



MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

# Milieueffectrapport Offshore Windpark Q4-WP

Oktober 2008

E-Connection Project BV  
Eco-kantoor  
Postbus 101  
3980 CC Bunnik

tel: 030 - 659 8000  
fax: 030 - 659 8001

e-mail: [info@e-connection.nl](mailto:info@e-connection.nl)  
website: [www.e-connection.nl](http://www.e-connection.nl)

P96/ Oktober 2008

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	M.e.r.-plicht, voorgenomen activiteit en te nemen besluit	2
1.3	Initiatiefnemer en bevoegd gezag	4
1.4	M.e.r.-procedure	5
1.5	Leeswijzer	8
<b>2</b>	<b>Probleem- en doelstelling</b>	<b>9</b>
2.1	Probleem- en doelstelling	9
2.2	Bijdrage offshore Windpark Q4-WP aan doelstellingen	9
<b>3</b>	<b>Beleidskader</b>	<b>11</b>
3.1	Beleid	11
3.2	Te nemen besluiten	19
<b>4</b>	<b>Voorgenomen activiteit en varianten</b>	<b>21</b>
4.1	Voorgenomen activiteit	21
4.1.1	Windturbines	27
4.2	Varianten	29
4.2.1	Type windturbine	29
4.2.2	De opstelling van de windturbines en inrichting van het windpark	30
4.2.2.1	Varianten op de 3 MW basisvariant	30
4.2.2.2	Overige inrichtingsaspecten van het windpark	34
4.3	Potentiële aanlandingspunten en kabeltracés	40
4.3.1	Potentiële aansluitpunten	40
4.3.2	Beschrijving kabeltracés van offshore windpark naar aanlandingspunt	43
4.3.3	Beschrijving kabeltracé van aanlandingspunt naar aansluitpunt	44
4.3.4	Afweging aanlanding	47
4.4	Kabeltracé algemeen	47
4.4.1	“Stopcontact op zee”	47
4.4.2	Afname kabellengte	49
4.4.3	Bundeling van kabels	49
4.4.4	Kabeltracé naar de kust	49
4.4.5	Kruising met bestaande kabels en leidingen	50
4.5	Aanleg windpark	51
4.5.1	Materieel en planning	51
4.5.2	Fasen bij aanleg windpark	52
4.5.3	Aanleg zeekabels	55
4.5.4	Geluid en verlichting tijdens de aanleg	56
4.5.5	Planning	57
4.5.6	Exploitatie en beheer	57
4.5.7	Verwijdering	60
4.6	Effecten kabeltracé op land	61
4.6.1	Huidige situatie	61
4.6.2	Effectbeschrijving	61
4.6.3	Mitigerende maatregelen	62
4.7	Het Meest Milieuvriendelijke Alternatief	63
4.8	Het Nulalternatief	63

4.9	Beschrijving huidige situatie, autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, milieueffecten en mitigerende maatregelen	63
<b>5</b>	<b>Effectvergelijking en MMA</b>	<b>66</b>
5.1	Inleiding	66
5.2	Effectvergelijking	66
5.2.1	Vergelijking van de inrichtingsvarianten voor het windpark	66
5.2.2	Vergelijking van de varianten voor het kabeltracé	78
5.3	Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)	78
5.3.1	De inrichtingsvarianten van het windpark	78
5.3.2	De varianten voor het kabeltracé	82
5.4	Mitigerende en compenserende maatregelen	82
5.4.1	Mitigerende maatregelen	82
5.4.2	Compenserende maatregelen	92
5.5	Samenvattende tabellen voor vergelijking van alternatieven (Tabel 4 uit de Richtlijnen)	93
<b>6</b>	<b>Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma</b>	<b>100</b>
6.1	Inleiding	100
6.2	Leemten in kennis	100
6.2.1	Inleiding	100
6.2.2	Vogels	100
6.2.3	Onderwaterleven	101
6.2.4	Morfologie en hydrologie	103
6.2.5	Scheepvaartveiligheid	103
6.2.6	Cumulatieve effecten	103
6.2.7	Betekenis voor het te nemen besluit	104
6.3	Aanzet Monitoring- en Evaluatie Programma	104
6.3.1	Inleiding	104
6.3.2	Algemene opzet Monitoring- en Evaluatie Programma (MEP)	105
6.3.3	Energieopbrengst	105
6.3.4	Vogels	105
6.3.5	Onderwaterleven	106
6.3.6	Radar	106
6.3.7	Scheepvaartveiligheid	107
<b>7</b>	<b>Vogels</b>	<b>108</b>
7.1	Inleiding	108
7.2	Huidige situatie	110
7.2.1	Beschermde gebieden	111
7.2.2	Soortbesprekingen	112
7.2.3	Broedvogels	112
7.2.4	Niet-broedvogels	116
7.2.5	Trekvogels	120
7.2.6	Trekroutes	121
7.2.7	Vliegbewegingen inclusief trek	125
7.3	Autonome ontwikkeling	128
7.4	Effectbeschrijving	128
7.4.1	Aanvaringsslachtoffers	129
7.4.2	Barrièrewerking	145
7.4.3	Verlies foerageer-, rust en ruigebied door verstoring	146

7.5	Effecten van aanleg en verwijdering	150
7.6	Effecten van inrichting	150
7.7	Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	152
7.8	Mitigerende maatregelen	153
<b>8</b>	<b>Landschap</b>	<b>156</b>
8.1	Inleiding	156
8.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	156
8.3	Toetsingscriteria	157
8.4	Effectbeschrijving	159
	8.4.1 Effecten van de inrichting	160
	8.4.2 Effecten van aanleg en verwijdering	161
	8.4.3 Effecten van onderhoud	161
	8.4.4 Effecten van het kabeltracé naar de kust	161
8.5	Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	162
8.6	Mitigerende maatregelen	162
<b>9</b>	<b>Morfologie en hydrologie</b>	<b>163</b>
9.1	Inleiding	163
9.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	163
9.3	Toetsingscriteria	166
9.4	Effectbeschrijving	168
	9.4.1 Algemeen	168
	9.4.2 Effecten van de inrichting	168
	9.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering	171
	9.4.4 Effecten van het onderhoud	172
	9.4.5 Effecten van het kabeltracé naar de kust	172
9.5	Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	173
9.6	Mitigerende maatregelen	173
<b>10</b>	<b>Onderwaterleven</b>	<b>174</b>
10.1	Inleiding	174
10.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	174
	10.2.1 Bodemfauna	175
	10.2.2 Vissen	178
	10.2.3 Zeezoogdieren	182
	10.2.4 Onderwatergeluid	189
	10.2.5 Samenvatting en conclusie huidige situatie en autonome ontwikkeling	191
10.3	Effectbeschrijving van het windpark per fase	192
	10.3.1 Inleiding	192
	10.3.2 Effecten van aanleg en verwijdering	193
	10.3.3 Effecten van exploitatie en onderhoud	199
10.4	Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	206
	10.4.1 Effecten per fase	206
	10.4.2 Effecten op de diverse levensvormen	207
10.5	Mitigerende maatregelen	210
<b>11</b>	<b>Scheepvaartveiligheid</b>	<b>213</b>
11.1	Aanpak scheepvaartveiligheid	213
11.2	Doelstellingen	213
11.3	Werkwijze	214



11.3.1 SAMSON	214
11.3.2 Effect van het windpark	215
11.3.3 Model invoer en uitgangspunten	216
11.3.3.1 Verkeer	216
11.3.3.2 Gebruikte modellen	218
11.3.4 Gevolgschade	219
11.3.4.1 Schade aan windturbine en schip	219
11.3.4.2 Milieuschade	221
11.3.4.3 Bepalen persoonlijk letsel	222
11.3.5 Effecten voor de scheepvaart	223
11.4 Effectbeschrijving	224
11.4.1 Locatie en inrichtingsvarianten	224
11.4.2 Aanvaar/aandrijf frequenties	226
11.4.3 Gevolgschade	228
11.4.3.1 Schade aan het schip	228
11.4.3.2 Schade aan de windturbines	228
11.4.3.3 Milieuschade	228
11.4.3.4 Persoonlijk letsel	230
11.4.4 Effecten voor de scheepvaart	230
11.4.5 Het effect van het werkverkeer op het risico	231
11.4.5.1 Aanleg	231
11.4.5.2 Onderhoud	232
11.4.5.3 Verwijdering	232
11.4.6 Radardekking van de Nederlandse havens	232
11.4.7 Kruisende scheepvaart	232
11.4.7.1 Vergelijking opstellingen voor de varianten	232
11.4.8 Extra aanvaringen door zichtbelemmering	242
11.5 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	243
11.6 Mitigerende maatregelen	245
11.6.1 Gebruik van AIS	245
11.6.2 Inzet van De Waker	245
11.6.3 Mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer	246
<b>12 Straalpaden, radar en vliegverkeer</b>	<b>248</b>
12.1 Inleiding	248
12.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling	248
12.2.1 Straalpaden	248
12.2.2 Radar	249
12.2.3 Vliegverkeer	250
12.3 Effectbeschrijving	254
12.3.1 Straalpaden	254
12.3.2 Radar	255
12.3.3 Vliegverkeer	255
12.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	256
12.5 Mitigerende maatregelen	256
<b>13 Andere gebruiksfuncties</b>	<b>258</b>
13.1 Inleiding	258
13.2 Visserij	258
13.2.1.Huidige situatie en autonome ontwikkeling	259
13.2.2 Effecten van de inrichting	262

13.2.3 Effecten van aanleg en verwijdering	262
13.2.4 Effecten van het kabeltracé naar de kust	262
13.3 Militaire gebieden	263
13.4 Olie- en gaswinning	263
13.5 Zand-, grind- en schelpenwinning	266
13.6 Baggerstort	266
13.7 Kabels en leidingen	266
13.8 Recreatie	267
13.9 Cultuurhistorie en archeologie	268
13.10 Mosselzaadinvanginstallaties	268
13.11 Overige ontwikkelingen in zee	269
13.12 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	270
13.13 Mitigerende maatregelen	270
<b>14 Energieopbrengst en vermeden emissies</b>	<b>271</b>
14.1 Inleiding	271
14.2 Energieopbrengst	271
14.3 Vermeden emissies	274
14.4 Toetsing aan beleidsdoelstellingen ten aanzien van duurzame energie	275
14.5 Duurzaamheid en energiebalans	276
<b>15 Cumulatieve effecten</b>	<b>279</b>
15.1 Inleiding	279
15.2 De scenario's en hun locaties	280
15.3 Gebundeld scenario	287
15.3.1 Vogels	287
15.3.2 Zeezoogdieren	296
15.3.3 Vissen	297
15.3.4 Benthos	298
15.3.5 Overige effecten natuur en milieu	299
15.3.6 Geomorfologie	299
15.3.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	300
15.4 Versnipperd scenario	301
15.4.1 Vogels	301
15.4.2 Zeezoogdieren	309
15.4.3 Vissen	310
15.4.4 Benthos	310
15.4.5 Overige effecten natuur en milieu	310
15.4.6 Geomorfologie	311
15.4.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	311
15.5 Scheepvaartveiligheid	313
15.5.1 Inleiding	313
15.5.2 Minimumvariant	315
15.5.3 Maximumvariant	318
15.5.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving	321
<b>16 Samenvatting effecten en toetsing aan natuurwetgeving</b>	<b>323</b>
16.1 Inleiding	323
16.2 Natuurbeschermingswet 1998	324
16.2.1 Inleiding	324
16.2.2 Werkingssfeer	324

16.2.3 Habitats en soorten	327
16.2.4 Het toetsingskader	327
16.2.5 Toetsing van de effecten	328
16.3 Flora- en faunawet	339
16.4 Nota Ruimte en IBN 2015	339
16.4.1 Inleiding	339
16.4.2 Werkingssfeer	339
16.4.3 Het toetsingskader	339
16.4.4 Toetsing van de effecten	342
16.5 OSPAR-verdrag 1992	343
16.5.1 Inleiding	343
16.5.2 Werkingssfeer	343
16.5.3 Het toetsingskader	343
16.5.4 Toetsing van de effecten	344
16.6 Onzekerheden bij interpretatie	344
16.7 Conclusie toetsing van de effecten	345
16.8 Samenvatting overige effecten	345

### **Bijlagen**

Bijlage 1	Geluidscontouren
Bijlage 2	Trekroutes
Bijlage 3	Toelichting effecten elektriciteitskabels
Bijlage 4	Toelichting onderwatergeluid offshore windturbines
Bijlage 5	Scheepvaartveiligheid

### **Literatuurlijst**

### **Lijst van begrippen en afkortingen**

# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding

Een van de doelstellingen van het nationale en internationale milieubeleid is het beperken van de uitstoot van broeikasgassen, waarvan CO<sub>2</sub> de belangrijkste is. Met de ondertekening van het verdrag van Kyoto [Kyoto, 1997] heeft de EU zich verplicht tot een emissiereductie van 8% in de periode 2008 tot 2012 ten opzichte van 1990. De Nederlandse bijdrage aan deze doelstelling is vastgelegd in de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid [VROM, 1999] en bedraagt een reductie van 6% in de periode 2008-2012 ten opzicht van 1990. Dit komt neer op een reductie van 50 megaton per jaar, hiervan dient 50% gerealiseerd te worden binnen Nederland. In de Evaluatienota Klimaatbeleid [VROM *et al.*, 2005a] is deze doelstelling inmiddels bijgesteld tot 40 megaton per jaar, ook hiervan dient 50% binnen Nederland gerealiseerd te worden. In het verlengde van het verdrag van Kyoto [Kyoto, 1997] heeft het kabinet in opeenvolgende beleidsnota's doelstellingen geformuleerd om duurzame energie in te zetten als instrument om de CO<sub>2</sub>-emissie te reduceren. Zo is in de Derde Energienota [EZ, 1996] vastgelegd dat in 2020 duurzame energie een bijdrage van 10% moet leveren aan de totale energievoorziening. Conform de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid [VROM, 1999] zal dit aandeel na 2020 verder moeten stijgen. In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid is nog een tweede reden genoemd om duurzame energie in te zetten. Dit is de wens om de kwetsbaarheid van de Nederlandse energievoorziening te beperken door deze minder afhankelijk te maken van fossiele brandstoffen.

In 2006 heeft de regering nieuw beleid ingezet met als doel 20% van het energiegebruik in 2020 te voorzien uit duurzame energiebronnen. Een belangrijke bijdrage aan deze doelstelling moet komen van offshore windenergie.

### ***Stimulering offshore windenergie***

Windenergie biedt, naast andere bronnen van duurzame energie, de mogelijkheid om beide doelen te dienen. Voor 2020 is de doelstelling geformuleerd om in totaal tenminste 10.000 MW geïnstalleerd windturbinevermogen te realiseren, waarvan tenminste 4.000 MW op land en 6.000 MW op zee. In de Nota Ruimte [VROM *et al.*, 2005a] is deze doelstelling voor windparken op de Noordzee in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) vastgesteld op 6.000 MW in 2020. Realisatie van deze windparken geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang [VROM *et al.*, 2005a]. Nut en noodzaak van nieuwe offshore windparken is daarmee voldoende aangetoond. In de EEZ is de bouw van windparken in beginsel toegestaan buiten de volgende specifieke uitsluitingsgebieden: de in de mijnbouwregeling vastgelegde scheepvaartroutes en clearways, aanloop- en ankergebieden, defensie restrictiegebieden en de reserveringsgebieden voor de winning van beton- en metselzand.

Om de doelstellingen voor wind op zee te helpen realiseren zijn de Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken [V&W, 2004a] in de exclusieve economische zone (hierna 'Wbr beleidsregels') op 31 december 2004 van kracht geworden. Deze beleidsregels reguleren de vergunningverlening en daarmee de komst van windparken op zee. Het voorheen geldende moratorium van windparken op zee buiten de 12-mijlszone is met de inwerkingtreding van deze Wbr beleidsregels opgeheven. In de Wbr beleidsregels is bepaald dat slechts Wbr-vergunningen zullen worden verleend voor windparken die een gebied beslaan dat kleiner of gelijk is aan 50 km<sup>2</sup>.

### ***Kabinetsbeleid***

Het opheffen van het moratorium van windparken op zee maakt onderdeel uit van een pakket maatregelen waarmee het Kabinet de ontwikkeling van windenergie op zee wil stimuleren. Windenergie is binnen het klimaatbeleid en het beleid voor duurzame energie een onvermijdelijke energieoptie. Nederland heeft zich in EU-verband gecommitteerd aan de doelstelling van 9% duurzaam elektriciteitsverbruik in 2010 (EU richtlijn Duurzame Energie 2001/77/EG). Om dit te bereiken is de inzet van wind en biomassa nodig. Zonder windparken op zee wordt deze doelstelling waarschijnlijk niet gehaald. Voor 2010 denkt het Kabinet aan circa 700 MW aan wind op zee. Hiervan is reeds 228 MW (Near Shore Windpark en Offshore Windpark Q7-WP) in exploitatie. Of doorgroei tot 6.000 MW in 2020 (het in Nota Ruimte (2005) aangegeven streefdoel) mogelijk is hangt af van:

- de investeringsbereidheid van marktpartijen;
- de mate waarin de noodzakelijke kostendaling wordt bereikt;
- het vinden van adequate oplossingen voor de technische inpassing van windenergie in het elektriciteitsnet;
- de ecologische inpasbaarheid.

(Bron: brief 'Regelgeving vestiging windturbines op zee' van Minister Brinkhorst aan de Tweede Kamer d.d. 12 oktober 2004)

In deze brief geeft het Kabinet verder aan dat 'het van belang is om de ontwikkeling van wind op zee niet langer op te houden en aldus de EEZ weer open te stellen voor vergunningaanvragen. Niet alleen vanwege het belang van de doelstellingen, maar ook om concrete ervaringen op te kunnen doen die het innovatieproces kunnen voeden. Kostenreducties komen niet alleen vanuit de studeerkamer maar ook door het opdoen van concrete praktijkervaringen. Implementatie zorgt voor innovatie.'

### ***Voornemen initiatiefnemers***

E-Connection heeft het voornemen om samen met haar partners op zee circa 24 km uit de kust ter hoogte van Egmond aan Zee een offshore windpark te realiseren en exploiteren. Met de realisatie van het windpark wordt invulling gegeven aan de doelstellingen van de overheid ten aanzien van duurzame energie. Voordat met de bouw kan worden begonnen dient eerst een Wbr-vergunning te worden aangevraagd. Ten behoeve van de besluitvorming over de aanvraag van de Wbr-vergunning wordt de procedure voor de milieueffectrapportage doorlopen. E-Connection heeft reeds kennis en ervaring opgedaan bij de ontwikkeling en vergunningverlening van Offshore Windpark Q7-WP. Bij de ontwikkeling van offshore windpark Q4-WP wordt voortgebouwd op deze kennis en ervaring en tevens op de beschikbare informatie afkomstig van het NSW project.

NB: Het Near Shore Windpark wordt tegenwoordig Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) genoemd. In dit MER wordt de oorspronkelijke naam aangehouden.

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

### ***M.e.r. -plicht***

Om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming over de vergunning, dient een milieueffectrapport (MER) te worden opgesteld. Dit MER dient ter onderbouwing van de vergunningaanvraag Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

Omdat de realisatie van offshore windparken plaatsvindt om dwingende redenen van groot openbaar belang [VROM *et al.*, 2005a] is de nut en noodzaak van offshore windparken afdoende aangetoond. In het MER wordt daarom niet uitgebreid ingegaan op nut en noodzaak van offshore windparken. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat stelt zich op het standpunt dat volstaan kan worden met een MER voor de inrichting van het windpark.

Dit houdt in dat in het MER alleen wordt ingegaan op de effecten van het voornemen en de inrichtingsvarianten. Een locatieafweging is daarmee niet aan de orde. In het MER (zie hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit en varianten) wordt wel onderbouwd waarom voor deze locatie is gekozen.

### ***Voorgenomen activiteit***

Het voornemen betreft de realisatie van een offshore windpark op 24 km uit de kust ter hoogte van Egmond aan Zee (zie figuur 1.1). Het windpark ligt in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) en heeft een oppervlak van circa 20 km<sup>2</sup>. De op te wekken elektriciteit zal, na spanningstransformatie door middel van een transformatorstation, via elektriciteitskabels in de zeebodem naar het vaste land worden getransporteerd. De aanlanding van de elektriciteitskabels zal plaatsvinden bij IJmuiden of Noordwijk. Vanaf dat punt worden de kabels ondergronds aangelegd naar het aansluitpunt met het landelijk hoogspanningsnet. Het windpark heeft een gebruiksduur van 20 jaar. Na afloop van de gebruikperiode zal het windpark worden verwijderd.

