die door de waarnemers worden gemist, zodat schattingen op grond van deze tellingen een vermoedelijk grote, maar vooralsnog onbekende onderschatting in zich hebben. Analyses van dergelijke tellingen, uitgevoerd door Thomsen et al. (2006), vanuit een meer geschikt vliegtuig en bij gemiddeld beter weer hebben laten zien dat zeker tweederde van de aanwezige dieren zal worden gemist. Een analyse van de meest recente (vijf jaren) telgegevens van *RIKZ* laat echter zien dat in geen enkel seizoen meer dan 1 Bruinvis zich binnen het plangebied zou bevinden (voor methoden van tellen en berekenen zie het hoofdstuk Vogels). Gezien de dichtheden van Bruinvissen die recent bij scheepstellingen zijn vastgesteld is dit een weing realistisch laag aantal.

VOEDSEL BRUINVIS

Aan de Bruinvis is in Nederland slechts beperkt onderzoek gedaan aan het dieet. De meest uitgebreide studie is die van Santos (1998) en Santos & Pierce (2003), die een groot aantal gestrande Bruinvissen rond de Noordzee aan maagonderzoek onderwierpen (tabel 10.7). De prooikeuze is verrassend divers en omvat naast rondvissen ook veel platvis en ongewervelden. Vis overheerst echter als prooi (>95%) en binnen de vissen worden vooral kabeljauwachtigen (uitgedrukt in prooigewicht) gegeten en grondels (uitgedrukt in aantallen vissen).

Tabel 10.7. Overzicht van de prooien van Bruinvissen in Nederland. De reconstructie is gemaakt op grond van gehoorsteentjes van vissen, die werden aangetroffen in de magen van dode Bruinvissen die aangespoeld werden gevonden op de Nederlandse stranden (N=62; Santos 1998). Het relatieve belang van alle prooien is uitgedrukt als % van de magen, % op aantalsbasis (aantallen prooien) en % gewichtsbasis (van alle prooien samen).

Prooisoort	% voorkomen	% aantal	% gewicht
Vissen	**98.40**	**97.16**	**97.04**
Haring (*Clupea harengus*)	11.30	0.98	1.73
Sprot (*Sprattus sprattus*)	4.80	0.16	0.13
Alle haringachtigen	*14.50*	*1.29*	*1.86*
Kabeljauw (*Gadus morhua*)	9.70	0.19	3.34
Schelvis/Koolvis/Pollak	1.60	0.01	0.06
Wijting (*Merlangius merlangus*)	51.60	4.51	78.65
bolken (*T. esmarkii, T. minutus, T. luscus*)	17.70	0.36	1.43
Alle kabeljauwachtigen	*69.40*	*6.87*	*85.89*
Horsmakreel (*Trachurus trachurus*)	1.60	0.02	-
zandspieringen (*Ammodytes* spp.)	24.20	2.18	2.78
pitvissen (*Callionymus* spp.)	6.50	0.09	0.05
Grondels	45.20	86.14	6.41
Schurftvis (Arnoglossus laterna)	1.60	0.04	-
Schar/Schol/Bot (*Platichthydae*)	1.60	0.01	-
Tong (*Solea solea*)	1.60	0.08	0.05
Alle platvissen	*4.80*	*0.15*	*0.05*
Vis ongedetermineerd	*24.20*	*0.42*	-
Cephalopoda	**38.70**	**2.57**	**2.96**
Sepia sp.	1.60	0.01	0.02
Sepiola atlantica	16.10	0.74	0.14

Sepietta oweniana	4.80	0.11	0.06
Loligo forbesi	8.10	0.27	2.03
Alloteuthis subulata	16.10	0.93	0.37
Cephalopoda sp.	*9.70*	*0.21*	-
Crustacea	**9.70**	**0.12**	-
Polychaeta	**14.50**	**0.12**	-
Overige weekdieren	**3.20**	**0.03**	-

Zeehonden

Zeehonden komen geconcentreerd voor in de Waddenzee en Delta, waar ze rustige zandplaten gebruiken om te rusten. Meer dan 80% van hun tijd wordt echter doorgebracht op een afstand van 10 km-200 km van deze platen veelal op de Noordzee [Brasseur et al., 2004b]. Zo is er geregeld uitwisseling tussen de Waddenzee en Delta, waarbij de dieren locatie Windpark Katwijk kunnen kruisen. De groei en behoud van de aantallen zeehonden in de Delta is grotendeels afhankelijk van deze migratie. Dichtheden voor de Hollandse kust zijn niet bekend.

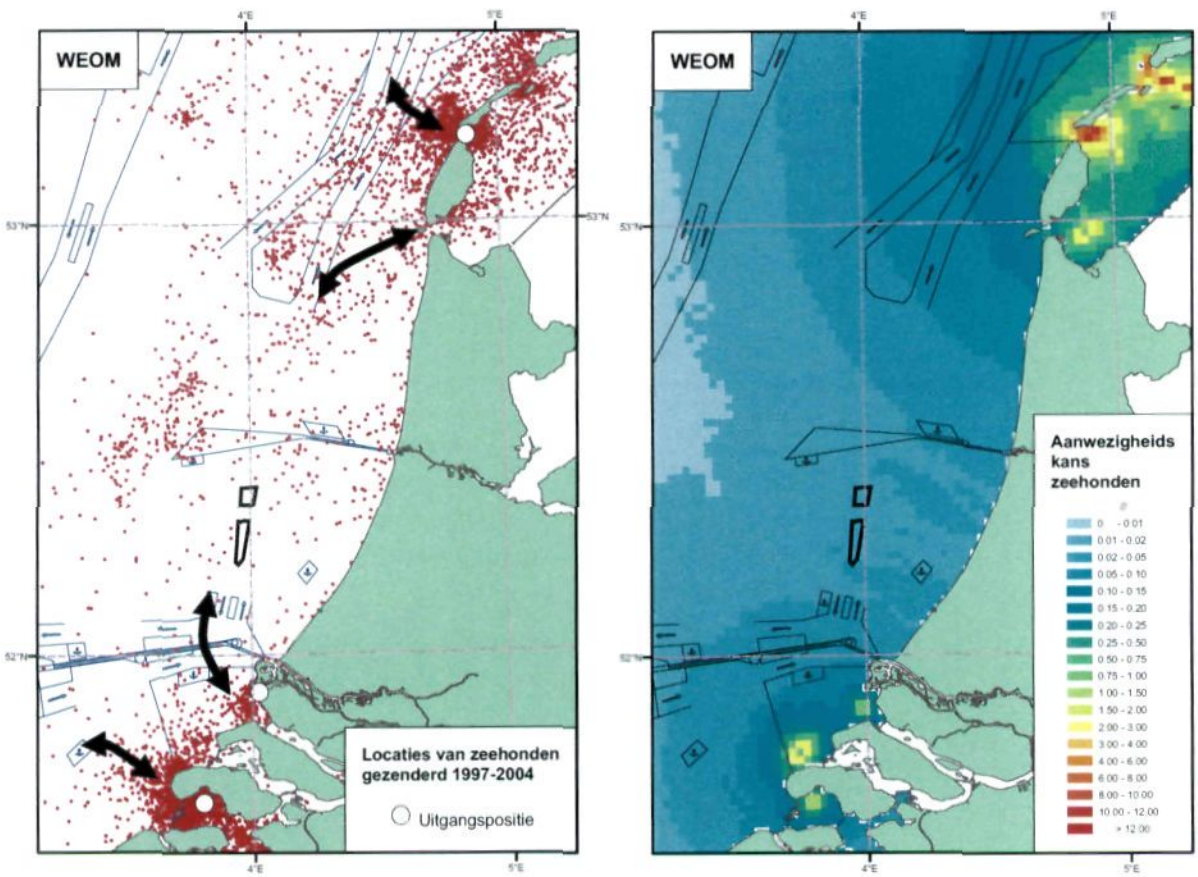
Wanneer ze niet zwemmen, verkiezen de Gewone Zeehond in Nederland droogvallende zandbanken waar ze gedurende laagwater op de kant kunnen komen. Grijze Zeehonden worden hier ook gezien, maar lijken een voorkeur te hebben voor banken die hoger zijn en dus langer droog liggen. Gedurende de voortplanting en de verharingsperiode worden hier de grootste concentraties zeehonden aangetroffen. Voor de Grijze zeehonden is de voortplantingsperiode in december-januari terwijl de verharing in maart-april plaatsvindt. De Gewone zeehonden krijgen hun jongen juist in juni-juli en verharen in augustus-september. Men zou kunnen aannemen dat in deze periodes er relatief minder dieren in open zee zijn.

VOEDSEL ZEEHONDEN

Dieet analyses van zeehonden zijn in dit gebied zeer beperkt, duidelijk is dat de zeehonden in dit gebied vooral platvis consumeren. Afhankelijk van het seizoen verwacht men variatie aangezien er seizoensmigraties bij de vissen bekend zijn. Recent werd het dieet van Gewone zeehonden en Grijze zeehonden onderzocht aan de hand van prooiresten in hun faeces. Deze werden verzameld gedurende de verharingsperiode van deze twee zeehondensoorten (respectievelijk september en maart; Brasseur et al., in prep.). Hieruit bleek dat in april de Grijze zeehonden vooral Tong aten terwijl in september de Gewone zeehond zich concentreerde op Bot. Naast deze soorten werden ook andere platvissoorten, grondels, Haring en kabeljauwachtigen, zandspieringen en Pitvis gegeten. Er zijn nog te weinig data om uit te sluiten of deze verschillen voortkomen uit het verschil in de zeehonden soort of dat de beschikbaarheid van prooi in de verschillende seizoenen bepalend is. De gevonden prooisoorten komen veelal overeen met dieet van zeehonden elders; vooral in gebieden waar het net als in de Nederlandse kustzone zandig is.

Beide zeehondensoorten vertonen grote individuele variatie in de frequentie waarmee foerageertochten worden ondernomen, de afstanden die daarbij worden afgelegd en de gebieden die worden bezocht. In het algemeen is de kennis over het gebruik van de Noordzee door zeehonden relatief nieuw en dus beperkt. Alleen van de Gewone Zeehond heeft men gegevens verzameld

over het voorkomen in Nederlandse wateren [Reijnders et al., 2000; Brasseur & Reijnders, 2001; Brasseur et al., 2004b]. Voor de Grijze Zeehond is gebruik gemaakt van kennis verzameld in het buitenland, met name Groot-Brittannië [Matthiopoulos et al., 2004]. Data uit de Nederlandse wateren ontbreken nog. Van beide soorten zeehonden mag worden aangenomen dat de grootste concentraties in de buurt van de ligplaatsen zullen worden aangetroffen en de dieren vervolgens, afhankelijk van de dan aanwezige prooien, uitwaaieren over de Noordzee. Tot op heden zijn geen "hotspots" op zee geïdentificeerd waar hogere concentraties zeehonden worden waargenomen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat zeehonden op zee zelden goed te observeren zijn en dat kennis over het gebruik van de zee vooral gebaseerd is op individueel gezenderde dieren en een verspreidingsmodel dat op deze gegevens is toegepast (zie figuur 10.5, Brasseur et al., 2004b). De modeluitkomsten geven de verspreiding van de Gewone Zeehond op de Noord- en Waddenzee, uitgedrukt in dichtheden (aantal per km2). Hierbij moet wel bedacht worden dat het hierbij om zeer mobiele dieren gaat. Een dichtheid van 1 per km^2 betekent daarom niet dat slechts een individu verstoord zou kunnen worden, het betekent dat op ieder moment een individu verstoord zou kunnen worden. Doordat de zeehonden voortdurend door het gebied heen zwemmen, zal het over een langere tijd gerekend (bijvoorbeeld over een heel jaar) om veel meer verschillende individuen gaan.