De coördinaten van het windpark zijn weergegeven in de onderstaande tabel in UTM ED50.

**Tabel 1.1**      ***Coördinaten windpark Q4-WP***

WTG	COÖRDINATEN UTM (ED50)	
	OOST	NOORD
1	583.838	5.841.860
2	584.150	5.841.211
3	584.462	5.840.562
4	584.774	5.839.913
5	585.086	5.839.264
6	585.398	5.838.615
7	585.710	5.837.966
8	583.432	5.841.265
9	583.744	5.840.616
10	584.056	5.839.967
11	584.368	5.839.318
12	584.680	5.838.669
13	584.992	5.838.021
14	583.338	5.840.021
15	583.650	5.839.373
16	583.962	5.838.724
17	584.274	5.838.075
18	584.586	5.837.426
19	583.244	5.838.778
20	583.556	5.838.129
21	583.868	5.837.480
22	582.838	5.838.183
23	583.150	5.837.534
24	582.744	5.836.940
25	587.095	5.834.284
26	586.379	5.834.205
27	585.664	5.834.125
28	584.948	5.834.046
29	584.400	5.834.513

30	585.953	5.834.785
31	585.237	5.834.705
32	585.526	5.835.365
33	586.850	5.834.961
34	586.606	5.835.638
35	583.830	5.834.998
36	583.409	5.835.582
37	582.989	5.836.167
38	584.060	5.835.890
39	586.285	5.836.526
40	586.040	5.837.204
OHVS	584.633	5.838.048
Buitengrens		
1	583.838	5.841.860
2	583.432	5.841.265
3	583.744	5.840.616
4	583.338	5.840.021
5	583.650	5.839.373
6	582.838	5.838.183
7	583.150	5.837.534
8	582.744	5.836.940
9	582.989	5.836.167
10	583.830	5.834.998
11	584.948	5.834.046
12	587.095	5.834.284
13	586.040	5.837.204
14	585.710	5.837.966

### ***Te nemen besluit***

Het besluit waarvoor het MER wordt opgesteld is de vergunningverlening in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

### **1.3 Initiatiefnemer en Bevoegd Gezag**

#### ***Initiatiefnemer***

De initiatiefnemer van het voornemen is E-Connection Offshore BV  
 Postbus 101  
 3980 CC Bunnik  
 Tel: 030 – 659.80.00  
 Fax: 030 – 659.80.01

#### ***Bevoegd gezag***

Het Bevoegd Gezag voor de Wbr-vergunning is de Minister van Verkeer en Waterstaat. De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt vertegenwoordigd door Rijkswaterstaat Noordzee.  
 Postbus 5807  
 2280 HV Rijswijk  
 Tel: 070 – 336.66.00  
 Fax: 070 – 390.06.91

#### **1.4 M.e.r .-procedure**

Onder toepassing van artikel 7.16 Wm wordt voor de beoordeling van de aanvaardbaarheid van het MER Offshore Windpark Q4-WP door het Bevoegd Gezag, i.c. Rijkswaterstaat Noordzee, de procedure ex paragraaf 7.6 Wm gevolgd.

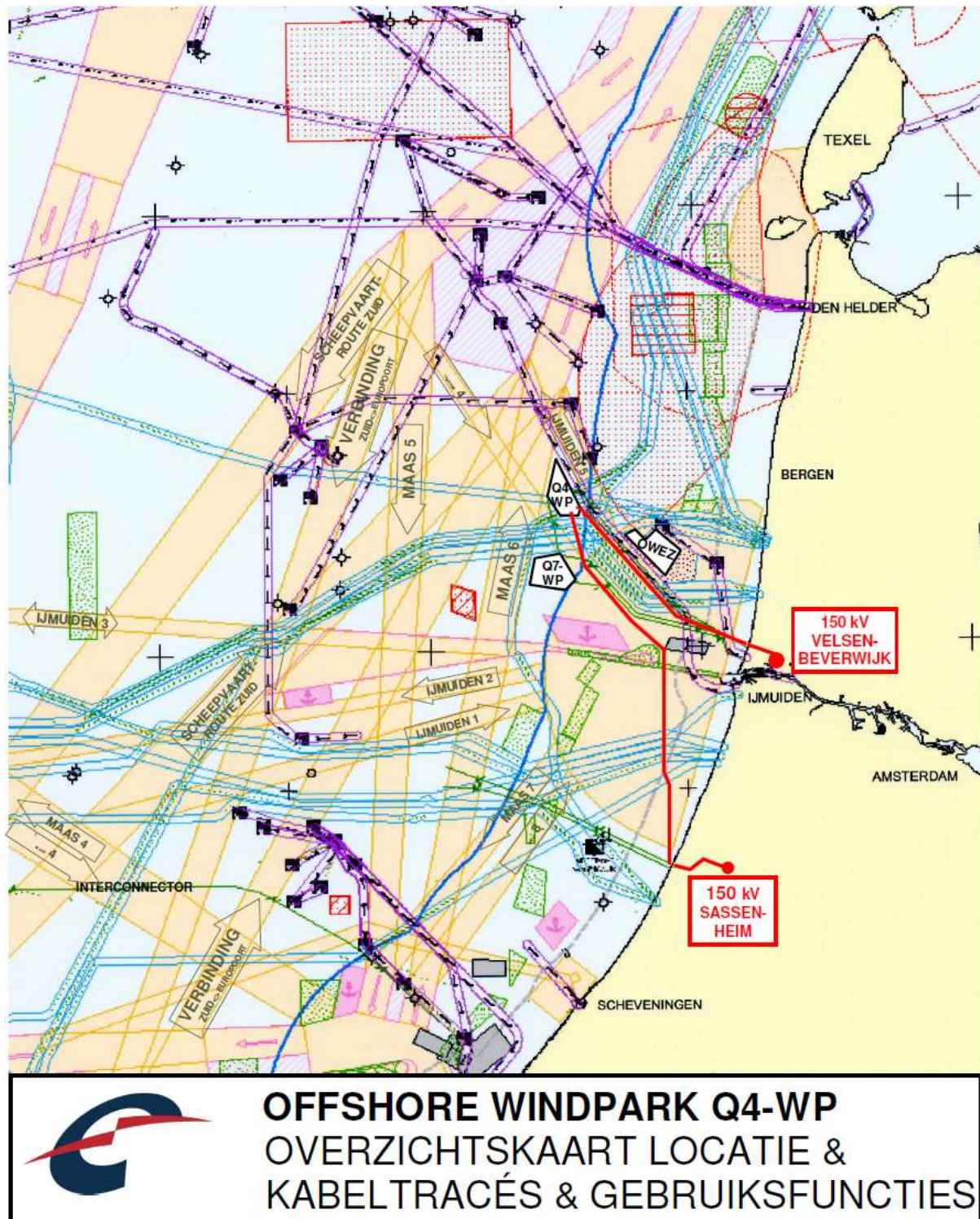
De Richtlijnen voor het MER zijn op 8 augustus 2000 door Rijkswaterstaat Noordzee, mede op basis van de ontvangen reacties en de adviezen van de wettelijke adviseurs en het advies voor de richtlijnen van de C-m.e.r., de richtlijnen [V&W, 2000a] vastgesteld. Vervolgens is het milieueffectrapport opgesteld. Dit rapport wordt gevoegd bij de vergunningaanvraag en vormt een belangrijk document voor de beoordeling van de vergunningaanvraag. Rijkswaterstaat Noordzee zal dit milieueffectrapport beoordelen op aanvaardbaarheid.

Hierbij dient antwoord te worden gegeven op de volgende vragen:

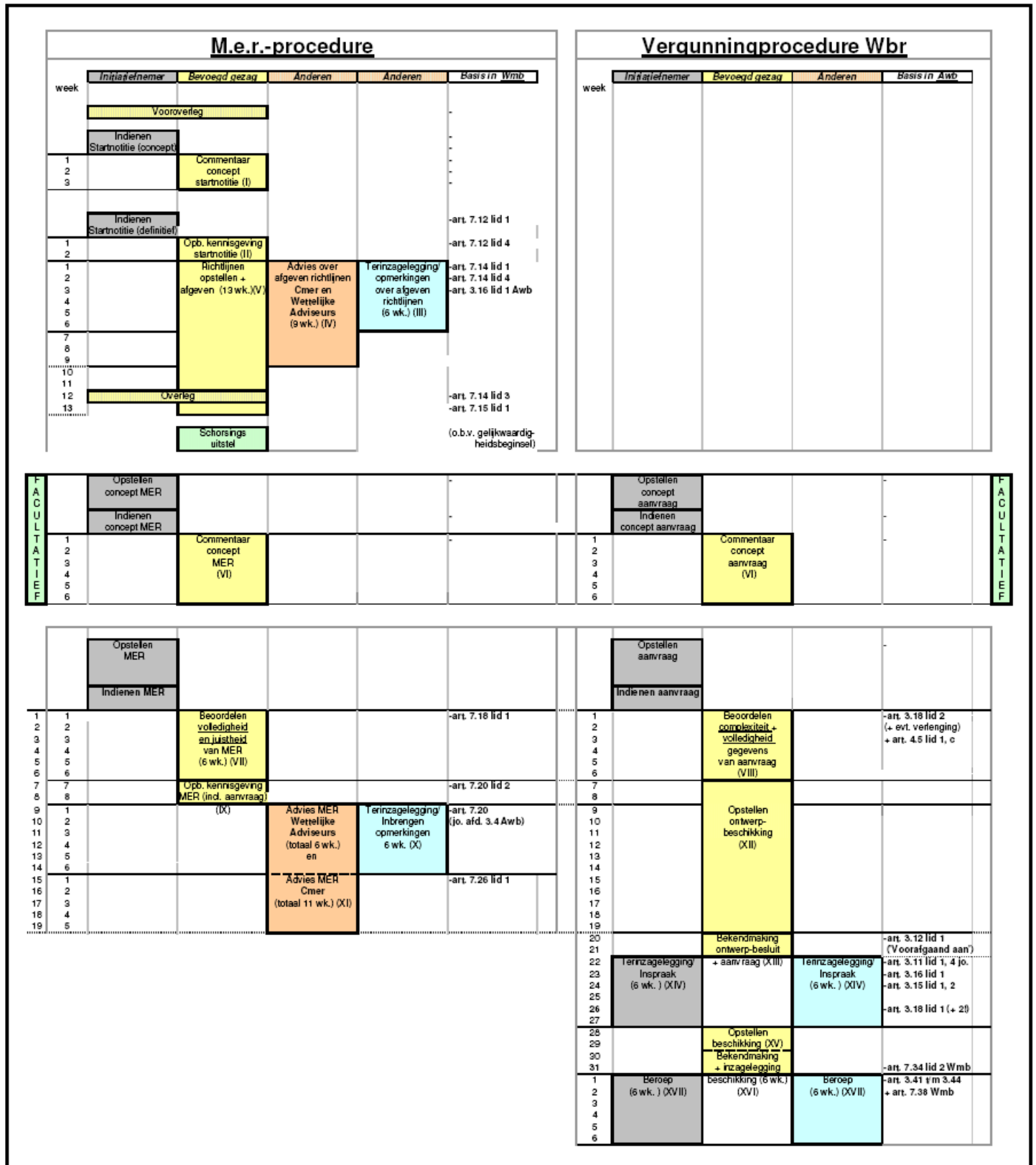
- voldoet het rapport aan de wettelijke eisen;
- voldoet het rapport aan de vastgestelde richtlijnen;
- bevat het rapport geen onjuistheden.

Na beoordeling en aanvaarding van het milieueffectrapport door Rijkswaterstaat Noordzee kan de inspraakprocedure worden ingegaan. De mogelijkheid tot inspraak wordt bekend gemaakt volgens de daartoe in de wet opgenomen voorschriften. In dat kader wordt een openbare hoorzitting georganiseerd waar insprekers hun opmerkingen mondeling kunnen toelichten. Tevens wordt door Rijkswaterstaat Noordzee een exemplaar van het milieueffectrapport naar de C-m.e.r. en de overige wettelijke adviseurs gestuurd. Het milieueffectrapport wordt door de C-m.e.r. getoetst op de wettelijke eisen, juistheid en volledigheid. Bij de beoordeling worden de binnengekomen inspraakreacties betrokken. Als uitgangspunt voor de toetsing geldt dat het milieueffectrapport voldoende gegevens moet bevatten om tot besluitvorming met betrekking tot de vergunningverlening (Wbr) over te kunnen gaan. Het eindoordeel van de C-m.e.r. wordt, nadat dit is besproken met het Bevoegd Gezag, vastgelegd in een toetsingsadvies.



**Figuur 1.1** Ligging offshore Windpark Q4-WP

Figuur 1.2 Overzichtprocedure m.e.r.-procedure en Wbr-vergunning



## 1.5 Leeswijzer

Het belangrijkste doel van dit MER is om de milieueffecten van het windpark weer te geven. Hiertoe worden de milieueffecten van verschillende inrichtingsvarianten beschreven en onderling vergeleken.

Hoofdstuk 1 is een inleidend hoofdstuk. Hier wordt ingegaan op de aanleiding, de voorgenomen activiteit (het windpark) en de m.e.r.-procedure. Ook wordt aangegeven wie de initiatiefnemer en het Bevoegd Gezag zijn. Vervolgens wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de probleem- en doelstelling. Hierbij wordt ook ingegaan op de bijdrage die het windpark kan leveren aan de realisatie van de doelstellingen ten aanzien van duurzame energie. Het vigerende beleidskader en de te nemen besluiten komen in hoofdstuk 3 aan de orde. In hoofdstuk 4 wordt uitgebreid ingegaan op de voorgenomen activiteit en de te onderzoeken varianten. Bij de voorgenomen activiteit wordt ingegaan op de onderdelen van het windpark, de aanleg van het windpark, de exploitatie en het beheer van het windpark en de verwijdering van het windpark. Bij de inrichtingsvarianten wordt gekeken naar de configuratie van het windpark, type windturbine en ashoogte.

De effectvergelijking en de ontwikkeling van het meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) vindt plaats in hoofdstuk 5. Bij de effectvergelijking worden de effecten van de inrichtingsvarianten (hoofdstukken 7 t/m 16) met elkaar vergeleken en wordt aangegeven welke inrichtingsvariant vanuit milieuoogpunt de voorkeur verdient. Het MMA wordt samengesteld aan de hand van de onderzochte varianten en eventuele mitigerende maatregelen. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de geconstateerde leemten in kennis en het evaluatieprogramma.

Vanaf hoofdstuk 7 van het MER worden de milieuaspecten per hoofdstuk beschreven. Achtereenvolgens worden de effecten van het windpark op vogels, landschap, morfologie en hydrologie, onderwaterleven, scheepvaartveiligheid, straalpaden, radar en vliegverkeer en andere gebruiksfuncties behandeld. Daarna worden in hoofdstuk 14 de verwachte energieopbrengst en vermeden emissies gepresenteerd. In hoofdstuk 15 komen de cumulatieve effecten van meer dan 1.000 MW aan windparken op de Noordzee aan bod. In het laatste hoofdstuk van dit MER worden de effecten van het windpark op vogels en onderwaterleven getoetst aan wet- en regelgeving voor natuur.

Elk hoofdstuk in dit deel heeft een min of meer vaste opzet: inleiding, huidige situatie en autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, effectbeschrijving, samenvatting effectbeschrijving en mitigerende maatregelen. Bij de inleiding wordt ingegaan op de werkwijze en de beschikbare informatie. Bij de huidige situatie en autonome ontwikkeling worden de situatie in het plangebied en de ontwikkelingen in de nabije toekomst beschreven. Bij de toetsingscriteria worden de criteria beschreven aan de hand waarvan de effecten worden beoordeeld. Bij de effectbeschrijving worden de milieueffecten beschreven aan de hand van de geformuleerde toetsingscriteria. Elk hoofdstuk eindigt met een samenvatting van de effectbeschrijving en een opsomming van eventuele mitigerende maatregelen.

## 2 PROBLEEM- EN DOELSTELLING

### 2.1 Probleem- en doelstelling

Het gebruik van fossiele brandstoffen (olie, steenkool, gas etc.) gaat gepaard met emissies van broeikasgassen. De belangrijkste hiervan is koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). De emissie van broeikasgassen leidt tot klimaatverandering, hetgeen zich uit in grotere weersextremen (droogte/neerslag) en temperatuurstijging.

Door het inzetten van duurzame energiebronnen (o.a. wind, zon en biomassa) kan de emissie van broeikasgassen worden verminderd en een bijdrage worden geleverd aan het klimaatbeleid. Daarnaast wordt, door gebruik te maken van duurzame energie, de Nederlandse energievoorziening minder afhankelijk van het gebruik van fossiele brandstoffen.

Om klimaatverandering tegen te gaan zijn nationaal en internationaal afspraken gemaakt om de emissie van CO<sub>2</sub> terug te brengen. De belangrijkste afspraak is het verdrag van Kyoto [Kyoto, 1997]. Met de ondertekening van dit verdrag heeft de Europese Unie zich verplicht tot een emissiereductie van 8% in de periode 2008 tot 2012 ten opzichte van 1990. De Nederlandse bijdrage aan deze doelstelling komt neer op een emissiebeperking van 40 Megaton per jaar [VROM, 2005a]. In de Derde Energienota [EZ, 1996] is vastgelegd dat in 2020 duurzame energie een bijdrage moet leveren van 10% aan de totale energievoorziening. Hiervan dient circa 17% uit windenergie te bestaan. Nederland heeft zich in EU-verband gecommiteerd aan de doelstelling dat in 2020 9% van het elektriciteitsverbruik duurzaam moet worden opgewekt (EU Richtlijn 2001/77/EG inzake duurzame energie).

In 2006 heeft de regering nieuw beleid ingezet met als doel 20% van het energiegebruik in 2020 te voorzien uit duurzame energiebronnen. Een belangrijke bijdrage aan deze doelstelling moet komen van windenergie offshore.

#### **Offshore windenergie**

Voor 2020 is een doelstelling geformuleerd van in totaal tenminste 10.000 MW geïnstalleerd windturbinevermogen, waarvan tenminste 4.000 MW op land en 6.000 MW op zee. In de Nota Ruimte [VROM *et al.*, 2005a] is deze doelstelling voor windparken op de Noordzee in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) vastgesteld op 6.000 MW in 2020.

### 2.2 Bijdrage offshore Windpark Q4-WP aan doelstellingen

Met de realisatie van offshore Windpark Q4-WP wordt invulling gegeven aan de geformuleerde doelstellingen ten aanzien van duurzame energie. Dit geldt met name voor de doelstelling uit de Nota Ruimte om 6.000 MW offshore windenergie te realiseren. In tabel 2.1 is aangegeven in welke mate het windpark Q4-WP (3 MW basisvariant) een bijdrage levert aan de verschillende doelstellingen.

**Tabel 2.1 Bijdrage windpark (3 MW basisvariant) aan doelstellingen duurzame energie**

Beleidsdocument	Doelstelling	Bijdrage windpark
Nota Ruimte (2005)	In 2020 6.000 MW geïnstalleerd windturbinevermogen op zee	120 MW (2,0%)
Evaluatienota Klimaatbeleid (2005)	Reductie CO <sub>2</sub> 40 Megaton/jaar	0,3 Megaton/jaar (0,7%)
EU Richtlijn duurzame energie (2001/77/EG)	In 2010 dient 9% van het elektriciteitsverbruik te worden geleverd door duurzaam opgewekte elektriciteit	465 GWh/jaar, dit is circa 0,4 % van het totale elektriciteitsverbruik (2004) en 4,8 % van de doelstelling
Derde Energienota (1996)	In 2020 dient 10% van het totale energiegebruik duurzaam te worden opgewekt, waarvan 17% uit windenergie	465 GWh/jaar, dit is circa 0,05% van het totale energieverbruik (in 2004) en 3,0 % van de doelstelling

### 3 BELEIDSKADER

#### 3.1 Beleid

Het voornemen moet passen binnen het vigerende nationale en internationale beleidskader. In de onderstaande tabel is per beleidsthema een overzicht gegeven van het relevante beleid en de essentie daarvan.

**Tabel 3.1 Overzicht vigerend beleid**

Nota's, verdragen, etc.	Essentie
<b>Milieubeleid</b>	
United Nations Framework Convention on Climate Change (1992)	In dit verdrag is overeengekomen om de concentraties van broeikasgas in de atmosfeer te stabiliseren, met als doel om klimaatverandering te voorkomen. Nederland heeft dit verdrag mede ondertekend en zich daarmee verplicht om maatregelen te treffen.
Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (1997)	De EU verplicht zich tot een emissiereductie van 8% in de periode 2008 tot 2012 ten opzichte van 1990.
Nota Milieu en Economie (1997)	In deze nota noemen de Ministeries van VROM, EZ, LNV en V&W de uitdaging om te komen tot een absolute daling van broeikasgassen (m.n. CO <sub>2</sub> ) in combinatie met economische groei. Hiervoor zijn grote inspanningen nodig op het gebied van duurzame energie.
Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (1999, 2000)	In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid zijn de Nederlandse verplichtingen op basis van het verdrag van Kyoto nader uitgewerkt. Nederland heeft zich verplicht tot een emissiereductie van 6% in de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990. Dit komt neer op een reductie van 50 megaton CO <sub>2</sub> -equivalenten per jaar, hiervan dient 50% gerealiseerd te worden binnen Nederland.
Vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP 4, 2001)	In het NMP 4 wordt voor 2020 extra ingezet op zon-pv, windenergie op zee en op de import van biomassa. Dit komt bovenop de bestaande doelstelling van 10% energie uit hernieuwbare bronnen (zie Derde Energienota). Bij windenergie gaat het om de grootschalige ontwikkeling van parken op de Noordzee (100 tot 150 windparken van een omvang van circa 100 MW).
Evaluatienota Klimaatbeleid (2005)	In deze nota is het gevoerde beleid voor de reductie van broeikasgassen in Nederland geëvalueerd. Uit de evaluatie blijkt o.a. dat het binnenlandse klimaatbeleid effect heeft gehad en in belangrijke mate heeft bijgedragen aan de bereikte ontkoppeling tussen economische groei en de emissies van CO <sub>2</sub> . Het risico dat de binnenlandse taakstelling in 2010 niet wordt gehaald wordt klein geacht, mits het beleid in voorbereiding daadwerkelijk wordt ingevoerd en het emissieplafond in het kader van CO <sub>2</sub> -emissiehandel niet hoger wordt dan nu.

<b>Energiebeleid</b>	
Tweede Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV2, 1994)	In het SEV2 wordt een ruimtelijk en milieuhygiënisch toetsingskader voor de planning van elektriciteitswerken gegeven. Over de vestigingsplaatsen van windenergie wordt opgemerkt dat de regering in overleg met provinciale besturen van de windrijke provincies de mogelijkheden van grotere windparken zal bezien en zal bevorderen dat er maatregelen genomen worden om ruimte te reserveren voor eventuele parken. Windparken in de EEZ zijn in het SEV2 nog niet voorzien. Bij de partiële herziening van het SEV2 is de locatie voor het NSW aangewezen.
Derde Energienota (1996)	In deze nota is vastgelegd dat in 2020 duurzame energie een bijdrage van 10% moet leveren aan de totale energievoorziening. Volgens deze nota is in de fase tot 2020 de bevordering van windenergie belangrijk, omdat dit een relatief goedkope vorm van duurzame energie is. In de periode 2020 tot 2050 komt het vooral aan op andere vormen van energie, daar de opwekking van windenergie begrensd is door de beschikbare ruimte. Opties als zonne-energie zullen tegen die tijd door nieuwe technologieën rendabeler zijn.
Nota Duurzame energie in opmars, actieprogramma 1997-2000 (1997)	Dit programma beschrijft de activiteiten die in gang zijn gezet om duurzame energie een grotere rol te laten spelen in de Nederlandse energievoorziening en geeft de onderwerpen aan waarover op korte termijn beslissingen moeten worden genomen. In het actieprogramma zijn ten aanzien van windenergie drie (mogelijke) richtingen aangegeven ter aanpassing van de plaatsingsstrategie. De eerste is een concentratie op een aantal toplocaties, waarbij windenergie de primaire functie wordt, dan wel optimaal gecombineerd wordt met bestaande functies. De andere twee oplossingsrichtingen zijn de ontwikkeling van nieuwe locaties landinwaarts of buitengaats.
Elektriciteitswet (1998)	Deze wet bevat regels en bepalingen over het gebruik en beheer van het elektriciteitsnetwerk, het transport en de levering van elektriciteit. Er is een hoofdstuk in de wet opgenomen dat specifiek ingaat op duurzame energievoorziening. Hierin staat aangegeven dat producenten en leveranciers een taak hebben om te bevorderen dat elektriciteit die door henzelf en door afnemers wordt afgenomen op een doelmatige en milieuhygiënisch verantwoorde wijze wordt geproduceerd of gebruikt.
EU richtlijn Duurzame Energie 2001/77/EG	Richtlijn betreffende de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne elektriciteitsmarkt. In deze richtlijn is vastgelegd dat in 2010 duurzame elektriciteit een bijdrage van 9% moet leveren aan het totale elektriciteitsverbruik.
Energierapport (2005)	In het Energierapport wordt gediscussieerd over de hoofdlijnen van het te voeren energiebeleid. Het kabinet zal stimuleren dat het aandeel duurzame energie zal worden vergroot. De duurzame elektriciteitsdoelstelling van 9% in 2010 ligt binnen bereik. Bij het behalen van de doelstelling staat innovatie als onderdeel van het transitieproces naar een meer duurzame energiehuishouding centraal. Voor offshore windenergie wordt een substantiële bijdrage voorzien aan de streefwaarde voor 2010 en aan de periode daarna.



<b>Natuurbeleid</b>	
Conventie van Ramsar (Convention on wetlands, 1971)	Dit verdrag is gericht op het behoud van watergebieden van internationale betekenis, met name als verblijfplaats voor watervogels. Dit verdrag omvat alleen watergebieden op zee die bij laagwater in principe gelegen zijn binnen de dieptelijn van 6 meter. Een belangrijke verplichting van de partijen bij het verdrag is het aanwijzen van watergebieden die in aanmerking komen voor opname in een lijst van watergebieden met internationale betekenis.
Conventie van Bern (Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, 1979)	De lidstaten die dit verdrag hebben ondertekend verklaren de nodige maatregelen te nemen om het voortbestaan van wilde flora en fauna (en hun leefgebied) te beschermen.
Conventie van Bonn (Convention on the conservation of migratory species of wild animals, 1979).	Dit verdrag heeft als doel het beschermen van trekvogels in de breedste zin, waaronder ook het beschermen van het leefmilieu van deze soorten tegen iedere vorm van verstering.
Vogelrichtlijn (79/409/EEG, 1979)	De Vogelrichtlijn heeft tot doel de bescherming en het beheer van op het grondgebied van de EU in het wild levende vogels en hun habitats. Het is een Europese richtlijn die betrekking heeft op de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het Europese grondgebied van de Lidstaten van de Europese Unie. Zij betreft de bescherming, het beheer en de regulering van deze soorten en stelt regels voor de exploitatie daarvan. De richtlijn is van toepassing op vogels, hun eieren, hun nesten en hun leefgebieden. De Lidstaten zijn verplicht alle nodige maatregelen te nemen om de bedoelde vogelsoorten een voldoende gevarieerdheid van leefgebieden en een voldoende omvang ervan te beschermen, in stand te houden of te herstellen. Voor de bescherming van deze soorten moeten de Lidstaten Speciale Beschermingszones aanwijzen ( <a href="http://www.vogelbescherming.nl">www.vogelbescherming.nl</a> ). Zie voor verdere uitleg de volgende paragraaf.
Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro (1992)	Dit verdrag is gericht op het behoud van de biologische diversiteit, waarbij rekening wordt gehouden met de economische, sociale, culturele en regionale omstandigheden. Het behouden, beschermen en verbeteren van de kwaliteit van het milieu, inclusief de bescherming van de natuurlijke omgeving van wilde fauna en flora, zijn de voornaamste thema's.
OSPAR-verdrag (1992)	Dit verdrag is gericht op de bescherming en het behoud van de ecosystemen en biologische diversiteit in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan. Nederland heeft dit verdrag ondertekend en zich daarmee verplicht om verontreiniging van het mariene milieu te voorkomen.
Habitatrichtlijn (92/143/EEG, 1992)	De Habitatrichtlijn heeft tot doel het waarborgen van de biologische diversiteit door instandhouding van de natuurlijke habitats en wilde flora. De Habitatrichtlijn maakt onderscheid tussen bescherming van gebieden (gebiedsbescherming) en bescherming van soorten (soortbescherming). De gebiedsbescherming is geregeld in de aanwijzing van speciale beschermingszones (sbz). De soortbescherming is gebaseerd op een lijst van soorten die van communautair belang zijn. Dit verdrag is tot stand gekomen in het kader van het verdrag van Bonn. Dit verdrag heeft als doel het beschermen van kleine walvisachtigen in de Noordzee en Oostzee. Zie voor verdere uitleg de volgende paragraaf.



ASCOBANS (1994)	Dit verdrag is tot stand gekomen in het kader van het verdrag van Bonn. Dit verdrag heeft als doel het beschermen van kleine walvisachtigen in de Noordzee en Oostzee.
Agreement on the conservation of African Eurasian migratory waterbirds (AEWA, 1995)	Dit verdrag komt voort uit het verdrag van Bonn. Het verdrag beschermt bepaalde soorten tegen vangst of doden. Ook hun leefgebied en doorreisgebied dat wordt gebruikt tijdens de vogeltrek vallen onder de bescherming.
Verklaring van Stade (1997)	In deze verklaring heeft Nederland samen met Denemarken en Duitsland afgesproken dat toepassing van windenergie in de Waddenzee niet wordt toegestaan: 'the construction of windturbines in the Conservation Area is prohibited'. De 'Conservation Area' is globaal het deel van de Waddenzee ten zuiden van de Waddeneilanden. Ook staat in de verklaring dat constructie van windturbines in het Waddengebied buiten de 'Conservation Area' alleen is toegestaan wanneer belangrijke ecologische en landschappelijke waarden niet negatief worden beïnvloed
Natuurbeschermingswet 1998	De Natuurbeschermingswet 1998 (inwerking getreden op 1 oktober 2005) regelt de bescherming van Natura2000-gebieden (Speciale Beschermingszones). Hiermee is de gebiedsbescherming van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn in de nationale wetgeving geïmplementeerd. Onder de Natura2000-gebieden vallen ook de beschermde en staatsnatuurmonumenten, die eerder zijn aangewezen. Naast de directe effecten op de SBZ's, speelt ook de mogelijke externe werking een belangrijke rol in de toetsing. Aantasting is vergunningplichtig.
Nota Mensen voor natuur, natuur voor mensen (Nota natuur, bos en landschap in de 21e eeuw, 2000)	De Nota geeft aan dat het gehele Nederlandse deel van de Noordzee tot de EHS (kerngebied) wordt gerekend. In de Nota zijn ecosysteendoelen voor de Noordzee geformuleerd, het gaat hierbij om samenhang en dynamiek, biodiversiteit en belevingswaarde.
Flora- en faunawet (2002)	De Flora- en faunawet, die op 1 april 2002 inwerking is getreden, regelt de bescherming van inheemse planten- en diersoorten. Het betreft een raamwet, die in de loop van de tijd specifieke invullingen krijgt o.a. met betrekking tot vrijstellingen. In deze wet is de soortenbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn geïmplementeerd. Aantasting is ontheffingplichtig.
Nota Ruimte (2005)	In de Nota Ruimte is de doelstelling voor windparken op de Noordzee in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) vastgesteld op 6.000 MW in 2020. Realisatie van deze windparken geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang.

<b>Waterbeleid</b>	
Verdrag van Londen (1972)	Dit verdrag gaat over het voorkomen van verontreiniging van de zee door het storten van afval en andere stoffen.
Bonn Overeenkomst (1989)	De Bonn Overeenkomst regelt de samenwerking van de kuststaten van de Noordzee bij de opsporing, melding en bestrijding van verontreiniging van de Noordzee door olie en andere schadelijke stoffen.
Vierde Nota Waterhuishouding (1997)	Deze nota legt de belangrijkste beleidsdoelstellingen voor waterbeheer vast voor met name de periode 1998-2006. Het beleid is een directe voortzetting van het beleid geformuleerd in de Derde nota waterhuishouding die in 1989 is vastgesteld. Veranderingen in beleid zijn met name het gevolg van recente ontwikkelingen en te verwachten ontwikkelingen zoals klimaatverandering, zeespiegelstijging en voortgaande bodemdaling. De Vierde Nota gaat, evenals de Derde Nota, uit van integraal waterbeheer en een watersysteembenadering. De Nota is tevens gebaseerd op het stand-still beginsel, het voorzorgprincipe en het principe dat de vervuiler betaalt. De hoofddoelstelling van de Nota is het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het instandhouden en versterken van gezonde en veerkrachtig watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik gegarandeerd blijft.
Kaderrichtlijn Water (2000)	In de EU is het waterbeleid vastgelegd in de Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG). Het belangrijkste doel is de vaststelling van een kader voor de bescherming van land, oppervlaktewater, overgangswater, kustwateren (de 1-mijlszone vanaf de laagwaterlijn voor de Nederlandse kust) en grondwater. Vanaf het van kracht worden van de richtlijn (2000) dienen alle watersystemen in een goede chemische en ecologische toestand te verkeren.
<b>Rechten/verdragen op zee</b>	
SOLAS verdrag (1974)	Het Safety of life at Sea verdrag (SOLAS) is één van de belangrijkste internationale verdragen dat handelt over de veiligheid van mensen op zee.
Zeerechtverdrag (1982)	Het Zeerechtverdrag is bedoeld als een alomvattend juridisch kader voor het gebruik van de oceanen. In het verdrag wordt duidelijkheid gegeven over de eigendomsrechten in de EEZ.
UNCLOS (1982)	In de United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) zijn regels vastgelegd over het gebruik van de oceanen en hun grondstoffen. Kuststaten hebben soevereine rechten in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) met betrekking tot natuurlijke rijkdommen en bepaalde economische activiteiten, en het uitoefenen van jurisdictie over marien wetenschappelijk onderzoek en milieubescherming (artikel 60 is specifiek gericht op installaties in de EEZ).

<b>Overig beleid</b>	
Structuurschema Buisleidingen (1984)	Het Structuurschema Buisleidingen geeft de aanlandingspunten aan voor buisleidingen vanaf het continentaal plat. Dit zijn Rijnmond, IJmond en Callantsoog.
Beleidsnota Scheepvaartverkeer Noordzee, op koers (1987)	Deze nota is een uitwerking van de Nota harmonisatie Noordzeebeleid (scheepvaart) uit 1984. In de nota wordt ingegaan op het scheepvaartbeleid op de Noordzee. Aspecten die aan de orde komen, zijn: afhandeling van het scheepvaartverkeer, afstemming van de belangen van het scheepvaartverkeer met andere gebruiksfuncties en een veilige afwikkeling van de scheepvaart.
Integraal Beleidsplan Voordelta (1993)	Dit plan heeft tot doel hoofdlijnen voor beleid te formuleren teneinde: de natuurlijke ontwikkeling van het gebied veilig te stellen (in relatie tot kustbescherming), de veiligheid van de kust te waarborgen en aan te geven op welke wijze de in het gebied aanwezige en mogelijk toekomstige belangen in de voorgestane ontwikkeling inpasbaar (kunnen) zijn.
Structuurnota Zee- en kustvisserij (1993)	Uitgangspunt bij deze nota is het bevorderen van een verantwoorde visserij en een evenwichtige exploitatie van de visbestanden. Met de waarde van andere functies van de zee, zoals de natuurfunctie, moet meer rekening worden gehouden. Op langere termijn moet dit leiden tot een levensvatbare visserijsector.
Voortgangsnota Scheepvaartverkeer Noordzee (1996)	Uit de Voortgangsnota blijkt dat er geen redenen waren om de beleidsdoelstellingen uit de Beleidsnota Scheepvaartverkeer Noordzee (1987) bij te stellen. Thans blijft het beleidskader, zoals dat is neergelegd in de Beleidsnota, van kracht.
Structuurschema Oppervlakedelfstoffen (1996)	In de PKB zijn doelstellingen, hoofdlijnen en de belangrijkste maatregelen van het rijksbeleid ten aanzien van de granulaire grondstoffenvoorziening voor de bouw samengevat. In samenhang daarmee zijn ook de doelstellingen, hoofdlijnen en belangrijkste maatregelen van het nationale ruimtelijke beleid ten aanzien van de winning van oppervlakedelfstoffen in Nederland aangegeven.
Derde Kustnota (2000)	Deze Nota evalueert de beleidskeuze van dynamisch handhaven van de kustlijn (gedurende de periode 1990-2000) en geeft een beeld van de toekomstige ontwikkelingen langs de kust. De kustzone omvat zowel land- als zeegebieden.
Derde Nota Waddenzee (2001)	Deze nota bevat de hoofdlijnen van het beleid voor de Waddenzee. De PKB is gebiedsgericht van karakter en integreert het ruimtelijke relevante rijksbeleid voor de Waddenzee. Hoofddoelstelling is een duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap.
Mijnbouwwet (2002)	De mijnbouwwet beoogt één overzichtelijk kader te bieden voor mijnbouw op het NCP. De wet is onder andere van toepassing op de winning en opsporing van delfstoffen, waaronder de winning van olie en gas op het NCP. Voor het opsporen en winnen van delfstoffen is een vergunning nodig. De mijnbouwwet is uitgewerkt in het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling.

Europees Gemeenschappelijk Visserijbeleid (2003)	Het belangrijkste doel van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB) is het in stand houden van de visstand, bescherming van het zeemilieu, toezicht op de economische haalbaarheid van de Europese vloten en verschaffing van kwaliteitsvoedsel aan de consumenten.
Tweede Structuurschema Militaire Terreinen (2004)	Hierin wordt ingegaan op hetgeen dat nodig is voor het huisvesten, opleiden en oefenen van de krijgsmacht. Op de Noordzee liggen een aantal gebieden met een militaire functie. Deze gebieden zijn uitgesloten voor de bouw van een windpark.
Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (RON, 2004)	Het doel van dit plan is om duidelijkheid te verschaffen aan vergunningaanvragers en andere betrokkenen over waar ontgrondingen niet of slechts onder voorwaarden plaats kunnen vinden. Het plangebied van het RON is de territoriale zee en het continentaal plat.
Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (2005)	Het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 vervangt de Beheersvisie Noordzee 2010. Voor vergunningplichtige activiteiten op de Noordzee dient het integrale afwegingskader te worden toegepast. Dit afwegingskader bevat op hoofdlijnen dezelfde beschermingsformules als dat van de vigerende wet- en regelgeving van de Nota Ruimte en de Natuurbeschermingswet 1998 (incl. VHR). De effecten van vergunningplichtige activiteiten op Gebieden met Bijzondere Ecologische Waarden (GBEW) dienen te worden onderzocht.

### ***Beschermingsformules in de Habitat- en de Vogelrichtlijn***

Op Europees niveau worden waardevolle ecologische waarden (gebieden, flora en fauna) beschermd. Daartoe zijn onder meer de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn opgesteld. De Vogelrichtlijn is gericht op de bescherming en instandhouding van in het wild levende vogelsoorten op Europees grondgebied. De Habitatrichtlijn heeft tot doel het vormen van een samenhangend Europees netwerk van gebieden, die van belang zijn voor de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna.

Beide richtlijnen kennen een procedure volgens welke gebieden aangewezen kunnen worden waarvoor een speciale bescherming geldt. Voor deze gebieden is een beschermingsformule vastgesteld (zie verderop in deze paragraaf). Bij de Vogelrichtlijn gaat het om zogeheten 'Speciale BeschermingsZones', voor de Habitatrichtlijn om 'Gebieden van Communautair belang'. In tegenstelling tot de 'Gebieden van Communautair belang', worden de 'Speciale BeschermingsZones' direct (dus zonder toetsing door de Europese Commissie) door de lidstaten aangewezen.