Figuur 10.5 Locaties waar Gewone Zeehonden met satellietzenders op zee zijn waargenomen (links, rode punten). De ligplaatsen waar de dieren zijn gevangen en gezenderd, zijn aangegeven met wit gevulde cirkels, de pijlen geven schematisch mogelijke trekroutes aan. De locatie Katwijk en enkele belangrijke scheepvaartverkeerscheidingsstelsels en ankergebieden zijn als contouren weergegeven. Data: IMARES. Rechts: Modeluitkomsten

van de verspreiding van de Gewone zeehond op de Noordzee en Waddenzee [Brasseur et al., 2004b].

Binnen de beperkingen van het model is het nu mogelijk om de relatieve belangrijkheid van het plangebied Katwijk te berekenen. Er wordt alleen rekening gehouden met de afstand tot de ligplaatsen en de aanname wordt gemaakt dat zeehonden een gemiddelde tijd op een bepaalde afstand tot de ligplaats doorbrengen. Er is geen rekening gehouden met voorkeuren met betrekking tot bijvoorbeeld bodemgesteldheid of type, diepte of stromingspatronen. Uitgaande van een populatie van 5.500 dieren in 2005 dan zou op elk moment 0.64 (0.01 dier/km^2) zeehonden in het doelgebied Katwijk aanwezig zijn. Anders gezegd betekent dit dat 2/3 van de tijd een zeehond in het gebied aanwezig is. Voor Grijze zeehonden is deze berekening nog niet te maken vanwege het gebrek aan zenderdata. Een extrapolatie op grond van de gegevens voor de Gewone Zeehond is ook problematisch, omdat er minder Grijze dan Gewone zeehonden zijn, en omdat Grijze zeehonden meer geneigd zijn om grote afstanden op de Noordzee af te leggen [McConnell et al., 1999].

10.3 Toetsingscriteria

Aan de hand van wijzigingen in de abiotische omstandigheden is gekeken wat de invloed hiervan is op levensvormen in de Noordzee. De voorkomende levensvormen in de Noordzee staan hierbij centaal. In tabel 10.8 is per levensvorm aangegeven welke criteria worden onderscheiden. Tevens is aangegeven in welke fase van het windpark de criteria een rol spelen.

Tabel 10.8 Overzicht toetsingscriteria

Levensvorm	Criterium	Fase van het park
macrobenthos	zandig substraat	gebruik, aanleg en verwijderen
	hard substraat	gebruik
	waterkwaliteit	gebruik, aanleg en verwijderen
(bodem)vissen	zandig substraat	gebruik, aanleg en verwijderen
	hard substraat	gebruik
	waterkwaliteit	gebruik, aanleg en verwijderen
	elektromagnetische velden	gebruik
vissen	stromingspatroon water	gebruik
	onderwatergeluid en trillingen	gebruik, aanleg en verwijderen
	waterkwaliteit	gebruik, aanleg en verwijderen
zeezoogdieren	onderwatergeluid en trillingen	gebruik, aanleg en verwijderen
	waterkwaliteit	gebruik, aanleg en verwijderen
	elektromagnetische velden	gebruik

Veranderingen in de bovengenoemde criteria kunnen gevolgen hebben voor verschillende levensvormen. In dit MER wordt alleen ingegaan op een aantal dierlijke levensvormen. Ter plekke van het plangebied valt namelijk te weinig licht op de bodem om de groei van plantaardig materiaal in de vorm van vastzittende algen mogelijk te maken. Daardoor bestaat de levensgemeenschap in dit deel van de Noordzee, voor wat betreft de grotere organismen, uitsluitend uit diersoorten: bodemleven, (bodem)vissen en zeezoogdieren. Voor wat betreft het bodemleven wordt alleen ingegaan op de grotere organismen (groter dan 1 millimeter), het zogenaamde macrobenthos. Kleinere organismen, larventransport en plankton blijven buiten beschouwing. Doordat het windpark geen veranderingen in het stromingspatroon zal veroorza-

ken (zie hoofdstuk 9, 'Morfologie en hydrologie') is er naar verwachting geen invloed op deze kleinere organismen. Ook bestaat er geen informatie die er op wijst dat deze gevoelig zijn voor wijzigingen in elektromagnetische velden en geluid. In Van der Winden et al. (1997) wordt ook het effect van lichtschitteringen van rotorbladen in het water genoemd. Uit die studie blijkt dat lichtschitteringen van zeer geringe betekenis zijn voor het onderwaterleven. Bovendien zijn moderne windturbines voorzien van een anti-reflectie coating waardoor lichtschittering zich niet meer voordoet. Dit onderwerp blijft daarom in het MER buiten beschouwing.

10.4 Effectbeschrijving

10.4.1 Algemeen

Uit de beschrijving van de huidige situatie blijkt dat ecosysteemkenmerken binnen het plangebied nauwelijks van elkaar verschillen: de abiotische omstandigheden en (dus) ook de verschillende levensvormen vertonen een grote mate van overeenkomst. Om niet in een te sterke herhaling te vervallen worden de effecten in twee stappen behandeld. Voor ieder criterium worden de effecten in algemene zin beschreven, zodat een beeld ontstaat van de aard en omvang van de effecten. Aan het eind van elk criterium wordt aangegeven in hoeverre er verschillen zijn tussen de inrichtingsvarianten.

10.4.2 Effecten van de inrichting

Doordat het windpark, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark, in principe gesloten zal worden voor de scheepvaart (uitgezonderd vaartuigen bestemd voor onderhoud van het park en schepen van de overheid) ontstaat een gebied met minder verstoring door handelsvaart en visserij. Tegelijkertijd zal door het sluiten van het gebied voor de scheepvaart de dichtheid van de scheepvaart (en de visserij) in het omringende gebied toenemen. Doordat in het gebied geen (boomkor)visserij meer plaatsvindt, zal het bodemleven zich vrij van visserij kunnen ontwikkelen. Dergelijke ongestoorde gebieden zijn thans zeldzaam op het NCP [Lindeboom et al., 2005]. Passerende vistuigen kunnen, afhankelijk van de getroffen soort, sterfte veroorzaken van 5-65 %. Gezien de zware visserijdruk op het NCP is de bodemfauna op dit moment al relatief ernstig aangetast. Een goed ontwikkeld bodemleven in het windpark (incl. de veiligheidszone rondom het windpark) krijgt hiermee een refugium/oase functie voor macrobenthos en mogelijk ook voor bodemvissen. Onderzoek in een voor visserij gesloten veiligheidszone rond een offshore installatie op het Friese Front (Centrale NCP) liet een veel beter ontwikkelde fauna zien dan in referentiegebieden op grote afstand van dit platform [Bergman et al., 2005]. In vergelijking met de heersende visserijdruk in de Zuidelijke Bocht is het effect op bodemdieren door het ruimtebeslag door de windturbines (inclusief de erosiebescherming en kabels) te verwaarlozen. Lindeboom (2005) heeft berekend dat de effecten van de boomkorvisserij op het NCP het benthos 1000-100.000 keer zwaarder belasten dan die van (het ruimtebeslag door) de offshore industrie, de zandwinning en de kabels en leidingen, gebruiksfuncties die te vergelijken zijn met de aanleg en het in gebruik hebben van een offshore windpark. In de onderstaande alinea's wordt nader ingegaan op de effecten van het windpark op het onderwaterleven.

Criterium aard en oppervlak van zandig substraat

Zandoppervlak

Door het plaatsen van funderingen en het aanleggen van erosiebescherming gaat een te verwaarlozen oppervlak aan zandig substaat verloren. De afname van substraat is afhankelijk van het aantal funderingen, het type fundering (monopaal of driepoot) en het oppervlak aan erosiebescherming. In tabel 10.9 is de afname aan zandig substraat weergegeven per variant. De afname is berekend door het oppervlak aan erosiebescherming (zie tabel 4.2) te vermenigvuldigen met het aantal windturbines.

Tabel 10.9 Verlies van zandig substraat (ha)

	Basisvariant (3 MW)	Compacte variant (3 MW)	Basisvariant (5 MW)	Compacte variant (5 MW)
afname zandig substraat door plaatsen fundering en aanleg erosiebescherming	5,6 (monopaal) 1,9 (driepoot)	10,2 (monopaal) 3,4 (driepoot)	6,0 (monopaal) 1,1 (driepoot)	10,2 (monopaal) 1,8 (driepoot)
afname zandig substraat door plaatsen trafostation	0,2 (monopaal)	0,2 (monopaal)	0,2 (monopaal)	0,2 (monopaal)

Als bovengenoemde oppervlakten worden afgezet tegen het ruimtebeslag van het windpark (circa 4.240 ha, excl. veiligheidszone), dan kan worden geconcludeerd dat het effect van verlies aan zandig substraat verwaarloosbaar is. In de compacte variant, waar het meeste zandig substraat verloren gaat, bedraagt de afname bij het gebruik van monopalen circa 2,4 promille van het oppervlak van het windpark. Bij het gebruik van driepoten is de afname van het oppervlak zandig substaat aanzienlijk lager. Maar in beide gevallen is de afname verwaarloosbaar ten opzichte van het ruimtebeslag van het windpark. Afgezet tegen het oppervlakte "zandbodem met offshore cluster macrobenthos" ("Assemblage 5", zie Holtmann et al., 1996: figuur 14) is de verstoring in termen van relatief oppervlak helemaal verwaarloosbaar.

Sedimentsamenstelling

De funderingen brengen extra wervelingen in de getijdenstroom met zich mee, die de morfologie en dynamiek van de bodem lokaal beïnvloeden. Op plaatsen met een verhoogde waterbeweging (rondom de funderingen) kunnen erosiekuilen ontstaan. Door het aanleggen van erosiebescherming rondom de fundering (zie paragraaf 4.2.1) wordt het ontstaan van erosiekuilen voorkomen. Erosie-effecten zouden daardoor alleen nog kunnen voorkomen langs de randen van de erosiebescherming en dergelijke effecten zijn verwaarloosbaar klein, zeker in relatie tot de hoogteverschillen ter plaatse door het "langswandelen" van bijvoorbeeld zandduinen.