De beschermingsformule is vastgelegd in artikel 6, lid 3 en lid 4 van de Habitatrichtlijn en luidt als volgt: (lid 3) "Voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied, wordt een passende beoordeling gemaakt van de gevolgen voor het gebied, rekening houdend met de instandhoudingsdoelstellingen van dat gebied. Gelet op de conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied en onder voorbehoud van het bepaalde in lid 4, geven de bevoegde nationale instanties slechts toestemming voor dat plan of project nadat zij de zekerheid hebben verkregen dat het de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied niet zal aantasten en nadat zij in voorkomend geval inspraakmogelijkheden hebben geboden."

(lid 4): "Indien een plan of project, ondanks negatieve conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied, bij ontstentenis van alternatieve oplossingen, om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard, toch moet worden gerealiseerd, neemt de Lidstaat alle nodige compenserende maatregelen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura2000 bewaard blijft. De Lidstaat stelt de Commissie op de hoogte van de genomen compenserende maatregelen.

Wanneer het betrokken gebied een gebied met een prioritair type natuurlijke habitat en/of een prioritaire soort is, kunnen alleen argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of met voor het milieu wezenlijke gunstige effecten dan wel, na advies van de Commissie, andere dwingende redenen van groot openbaar belang worden aangevoerd."

Er is een belangrijke inhoudelijke koppeling tussen beide Richtlijnen. Als een gebied is aangewezen als Speciale BeschermingsZone volgens de Vogelrichtlijn, geldt daarvoor tevens de beschermingsformule van de Habitatrichtlijn.

Voor het Nederlandse grondgebied is een aantal gebieden aangewezen op grond van de beide richtlijnen. Deze gebieden zijn echter allen gelegen op land en/of binnen het territoriale deel van de Noordzee. Naast de gebiedsbescherming op grond van de Habitatrichtlijn kent deze Richtlijn een soortenbescherming, die ook buiten deze gebieden van toepassing is. De op grond van de Habitatrichtlijn beschermde soorten zijn aangegeven op een lijst, die als bijlage bij de Richtlijn is gevoegd.

De beschermingsformules uit de Habitatrichtlijn kunnen mogelijk van toepassing zijn, omdat de Habitatrichtlijn deze soortenbescherming kent en daarnaast ook een zogeheten "externe werking" kent. Activiteiten buiten de beschermingszones, die significante gevolgen kunnen hebben voor de natuurlijk kenmerken van de beschermingszone, dienen aan de in de Richtlijn gestelde voorwaarden te voldoen (externe werking).

Een analyse van de beschermingsformule leert dat ook bij de toepassing hiervan een aantal stappen doorlopen dient te worden.

1. Bestaat er zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied geen significante gevolgen zullen ondervinden? Bij deze stap is van belang dat sprake is van 'zekerheid' en van 'natuurlijke' in plaats van wezenlijke kenmerken en van 'significante gevolgen' in plaats van aantasting.
2. Als die zekerheid niet bestaat, zijn er alternatieve oplossingen die deze zekerheid wel kunnen geven? De Habitatrichtlijn lijkt daarmee een groter belang aan natuurwaarden toe te kennen dan aan economische waarden in de betreffende gebieden.
3. Bestaan er dwingende redenen van groot openbaar belang om het project te rechtvaardigen, indien de natuurlijke kenmerken significante gevolgen ondervinden en bij 'ontstentenis' van alternatieve oplossingen? Het eerste deel van de vraag luidt, is er sprake van een zwaarwegend maatschappelijk belang? Wanneer alternatieven buiten de aangewezen gebieden voorhanden zijn, zijn alternatieven in de aangewezen gebieden dus niet meer reëel.
4. Welke compenserende maatregelen worden getroffen indien het project wordt uitgevoerd?

### ***Toepassing van beschermingsformules in dit MER***

Bij de toepassing van de beschermingsformules in dit MER is, gegeven de ligging van het zoekgebied, de beschermingsformule uit de Vogel- en Habitatrichtlijn als uitgangspunt genomen.

Er zijn geen (delen van de) locatie, die liggen in gebieden, die aangewezen zijn als 'Gebieden van Communautair belang' of als 'Speciale BeschermingsZones'. Delen van alternatieven zijn ook niet gelegen in gebieden die op grond van de Inventory of important Bird Areas in the European Community (IBA 1989) of de Review of Areas important for Birds in the Netherlands (IBA 1994) hadden moeten worden aangewezen als Speciale BeschermingsZone op grond van de Vogelrichtlijn.

Dat betekent dat de beschermingsformules slechts op grond van de externe werking van 'Gebieden van Communautair belang' en/of 'Speciale BeschermingsZones' dienen te worden toegepast.

De volgende vragen moeten daartoe beantwoord worden:

1. Bestaat er zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van een SBZ (al dan niet gelegen binnen de 12 mijlszone) geen significante gevolgen zullen ondervinden? Voor de toepassing van de beschermingsformules is het nodig, dat natuurlijke kenmerken van het betreffende gebied worden vastgesteld. Voor de SBZ in het territoriale deel van de Noordzee kunnen deze worden afgeleid uit enerzijds de ecosysteemdelen van de Noordzee kustzone en anderzijds de criteria welke geleid hebben tot de aanwijzing van deze SBZ. In dit MER is aan ieder milieu-aspect een apart hoofdstuk gewijd, waarbij de effecten van het offshore windpark op dit milieu-aspect worden besproken. Indien blijkt dat voor een milieu-aspect het antwoord op deze vraag bevestigend is, moet antwoord worden gegeven op de volgende vraag:
2. Als die zekerheid niet bestaat, zijn er dan alternatieve oplossingen, die wel zekerheid kunnen geven? Wanneer het antwoord op deze vraag ontkennend is, moet de volgende vraag beantwoord worden.
3. Bestaan dwingende redenen van openbaar belang om het project te rechtvaardigen indien de natuurlijke kenmerken significante gevolgen ondervinden en bij ontstentenis van alternatieve oplossingen? Alvorens deze vraag te beantwoorden moet eerst antwoord worden gegeven op de voorgaande vragen. Mocht het antwoord op vraag 3 echter positief zijn, dan moet ook de volgende vraag beantwoord worden. Overigens heeft het kabinet naar aanleiding van het MER Near Shore Windpark vastgesteld dat 'de inzet van windenergie noodzakelijk is om te kunnen voldoen aan de internationale verplichtingen met betrekking tot CO<sub>2</sub>-reductie, die Nederland in het kader van het verdrag van Kyoto is aangegaan en die noodzakelijk zijn om de risico's voor de gezondheid en het welzijn van huidige en toekomstige generaties te verminderen' en 'de inzet van windenergie noodzakelijk is om de kwetsbaarheid van de Nederlandse energievoorziening te verminderen, door deze minder afhankelijk te maken van fossiele energie'. Ook in de Nota Ruimte [VROM *et al.*, 2005a] is aangegeven dat de realisatie van 6.000 MW aan offshore windparken in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) op de Noordzee geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang.
4. Welke compenserende maatregelen worden getroffen indien het project wordt uitgevoerd? In het MER is aan ieder milieu-aspect een apart hoofdstuk gewijd, waarbij voor zover relevant aandacht wordt besteed aan mitigerende en compenserende maatregelen. Mitigerende maatregelen zullen in dit MER worden behandeld voor zover van belang voor de locatie- en inrichtingskeuze.

### 3.2 Te nemen besluiten

Om tot realisatie van het windpark te komen, is een vergunning nodig in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

**Wet beheer rijkswaterstaatswerken**

Voor de aanleg, het instandhouden, onderhouden en verwijderen van het windpark is een vergunning vereist op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr). Ook voor de aanleg en het instandhouden van de kabels is een Wbr-vergunning vereist. Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) is coördinerend Ministerie voor Noordzee-aangelegenheden en de Minister is Bevoegd Gezag voor de Wbr-vergunningverlening. De Minister van Verkeer en Waterstaat wordt vertegenwoordigd door Rijkswaterstaat Noordzee. In de Staatscourant van 29 december 2004 zijn de 'Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de exclusieve economische zone' gepubliceerd [V&W, 2004a]. Deze beleidsregels geven inzicht in de wijze waarop de Wbr wordt toegepast op installaties in de EEZ. De beleidsregels zijn op 31 december 2004 in werking getreden.

In de Wbr-beleidsregels staat onder andere aangegeven dat geen vergunning wordt verleend voor een windpark in een gebied dat voor andere functies (bijvoorbeeld zandwinning) wordt vrijgehouden.

Ook wordt geen vergunning verleend voor een windpark dat een groter gebied beslaat dan 50 km<sup>2</sup> (exclusief een veiligheidszone van 500 m). In de Wbr-beleidsregels wordt ook ingegaan op de informatie die de aanvrager dient te verschaffen. Dit betreft onder andere de coördinaten van de buitengrens van het windpark, de aard en het ontwerp van het windpark, gegevens over de gevolgen voor rechtmatig gebruik van de zee door derden, gegevens over de gevolgen voor het milieu en diverse plannen met betrekking tot de oprichting, onderhoud, verwijdering, veiligheid en verlichting van het windpark.

**Overige vergunningen/ontheffingen**

Voor de activiteiten onshore (op land) zijn een aantal vergunningen nodig. Zo zijn er aanlegvergunningen voor elektriciteitskabels nodig, af te geven door de betrokken gemeenten. Ook is een ontheffing nodig voor het kruisen van de duinen ten behoeve van de kabelaanleg, af te geven door de betrokken waterkering- of duinbeheerder.

Voor het passeren van andere waterstaatwerken is een Wbr-vergunning nodig, af te geven door de betreffende regionale directie van Rijkswaterstaat. Afhankelijk van de aanwezige flora en fauna dient bij het Ministerie van LNV een flora- en faunaontheffing te worden aangevraagd in het kader van de Flora- en faunawet.

Daarnaast zijn diverse privaat- en publiekrechtelijke toestemmingen en vergunningen nodig voor het kruisen van elektriciteitskabels met kabels, leidingen of werken van andere partijen.

**Tijdpad**

Na verlening van de Wbr-vergunning zal een aanvraag voor een subsidie in het kader van de SDE regeling (voorheen MEP regeling) worden ingediend. De SDE regeling voor offshore windenergie zal naar verwachting in de zomer van 2009 door het Ministerie van Economische Zaken gepubliceerd worden. Nadat de subsidie is toegekend, kunnen de definitieve opdrachten voor de aanleg en exploitatie pas verstrekt worden. De bijdrage op grond van de SDE regeling is immers noodzakelijk om de projectfinanciering af te kunnen ronden. Samen met de uiteindelijke uitvoerders zal de detailengineering plaatsvinden, mede gebaseerd op de dan beschikbare kennis, technologie en ervaring. De verwachting is dat Windpark Q4-WP in 2012 gerealiseerd kan worden.

## 4 VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN VARIANTEN

In dit hoofdstuk worden het voornemen en de te onderzoeken inrichtingsvarianten beschreven.

### 4.1 Voorgenomen activiteit

#### **Locatiekeuze Q4-WP**

Q4-WP is één van de locaties waarvoor E-Connection een Wbr-vergunning wil aanvragen. Bij de selectie van locaties heeft E-Connection in eerste instantie gekeken naar gebieden buiten de 12-mijlszone waar ruimte is voor de ontwikkeling van windparken. Uitgangspunt hiervoor waren de kaart 'Overzicht gebruik Noordzee' van Rijkswaterstaat [V&W, 2007], de Wbr-beleidsregels [V&W, 2004a] en de richtlijnen van Rijkswaterstaat voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute [V&W, 2004b]. Gebieden waar (potentiële) belemmeringen liggen voor de bouw van offshore windparken zijn buiten beschouwing gelaten. Vervolgens is gekeken naar aspecten als de afstand tot het aansluitpunt op het elektriciteitsnet en waterdiepte. Deze werkwijze heeft geresulteerd in de selectie van een aantal locaties. TNO heeft vervolgens de geselecteerde locaties beoordeeld aan de hand van een geologische scan [TNO, 2007]. Daarbij is onder andere gekeken naar de bathymetrie (waterdiepte), morfologie van de bodem, oppervlakesediment en de geologische opbouw van de bodem (in verband met het voorkomen van getijdengeulen).

Uit deze analyse is naar voren gekomen dat een beperkt aantal locaties geschikt is om een windpark te ontwikkelen. De locatie Q4-WP is één van deze locaties. De locatie ligt voldoende dicht bij de kust en lijkt financieel-economisch, vanwege het grote aantal turbines, relatief gunstig te realiseren.

Bij de begrenzing van het plangebied is rekening gehouden met aangrenzende functies en daarbij behorende veiligheidszones. Zo is er rekening gehouden met een veiligheidszone van het windpark tot de clearways. Indien kabels en/of leidingen het windpark kruisen, zijn de daarbij geldende veiligheidsafstanden aangehouden (zie richtlijnen van Rijkswaterstaat voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute).

#### **Omvang locatie**

Het uitgangspunt voor de initiatiefnemer is een volledige benutting van de locatie voor de productie van duurzame energie. In de Wbr-beleidsregels [V&W, 2004a] staat aangegeven, dat een vergunning kan worden aangevraagd voor locaties van maximaal 50 km<sup>2</sup>. De locatie Q4-WP is kleiner dan 50 km<sup>2</sup>. In de aanvraag van de vergunning Windpark Q4-WP gaat de initiatiefnemer uit van volledige benutting van de locatie voor het plaatsen van windturbines. Gezien de te maken voorbereidings- en mobilisatiekosten bij de realisatie van het park is het niet logisch delen van de locatie niet te benutten. Evident is dat een gedeeltelijke benutting van de locatie voor windenergie leidt tot een kleiner ruimtebeslag en dus tot minder potentieel negatieve effecten op met name vogels en scheepvaartveiligheid. Anderzijds betekent een niet volledige benutting van de locatie een lagere energieopbrengst en daarmee een geringere besparing van emissies van schadelijke stoffen, dus geringere positieve milieueffecten.

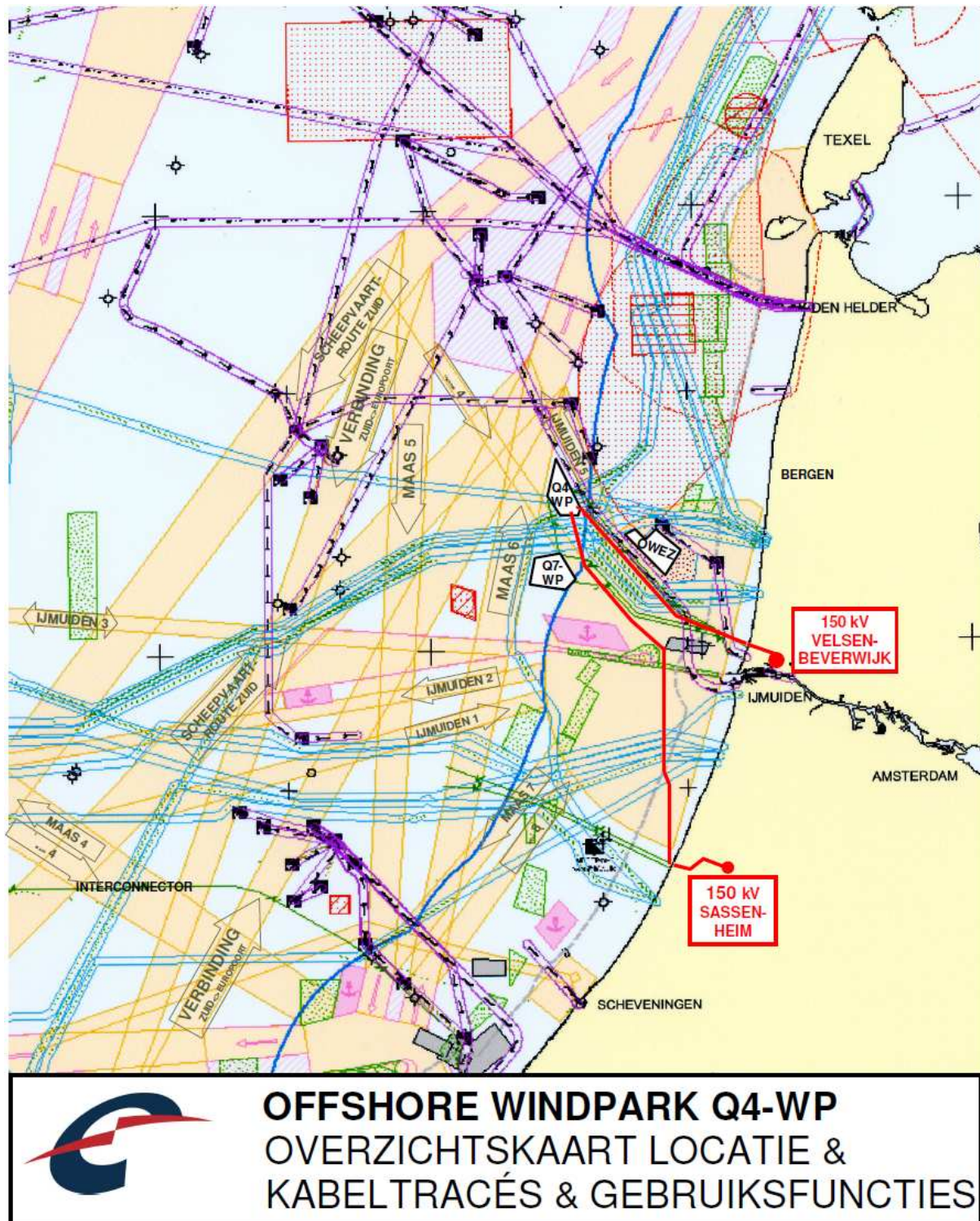
#### **Het voornemen**

Het voornemen betreft de realisatie van een offshore windpark op circa 24 km uit de kust ter hoogte van Egmond aan Zee (zie figuur 4.1). Het windpark ligt in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) en heeft een oppervlak van circa 20 km<sup>2</sup>. Het windpark zal gebouwd worden met windturbines uit de 3 MW klasse.



Om de onderlinge beïnvloeding van windturbines te beperken wordt een onderlinge afstand aangehouden van acht maal de rotordiameter ( $8D$ ). In totaal kunnen er, gezien het oppervlak en de afstand tussen de windturbines, 40 windturbines worden geplaatst. Het totaal geïnstalleerd vermogen bedraagt daarmee ( $40 \times 3 \text{ MW}$ ) 120 MW. Centraal binnen het windpark wordt een transformatorstation geplaatst. De op te wekken elektriciteit zal, na spanningstransformatie vanuit dit transformatorstation, via 150 kV elektriciteitskabels ingegraven in de zeebodem naar het vaste land worden getransporteerd. De aanlanding van de 150 kV elektriciteitskabels zal plaatsvinden bij IJmuiden of Noordwijk (zie figuur 4.1). Vanaf dat punt worden de kabels ondergronds aangelegd naar het aansluitpunt met het landelijk hoogspanningsnet. De technische levensduur van de windturbines bedraagt tenminste 20 jaar. De technische levensduur van de ondersteuningsconstructies en elektrische kabels is aanmerkelijk langer.

In tabel 4.1 zijn de belangrijkste kenmerken van het windpark weergegeven zoals de initiatiefnemer dat in principe wil gaan realiseren. Voor een aantal aspecten zoals de configuratie van het windpark (afstand tussen de windturbines), type windturbine, ashoogte en aanlandingspunt worden varianten onderzocht.

**Figuur 4.1** Locatie Windpark Q4-WP en kabeltracés

**Tabel 4.1 Kenmerken van de voorgenomen activiteit**

Kenmerk	Omschrijving
<b>Windpark</b>	
Locatie	Q4-WP
Geïnstalleerd turbinevermogen	120 MW
Netto energieopbrengst	465.200 MWh/jaar
Aantal huishoudens, dat van stroom kan worden voorzien	139.400
Aantal windturbines	40
Gebruikstermijn	20 jaar
Waterdiepte	21-24m
Minimum afstand tot kust	24 km
Fasering van bouw	Nee, aanleg in 1 jaar
Onderlinge afstand tussen windturbines	720 meter (= 8 x de rotordiameter)
Oppervlakte (excl. veiligheidszone)	circa 20 km <sup>2</sup>
Oppervlakte (incl. veiligheidszone)	circa 31 km <sup>2</sup>
<b>Windturbines</b>	
Vermogen	3 MW klasse
Rotordiameter	90 m
Ashoogte	65 m
Kleur	conform IALA richtlijnen [IALA, 2004]
Verlichting	conform IALA richtlijnen [IALA, 2004]
<b>Fundering</b>	
Type fundering	Monopaal
Diameter monopaal	4,2 m ter hoogte van zeespiegel en 4,5 m op zeebodem
Diepte in zeebodem	circa 30 m, afhankelijk van bodemgesteldheid ter plaatse
Verbinding tussen fundering en turbinemast	Door middel van een transitiestuk
<b>Kabeltracé (150 kV elektriciteitskabel)</b>	
Traject over zee	Van het transformatorstation in het windpark naar het aanlandingspunt bij IJmuiden of Noordwijk.
Traject over land	Van het aanlandingspunt bij IJmuiden of Noordwijk naar het aansluitpunt op het elektriciteitsnet.

Rijkswaterstaat hanteert het beleid dat het windpark, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rond het windpark, gesloten zal worden voor alle scheepvaart, visserij en recreatievaart inbegrepen. Vaartuigen bestemd voor onderhoud van het windpark en schepen van de overheid, die uit hoofde van hun taakuitoefening in het windpark moeten zijn, zijn hiervan uitgezonderd. Ingeval van een noodsituatie zullen ook reddingsboten het gebied binnenvaren. Het gesloten gebied zal bij afzonderlijk besluit worden ingesteld.

Het windpark bestaat uit de volgende onderdelen:

- De windturbines;
- De parkbekabeling en het transformatorstation;
- Het kabeltracé van het windpark naar de kust.

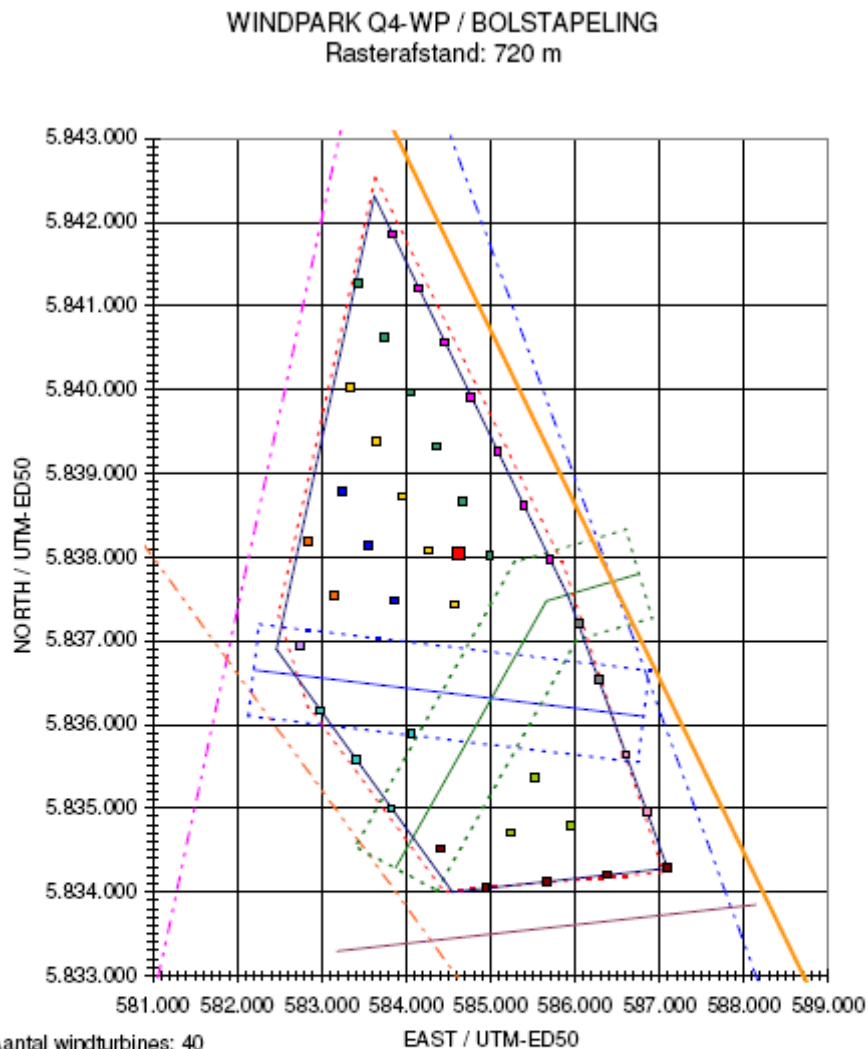
***De configuratie van het windpark: de basisvariant***

Bij de vergunningverlening voor Windpark Q7-WP (2002) en uit het MER NSW [Grontmij, 2003] is gebleken dat een turbineopstelling op basis van gelijkzijdige driehoeken (de dichtste bolstapeling, in dit MER de "basisvariant" genoemd) het voordeel heeft dat meer turbines op eenzelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst. Vanuit milieuopectiek betekent dit een optimaal ruimtegebruik. Deze variant heeft als voordeel dat de onderlinge afstand tussen de windturbines minimaal is, wat resulteert in een hogere energieopbrengst per km<sup>2</sup>.

Voor het bepalen van de onderlinge afstand van de windturbines in het park is uitgegaan van een zodanig onderlinge afstand dat het rendement per windturbine hoog ligt. Vanuit de wens de locatie optimaal te benutten voor windenergie is ook een variant onderzocht waarbij de onderlinge afstand van de windturbines kleiner is. Naast een dichtste bolstapeling op basis van een onderlinge afstand van 8 x de rotordiameter (8D) wordt daarom ook een variant op basis van een onderlinge afstand van 6 x de rotordiameter (6D) onderzocht (de "compacte variant").

De ervaring met Windpark Q7-WP en het NSW leert dat onderzoek naar andere opstellingsvarianten voor de windturbines weinig tot geen toegevoegde waarde heeft ten opzichte van de bovengenoemde varianten. Derhalve worden naast de basisvariant en de compacte variant in dit MER geen andere parkopstellingen onderzocht.

Een onderlinge afstand van 8D is ook toegepast bij het reeds gebouwde Deense Windpark Horns Rev. In figuur 4.2 is de configuratie van de basisvariant (3 MW en 8D) weergegeven.

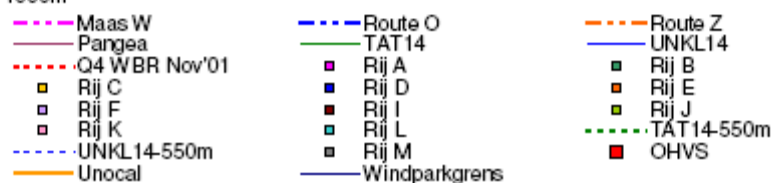
**Figuur 4.2 Inrichting offshore Windpark Q4-WP – 3 MW – basisvariant**

Aantal windturbines: 40

Windparkvermogen: 120 MW

Minimum afstand tot vaarroutes, kabels en leidingen buiten het windpark: 550m (hart turbine)

Afstand tot kabels binnenin het windpark altemeerend min. 500m respect.min. 1000m met uitzondering van de buitenomtrek van het windpark als daardoor een opening zou ontstaan groter dan 1000m



***Aanwezigheid van bestaande telecomkabels in het geplande windpark***

In figuur 4.2 is te zien dat twee bestaande telecomkabels het plangebied kruisen. De richtlijnen van Rijkswaterstaat voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute [V&W, 2004b] geven aan dat de afstand van de kabel tot de dichtstbijzijnde turbines aan één zijde tenminste 1.000 meter moet zijn en aan de andere zijde tenminste 500 meter. Bij de inrichting van het geplande windpark is hier rekening mee gehouden.

Wanneer langs de buitengrens van het windpark tussen twee windturbines een ruimte van meer dan 1.000 meter zou bestaan, kan het windpark volgens de bepalingen van UNCLOS niet gesloten worden voor overige scheepvaart zoals vissersschepen. Wanneer vissersschepen door het windpark heen zouden mogen varen waar zich meerdere elektriciteitskabels van het windpark bevinden, wordt de kans op kabelbeschadiging groter. Deze situatie is ongewenst. Om deze reden zijn de windturbines langs de buitenrand van het windpark zodanig gesitueerd dat de onderlinge afstand langs de buitenrand van het windpark korter is dan 1.000 meter, maar dat toch voldaan wordt aan het uitgangspunt dat de betreffende telecomkabel minimaal 1.000 meter vanaf de ene zijde en minimaal 500 meter vanaf de andere zijde kan worden benaderd.

**4.1.1 Windturbines*****Windturbine***

Er zijn diverse offshore windturbintypes op de markt met verschillende vermogens. Het vermogen van de te selecteren windturbine bepaalt mede de energieopbrengst van het windpark. Op dit moment bedraagt het maximale vermogen van de meest gangbare offshore windturbines circa 3 MW. Er wordt dan ook van uitgegaan dat het windpark gebouwd zal worden met windturbines uit de 3 MW klasse. Het windpark zal bestaan uit totaal 40 windturbines (gebaseerd op de basisvariant met 3 MW turbines). De windturbines bestaan uit een ondersteuningsconstructie (monopaal), een transitiestuk, een werkbordes, een mast, een gondel en een rotor met drie rotorbladen.

De minimale ashoogte is onder andere afhankelijk van de hoogte van het werkbordes. De hoogte van het werkbordes is bepaald door de statistische kans op het voorkomen van een 11,4 meter hoge golf eens in de 100 jaar [Shell, 2001], zekerheidshalve is 15 meter aangehouden (deze hoogte is eveneens gehanteerd bij het Offshore Windpark Q7-WP en het NSW). Op deze hoogte is een veilig gebruik bij alle zeecondities mogelijk. Daarnaast dient een minimum veilige afstand van circa 3 meter te worden aangehouden tussen het werkbordes en de onderzijde van het rotorblad. De minimale ashoogte komt hiermee op 63 meter (hoogte werkbordes: 15 m + veiligheidsafstand: 3 m + halve rotordiameter: 45 m).

In het MER is als uitgangspunt genomen een ashoogte iets boven de minimum ashoogte van 65 meter. Deze marge is nodig om tijdens de detailengineering de totale constructie te kunnen optimaliseren, rekening houdend met de eigenfrequenties van de mast en de ondersteuningsconstructie.

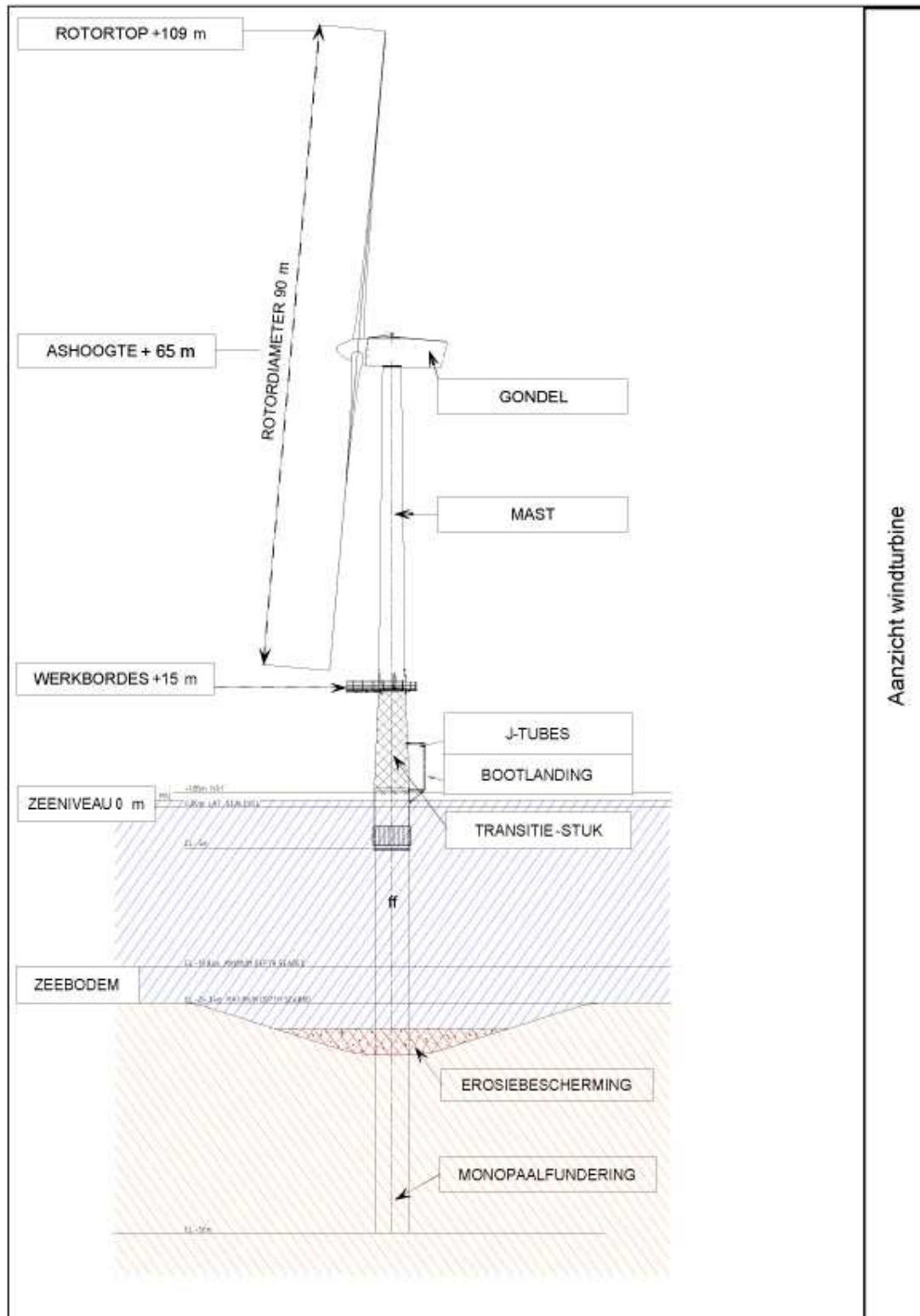
Elke windturbine staat op een fundering (monopaal), die in de zeebodem wordt geheid (zie 'fundering'). Het gewicht van de windturbine (excl. fundering) bedraagt circa 310 ton.

In de windturbines zijn voorzieningen (o.a. vloeistofdichte opvang- en lekbakken) aangebracht om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het milieu terecht kunnen komen. Tijdens aanleg, gebruik, onderhoud en verwijdering van het windpark worden geen verontreinigende of schadelijke stoffen in zee geloosd. Bij de vergunningaanvraag is onder andere een calamiteitenplan ingediend. In het calamiteitenplan wordt ingegaan op calamiteiten, welke voorzieningen worden getroffen om calamiteiten te voorkomen, hoe te handelen bij calamiteiten en op welke wijze de gevolgen van een eventuele calamiteit kunnen worden beperkt.



In figuur 4.3 is de opbouw van een windturbine weergegeven.

**Figuur 4.3** Aanzicht windturbine



## 4.2 Varianten

In de vorige paragraaf is het voornemen beschreven zoals de initiatiefnemer dat wil realiseren: de basisvariant. In deze paragraaf worden de varianten beschreven, die daarnaast in dit MER worden onderzocht. De initiatiefnemer is bij het opstellen van het MER uitgegaan van varianten die reëel en zinvol zijn om te onderzoeken. Daarbij is rekening gehouden met ervaringen uit eerdere vergelijkbare milieueffectrapportages, onder meer van het Offshore Windpark Q7-WP voor de kust van IJmuiden en van het Near Shore Windpark voor de kust van Egmond aan Zee.

In dit MER worden varianten onderzocht die betrekking hebben op:

- Het type windturbine;
- De opstelling van de windturbines en inrichting van het windpark;
- Het kabeltracé naar de kust en het aanlandingspunt.

### 4.2.1 Type windturbine

De basisvariant gaat uit van de realisatie van het windpark met windturbines van 3 MW. Dit is op dit moment het maximale vermogen van de meest gangbare, commercieel verkrijgbare offshore windturbines.

De ontwikkeling van windturbines staat echter niet stil. Het vermogen van de windturbines neemt steeds verder toe. Naar verwachting is over een aantal jaren ook voldoende ervaring opgedaan met windturbines uit de 4,5 MW klasse. Naast de 3 MW basisvariant wordt in dit MER een alternatief beschreven gebaseerd op 4,5 MW windturbines. De rotordiameter van een 4,5 MW windturbine is groter dan die van een 3 MW windturbine. Het gevolg is dat in een windpark met 4,5 MW de windturbines verder uit elkaar staan dan bij windturbines van 3 MW. Dit kan andere milieueffecten tot gevolg hebben.

#### ***Ashoogte van de windturbine ten opzichte van zeeniveau***

In principe neemt de gemiddelde windsnelheid toe met de hoogte. Deze gradiënt neemt echter af bij toenemende hoogte. Daarentegen heeft een hogere mast ook hogere kosten tot gevolg. Niet alleen voor de langere mast, maar ook omdat de ondersteuningsconstructie in dat geval zwaarder uitgevoerd moet worden. In het MER Offshore Windpark Q7-WP is aangegeven dat de meerkosten bij toepassing van een hogere mast niet kunnen worden terugverdiend uit de (veel kleinere) meeropbrengst.

Daarom wordt in dit MER uitgegaan van de kleinste ashoogte, die realistisch is. De minimum veilige afstand van het werkbordes tot de onderzijde van de rotor bedraagt 3 meter. Het werkbordes wordt in verband met de extreme golfhoogte op 15 meter boven LAT geplaatst. Dit betekent dat, afhankelijk van de rotordiameter een minimale ashoogte resulteert. Hierbij wordt tevens rekening gehouden met een beperkte marge van enkele meters om de combinatie van funderingspaal en turbinemast te kunnen optimaliseren voor sterkte en stijfheid rekening houdend met de eigenfrequenties van deze constructie.

In de tabel 4.2 zijn de kenmerken van de 3 MW windturbine en van een windturbine uit de 4,5 MW klasse gegeven.



**Tabel 4.2 Kenmerken windturbines uit de 3 MW en 4,5 MW klasse**

Kenmerken windturbine	3 MW klasse (voornemen)	4,5 MW klasse (variant)
Vermogen	3 MW	4,5 MW
Rotordiameter	90 m	120 m
Ashoogte	65 m	80 m
Diameter monopaal	4,2 m (MSL) 4,5 m (zeebodem)	5,8 (MSL) 6,1 m (zeebodem)
Kleur	conform IALA richtlijnen	conform IALA richtlijnen
Verlichting	conform IALA richtlijnen	conform IALA richtlijnen

**Geluidscontouren rond windpark**

Voor de inrichtingsvarianten van het windpark zijn de geluidscontouren berekend voor de gebruiksfase. Voor de 3 MW variant is daarbij uitgegaan van de Vestas V90 met een bronvermogen van 109,4 dB(A). Bij de 4,5 MW variant is uitgegaan van de Vestas V120 met een maximaal bronvermogen van 112 dB(A) bij een windsnelheid van 8,0 m/s. De berekeningen zijn uitgevoerd met WindPRO. De 40 dB(A), 45 dB(A), 50 dB(A) en 55 dB(A) geluidscontouren van de verschillende inrichtingsvarianten zijn weergegeven in bijlage 1.

**4.2.2 De opstelling van de windturbines en inrichting van het windpark****4.2.2.1 Varianten op de 3 MW basisvariant**

Naast de basisvariant met 3 MW windturbines opgesteld op een onderlinge afstand van 8x de rotordiameter (8D) wordt ook een compacte variant onderzocht, waarbij de windturbines zijn geplaatst op een onderlinge afstand van 6x de rotordiameter (6D).