Macrobenthos

De sedimentsamenstelling van het substraat is van groot belang voor de fauna die zich daarin ontwikkelt. Door een grotere variatie in de samenstelling van het substraat is een grotere variatie in bewoners mogelijk. Grote verplaatsingen van sediment kunnen ook gevolgen hebben voor de bodemfauna. Bodemdieren kunnen volledig verdwijnen of permanent begraven worden [Bijkerk, 1988; Van Moorsel en Munts, 1995; Van Dalfsen en Essink, 1996; Van Dalfsen, 1998]. Bij het omwoelen van de bodem worden met name de fijnere sedimentfracties met de stroom meegevoerd en kunnen daar de filtratieme-

chanismen van bodemorganismen negatief beïnvloeden. Bij het herstel van de bodemfauna zullen in eerste instantie r-strategen (pionierssoorten: snelle groei en veel nakomelingen) domineren. Na enkele jaren zullen ook soorten terugkeren die gekarakteriseerd kunnen worden als niet mobiele k-strategen (soorten met een langzame groei en weinig nakomelingen). Daar waar dieren, die zich voeden met gesuspendeerd materiaal, selectief verdwijnen door een verhoogde resuspensie van sediment vertaalt dit zich in een daling van de IT-index (Infaunal Trophic index). Tijdens de gebruiksfase is de situatie vergelijkbaar met de huidige situatie.

In het algemeen is de huidige levensgemeenschap in het plangebied goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Na een grote, al of niet natuurlijke, verstoring weten kleine dieren, zoals polychaete wormen en kreeftachtigen, zich vaak weer snel te herstellen door migratie en vestiging. Bij de meeste grotere schelpdieren duurt het in de regel enige jaren voordat een populatie weer haar oude omvang bereikt. Migratie vanuit de omgeving zal een belangrijke factor zijn bij het herstel van het bodemleven na aanleg of verwijdering van de windturbines. Omdat de afname van het oppervlak zandig substraat relatief beperkt is (zie tabel 10.9), zal dit geen gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschap in het plangebied. Bij de basisvariant (3 en 5 MW) gaat minder zandig substraat verloren dan bij de compacte variant (3 en 5 MW) en bij de driepoot minder dan bij de monopaal. Omdat bij alle varianten de afname van het oppervlak zandig substraat verwaarloosbaar is ten opzichte van het ruimtebeslag van het windpark, is hier bij de effectbeoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Alle varianten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Bodemvissen
De afname van het oppervlak zandig substraat heeft een navenante afname van de leefruimte tot gevolg voor met name bodemvissen, zoals platvis, zandspiering en ponen. Bij alle varianten is de afname van het oppervlak zandig substraat (leefgebied bodemvissen) verwaarloosbaar ten opzichte van het ruimtebeslag van het windpark. Alle varianten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Criterium aard en oppervlak van hard substraat
Door het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van erosiebescherming wordt nieuw hard substraat geïntroduceerd. Hierdoor wordt een milieutype gecreëerd dat in de Noordzee nauwelijks (meer) aanwezig is, met een heel andere flora en fauna dan op en in door sediment gedomineerde bodems [Van Moorsel et al., 1991; Van Moorsel, 1994]. De procentuele toename van het oppervlak hard substraat is vele malen groter dan de procentuele afname van het oppervlak zandig substraat. De toename van het oppervlak hard substraat is afhankelijk van het aantal funderingen, het type fundering, de diameter van de fundering en de waterdiepte. In tabel 10.10 is de toename van het oppervlak hard substraat weergegeven.

Voor de mate en soort van aangroei is het type substraat van belang: staal bij de fundering en stortsteen als erosiebescherming rond de fundering. Van boven naar beneden ontstaan een getijdenzone, een sublitorale wierzone en sublitorale zones. De laatste worden gedomineerd door dierlijke organismen. Lokaal brengt dit een aanzienlijke verhoging van de biodiversiteit en biomassa met zich mee (zie kader).

Tabel 10.10 Toename oppervlak hard substraat (ha)

	Basisvariant (3 MW)		Compacte variant (3 MW)		Basisvariant (5 MW)		Compacte variant (5 MW)	
	Monop.	driep.	monop.	driep.	monop.	driep.	monop.	driep.
oppervlak fundering onder water	3,7	5,6	6,9	10,5	3,0	4,1	5,0	6,9
oppervlak erosiebe-scherming	5,6	1,9	10,2	3,4	6,0	1,1	10,2	1,8
oppervlak hard sub-straat bij trafostation*	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
totaal (ha)	9,6	7,8	17,4	14,2	9,3	5,5	15,5	9,0

* In de berekening is ervan uitgegaan dat het trafoplatform in alle varianten gefundeerd wordt op 4 monopalen met een diameter van 4,5 m op de zeebodem.

Natuurwaarde van leven op hard substraat
In het natuurbeleid wordt bij de natuurwaarden rekening gehouden met parameters als diversiteit, zeldzaamheid en kenmerkendheid. Qua diversiteit en zeldzaamheid kan het leven op windturbines hoog scoren. Voor wat betreft de kenmerkendheid wordt in wetenschappelijke- en beleidskringen echter vaak gememoreerd dat dergelijke ecosystemen niet in het Nederlandse deel van de Noordzee zouden thuishoren. Tegenover deze zienswijze staat de wens om althans lokaal gebieden te herstellen of te creëren met een hogere biodiversiteit. Dit om het verlies aan bijvoorbeeld habitat met veel grote stenen door de bodemvisserij te compenseren. Hiertoe is ondermeer een aantal kunstriffen in de Nederlandse kustwateren gecreëerd. Op grond van deze overwegingen zou de uitbreiding van hard-substraatfauna in zekere zin positief gewaardeerd kunnen worden. Aan de aangroei op de fundering en erosiebescherming wordt in dit MER dan ook een (beperkte) natuurwaarde toegekend.

Macrobenthos
Door onderzoek aan de begroeiing van scheepswrakken [e.g. Van Moorsel et al., 1991] en kunstmatige riffen en grindvoorkomens [e.g. Sips & Waardenburg 1989, Van Moorsel, 1994; 2003] in de Noordzee bestaat een redelijk beeld van het bodemleven dat zich op de fundering en erosiebescherming kan vestigen. Diergroepen, die op zandbodems vrijwel ontbreken, zoals sponzen, hydropoliepen, zeeanemonen en zeepokken, kunnen zich in groten getale ontwikkelen. Een aantal van deze soorten of de door hen gevormde structuren vormen op hun beurt een ondergrond voor weer andere vastzittende soorten. Tussen en op deze soorten worden vrijkruipende organismen, zoals naaktslakken en kreeftachtigen, aangetroffen die ofwel leven van de vastzittende soorten of daar bescherming zoeken. Een aantal soorten, zoals inktvissen, is alleen in bepaalde seizoenen te verwachten, bijvoorbeeld om eikapsels af te zetten op het harde substraat.

Over de aangroei van macrobenthos op objecten die vanaf de zeebodem tot boven het wateroppervlak reiken is ook een en ander bekend. Op het Europlatform (een monopaal) en de Meetpost Noordwijk (zespotige jacket) ontwikkelt zich binnen een jaar een laag mosselen van 8 tot 10 centimeter, voordat de pijlers schoon worden gemaakt. Deze aangroei wordt meestal jaarlijks op mechanische wijze verwijderd tot op een diepte van 8 tot 10 meter; daar-

onder minder frequent omdat de aangroei er minder dik is. In 1986 werd op drie diepten de bedekking van een pijler van de Meetpost Noordwijk geschat [Waardenburg, 1987]. De Mossel (Mytilus edulis) vormde tot op 16 meter diepte een bedekking tot 100 procent. De dikte varieerde tussen 5 en 20 centimeter en nam ook hier af met de diepte. Wieren werden alleen tot op een diepte van één meter aangetroffen. Op 18 meter diepte, vlak boven de bodem, werd de aangroei gedomineerd door Ruwe zeerasp (Hydractinia echinata). De biomassa van de door mosselen gedomineerde gemeenschap was met 2,2 tot 4,1 kilo AVDG/m² extreem hoog, hoger dan de toch al hoge biomassa van scheepswrakken [Van Moorsel et al., 1991]. Begroeiing van pijlers met mosselen is een algemeen verschijnsel; in de Oosterschelde zijn de pijlers van de Zeelandbrug eveneens met een dikke laag mosselen bedekt. Ook op booreilanden kan een zware aangroei van mosselen voorkomen, soms wel tot 30 meter diepte [Van der Winden et al., 1997].

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

Mosselen hechten zich met byssusdraden aan het substraat. De laagdikte die zich ontwikkelt, is afhankelijk van het type substraat. Een ruw oppervlak biedt waarschijnlijk extra goede aanhechtingsmogelijkheden. Zonder onderhoud zal de mossellaag uiteindelijk zo dik worden dat de krachten op de byssusdraden door het gewicht van de mosselen en de golven te groot worden. De laag zal in delen loslaten en op de zeebodem terechtkomen, zodat zeesterren en andere organismen daar een rijk gedekte dis aantreffen. Ook voor bijvoorbeeld Eidereenden kunnen mosselen een belangrijke prooi vormen. Deze eenden zouden mosselaangroei op windturbines dan ook kunnen benutten. De locatie ligt op dit moment weliswaar buiten de kustnabije zone waarin Eider- en zee-eenden regulier voorkomen, maar er zijn gevallen bekend van dergelijke eenden die langdurig bij offshore platforms verbleven (North Sea Bird Club 2005). Kolonisatie kan derhalve niet bij voorbaat worden uitgesloten. Het is niet bekend of de voordelen van het geboden voedsel voor de eenden opweegt tegenover de potentiële nadelen van de windturbines boven water. Filterfeeders, zoals mosselen, ontdoen het langsstromende water van een deel van het seston, het gesuspendeerde materiaal. De hard substraatfauna kan daarom in beginsel een bijdrage leveren aan het verhogen van het doorzicht van de waterkolom, de bijdrage is echter zeer beperkt.

De erosiebescherming bestaat uit twee lagen; een fijne en een grove laag. Met name in de afdekkende (grove) laag ontstaan holten waar bepaalde kreeftachtigen, zoals bijvoorbeeld de noordzeekrab en noordzeekreeft, kunnen verblijven. Ook voor vissen (zoals de (zee)paling) zijn dergelijke holten interessant. In vergelijking met de aangroei op funderingen wordt de hard substraatge-

meenschap op en tussen de stortstenen nauwelijks beïnvloed door periodiek onderhoud.

De toevoeging van hard substraat leidt er mogelijk toe dat soorten, die nu niet in het gebied voorkomen, zich in het gebied gaan vestigen. Het gaat dan vooral om soorten die voor vestiging afhankelijk zijn hard substraat. Voorbeelden zijn de Japanse oester, de purperslak, diverse zeepokken en schaalhoorns. De conclusie is dat er op het onderwatergedeelte van de fundering en op/in de stortsteenzone een totaal andere levensgemeenschap te verwachten is dan op een zandbodem. De lokale biodiversiteit zal daardoor toenemen. Dit wordt bij alle varianten, ongeacht de hoeveelheid hard substraat, positief beoordeeld (effectbeoordeling: +).