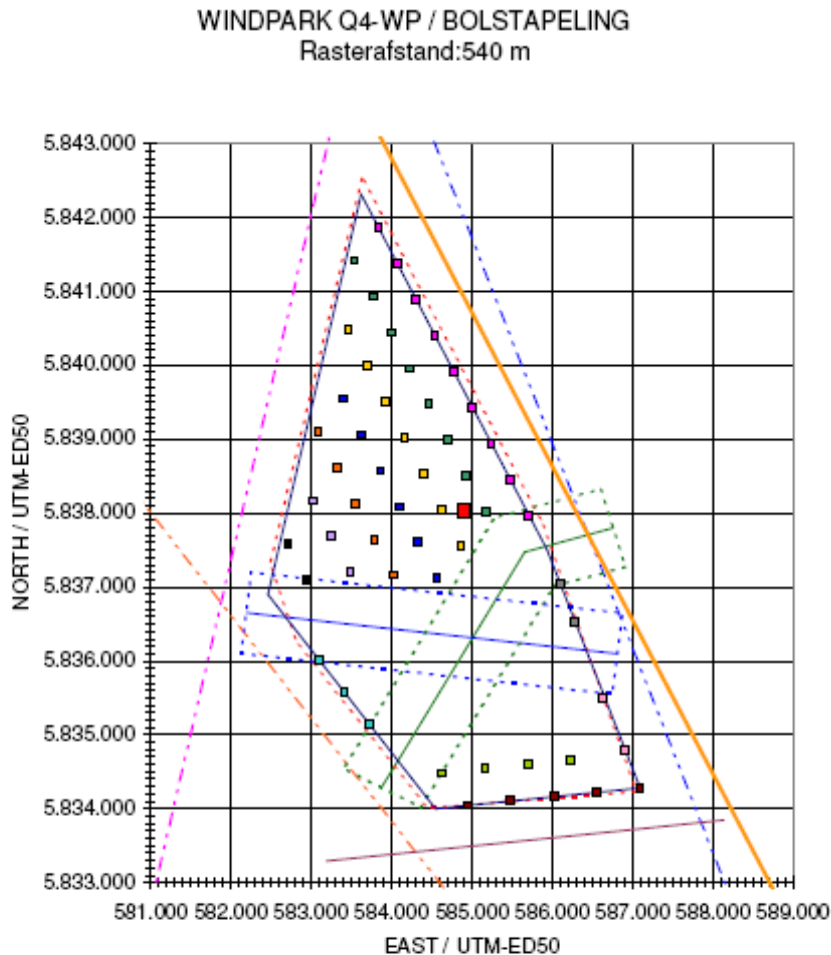
Ook voor de 4,5 MW variant zijn twee deelvarianten uitgewerkt: de basisvariant (4,5 MW en 8D) en de compacte variant (4,5 MW en 6D).

Wanneer de onderlinge afstand varieert, varieert ook het aantal windturbines dat kan worden opgesteld in het beschikbare zeegebied. In onderstaande tabel is het aantal windturbines behorende bij de verschillende inrichtingsvarianten aangegeven.

**Tabel 4.3 Aantal windturbines per variant**

	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Aantal windturbines	40	56	24	40

In figuur 4.4 is de configuratie van de compacte 3 MW variant weergegeven. Naast de compacte 3 MW variant worden ook de basisvariant 4,5 MW en de compacte 4,5 MW variant beschreven (figuur 4.5 en figuur 4.6). Bij de varianten van de inrichting is net als bij de basisvariant 3 MW rekening gehouden met de afstand van bestaande kabels tot de windturbines (zie paragraaf 4.1). Ook bij de varianten is de grootste opening tussen twee windturbines langs de buitenrand van het windpark kleiner dan 1.000 meter zodat het gebied gesloten kan worden verklaard voor scheepvaart (zie alinea Aanwezigheid van bestaande telecomkabels in het geplande windpark in paragraaf 4.1.).

**Figuur 4.4 Inrichting offshore windpark Q4-WP 3 MW compacte variant**

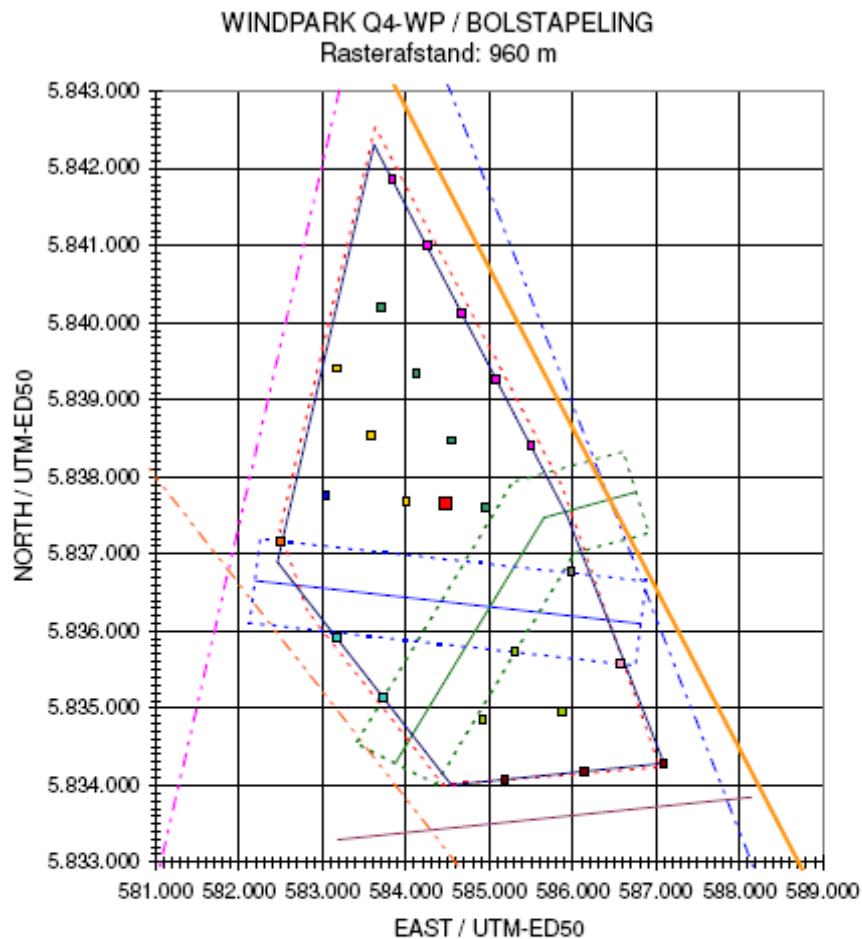
Aantal windturbines: 56

Windparkvermogen: 168 MW

Minimum afstand tot vaarroutes, kabels en leidingen buiten het windpark: 550m (hart turbine)

Minimum afstand tot kabels in het windpark: alternerend min. 500m respect. 1000m met uitzondering van de buigepuntrek van het windpark als de afstand tussen 2 windturbines groter zou worden dan 1000m



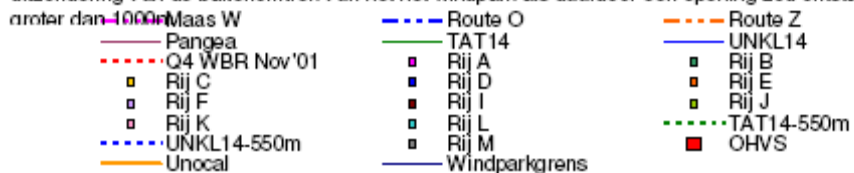
**Figuur 4.5** Inrichting offshore windpark Q4-WP 4,5 MW basisvariant

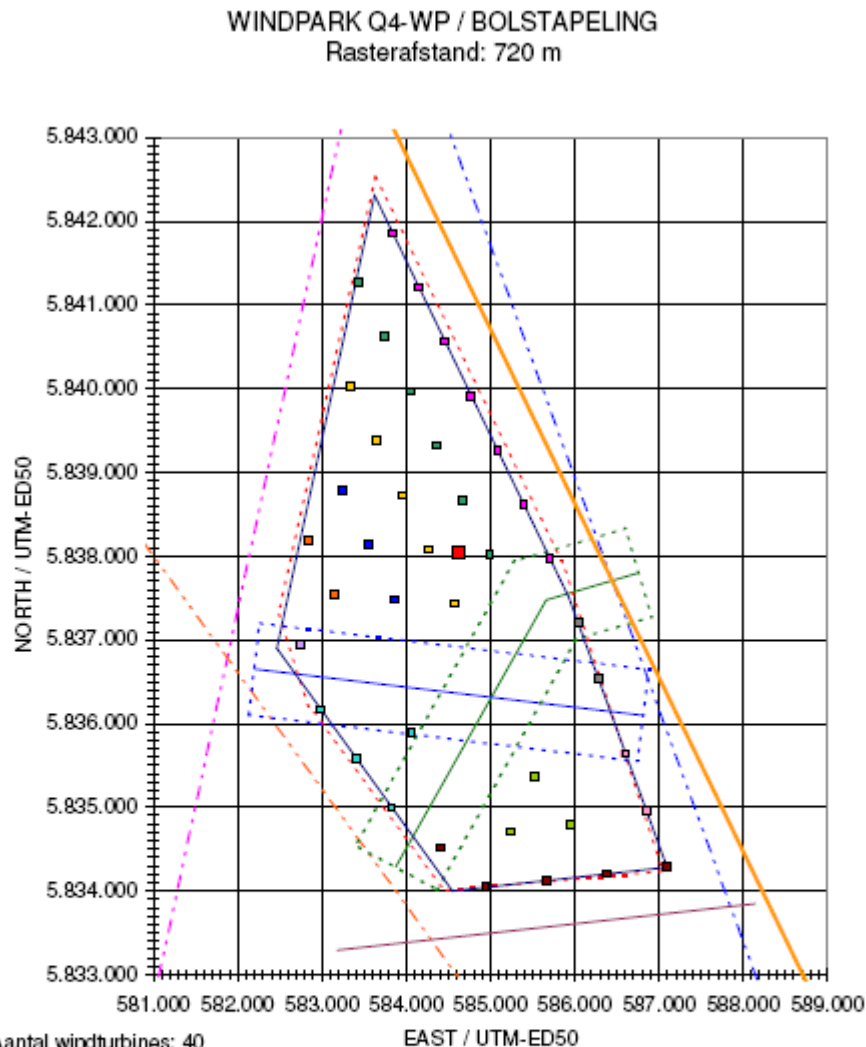
Aantal windturbines: 24

Windparkvermogen: 108 MW

Minimum afstand tot vaarroutes, kabels en leidingen buiten het windpark: 550m (hart turbine)

Afstand tot kabels binnenin het windpark altemerend min. 500m respect. min. 1000m met uitzondering van de buitenomtrek van het het windpark als daardoor een opening zou ontstaan



**Figuur 4.6** Inrichting offshore windpark Q4-WP 4,5 MW compacte variant

#### **4.2.2.2 Overige inrichtingsaspecten van het windpark**

##### ***Fundering***

Aan de fundering van windturbines worden zware eisen gesteld. De fundering moet bestand zijn tegen de krachten van de windturbine, windbelasting, zout water, golven en stromingen in het water en veranderingen in de zeebodem. Uit onderzoek [OPTI-PILE, 2004] blijkt dat tot een waterdiepte van circa 30 meter, de monopaal (buispaal) de beste fundering is voor een windturbine. Dit type fundering wordt ook toegepast bij de windparken Q7-WP (waterdiepte 20-25 m), NSW (waterdiepte circa 18 m), Horns Rev (waterdiepte 6-14 m) en Thorntonbank (waterdiepte 12-22 m). Bij een waterdiepte van meer dan 30 m of bij een bodem met minder draagkracht is een monopaal mogelijk niet meer bruikbaar.

Omdat de waterdiepte in het plangebied circa 20 tot 25 m (MSL) bedraagt en de draagkracht van de bodem naar verwachting voldoende is, worden in dit MER geen alternatieven voor de ondersteuningsconstructie onderzocht.

Op de fundering worden geen aangroeiwerende middelen (anti-fouling) en middelen tegen corrosie (roesten) aangebracht, bij de sterkteberekening zal hier rekening mee worden gehouden. Er wordt wel kathodische bescherming toegepast. Kathodische bescherming is een elektrochemische methode om corrosie (roestvorming) te bestrijden. Dit wordt vooral toegepast bij stalen constructies die zich in een geleidend medium bevinden. Onder "geleidend medium" wordt verstaan water of een bodem waarin (bijna) altijd water aanwezig is. Voor anodes komen Zink en Aluminium in aanmerking. Aluminium heeft een hogere energieopbrengst per kilogram en derhalve een lagere emissie naar de omgeving. In dit MER is ervan uitgegaan dat op de fundering aluminium opofferingsanodes zullen worden gebruikt. Deze anodes hebben een gewicht van ca. 1.500 kg per fundering. Deze anodes bevatten ongeveer 94,9% tot 99,2% aluminium, die tijdens de levensduur van 20 jaar wordt afgescheiden.

##### ***Erosiebescherming***

Zonder voorzieningen ontstaat rond de fundering een erosie- of ontgrondingskuil met een diepte van circa 2,7 maal de diameter van de fundering. Om de stabiliteit van de fundering te garanderen zijn twee oplossingen mogelijk. Er kan voor worden gekozen om de fundering te verlengen óf om rond de fundering een erosiebescherming aan te brengen om het ontstaan van ontgrondingskuilen te voorkomen.

Toepassing van erosiebescherming heeft geen negatieve effecten op het milieu. Wel zijn er enkele positieve milieueffecten. Zo wordt de bodem niet aangetast, treedt er minder sedimenttransport op en ontstaat er een geschikt vestigingsmilieu voor macrobenthos, bodemvissen en kreeften [Grontmij, 2004].

Daarom wordt in dit MER uitgegaan van toepassing van erosiebescherming. Hierdoor wordt het ontstaan van erosiekuilen voorkomen en kan de monopaal lichter worden uitgevoerd. Ook kan de structurele integriteit van de constructie beter gewaarborgd worden.

Het gebruik van stortsteen is een standaard methode om de bodem te beschermen tegen erosie. Het gebruik van stortsteen wordt bijvoorbeeld ook toegepast bij het Offshore Windpark Q7-WP (zie Wbr-vergunning AMU/743, 18 februari 2002) en bij het NSW (zie Wbr-vergunning AMU/857, 9 maart 2004).

##### ***Opbouw erosiebescherming***

De erosiebescherming wordt aangebracht in twee lagen. De eerste laag (de zogenaamde filterlaag) bestaat uit fijn zand en gravel met een diameter van circa 2 cm en wordt aangebracht direct op de zeebodem. Deze laag heeft een oppervlaktediameter van circa 25 m en een dikte van circa 50 cm. De tweede laag (de zogenaamde beschermingslaag) bestaat uit grotere stukken stortsteen, met een diameter van circa 40 cm.

De oppervlaktediameter bedraagt circa 21 m en heeft een dikte van circa 1,4 m. De opbouw van de erosiebescherming is weergegeven in de onderstaande tabel.

**Tabel 4.4 Opbouw erosiebescherming monopaal**

	3 MW	4,5 MW
<i>Eerste laag</i>		
Oppervlaktediameter	circa 25 m	circa 34 m
Dikte	circa 0,5 m	circa 0,5 m
Oppervlakte	circa 490 m <sup>2</sup>	circa 910 m <sup>2</sup>
Volume	circa 245 m <sup>3</sup>	circa 455 m <sup>3</sup>
<i>Tweede laag</i>		
Oppervlaktediameter	circa 21 m	circa 29 m
Dikte	circa 1,4 m	circa 1,4 m
Oppervlakte	circa 345 m <sup>2</sup>	circa 660 m <sup>2</sup>
Volume	circa 485 m <sup>3</sup>	circa 925 m <sup>3</sup>

### **Markering**

Bij de markering van het windpark c.q. de windturbines worden de IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) richtlijnen [IALA, 2004] gehanteerd. Ook zal worden voldaan aan de eisen die de luchtvaart stelt.

De IALA heeft de aanbevelingen opgesteld omdat IALA:

- een toename ziet in het aantal gebieden met meerdere windturbines en het mogelijke gevaar voor de scheepvaart;
- tevens vaststelt dat, afhankelijk van het risico, het een zaak van de nationale autoriteit is om te beslissen of en hoe een windpark bebakend zou moeten worden;
- ook meent dat markering de veiligheid voor de scheepvaart verhoogt en de windturbines beter beschermt.

In het verlichtingsplan, dat onderdeel vormt van de Wbr vergunningaanvraag, is nader ingegaan op de wijze van verlichting en markering en het gebruik van geluidsignalen.

De markering van het windpark is gebaseerd op de IALA-richtlijnen [IALA, 2004]. Dit betekent voor het windpark dat:

- iedere windturbine op een hoek of iedere windturbine waar de vorm van het windpark verandert (een zogenaamde Significant Peripheral Structure (SPS)) wordt voorzien van een geel flitsend licht met een zichtbaarheid van minimaal 5 nm (nautische mijl) bij een ATF (Atmosferische Transmissie Factor) van 0,74.
- Indien de onderlinge afstand tussen twee SPS-en aan dezelfde zijde van het windpark groter is dan 2 nm, wordt een tussenliggende windturbine van een geel flitsend licht voorzien. Dit licht heeft een bereik van minimaal 2 nm en een afwijkend flitspatroon ten opzichte van het geel flitsend licht van de SPS-en.
- De markeringsverlichting voor de scheepvaart heeft een minimale beschikbaarheid van 99,0% (IALA categorie 2).
- De markeringsverlichting voor de scheepvaart wordt geplaatst op het werkbordes op een hoogte van 15 m boven gemiddeld zeeniveau, ruim onder het laagste punt van de rotor. Deze verlichting is van buiten het windpark zichtbaar.
- Alle windturbines worden vanaf zeeniveau tot het werkbordes op 15 m boven gemiddeld zeeniveau voorzien van een geel gekleurde coating.

- De windturbines aan de buitenrand van het windpark worden voorzien van een radarreflector. Indien het Bevoegd Gezag in verband met mogelijk teveel radarreflectie hiervan wil afwijken, zullen in overleg met de bevoegde autoriteiten minder windturbines van radarreflectoren worden voorzien.
- Het windpark wordt voorzien van misthoorns, die een gebied van 2 nm rond het windpark bereiken. De misthoorns laten de morse code U horen.
- Op het dak van de gondel van iedere windturbine en op het dak van transformatorstation wordt een rood vastbrandend luchtvaart markeringslicht met een lichtsterkte van 50 cd aangebracht. Op het dak van de gondels van de windturbines aan de buitenzijde wordt een rood vastbrandend luchtvaart markeringslicht met een lichtsterkte van 2.000 cd aangebracht. Dit licht is onder alle omstandigheden vanuit iedere richting waar te nemen.

De markeringsverlichting voor de scheepvaart en de misthoorns voldoen aan de eisen van het Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Noordzee, van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De markeringsverlichting voor de luchtvaart voldoet aan de eisen van de Divisie Luchtvaart van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. De markeringsverlichting wordt automatisch in- en uitgeschakeld. Het inschakelmoment is 15 lux en het uitschakelmoment is 60 lux. De misthoorns worden door middel van een mistdetector automatisch ingeschakeld bij een zichtbaarheid van 2 nm of minder.

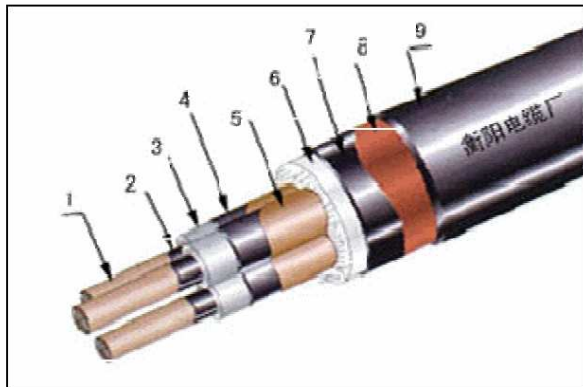
In verband met beperking van de zichtbaarheid vanaf de kust zou voor het gedeelte van de windturbine boven het werkbordes gekozen kunnen worden voor een niet opvallende kleur, zoals grijs. Daarentegen kan ter vergroting van de zichtbaarheid voor de scheepvaart juist gekozen worden voor een opvallende kleur (bijvoorbeeld geel of rood). De rotorbladen worden uitgevoerd in een standaardkleur, zoals grijs of wit. Afwerking in een bijzondere kleur leidt tot langere levertijden bij een eventuele vervanging. In hoofdstuk 8 Landschap wordt nader ingegaan op de kleur van windturbines in relatie tot de zichtbaarheid.

In het bij de Wbr vergunningaanvraag behorende verlichtingsplan is de markering voor scheepvaart en luchtvaart nader uitgewerkt. Over de markering en verlichting tijdens de aanleg van het windpark zullen te zijner tijd nadere afspraken worden gemaakt met het Bevoegd Gezag.