(Bodem)vissen

Bij windturbines zullen zich verschillende typen vissoorten ophouden: soorten die over en tussen het substraat kruipen, soorten die weliswaar vrij zwemmen maar duidelijk aan de bodem gebonden zijn en soorten die in het vrije water zwemmen maar zich toch in de nabijheid van harde substraten kunnen ophouden. Diverse vissoorten, zoals de zeedonderpad (Myoxocephalus scorpius), de snotolf (Cyclopterus lumpus) en de geep (Belone belone), gebruiken hard substraat in de getijdenzone en in ondiep water om hun eieren af te zetten. De laatste twee soorten zijn daarbij alleen in bepaalde seizoenen te verwachten. Vissen kunnen hinder ondervinden van het geluid van windturbines, vooral bij hogere windsnelheden en de daarmee gepaard gaande hogere geluidsniveaus. Bij windsnelheden van 13 meter per seconde of meer zouden vissen binnen vier meter van de monopalen worden verdreven [Wahlberg & Westerberg, 2005], waardoor permanente vestiging van vis op de stortstenen bemoeilijkt zal worden. Soorten die zich meer in de buurt van harde substraten ophouden, zoals bij de pijlers van de Zeelandbrug, zijn harders (Chelon/Liza spp.) en Zeebaars (Dicentrarchus tabrax). De aangroei op wrakken en kunstriffen vormt voor de meeste vissoorten waarschijnlijk geen belangrijke reden voor het samenscholen. De biomassa van deze aangroei is weliswaar hoog, maar deze wordt voor een groot deel gevormd door zeeanemonen, die nauwelijks in aanmerking komen als voedselbron voor vissen [Van Moorsel et al., 1991]. Als de aangroei voornamelijk uit mosselen bestaat, kunnen zich daartussen wormen (zoals zeerupsen), ophouden die wel als voedselbron kunnen dienen. Of de mosselen zelf ook vissen uit het omringende water aantrekken is niet bekend. Naarmate de mossel groter wordt, wordt in het algemeen een betere bescherming tegen predatie bereikt. Het effect van de fundering en de erosiebescherming op (bodem)vissen wordt bij alle varianten beperkt positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+).

Zeezoogdieren

Zeezoogdieren krijgen in het windpark mogelijk te maken met een veranderde (verhoogde) visfauna en een aantal fysieke verandering aan het gebied. Meer variatie levert in theorie meer mogelijkheden op om vis te vangen, maar deze positieve ontwikkeling zal mogelijk teniet worden gedaan door de verhoogde geluidsniveaus ter plaatse. Voor het criterium aard en oppervlak van hard substraat zou het effect bij alle varianten, door een verhoogde visstand, neutraal tot licht positief beoordeeld kunnen worden. Vermoedelijk echter zijn de geluidsniveaus onder water zo hoog, dat Bruinvissen, dolfijnen en zeehonden minimaal enkele tientallen meters afstand zullen houden [Madsen et al., 2006, David, 2006], zodat vis rond de palen onbereikbaar zal zijn. Als dit het geval blijkt te zijn wordt een groot deel van het windpark in feite onbruikbaar voor zeezoogdieren en moet het effect als negatief worden beoordeeld. Gezien het

relatief geringe oppervlakte van het windpark in relatie tot het verspreidingsgebied van deze soorten, is dit mogelijke negatieve effect beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Criterium waterkwaliteit
In de windturbines zijn voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het watermilieu terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt daarom niet verwacht. Op de fundering wordt geen gebruik gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-foulings). Dit zou niet alleen ingrijpende gevolgen hebben op het leven op en rond de windturbines, ook het bodemleven in een groot deel van het stroomafwaarts gelegen gebied zou in dat geval de gevolgen van deze stoffen ondervinden. Wel wordt er op de fundering kathodische bescherming toegepast (zie paragraaf 4.2.1). De hoeveelheid aluminium die op deze manier in het water terecht komt, kan als volgt worden berekend. In 20 jaar tijd wordt per fundering circa 1.500 kg Al afgescheiden. In deze periode zal ongeveer 4,77 x 10^{12} m^3 water de fundering passeren (uitgaande van een waterdiepte van 24 m, een turbineafstand van 630 m en een stromingssnelheid van 0,5 m/s). Dit resulteert in een extra aluminium toename in het water van 0,0003 µg/l; dit is verwaarloosbaar ten opzichte van de achtergrondconcentratie van Al in zeewater van 0,5 µg/l. Er is dan ook geen impact van de corrosiebescherming op de waterkwaliteit.

Criterium stromingspatroon water
Door de fundering van de windturbines verandert het stromingsregime op die plaats. Water wordt gedwongen rond de fundering te stromen. Stroomopwaarts ontstaat plaatselijk stuwing en stroomafwaarts verschijnselen als zog en stroomluwte. De plaats waar deze verschijnselen optreden hangt af van de stromingsrichting en wisselt dus met het getij. De verschijnselen zijn zeer lokaal en beperkt. Laminaire stromingspatronen kunnen plaatselijk overgaan in turbulente stromingen. Verandering in de stroming van het water kan invloed hebben op vrij zwemmende vissen en op de bodemgemeenschappen en -samenstelling (zie criterium 'aard en oppervlak van zandig substraat', paragraaf 10.4.2). Dit effect is zeer lokaal en beperkt van omvang.

Macrobentos
De waterbeweging zorgt voor aanvoer van organismen (larven en eieren) en voedsel, en is van invloed op de mogelijkheid voor organismen om zich te handhaven. Een verandering van de stromingssnelheid en/of turbulentie kan van invloed zijn op vestiging en groei. De verandering is lokaal en beperkt van omvang en heeft nagenoeg geen effect op macrobenthos. Dit effect wordt, gezien de lokale aard en de beperkte omvang, in alle varianten neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Vissen en zeezoogdieren
In de buurt van scheepswrakken en andere objecten, die boven de zeebodem uitsteken, worden in de Nederlandse kustzone grote scholen Steenbolk (Trisopterus luscus) aangetroffen. Mogelijk profiteren deze vissen van een afgenomen waterstroom. Dit zou uit energetisch oogpunt gunstig kunnen zijn, als zij zich op één plaats willen concentreren. Het is echter niet zeker of deze concentraties direct door een verandering van waterbeweging worden veroorzaakt. Het is namelijk ook goed mogelijk dat door turbulenties dieren (zoals garnalen) uit het zand tevoorschijn komen, zodat de samenscholingen van Steenbolk bij wrakken en dergelijke verklaard kunnen worden vanuit de aanwezigheid van voedsel. De gewijzigde waterbeweging is in dat geval indirect

verantwoordelijk voor de concentratie van de Steenbolk. Het is echter de vraag of vissen het onderwatergeluid van de turbines zullen accepteren. Indien dit niet het geval zal zijn, zullen ze ook niet samenscholen rond de funderingen en zullen bijvoorbeeld ook geen zeezoogdieren hiervan kunnen profiteren. Het bovengenoemde effect wordt in alle varianten neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Criterium onderwatergeluid en trillingen
In water kan fysisch gezien geen onderscheid worden gemaakt tussen geluid en trillingen. Er is redelijk veel informatie beschikbaar over de productie en ontvangst van onderwatergeluid door organismen en hun gevoeligheid voor geluid. Zeedieren gebruiken geluid voor onderlinge communicatie, om voedsel te vinden en te navigeren. Hierbij worden ook frequenties gebruikt die voor het menselijk oor niet waarneembaar zijn. Meer dan mensen zijn veel zeedieren afhankelijk van geluid en gehoorbeschadiging heeft dan ook ernstige gevolgen voor de betrokken individuen. Naar de productie van onderwatergeluid door windturbines is op dit moment nog nauwelijks onderzoek gedaan. Metingen in het IJsselmeer aan een 600 kW windturbine van het windturbinepark Irene Vorrink laten zien dat het door de buispaal afgestraalde onderwatergeluid relatief gering is [Novem, 1999]. Op een afstand van 90 meter van de buispaal is het geluid van de windturbine niet meer waarneembaar tegen het achtergrondgeluid. De vertaling van deze gegevens naar de situatie op de Noordzee is echter problematisch, door de geringe waterdiepte waarin is gemeten (maximaal 5 meter), de andere bodemstelling en de relatief kleine windturbines. Op open zee is nog weinig ervaring met windparken, zowel tijdens de bouw als in de operationele fase. Madsen et al., (2006) hebben de beschikbare gegevens recent samengevat. Bruinvissen leken de bouwactiviteiten voor het Nysted park in de Oostzee te mijden en dit leek ook het geval in het park Horns Rev (Deense Noordzee), maar minder sterk. Er is ook geëxperimenteerd met opgenomen geluid van een 2 MW turbine, dus een kleinere dan thans op stapel staat [Koschinski et al., 2003]. Effecten op Bruinvissen waren meetbaar, maar gering. Zeehonden vertoonden een extremere reactie. Hierbij is het volgens Madsen et al., (2006) niet duidelijk of Bruinvissen niet op bijkomende prikkels reageerden. Deze effecten lijken ook voor de zeehond mee te vallen, maar opschaling naar een heel park en grotere turbines is nog niet gedaan.

Het onderwatergeluid van werkende turbines heeft de meeste energie in een frequentiegebied dat zo laag is, dat dolfijnen en Bruinvissen het nauwelijks nog horen. Dit is een mogelijke verklaring voor de geringe reacties van Bruinvissen op opgenomen en weer afgespeeld geluid van windturbines. Voor zeehonden ligt dit echter anders, omdat deze dieren veel lagere frequenties goed kunnen horen dan de Bruinvissen. Waar Bruinvissen een windturbine op 200 tot 500 meter vermoedelijk niet meer kunnen horen dan wel niet meer als hinderlijk ervaren, zullen zeehonden dezelfde turbine op ruim 10 kilometer nog horen, bij rustig weer. Bij hogere windsnelheden is er ook meer achtergrondgeluid, wat maskerend kan werken. Zowel Bruinvissen (tientallen meters) als zeehonden (honderden meters of meer) zullen de funderingen echter mijden als het park eenmaal operationeel is [Madsen et al., 2006].

Windturbinegeluid
Windturbines produceren twee verschillende typen mechanische trillingen:

- Laagfrequente trillingen

Deze hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast. Hogere frequenties kun-

nen mogelijk ontstaan door interferentie van deze trillingen met geluid uit de gondel.

- Hoogfrequente trillingen

Deze hangen samen met de draaiende onderdelen van de generator in de gondel, de interactie van wind met de gehele windturbine (met name het aërodynamische geluid van de rotortippen), golven die tegen de mast slaan, de beweging van zand en water langs de mast en organismen die op de windturbines voorkomen (in dit specifieke geval met name het sluiten van kleppen van de Mossel).

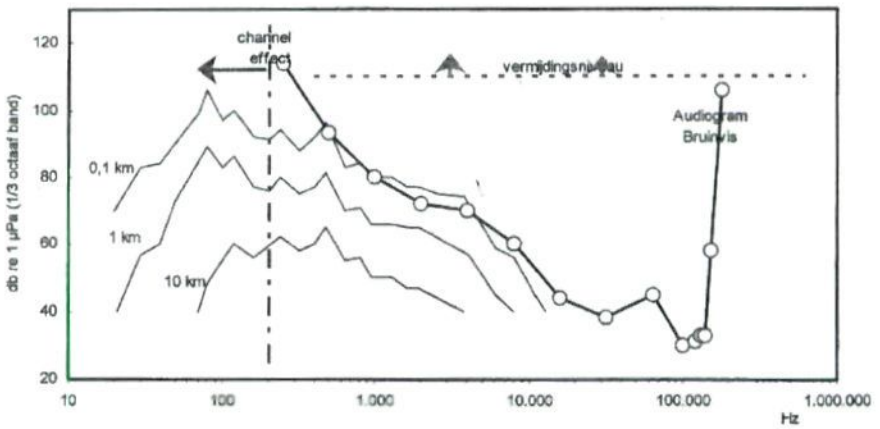
De geluidproductie kan in principe op twee manieren worden overgedragen naar het water, namelijk direct via de mast en indirect vanuit de lucht via het grensvlak van lucht en water. Bij hogere windsnelheden zal als gevolg van de min of meer constante draaisnelheid, de frequentie van het geluid door wiekpassage niet veranderen. De intensiteit van mastgeluid kan echter wel toenemen. Een deel van de geluiden uit de gondel zal een hogere intensiteit en frequentie krijgen. De hogere intensiteit gaat echter gepaard met een toename van het achtergrondgeluid, doordat bij sterkere wind ook de waterbeweging en, afhankelijk van de diepte, ook het zandtransport zullen toenemen. Om een goede inschatting te kunnen maken van de effecten van onderwatergeluid, is het noodzakelijk dat metingen van onderwatergeluid bij windturbines worden ingepast in een reeds bestaand overzicht van geluidspectra van andere activiteiten (bijvoorbeeld Richardson et al., 1995). Van deze geluidspectra is in een aantal gevallen bekend wat de effecten op organismen zijn.

Het is waarschijnlijk dat, zowel zeer lage frequenties van minder dan 200 Hz als zeer hoogfrequente trillingen in het bereik van sonar, een effect op organismen zullen hebben. Zeehonden zijn relatief gevoelig voor laag frequent geluid. Bruinvissen en dolfijnen zijn gevoeliger voor hoog frequent geluid, maar dit heeft slechts een beperkt doordringend vermogen in water waardoor de verstoringsafstanden relatief gering zullen zijn. Tussen beide uitersten ligt echter nog een groot frequentiebereik waarbij ook significante effecten op het onderwaterleven mogelijk kunnen zijn.

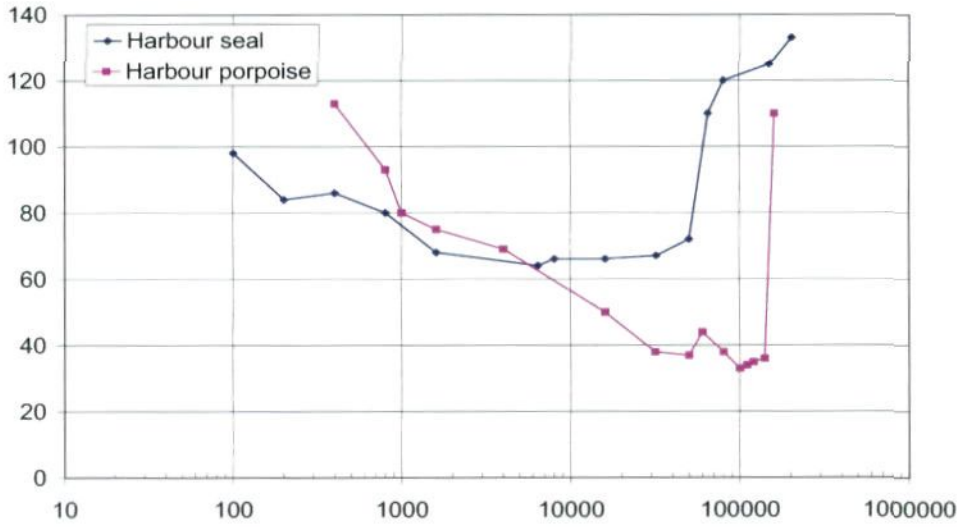
Vissen en zeezoogdieren

Onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Om zich te handhaven dienen deze soorten doelmatig te reageren op roofvijanden en prooien. Daarnaast moet aandacht worden geschonken aan de fysieke omgeving en moet met soortgenoten gecommuniceerd worden. Bij al deze levensfuncties en gedragingen speelt geluid een rol. Zo maken walvissen en dolfijnen gebruik van ultrasone sonar om een prooi op te sporen of obstakels te lokaliseren en worden lagere frequenties gebruikt voor sociale interacties; het communiceren binnen een groep of tussen groepen [Richardson et al., 1995]. Vissen kunnen geluid maken om een vijand af te schrikken of om partners te lokken en kunnen contactgeluid gebruiken om in schoolverband te zwemmen. Met name in relatief troebele (kust)wateren kan geluid een relatief belangrijke rol spelen. Om in te schatten of geluid van windturbines het gedrag van vissen en zeezoogdieren beïnvloedt, kan het windturbinegeluid worden vergeleken met de gehoorgrens van deze organismen. Daarnaast kan onderwatergeluid van windturbines worden vergeleken met de frequentie en sterkte van geluiden die door deze organismen worden geproduceerd (vocalisatie). Tenslotte kan een verband worden gelegd tussen het (vermijdings)gedrag en geluid. Voor een overzicht van het gehoor, de gevoeligheid voor geluid, de geluidsproductie en het effect van geluid op het gedrag van

vissen en zoogdieren wordt verwezen naar Van der Winden et al., (1997) en speciaal voor zeezoogdieren naar Richardson et al. (1995), Wolski et al., (2003), Bjørgesæter et al., (2004) en Madsen et al., 2006).
Uit metingen van Kastelein (2000), blijkt dat de Bruinvis geluiden waarneemt tussen 100 Hz en 180 kHz (zie figuur 10.6). De hoogste gevoeligheid ligt tussen 10 kHz en 150 kHz bij een geluidsdruk van ongeveer 30 dB re 1 µPa. Zeehonden kennen een hogere gevoeligheid bij lagere frequenties (zie figuur 10.7). Op basis van modellen voor onderwatergeluid van windturbines werd geconcludeerd dat in theorie zeehonden de windturbines op een bijna 10 maal zo grote afstand kunnen waarnemen (340 m voor een bepaald type) dan bruinvissen (40 m). Hieraan ten grondslag ligt het feit dat zeehonden, veel beter dan bruinvissen, deze lagere frequenties kunnen waarnemen [Henriksen et al., 2001]. Uit recente analyse blijkt dat dit voor de Gewone Zeehond een onderschatting is en dat deze zeehonden windturbines al op enkele kilometers kunnen horen (Henriksen pers. comm.).



Figuur 10.6 Audiogram van de Bruinvis naar Kastelein (2000) en geluidspectra van een productieplatform op 0,1 km, 1 km en 10 km afstand (naar Richardson et al., 1995: fig. 10.11).



Figuur 10.7 Gehoorbereik zeehonden en Bruinvissen [Richardson et al., 1995].

Ten aanzien van de invloed van geluid van draaiende windturbines op organismen onder water kunnen door het ontbreken van metingen nauwelijks

uitspraken worden gedaan. Gememoreerd kan worden dat het hoogstwaarschijnlijk gaat om geluiden die een (semi)continu karakter hebben, dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld het explosieve geluid van seismische exploraties. Dit biedt mobiele organismen in beginsel de mogelijkheid om geluiden van windturbines te vermijden en om zich aan nadelige invloeden te onttrekken. Uiteindelijk is het mogelijk dat gewenning optreedt. Bruinvissen reageren niet hevig ten opzichte van rustig scheepvaartverkeer maar gaan motorschepen wel uit de weg. Het is daarnaast bekend dat ze in de buurt van speedboten vluchtgedrag vertonen.

MOGELIJK VERSTORENDE WERKING VAN EEN WINDPARK

Bij het onderzoek naar een mogelijk verstorende werking van een windpark op zeezoogdieren is alleen gekeken naar de meest talrijke soorten zeezoogdieren: Bruinvis, Gewone Zeehond en Grijze zeehond. Als eerste stap is gekeken naar de mogelijke overlap tussen het verspreidingsgebied van dieren en de locatie van het windpark.

Zeezoogdieren zijn op zee veel moeilijker te inventariseren dan zeevogels (zie Hammond et al. (1995) voor een uitgebreide discussie over de problemen en oplossingen). Om een beeld te kunnen schetsen van het voorkomen van de Bruinvis, kunnen we alleen terugvallen op een beperkt aantal gerichte onderzoeken [Brasseur et al., 2004a; Hammond et al., 2002], waarnemingen gedaan tijdens zeevogelsurveys en registraties van dieren vanaf de kust, veelal gedaan door mensen die kijken naar langstrekkende vogels vanaf telposten langs de kust (Camphuysen (2005) en op incidentele waarnemingen (verzameld op de website van Kees Camphuysen:
http://home.planet.nl/~camphuys/Cetacea.html).

Van beide soorten zeehonden kan men verwachten dat de grootste concentraties in de buurt van de ligplaatsen zullen worden aangetroffen. Vanaf deze ligplaatsen waaieren de dieren, afhankelijk van de dan aanwezige prooien, uit over de Noordzee. Kennis over "hotspots" op zee, waar hogere concentraties gezien worden, ontbreekt vooralsnog. Bijkomstig is dat zeehonden op zee zelden goed te observeren zijn en kennis over het gebruik van de zee vooral gebaseerd is op individueel gezenderde dieren, en een eenvoudig verspreidingsmodel dat op deze gegevens is toegepast [Brasseur et al., 2004b]. In tabel 10.11 is het relatief belang van verschillende delen van de Nederlandse zoute wateren voor zeezoogdieren weergegeven.

Tabel 10.11 Relatieve belang van verschillende delen van de Nederlandse zoute wateren voor de meest talrijke zeezoogdieren.