### ***Parkbekabeling en transformatorstation***

#### **Parkbekabeling**

Tussen de windturbines in het park worden speciale zeekabels aangelegd (zie figuur 4.7). Deze middenspanningskabels hebben een stalen mantel, die aan beide zijden wordt geaard. De kabels zijn drie-aderig (één ader per fase) en zijn voorzien van een aantal glasvezeladers. De glasvezeladers worden gebruikt voor afstandsbediening en -bewaking van het windpark. Er worden uitsluitend olievrije kabels toegepast. Milieuverontreiniging bij een eventuele beschadiging wordt hiermee voorkomen. Bij beschadiging wordt de kabel automatisch spanningsloos geschakeld.

**Figuur 4.7** Drie-aderige middenspanningskabel

1. Conductor
2. Conductor Shielding
3. XLPE insulation
4. Insulation shielding
5. Shielded with copper tape
6. Tape
7. Inner sheath
8. Armored steel tape
9. PVC sheath

In dit MER wordt voor het energietransport in het windpark uitgegaan van 22 – 34 kV wisselspanning. Dit is op dit moment de meest gangbare optie. Door toepassing van drie-aderige kabels zullen de magnetische velden van de afzonderlijke aders elkaar grotendeels opheffen. Een eventueel resterend magnetisch veld wordt deels geëlimineerd door de staalband (demping circa 10 à 15 dB). De ingraafdiepte (1 m) reduceert de dan nog resterende veldsterkte met het kwadraat van de diepte. De verwachting is dan ook dat sprake zal zijn van geen of een verwaarloosbaar uitwendig magnetisch veld.

Bij het voorlopig ontwerp van de parkbekabeling is het belangrijkste criterium de beperking van de kosten. Des te kleiner de kabellengte, des te lager de kosten. Dit is ook gunstig voor het milieu: des te kleiner de kabellengte, des te minder effect op het milieu.

Op de middenspanningskabels kan afhankelijk van het spanningsniveau 25 – 40 MW worden aangesloten. Dat betekent dat, afhankelijk van het spanningsniveau en windturbine type, 8 - 13 stuks (3 MW windturbines) of 5 - 8 stuks (4,5 MW windturbines) kunnen worden aangesloten op één streng.

De dwarsdoorsnede van de middenspanningskabels varieert van 150 mm<sup>2</sup> (aan het begin van de kabel, als één windturbine is aangesloten) tot 500 mm<sup>2</sup> (als alle windturbines van een streng zijn aangesloten). Alle kabels komen uit bij het transformatorstation, dat midden in het windpark is geplaatst.

De elektriciteitskabels worden tenminste 1 meter diep in de zeebodem ingegraven. De diepteligging van de elektriciteitskabels is gebaseerd op het dynamische karakter van de kustzone en de voorschriften uit de Wbr vergunningen voor onder meer Q7-WP en het NSW.

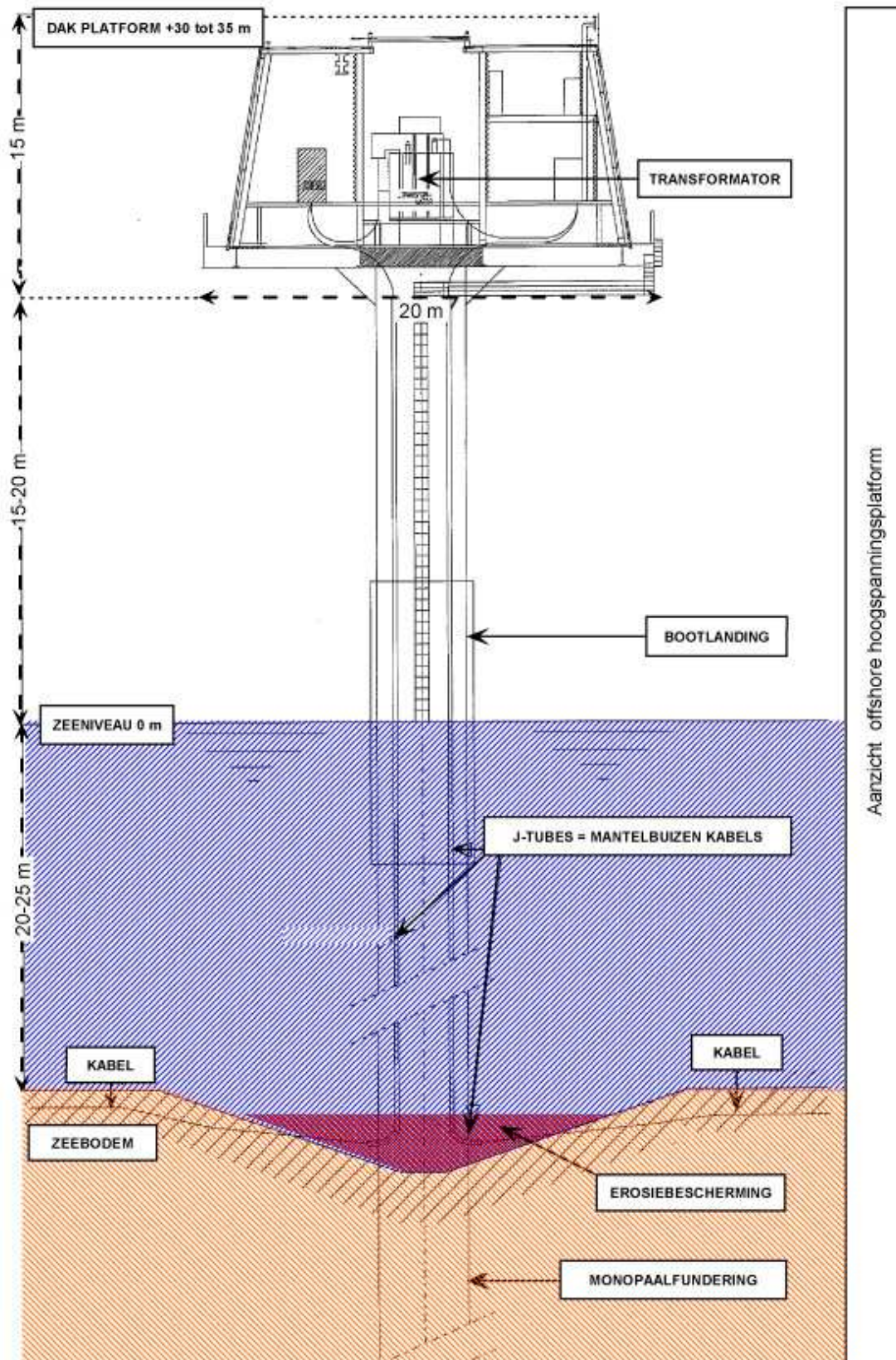
#### Transformatorstation

Vanaf de windturbines lopen middenspanningskabels naar het transformatorstation in het midden van het windpark. Het transformatorstation wordt centraal in het windpark geplaatst om de lengte aan parkbekabeling te beperken. In het transformatorstation wordt de spanning omgezet van middenspanning (22 - 34 kV) naar 150 kV. Vanaf het transformatorstation lopen vervolgens twee 150 kV kabels naar de kust. Des te hoger de transportspanning, des te lager de transportverliezen. Er is gekozen voor 150 kV kabels omdat dit spanningsniveau breder beschikbaar is.

In figuur 4.8 is een voorbeeld weergegeven van een offshore transformatorstation. Dit is het transformatorstation zoals oorspronkelijk gepland voor het offshore windpark Q7-WP.



**Figuur 4.8** Offshore transformatorstation



Transformatoren voor 22/150 kV of 34/150 kV kunnen voor zeer hoge vermogens gemaakt worden (tot circa 1.000 MVA). Het vermogen wordt in de praktijk beperkt door het maximum gewicht dat nog gehanteerd kan worden. De 150 kV transformator van het offshore hoogspanningsstation moet in geval van een onverhoopt defect vervangen kunnen worden. Een 150 kV transformator tot 150 MVA is hanteerbaar en wordt vaker toegepast in de offshore industrie. In dit MER wordt daarom uitgegaan van een transformator van 150 MVA. Dit komt overeen met een vermogen van circa 130 MW. Dit betekent dat voor het windpark in de basisvariant 3 MW één transformator nodig is. Deze wordt geplaatst in het offshore hoogspanningsstation.

De belangrijkste onderdelen van een hoogspanningsstation zijn de MS/HS-transformator(en), de middenspanningsschakelinstallatie en de hoogspanningsschakelinstallatie.

De transformator is een klassieke, met minerale olie gevulde transformator. Dit type transformator is zeer robuust en betrouwbaar. Het hoogspanningsstation wordt uitgevoerd als een gesloten systeem. De MS- en HS-schakelapparatuur is van het GIS-type (gas insulated system). De actieve delen zijn ondergebracht in volledig afgesloten compartimenten gevuld met (circa 70 kg) SF<sub>6</sub>-gas. Het transformatorstation is daarnaast voorzien van een beveiligingssysteem, noodstroomvoorzieningen, noodverblijf, brandbestrijdingssystemen, etc.

De afmetingen van het transformatorstation zijn (lengte x breedte x hoogte) circa 25 x 25 x 20 meter. De exacte afmetingen van het transformatorstation worden pas in een later stadium bepaald. De onderzijde van het station, het platform, wordt geplaatst op ongeveer 15 meter boven gemiddeld zeeniveau. Het transformatorstation wordt geplaatst op een monopaal (doorsnede circa 5,2 m ter plaatse van de zeebodem). Rond de monopaal wordt erosiebescherming aangebracht.

In de transformator bevindt zich circa 80 ton minerale olie. Eventuele lekkages worden opgevangen in een reservoir. De inhoud hiervan is groter dan de hoeveelheid olie in de transformator. Op het transformatorstation is ook een noodstroom generator voorzien. De bijbehorende dieseltank heeft een inhoud van circa 100 liter. Ook hier bevindt zich onder de dieseltank een reservoir waarvan de inhoud groter is dan de inhoud van de dieseltank. Eventuele lekkages worden hierdoor opgevangen. Andere onderdelen van het transformatorplatform bevatten slechts een kleine hoeveelheid olie. Ook hier zijn opvangsystemen aanwezig.

#### Varianten transformatorstation

Het transformatorstation is in het midden van het windpark geplaatst (zie figuur 4.2). De kans op scheepsaanvaringen en –aandrijvingen met het transformatorstation is hier het kleinst in vergelijking met andere locaties binnen de begrenzing van het windpark. Het transformatorstation is op deze wijze namelijk zo ver als mogelijk van de grens van het gebied gelegen. Aanvaring met een transformatorstation kan niet alleen voor het betreffende schip, maar ook voor de continuering van de elektriciteitsproductie ernstige negatieve gevolgen hebben. Derhalve worden in dit MER geen andere locaties voor het transformatorstation onderzocht. De verwachting is dat elke andere locatie uitsluitend tot meer negatieve effecten zal leiden. Een bijkomende reden voor de plaatsing van het transformatorstation centraal in het windpark is de minimale lengte van de in dat geval benodigde parkbekabeling.

Er zijn wel variaties mogelijk in het ontwerp van het transformatorstation, maar dit is weinig relevant voor het MER. De milieueffecten zullen namelijk niet onderscheidend zijn voor de verschillende ontwerpen.

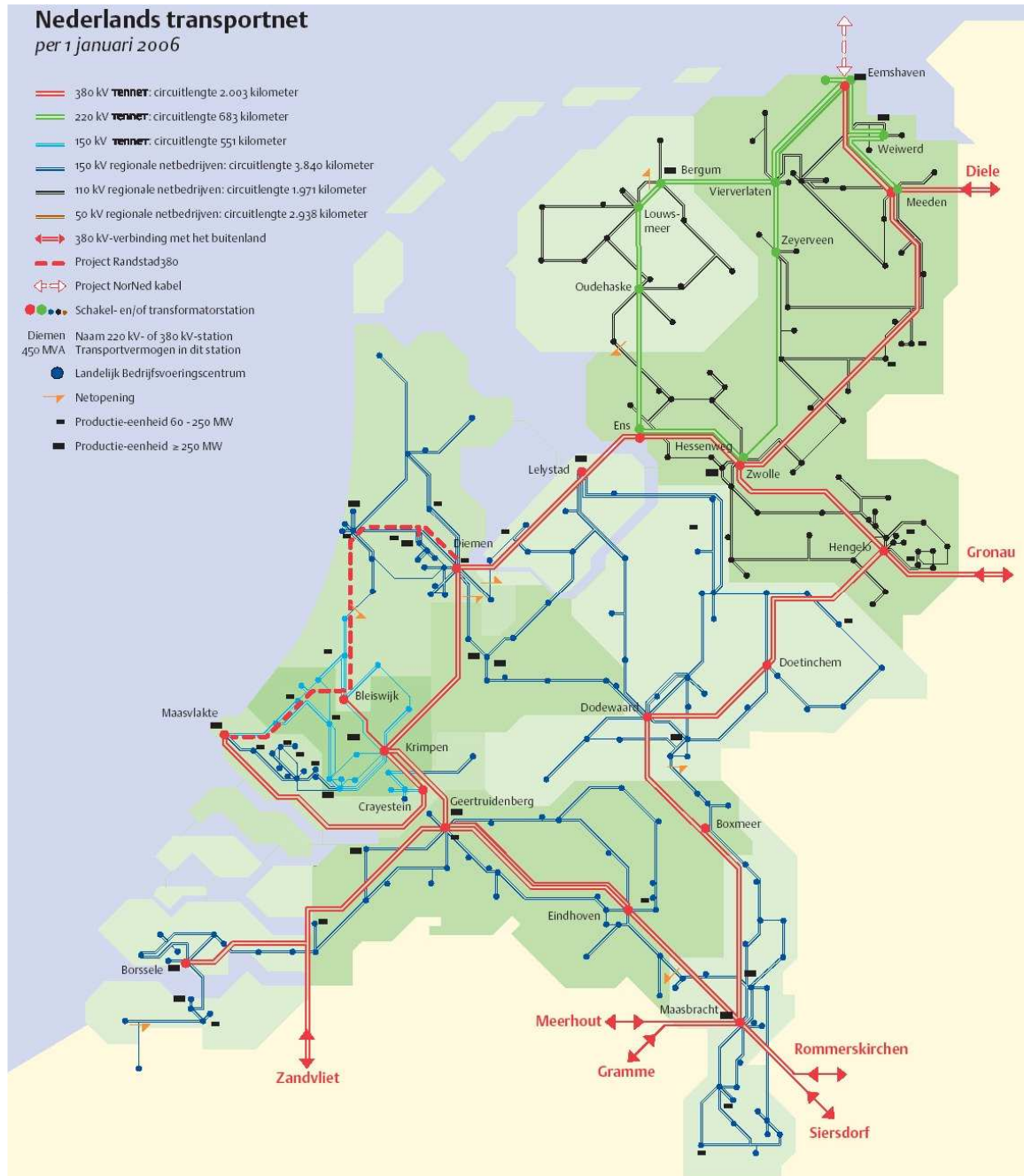
### **4.3 Potentiële aanlandingspunten en kabeltracés**

In deze paragraaf worden de verschillende aanlandingspunten en aansluitmogelijkheden op het landelijk hoogspanningsnet nader besproken. De informatie in deze paragraaf is gebaseerd op de resultaten van de Connect 6.000 MW en Connect II [EZ, 2004; EZ, 2005]. Daarnaast zijn de gegevens geverifieerd en geactualiseerd in overleg met de beheerder van het landelijk hoogspanningsnet, TenneT.

#### **4.3.1 Potentiële aansluitpunten**

De plaats waar het kabeltracé op de kust aanlandt, wordt bepaald door de mogelijkheid om in de nabijheid van de aanlanding de aangevoerde, op zee geproduceerde elektriciteit aan te kunnen sluiten op het landelijk hoogspanningsnet. Het landelijk 380 kV hoogspanningsnet is in beheer bij TenneT. Het 380 kV hoogspanningsnet van TenneT is onder meer bedoeld om grote vermogens op aan te sluiten. Figuur 4.9 geeft een overzicht weer van het Nederlandse transportnet.

**Figuur 4.9** Overzicht Nederlandse transportnet



Connect 6.000 MW stelt dat de 380 kV aansluitpunten op de Maasvlakte en bij IJmuiden de meest geschikte locaties zijn om substantiële vermogens op aan te sluiten.

Voor zover de capaciteit van het 150 kV net dit toelaat, kan op dit net ook productievermogen worden aangesloten. Het regionale hoogspanningsnet, gedeeltelijk 110 kV en gedeeltelijk 150 kV, is in Zuid-Holland in beheer bij TenneT en in Noord-Holland in beheer bij Continuon.

De vraag is in hoeverre de 150 kV stations in Noord- en Zuid-Holland mogelijkheden bieden om een offshore windpark op aan te sluiten. Uit een analyse van TenneT voor de 150 kV stations in Zuid-Holland blijkt dat in 2010 wat betreft de transportcapaciteit circa 600 MW kan worden ingepast en in 2020 circa 900 MW. Hierbij is verondersteld dat het vermogen gelijkmatig verdeeld wordt over enkele daarvoor in aanmerking komende 150 kV stations: Sassenheim, Den Haag, Westerlee, Wateringen en de Maasvlakte. In deze stations is de fysieke ruimte voor één of twee 150 kV velden aanwezig, dan wel is de verwachting dat deze ruimte in de toekomst gevonden kan worden. Enkele stations zullen in dat geval moeten worden aangepast om de grotere kortsluitstromen te kunnen verwerken.

Hieronder wordt ingegaan op vijf mogelijke aanlandingspunten voor Windpark Q4-WP (van noord naar zuid):

- Aanlanding IJmuiden en aansluiting te Beverwijk/ Velsen;
- Aanlanding bij Noordwijk en aansluiting te Sassenheim;
- Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Den Haag;
- Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Wateringen;
- Aanlanding en aansluiting bij de Maasvlakte.

#### ***Aanlanding IJmuiden en aansluiting te Beverwijk/Velsen***

In beginsel is in IJmuiden met aansluitpunt Beverwijk/Velsen voldoende capaciteit aanwezig om Offshore Windpark Q4-WP aan te sluiten. Gezien de ligging van het windpark is aanlanding te IJmuiden en aansluiting te Beverwijk/Velsen een aantrekkelijke optie.

#### ***Aanlanding bij Noordwijk en aansluiting te Sassenheim***

Via het aanlandingspunt bij Noordwijk kan Windpark Q4-WP worden aangesloten op het bestaande 150kV-station te Sassenheim. Sassenheim is een bestaand aansluitpunt in het regionale 150 kV-net. Op dit station is ruimte beschikbaar voor de uitbreiding met een 150 kV-veld. De 150 kV transportcapaciteit vanaf dit station in de richting Leiden bedraagt 280 MVA. Volgens TenneT biedt Sassenheim capaciteit om maximaal 275 MW aan te sluiten. Voordeel van een aansluiting bij Sassenheim is dat geen transformatie nodig is. De spanning waarmee op zee geproduceerde elektriciteit naar land wordt getransporteerd, is ook 150 kV. Windpark Q4-WP in de basisvariant met 3 MW turbines heeft een vermogen van 120 MW. Dit vermogen kan aangesloten worden op Sassenheim. Om die reden wordt Sassenheim in dit MER als een realistische optie voor de aansluiting van het windpark beschouwd.

#### ***Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Den Haag***

Via het aanlandingspunt bij Scheveningen kan Windpark Q4-WP worden aangesloten op het bestaande 150 kV-station te Den Haag. Den Haag is een bestaand aansluitpunt in het regionale 150 kV-net. De 150 kV lijnverbinding heeft een transportcapaciteit van twee keer 300 MVA. Ook in Den Haag is geen transformatie nodig. Het transport vanaf het windpark geschiedt op een spanning van 150 kV.

Windpark Q4-WP in de basisvariant met 3 MW windturbines heeft een vermogen van 120 MW. Dit vermogen kan aangesloten worden te Den Haag.



Scheveningen ligt echter verder weg van het geplande windpark dan IJmuiden en Noordwijk. Om die reden wordt deze optie verder buiten beschouwing gelaten

#### ***Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Wateringen***

Wateringen maakt deel uit van het 150 kV net. Wateringen is opgenomen in de plannen van TenneT om het 380 kV net uit te breiden van de Maasvlakte via Bleiswijk naar Beverwijk. Dit project, de Randstad 380 kV verbinding, omvat de bouw van een aantal 380 kV verbindingen, de bouw van enkele nieuwe 380 kV / 150 kV stations, enkele 150 kV verbindingen en de uitbreiding van enkele bestaande stations.