Soort	Status	Gebieden	Relatief belang in gebied
Gewone zeehond (Phoca vitulina)	Bijlage II en V van de Habitatrichtlijn	Waddenzeekust	+++
		Noord-Hollandse kust	++
		Zuid-Hollandse kust	?+
Grijze zeehond (Halichoerus grypus)	Bijlage II en V van de Habitatrichtlijn	Waddenzeekust	?++
		Noord-Hollandse kust	?+
		Zuid-Hollandse kust	?+
Bruinvis (Phocoena phocoena)	Bijlage II en IV van de Habitatrichtlijn en een prioritaire soort	Waddenzeekust	?+
		Noord-Hollandse kust	++
		Zuid-Hollandse kust	?+

?+ = geen onderzoek, wel verwacht op basis van kennis elders en monitoring

De locatie Windpark Katwijk ligt relatief ver van de ligplaatsen van de zeehonden af, er worden daarom uitgaande van het model relatief lage dichtheden van gewone zeehonden voorspeld. Ook Grijze Zeehonden kunnen hier verwacht worden, eveneens in relatief lage dichtheden. Het windpark zal 20 jaar operationeel blijven. Gedurende deze periode zal het windpark invloed uitoefenen op zijn omgeving. Geconcludeerd kan worden dat de omvang van de effecten voor zeezoogdieren onbekend is. Het is namelijk niet bekend in hoeverre zeezoogdieren zullen wennen aan de aanwezigheid van windturbines. In het ergste geval zullen (bepaalde soorten) zeezoogdieren het windpark, plus een vooralsnog onbekend gebied er direct omheen, vermijden. Dit zal het eerst spelen bij zeehonden (het gehoor van zeehonden heeft het grootste frequentiebereik). Er treedt in dat geval een habitatverlies op dat mogelijk de grootte heeft van het windpark. Wanneer de mogelijke verstoring van individuele windtubines niet overlapt zullen in het park mogelijk corridors ontstaan. Randeffecten door een toename van visserij net buiten het gebied moet in deze inschatting worden meegenomen. Voor vissen geldt mogelijk ook dat het niveau van onderwatergeluid boven de tolerantiegrens zal liggen. In dat geval treedt ook voor (gevoelige) vissen een habitatsverlies op, ongeveer ter grootte van het windpark. Gezien het areaal waarover de meeste vissen en zeezoogdieren voorkomen is dit een beperkt negatief effect (effectbeoordeling: 0/-).

10.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering

Substraat
Aanleg en verwijdering hebben effecten op de zeebodem, maar deze zijn verwaarloosbaar klein en vallen in het niet vergeleken bij de effecten van bijvoorbeeld visserij, baggerwerken en zand- en grindwinning. Effecten van aanleg en verwijdering op de zeebodem worden daarom neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Waterkwaliteit
Tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark kan door activiteiten als heien (fundering) en trenchen (ingraven parkbekabeling) een extra vertroebeling van het water optreden. De meeste vertroebeling zal optreden tijdens het trenchen van de parkbekabeling. Macrobenthos en aanwezige (bodem)vissen en zeezoogdieren kunnen hierdoor verstoord worden. Dit effect is lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang. Door de werkzaamheden kunnen mogelijk aanwezige paai- en kraamkamers worden verstoord. Dat geldt onder andere voor de sprot, hier valt een deel van de paaiperiode (april/mei) samen met de periode waarin de werkzaamheden plaatsvinden (april/september). In het ergste geval treedt gedurende een jaar een beperkt verlies aan paaiplaatsen op. Ook dit is een lokaal en tijdelijk effect. Alle varianten voor deze locatie worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Hoewel de effecten lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang zijn valt toch een rangschikking aan te brengen op basis van de lengte van de parkbekabeling. De inrichtingsvariant met de kleinste lengte aan parkbekabeling (basisvariant 5 MW: 85 km) scoort hierbij beter dan de inrichtingsvariant met de grootste lengte aan parkbekabeling (compacte variant 3 MW: 188 km). Ten opzichte van het nulalternatief, waar veel (bodem)verstoring optreedt door de boomkorvisserij, leidt de realisatie van het windpark tot een verbetering op de locatie van het windpark. Het windpark wordt namelijk gesloten voor de scheepvaart (w.o. de visserij), waardoor minder (bodem)verstoring optreed. De vis-

serij zal in andere gebieden iets geconcentreerder voorkomen. Alle varianten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Onderwatergeluid en trillingen
De aanleg en verwijdering van het windpark brengt een aantal vormen van verstoring met zich mee. Niet alleen de productie van onderwatergeluid (o.a. bij het heien van de fundering), maar ook de aanwezigheid en activiteit van allerlei schepen. Voor zover het onderwatergeluid infrasoon geluid (frequenties < 20 Hz) en andere lage frequenties betreft, werd al gesteld dat deze in relatief ondiep water snel uitdoven. Onderwatergeluiden van baggerschepen zijn nog op te vangen tot op een afstand van 20 tot 25 kilometer [Richardson et al., 1995]. Ook het onderwatergeluid van een operationeel windpark, is afhankelijk van de windsnelheid, voor vissen hoorbaar tot op 25 kilometer of meer [Wahlberg & Westerberg, 2005]. Deze geluiden zijn echter waarschijnlijk van een andere aard dan het onderwatergeluid tijdens de aanleg en (mogelijk) bij de verwijdering van het windpark. De verstoring die optreedt tijdens de aanleg (het heien) is hinderlijk tot dodelijk voor (bodem)vissen en zeezoogdieren. Hoewel deze verstoring per definitie tijdelijk is, zijn de geluidsniveaus dermate hoog dat er sprake kan zijn van zware hinder en zelfs sterfte. Het heien (pile driving) van de monopalen gaat gepaard met zeer hoge geluidsniveaus en bij deze activiteit worden de meest ernstige effecten verwacht. De geluiden die vrijkomen bij verwijdering van het park zijn naar verwachting minder sterk en de effecten navenant.

Vis
Vissen die zich in de omgeving van de installatie bevinden zullen tijdens het heien sterven. Verboom (2005a) schat op grond van Amerikaans onderzoek in, dat vissen die zich binnen 300 meter van de heiplaats bevinden, direct of na enige tijd sterven. Effecten van zeer sterk onderwatergeluid op vis kan variëren van tijdelijke of permanente gehoorschade (beschadigingen aan haarcellen in het binnenoor), tot interne bloedingen (door het hele lichaam), tot orgaanschade (lever, nieren) door plotselinge expansie van de zwemblaas, tot een ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk). Vissterfte als gevolg van heigeluid kan direct zijn of indirect, bijvoorbeeld doordat meeuwen vissen oppikken die tijdelijk verdoofd aan het oppervlak komen. Dergelijke effecten zijn vastgesteld in Amerikaanse studies, tot op afstanden van 500 m tot de geluidsbron [Anonymus, 2001]. Sterfte door onderwatergeluid neemt af met afstand tot de bron, maar hoe precies hangt af van de lokale omstandigheden en de betrokken vissoorten [Hastings & Popper 2005]. Bij gebrek aan gegevens hierover voor de specifieke onderhavige situatie, kunnen hier geen nadere uitspraken over worden gedaan. Het effect van heien op vis ter plaatse wordt als beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), al zijn de effecten op geografische schaal (bijvoorbeeld in vergelijking met de visserij) klein.

Bruinvis
De potentieel meest schadelijke verstoring bij de aanleg en verwijdering van het windpark is het onderwatergeluid van het heien omdat dit gepaard gaat met een plotseling en zeer krachtig geluid. Voor zeezoogdieren kan dit gevaarlijk zijn. Carstensen et al. (2005) laten zien dat een windpark locatie (Nysted) door Bruinvissen geheel verlaten werd tijdens heiwerkzaamheden en dat mogelijk zelfs een veel groter gebied werd verlaten. Maar dat na afronding van de werkzaamheden de dieren wel terugkeren. Hetzelfde beeld werd waargenomen bij Horns Rev [Tougaard et al., 2004].

Gewone Zeehond
Over de reactie van zeehonden bij verstoring in open zee is weinig bekend. Wel zijn bij ligplaatsen in de Waddenzee en de Oosterschelde verstoringproeven uitgevoerd (intensivering van vaarbewegingen) en zijn in Denemarken ligplaatsen in de buurt van windparken in aanbouw gevolgd (resp. Brasseur & Reijnders 2001; Edrén et al., 2004). Individuele (gezenderde) zeehonden vertoonden een verschuiving in aanwezigheid als gevolg van de verstoring. Echter gemeten vanuit een ligplaats konden de Denen deze conclusie niet duidelijk trekken. Wel werd bij het heien duidelijk afwijkend gedrag gezien. Verwacht wordt dat zeehonden gebieden met intensieve werkzaamheden zullen mijden, effecten op de individuele zeehonden, zo ook de populatie, zijn afhankelijk van mogelijke alternatieve foerageergebieden in die periode. Het effect van aanleg/verwijdering is van relatief korte duur.

Grijze Zeehond
In het hierboven genoemde Deens onderzoek werden ook Grijze Zeehonden geobserveerd [Edrén et al., 2004]. Verwacht wordt dat zij bij intensieve werkzaamheden het gebied zullen mijden. Ook bij deze soort zal het effect hiervan afhankelijk zijn van mogelijke alternatieven foerageergebieden. Verwacht wordt dat de reactie overeenkomstig is met die van de Gewone Zeehond.

Het effect van onderwatergeluid en trillingen wordt met name vanwege het heien, ondanks de tijdelijkheid van de werkzaamheden, negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -).

10.4.4 Effecten van onderhoud

Tijdens onderhoudswerkzaamheden aan de funderingen en de elektriciteitskabels in het windpark (bijvoorbeeld controle diepteligging of herstel van een kabelbreuk) kan tijdelijk een extra vertroebeling van de waterkolom en mogelijk een verlaging van het zuurstofgehalte optreden. Door resuspensie van het aanwezige slib kunnen daaraan gebonden verontreinigingen opnieuw beschikbaar komen en opgenomen worden in de voedselketen. Onderhoud- en reparatiewerkzaamheden worden uitgevoerd met onderhoudsvaartuigen. Dit leidt tot geluidproductie onder water. Dit zal echter nauwelijks als een verhoging van de geluidproductie van de reguliere scheepvaart kunnen worden aangemerkt, vooral niet als het windpark zal worden gesloten voor overige scheepvaart.

Uit een studie van Sundberg & Söderman (1999) naar de effecten van een windpark in zee op rustplaatsen van zeehonden, blijkt dat tijdens onderhoudsverkeer (werkschepen en helikopters) een tijdelijke daling van het aantal rustende zeehonden werd waargenomen. Ook waren de dieren tijdens het onderhoudsverkeer onrustiger. Verstoring kan dus een negatieve invloed zijn van deze activiteiten. De omvang van de verstoring is afhankelijk van de aard en frequentie van de werkzaamheden, maar ook van de locatie. Ter hoogte van windpark Katwijk zijn geen rustplaatsen in de nabijheid en treedt het effect verstoring van rustplaatsen dus niet op. De effecten van onderhoud worden daarom neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.4.5 Effecten van het kabeltracé naar de kust

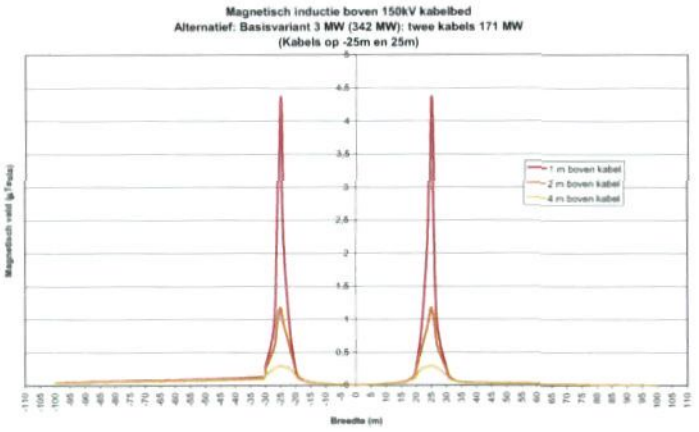
Gebruik kabeltracé
Elektrische en magnetische velden
De elektriciteitskabels worden vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust tenminste 1 meter diep gelegd, in het resterende gedeelte tot aan de kust

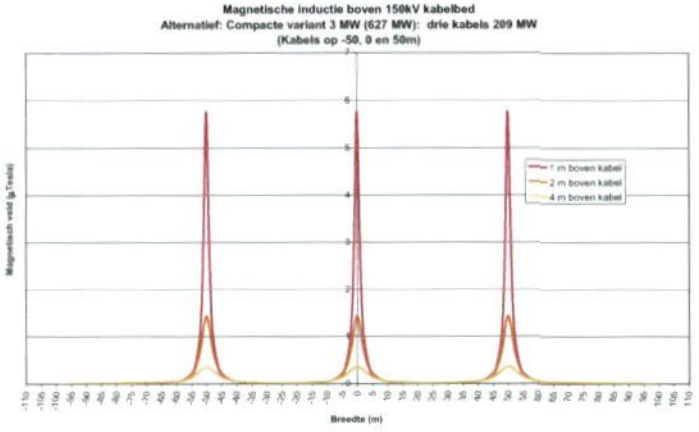
worden de elektriciteitskabels tenminste 3 meter diep aangelegd. Doordat drie-aderige kabels worden toegepast, zullen de magnetische velden van de aders elkaar grotendeels opheffen. Een eventueel restveld wordt nog deels geëlimineerd door de staalband. De ingraafdiepte (1 m) reduceert de dan nog resterende veldsterkte met het kwadraat van de diepte. Om bovenstaande redenen wordt verwacht dat er geen (of slechts een verwaarloosbaar) uitwendig magnetisch of elektrisch veld optreedt.

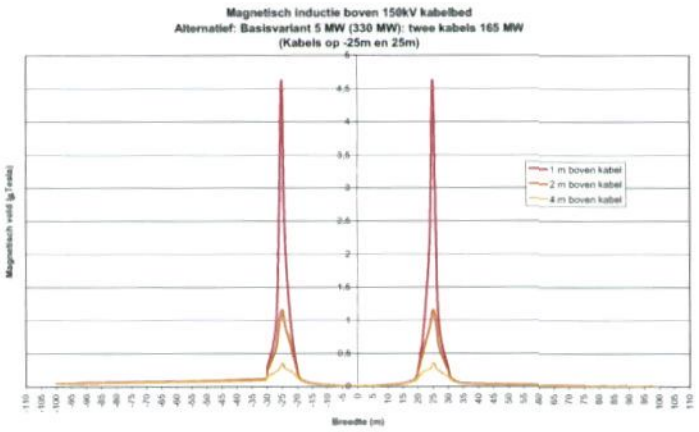
Omdat echter niet met zekerheid kan worden gezegd dat er geen elektromagnetische velden optreden wordt hieronder nader ingegaan op de mogelijke effecten van elektromagnetische velden. Met het gebruik van onderwater wisselspanningkabels in het NCP is weinig ervaring. Onderwater wisselspanningkabels worden echter al tientallen jaren toegepast in verschillende natte natuurgebieden in Nederland (Waddenzee, Wester- en Oosterschelde). Hier zijn geen aanwijzingen dat deze wisselspanningkabels schadelijke effecten hebben op de natuurwaarden van deze gebieden. De effecten van wisselspanningkabels op het ecosysteem van de Noordzee zijn vergelijkbaar met die van wisselspanningkabels in de Waddenzee en Wester- en Oosterschelde. Rond de kabels in en van Windpark Katwijk zullen geen elektrische velden optreden omdat niet met gelijkstroom wordt gewerkt, wel zullen er magnetische velden optreden. Volgens van Doeland (2006) zou de sterkte van de magnetische velden rondom de kabels, afhankelijk van de gekozen inrichtingsvariant, tussen de 4,5 en 8 micro Tesla bedragen. Deze waarden zijn maxima, die optreden aan de zeebodem, uitgaande van een ingraafdiepte van de kabels van 1 meter. Zeezoogdieren en vissen die hoger in het water zwemmen, hebben te maken met een veel zwakker magnetisch signaal omdat de magnetische veldsterkte sterk afneemt met de afstand tot de kabels (figuur 10.8). Op 10 m afstand is er nog nauwelijks iets waarneembaar. De achtergrondwaarde van het aardmagnetisch veld in de Noordee (48-50 microTesla) is circa tienmaal hoger.

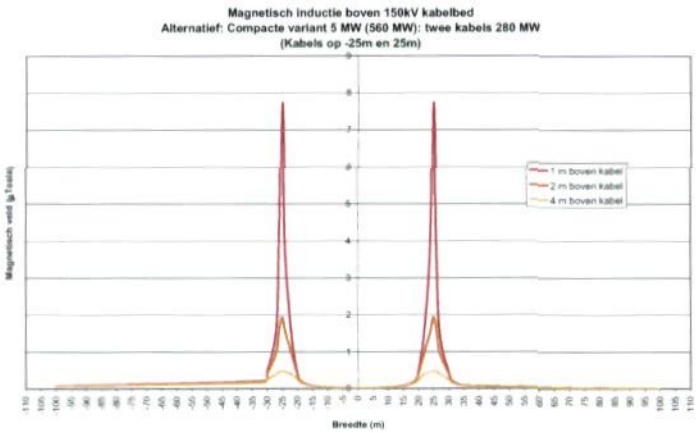
Opwarming zeebodem
Bij een maximale belasting zullen de elektriciteitskabels opwarmen tot circa 60 graden[7]. Hierdoor zal de zeebodem rondom de kabels warmer worden. Bij een diepteligging van 1 meter zal de bodem aan het oppervlak ongeveer 2 à 3 graden warmer worden. Bij een diepteligging van 3 meter bedraagt de opwarming aan het oppervlak minder dan één graad. Het effect hiervan op bodemleven is niet bekend. Gezien de beperkte opwarming van de zeebodem aan het oppervlak (afhankelijk van de diepteligging: 1 of 2 à 3 graden) en het zeer plaatselijke effect, wordt dit neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

[7] Berekend met het model: IEC60287-2 'ELECTRIC CABLES - CALCULATION OF THE CURRENT RATING' FORMULE 2.2.3.1.









Figuur 10.8 Magnetische inductie boven 150 kV kabelbed (varianten Katwijk).

Om deze reden wordt niet verwacht dat er effecten (barrièrewerking) optreden voor zeehonden. Zelfs voor walvisachtigen (inclusief Bruinvissen) ligt dit vermoedelijk niet anders, hoewel in een aantal studies een verband is gevonden tussen walvisstrandingen en de richting van het aardmagnetisch veld ter plaatse, waarbij locaties waar de veldlijnen dwars op de kust staan, een relatief hoge kans op strandingen lijken te hebben [Klinowska 1985, 1986]. Het lijkt echter uitgesloten dat de elektriciteitskabels een soortgelijke geleidingsbaan zouden kunnen vormen, vanwege de zeer geringe, tegen de achtergrond wegvallende veldsterkten. Zelfs als er voor deze dieren een meetbaar effect zou zijn aan de bodem, zullen ze de kabel makkelijk kunnen passeren door iets hoger in het water te gaan zwemmen. Het veronderstelde "geen effect" wordt ondersteund door het feit dat er zowel in de Noordzee als Waddenzee reeds vele hoogspanningkabels lopen en dat dit fenomeen daarvoor niet is opgemerkt. De huidige inschatting is, dat als de kabels circa een meter onder de grond liggen, aan het bodemoppervlak zo goed als niets meer van opgewekte velden te merken is en dat de veldsterkte in het niet valt bij het aardmagnetisch veld (cf. Elsam Engineering & EnergiI E2, 2005 en van Doeland, 2006).

Indien er toch een zeer klein magnetisch veld optreedt dan zal de invloed op het bestaande magnetisch veld zich vooral manifesteren direct in en op de bodem boven de kabels. Daarom mag verwacht worden dat bodemvissen de grootste kans maken hiervan invloed te ondervinden. Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zou de elektriciteitskabel tussen het windpark en de kust een zekere barrière kunnen vormen. Van de vissen in de Noordzee zijn haaien en roggen (kraakbeenvissen) het meest gevoelig voor elektrische en magnetische velden. Roggen en sommige soorten haaien, zoals de hondshaai, behoren tot de bodemvissen. Het is theoretisch mogelijk dat de oriëntatie en migratie van deze soorten door de geringe verandering in het magnetische veld worden beïnvloed. Ook roggen kunnen (tijdelijk) loskomen van de zeebodem en zo zelf de eventuele magnetische effecten ontwijken. Het is dan ook niet aannemelijk dat de oriëntatie en migratie van vissen en zeezoogdieren worden verstoord. Eventuele effecten worden dan ook niet verwacht (effectbeoordeling: 0).

Aanleg en verwijdering kabeltracé

Aard en oppervlak zandig substraat

Bij de aanleg van het kabeltracé zal tijdens het trenchen een zeer gering verlies van bodemfauna optreden. De effecten voor de bodemfauna zijn zeer lokaal en beperken zich tot hooguit enkele meters aan weerszijden van de elektriciteitskabels. Bij het herstel van de bodemfauna zullen in eerste instantie r-strategen domineren. Na enige tijd zullen ook soorten die gekarakteriseerd worden als niet mobiele k-strategen terugkeren. Daar waar dieren, die zich voeden met gesuspendeerd materiaal, tijdelijk selectief verdwijnen door een verhoogde resuspensie van sediment vertaalt dit zich in een daling van de IT-index (Infaunal Trophic index). In zijn algemeenheid is de huidige levensgemeenschap in de kustzone goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Na een grote, al dan niet natuurlijke, verstoring weten kleine dieren, zoals polychaete wormen en kreeftachtigen, zich vaak weer snel te herstellen door migratie en vestiging. Bij de meeste grotere schelpdieren duurt het in de regel enige jaren voordat een populatie weer haar oude status bereikt. Migratie vanuit de omgeving zal een belangrijke factor zijn bij het herstel van bodemleven na aanleg of verwijdering van de elektriciteitskabel.

Waterkwaliteit
Tijdens de aanleg en verwijdering van het kabeltracé naar de kust kan door het trenchen een extra vertroebeling van het water en mogelijk een verlaging van het zuurstofgehalte optreden. Tijdens onderhouds- en reparatiewerkzaamheden aan kabels zijn dergelijke effecten in minder mate ook te verwachten. De omvang van de vertroebeling, de mogelijke zuurstofafname in het water en het mogelijk vrijkomen van verontreinigingen (als gevolg van resuspensie), vanwege de aanleg van het kabeltracé, neemt toe met de lengte van de elektriciteitskabel. De gevolgen van de aanleg van het kabeltracé zullen het grootst zijn op plaatsen waar de natuurwaarden het grootst zijn. Dit is de zone tot 5 kilometer uit de kust. De vertroebeling is echter lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang (zie hoofdstuk 9). Het risico van hernieuwde beschikbaarheid van verontreinigingen (als gevolg van resuspensie) wordt bepaald door de concentratie en oplosbaarheid van deze stoffen.

De effecten worden, gezien de beperkte omvang en de duur van de effecten, neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Er is in de beoordeling geen onderscheid gemaakt tussen de varianten voor het kabeltracé (aansluiting in IJmuiden of Maasvlakte).

Onderhoud kabeltracé
Tijdens onderhoudswerkzaamheden of reparatiewerkzaamheden aan het kabeltracé (bijvoorbeeld controle diepteligging of herstel van een kabelbreuk) kan tijdelijk een extra vertroebeling van de waterkolom en mogelijk een verlaging van het zuurstofgehalte optreden. Door resuspensie van het aanwezige slib kunnen daaraan gebonden verontreinigingen opnieuw beschikbaar komen en opgenomen worden in de voedselketen.

De geluidproductie van onderhoudsvaartuigen langs het kabeltracé kan enige verstoring geven. Hierbij zal een lichte toename zijn van de scheepvaart. De verstoring is echter tijdelijk en beperkt van omvang en is verwaarloosbaar ten opzichte van de verstoring die optreedt als gevolg van het reguliere scheepvaartverkeer. De effecten van beide varianten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.5 Samenvatting effectbeschrijving

Uit de bovenstaande effectbeschrijving kan worden geconcludeerd dat er voor de meeste soorten (nagenoeg) geen effecten optreden en dat de inrichtingsvarianten niet/nauwelijks onderscheidend zijn. Ten aanzien van het criterium 'hard substraat' treedt een positief effect op door het creëren van extra vestigingsmogelijkheden voor levensvormen (voornamelijk macrobenthos) die afhankelijk zijn van hard substraat. Ten aanzien van het criterium 'onderwatergeluid en trillingen' is onvoldoende informatie beschikbaar; met name voor de zeezoogdieren is de reactie van de dieren op de activiteiten onvoldoende bekend. Nadere metingen in het kader van het MEP NSW zullen hier mogelijk meer inzicht over kunnen geven. Hoewel de effecten van aanleg en verwijdering van het windpark en kabeltracé klein zijn valt toch een rangschikking aan te brengen. De rangschikking hangt samen met de lengte aan parkbekabeling en de lengte van het kabeltracé naar de kust. De inrichtingsvariant met de kleinste lengte aan parkbekabeling (basisvariant 5 MW: 85 km) scoort hierbij iets beter dan de inrichtingsvariant met de grootste lengte aan parkbekabeling (compacte variant 3 MW: 188 km). Ook is het kabeltracé naar IJmuiden (48 km) iets langer dan het tracé naar de Maasvlakte (36 km). In de

effectbeoordeling zijn deze verschillen niet verder meegenomen (in alle varianten is het effect verwaarloosbaar). In tabel 10.12 zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé weergegeven.

Ten aanzien van bodemdieren kan binnen het windpark een zogenaamd refugium/oase ontstaan, doordat de (bodemberoerende) visserij uit het park geweerd zal worden. Hierdoor zal het bodemleven zich verder ongestoord kunnen ontwikkelen, een situatie die elders op het NCP door de voortdurende visserijdruk nauwelijks meer bestaat. Voor meer mobiele vormen van onderwaterleven, als vissen en zeezoogdieren zal dit effect, gezien de relatief kleine omvang van het park, niet of nauwelijks op kunnen treden. Als "beschermd gebied" is het Windpark Katwijk hiervoor eenvoudigweg te klein. Daar komt bij dat, voor zowel vis als voor zeezoogdieren, verwacht wordt dat ze geluidshinder van de werkende turbines zullen ondervinden, waardoor het gebied voor hen onaantrekkelijk wordt [Verboom 2005a en b].

Tabel 10.12 Effectbeoordeling onderwaterleven

Toetsingscriterium	Basisvariant (3MW)	Compacte variant (3MW)	Basisvariant (5MW)	Compacte variant (5MW)
effecten windpark				
gebruik windpark				
aard en oppervlak zandig substraat				
- effect op macrobenthos	0	0	0	0
- effect op (bodem)vissen	0	0	0	0
aard en oppervlak hard substraat				
- effect op macrobenthos	+	+	+	+
- effect op (bodem)vissen	0/+	0/+	0/+	0/+
- effect op zeezoogdieren	0/-	0/-	0/-	0/-
waterkwaliteit				
- effect op macrobenthos	0	0	0	0
- effect op (bodem)vissen	0	0	0	0
- effect op zeezoogdieren	0	0	0	0
stromingspatroon water				
- effect op macrobenthos	0	0	0	0
- effect op (bodem)vissen	0	0	0	0
onderwatergeluid en trillingen				
- effect op (bodem)vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
- effect op zeezoogdieren	0/-	0/-	0/-	0/-
aanleg en verwijdering windpark				
substraat	0	0	0	0
waterkwaliteit	0	0	0	0
onderwatergeluid en trillingen				
- effect op (bodem)vissen	0/-	0/-	0/-	0/-
- effect op zeezoogdieren	-	-	-	-
onderhoud windpark				
onderwatergeluid en trillingen				
- effect op (bodem)vissen	0	0	0	0
- effect op zeezoogdieren	0	0	0	0
effecten kabeltracé				
gebruik kabeltracé				
- elektrische en magnetische velden	0	0	0	0
aanleg en verwijdering kabeltracé	0	0	0	0
onderhoud kabeltracé	0	0	0	0

10.6 Mitigerende maatregelen

Bij de beschrijving van mitigerende maatregelen worden alleen maatregelen beschreven die tijdens de aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark kunnen worden toegepast. Vooralsnog zijn geen mitigerende maatregelen bekend die tijdens het gebruik van het windpark zouden kunnen worden toegepast. Echter, deze mitigerende maatregelen zijn, gezien de beperkte omvang van de effecten tijdens het gebruik, minder relevant.

Aanleg, onderhoud en verwijdering
Bij de aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark kunnen negatieve effecten optreden. Deze effecten hangen vooral samen met het optreden van verstoring door onderwatergeluid, welke het sterkst is tijdens het heien. De soorten die het meest te duchten hebben van onderwatergeluid zijn vissen en zoogdieren, en mogelijk bepaalde soorten zeevogels. Om de effecten van onderwatergeluid voor vissen, zeehonden, Bruinvissen en onder water duikende zeevogels te beperken, dan wel ongedaan te maken, zal tijdens de bouw- en verwijderingsfase bij het heien een geluidsignaal worden uitgezonden om zeezoogdieren uit het gebied te verjagen. Doel hiervan is dat zeezoogdieren tijdig het gebied verlaten waardoor ze geen gehoorbeschadiging oplopen. Voor het tijdelijk verjagen van zeezoogdieren zal een zogenaamde pinger[8] (akoestische afschrikmiddel) worden gebruikt. Een dergelijke pinger zal ook bij de bouw van het NSW worden toegepast, zodat wanneer het park Katwijk gebouwd zal worden, ervaring met deze pinger zal zijn opgedaan. Wanneer het heien eenmaal plaatsvindt, zullen naar verwachting geen dieren meer vanuit de omgeving naar het windpark toe zwemmen. Hier zal ook blijken of de pinger meteen op volle sterkte aan kan worden gezet, of dat dit via een zogenaamde ramp-up procedure dient te gebeuren: relatief zachtjes beginnen om eventueel aanwezige dieren niet met de pinger doof te maken. Ook het geleidelijk opstarten van de werkzaamheden biedt vissen en zeezoogdieren de gelegenheid om het gebied te verlaten, eventuele gehoorbeschadiging wordt hierdoor voorkomen.

Een tweede mogelijkheid voor mitigatie is het inzetten van gekwalificeerde waarnemers (conform de richtlijnen voor seismiek die in het Verenigd Koninkrijk gelden [JNCC, 2004]. De waarnemer moet dan ter plaatse, voorafgaand aan de eerste klappen (bij iedere paal) vast stellen of er Bruinvissen (of zeehonden) in de nabijheid zijn. Dit kan zowel visueel als akoestisch gebeuren en gezien de moeilijke detecteerbaarheid van Bruinvissen middels zichtwaarnemingen verdient het laatste ook aanbeveling. Indien Bruinvissen aanwezig zouden zijn dient het heien te worden uitgesteld totdat deze dieren zijn verdwenen, hetzij doordat ze zelf weg zwemmen hetzij doordat ze actief verjaagd worden.

Een derde mogelijkheid is de toepassing van bellengordijnen ("bubble curtains"). Deze worden aan de bodem in dichte stromen losgelaten, vlak rond de te heien paal. Ze omsluiten door op te stijgen de hele paal en daarmee ook het hiervan uitstralende geluid significant. Met deze methode van geluidreductie is in de VS en Canada veel ervaring opgedaan en dit aspect verdient, voorafgaand aan de bouw van toekomstige windparken, een nadere studie voor toepassing in Nederland.

[8] In het rapport 'Effectiviteit van akoestische afschrikmiddelen (pingers)' [Franse, 2005] wordt ingegaan op de werking en mogelijke bijwerkingen van pingers.

Een vierde mogelijkheid voor mitigatie is om niet te heien in het seizoen dat er maximale aantallen Bruinvissen in de Zuidelijke Bocht aanwezig zijn [David 2005]. Informatie over het voorkomen in het offshore gedeelte van het NCP is nog verre van compleet, maar de seizoenspatronen aan de kust [Camphuysen 2006] laten zien dat de aantallen hier van november tot en met april het hoogst zijn. Als kan worden vastgesteld dat dit ook geldt voor de offshore zone van de Zuidelijke Bocht, zou met de bouw gestart kunnen worden vanaf 1 mei.

Tenslotte kan nog veel worden gewonnen door goed aanvullend onderzoek. In de VS en Canada is bijvoorbeeld veel gewerkt met in kooitjes opgesloten vissen, die op verschillende afstanden tot de heipaal in zee werden gehangen. Op deze wijze kan eenvoudigweg worden vastgesteld hoe groot het effect van het heien daadwerkelijk is (op vis), zonder dat moet worden teruggegrepen op theoretische beschouwingen en extrapolaties vanuit andere situaties.