De nieuwe 380 kV verbinding volgt het traject Maasvlakte – Westerlee – Wateringen – Bleiswijk – Beverwijk – Diemen. Met de voorbereiding en uitvoering van dit project is naar verwachting ruim tien jaar gemoeid.

De eerste voorbereidingen zijn gestart in 2002. Door de aanleg ontstaat in de zuidelijke en in de noordelijke Randstad een ringvormig hoogspanningsnet. Dit versterkt de infrastructuur. Beide ringen worden gekoppeld aan het landelijke hoogspanningsnet.

Met de realisatie van Randstad 380 kV is het mogelijk om de op zee opgewekte elektriciteit aan te sluiten op het nog te realiseren 380 kV station Wateringen. De vergunningaanvraag voor dit station is inmiddels door TenneT ingediend. Wanneer de procedure geen vertraging ondervindt, kan het 380 kV station Wateringen in 2010 in bedrijf zijn.

Vanwege onzekerheden omtrent een tijdige realisatie van het 380 kV station Wateringen en de Randstad 380 kV verbinding wordt Wateringen vooralsnog niet als een reëel alternatief voor de aansluiting van Windpark Q4-WP beschouwd.

#### ***Aansluitpunt op de Maasvlakte***

Op de Maasvlakte is nabij de E.On centrale een 380 kV/150 kV station aanwezig. Dit station heeft voldoende capaciteit voor de aansluiting van een offshore windpark. De Maasvlakte ligt echter verder weg dan de aanlandingspunten IJmuiden en Noordwijk. Daarom wordt deze optie verder buiten beschouwing gelaten.

#### ***Te onderzoeken kabeltracés***

In beginsel is in Beverwijk/Velsen en Sassenheim voldoende capaciteit aanwezig om Offshore Windpark Q4-WP aan te sluiten. In dit MER worden de volgende kabeltracés naar deze aansluitpunten onderzocht:

- Aanlanding bij IJmuiden en aansluiting op 150 kV station Beverwijk/Velsen;
- Aanlanding bij Noordwijk en aansluiting op 150 kV station Sassenheim.

De tracés voor aansluiting op de twee genoemde punten zijn weergegeven in figuur 4.1.

In dit MER worden uitsluitend deze varianten voor de aansluiting van het windpark nader uitgewerkt en beschreven.

### **4.3.2 Beschrijving kabeltracés van offshore windpark naar aanlandingspunt**

#### ***Kabeltracé naar aanlandingspunt***

Het kabeltracé van het windpark naar het aanlandingspunt bij IJmuiden heeft een lengte van circa 32 km. Het tracé kruist zeven keer een in gebruik zijnde telecomkabel, één keer een verlaten telecomkabel, een gasleiding, een olieleiding en drie elektriciteitskabels. De verlaten telecomkabel zal plaatselijk worden verwijderd.

### **Kabeltracé naar aanlandingspunt Noordwijk**

Het kabeltracé van het windpark naar het aanlandingspunt bij Noordwijk heeft een lengte van circa 50 km. Het tracé kruist tien keer een in gebruik zijnde telecomkabel. Het tracé kruist geen olie- of gasleiding, maar wel één elektriciteitskabel en een gebaggerde vaargeul.

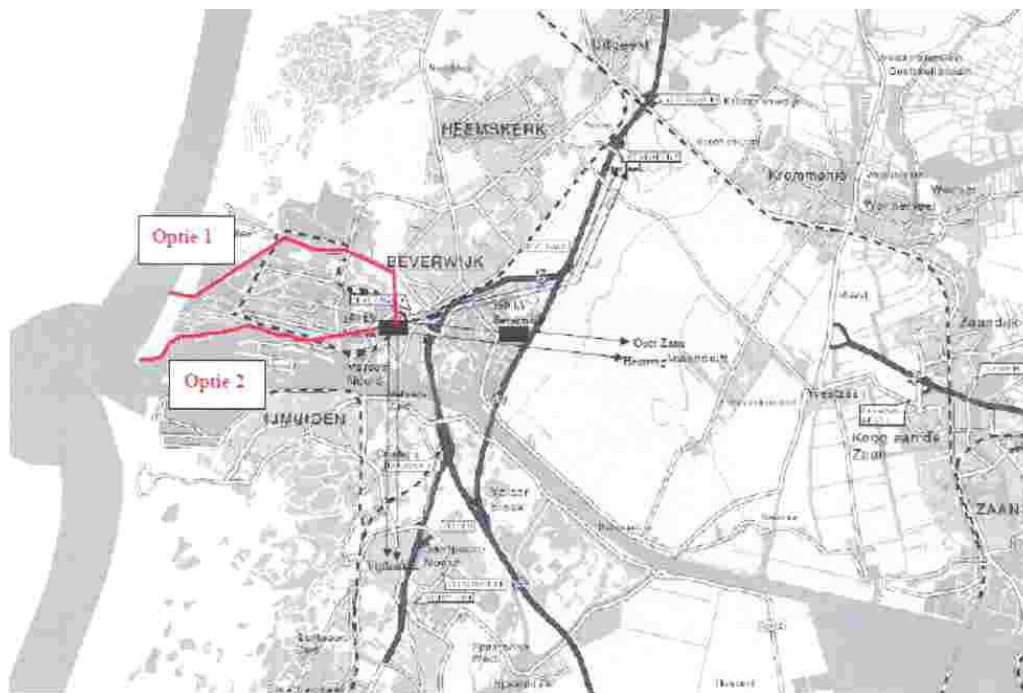
### **4.3.3 Beschrijving kabeltracés van aanlandingspunt naar aansluitpunt Potentiële aanlandingspunten en tracés op land bij IJmuiden (Beverwijk/ Velsen)**

De optie voor aanlanding bij het station Beverwijk/Velsen kent een aantal bijzondere ruimtelijke en bestuurlijke beperkingen. Het gebied kent een veelheid van functies (zware industrie, rail, woonbebouwing) en heeft zeer weinig fysieke ruimte beschikbaar voor (werkzaamheden voor) nieuwe kabels. De volgende opties zijn aan de orde:

- Optie 1: aanlanding in IJmuiden, locatie Wijk aan Zee;
- Optie 2: aanlanding aan de havenhoofden van de haven van IJmuiden.

De opties 1 en 2 worden hieronder nader beschouwd. Figuur 4.10 geeft de tracés van deze opties weer.

**Figuur 4.10 De aanlandingsopties bij IJmuiden en de potentiële landtracés**



#### Optie 1: aanlanding in de haven van IJmuiden bij Wijk aan Zee

Dit is de optie met aanlanding bij Wijk aan Zee waar ook de individuele aanlandingen van de projecten Near Shore Windpark en Q7-WP plaatsvinden. Technisch is het mogelijk gebundelde kabels van offshore projecten, eventueel met verschillende momenten van realisatie, in een geconcentreerde zone van enkele honderden meters door de zeekering te geleiden. Na de kruising van het waterstaatwerk Reyndersweg loopt het tracé daarna ten noorden van het zuidelijke Corus-terrein via de Zeestraat naar het 150 kV station in Velsen-Noord en van daaruit naar het geplande nieuwe 380 kV station Beverwijk. Een niet te onderschatten probleem bij dit tracé is het onderdeel langs de Zeestraat.

Deze weg vormt een belangrijke verkeersader voor Wijk aan Zee; voorkomen moet worden dat door kabelwerkzaamheden langdurige congesties optreden op deze verbinding.

Een denkbare variant, op dit voor de aanlanding van de parken NSW en Q7-WP gevolgde tracé, is er één die over het noordelijke Corus-terrein loopt. Uit gesprekken is gebleken dat Corus bereid is om de mogelijkheden voor kabeltracés over de Corus-terreinen met initiatiefnemers te bespreken.

Nadrukkelijk wordt erop gewezen, dat de ruimtelijke inpassingproblematiek in Beverwijk/Velsen veeleer verband houdt met het kabeltracé dan met de locatie van het 380 kV station. De technische aandachtspunten voor het noordwestelijke tracé zijn met name: a) het passeren van de duinenrij, b) een relatief lang kabeltracé op land naar het inpassingspunt en c) de kruising van de bestaande rail-, kabel- en leidinginfrastructuur van partijen als Gasunie, Waterleidingsbedrijf, NS, Corus, Wintershall, Eneco, NUON e.a.: dergelijke kruisingen vergen afspraken over minimaal te hanteren afstanden, corrosieve invloeden, aarding van kabels e.d.

Bestuurlijke aandachtspunten zijn:

- Een voorkeur van diverse partijen in deze regio voor een zekere regierol van de overheid bij aanlanding en aansluiting van offshore windenergie op het hoogspanningsnet;
- De mogelijke rol en betekenis van Corus, gegeven het feit dat het Corus-terrein een groot grondoppervlak bestrijkt dat bovendien ligt op het gebied van de drie gemeenten Velsen, Beverwijk en Heemskerk;
- De bestaande schaarste aan ruimte in het gebied waardoor het regelen van een (eigen) kabeltracé een zeer moeizaam traject is.

#### Optie 2: aanlanding aan de havenhoofden van de haven van IJmuiden

In dit tracé vindt aanlanding plaats parallel aan de noordelijke havenhoofden van de haventoeegang naar IJmuiden, waarna het tracé parallel aan de IJ-geul (de toegangseul naar de haven van IJmuiden) naar het 150 kV-station in Velsen loopt en van daaruit naar het 380 kV-station Beverwijk. Daarna wordt het binnenland richting de staalhaven gekruist en bestaan bundelingmogelijkheden vanaf het punt waar het spoor in oostelijke richting afbuigt voor aansluiting naar Velsen-Zuid of Beverwijk.

Technische aandachtspunten zijn met name: a) het rekening houden met scheepvaartroutes en scheepvaartnavigatie en b) het relatief lange kabeltracé op land naar het 150 kV inpassingspunt. De bestuurlijke aandachtspunten zijn nagenoeg identiek als bij optie 1.

#### ***Vergelijk en afweging opties 1 en 2 (aanlanding IJmuiden)***

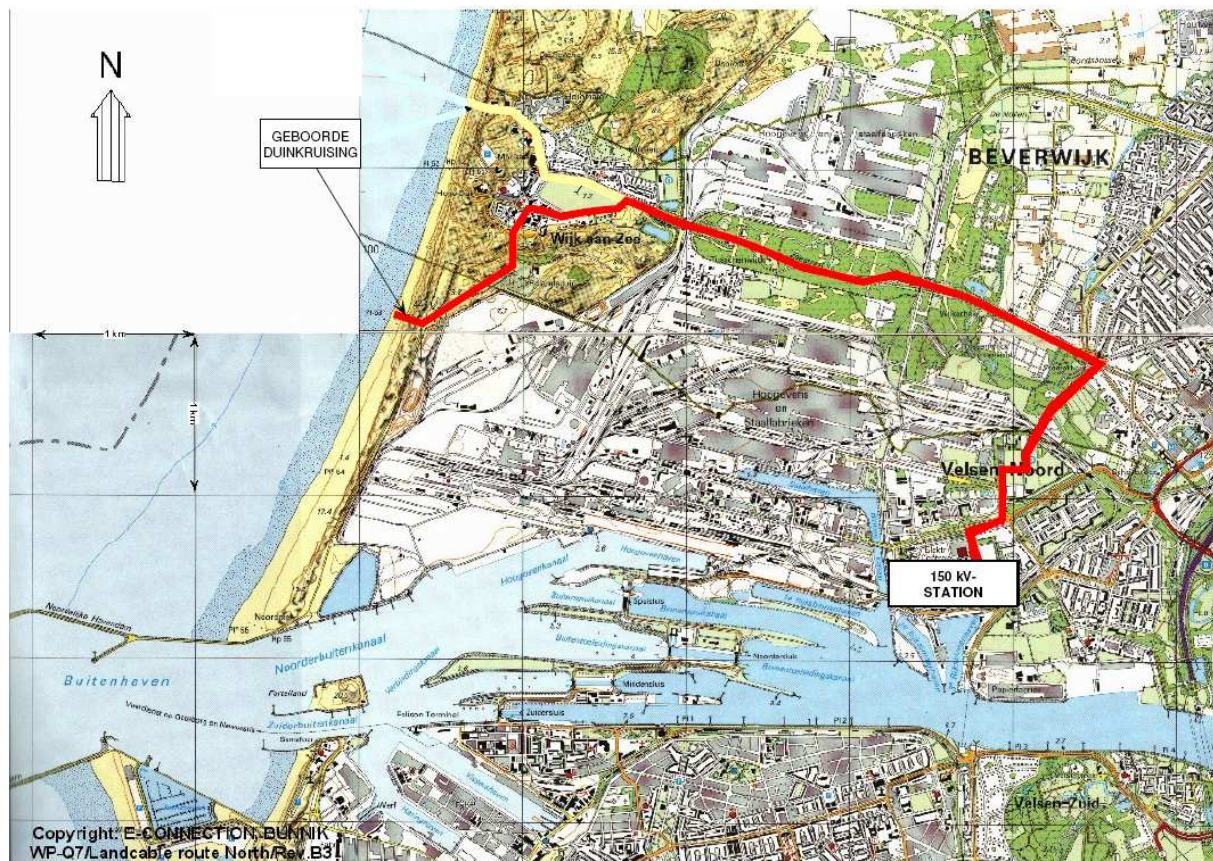
Uit bovenstaande beschrijvingen van opties 1 en 2 valt op voorhand niet direct te concluderen welke optie de voorkeur heeft. Wel is duidelijk dat optie 1 beter is onderzocht, deze optie is immers in grote lijnen dezelfde als het traject dat de tracés van de windparken NSW en Q7-WP zullen volgen. De mogelijkheid en de voor- en nadelen van optie 2 zijn in de praktijk veel minder onderzocht.

Omdat op dit moment niet een eenduidige voorkeur kan worden uitgesproken tussen opties 1 en 2 wordt in dit MER optie 1 als uitgangspunt genomen (zie figuur 4.11). In theorie lijkt deze optie het meest logische in termen van bundeling met de tracés van NSW en Q7-WP. In de praktijk kunnen de voordelen van een bundeling echter gering zijn, de kabel dient op enige afstand van de kabels van de andere windparken te worden gelegd. Ook is onduidelijk op welk deel van het traject er nog ruimte is voor een 3<sup>de</sup> kabel (naast NSW en Q7-WP).



Met name in het bebouwde deel van het traject zal deze ruimte ontbreken. In dat geval kan deels een ander traject worden gekozen bijvoorbeeld over of langs het Corusterrein. In een later stadium zal nader gekeken moeten worden of een aanlanding en een tracé op land conform optie 1 daadwerkelijk voordelen biedt of dat een ander aanlandingspunt of een ander tracé op land, bijvoorbeeld optie 2, wellicht de voorkeur heeft.

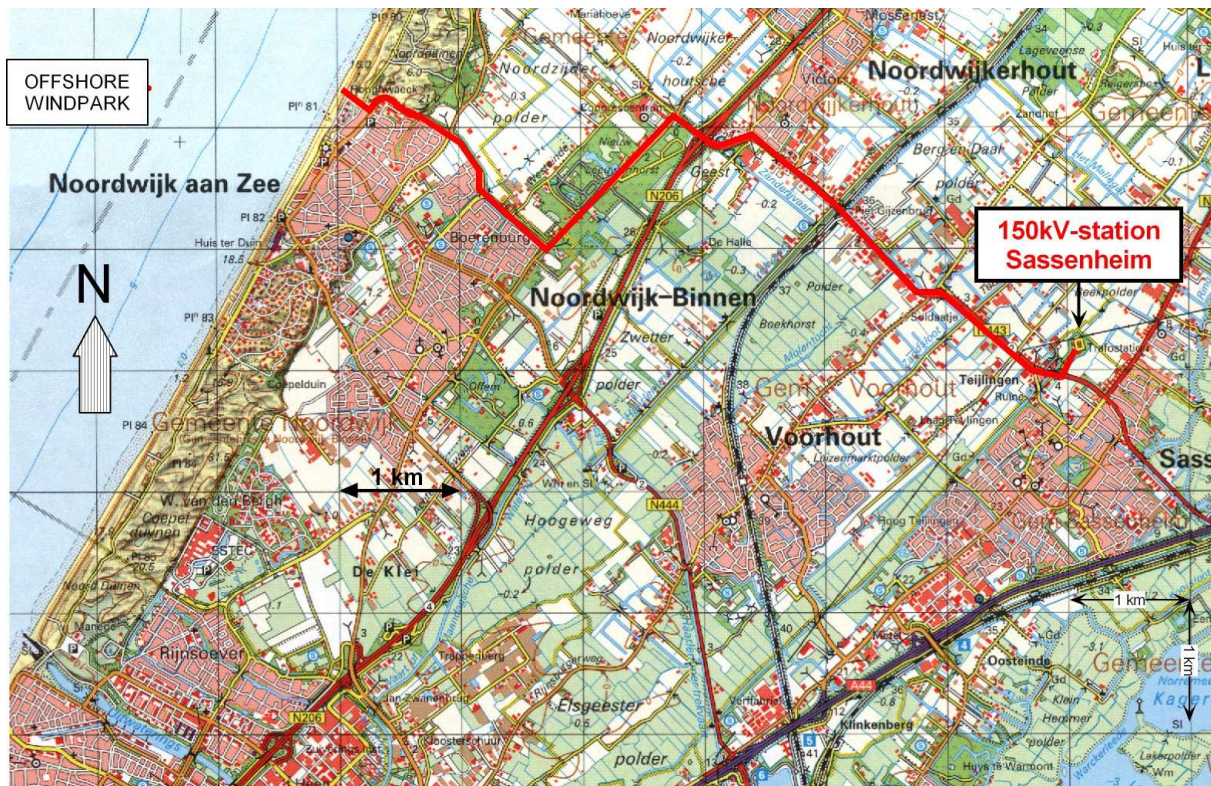
**Figuur 4.11 Aanlanding IJmuiden, locatie Wijk aan Zee met aansluiting te Beverwijk/Velsen**



***Aanlandingspunt en tracé op land bij Noordwijk (Sassenheim)***

Na de duinkruising loopt het tracé parallel aan de openbare weg via de Oranje-Nassastraat, Wantveld en Northgodreef in noordoostelijke richting langs de Gooweg. Vanaf de Gooweg volgt het tracé de N443 in zuidoostelijke richting naar het station in Sassenheim. De lengte van het tracé op land is ongeveer 8 km. Het tracé is weergegeven in figuur 4.12.



**Figuur 4.12 Aanlanding bij Noordwijk en aansluiting op 150 kV station Sassenheim**

#### 4.3.4 Afweging aanlanding

De tracélengte bij aanlanding bij IJmuiden, locatie Wijk aan Zee en aansluiting te Beverwijk/Velsen bedraagt circa 35,5 km (32 km zeetracé en 3,5 km landtracé). De tracélengte bij aanlanding in Noordwijk en aansluiting te Sassenheim bedraagt circa 58 km (50 km zeetracé en 8 km landtracé).

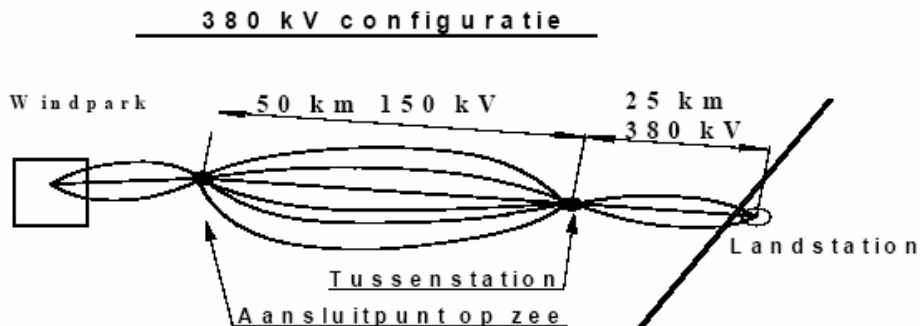
Windpark Q4-WP ligt dichterbij IJmuiden dan bij Noordwijk. In verband met de hoge investeringskosten en de geringe milieueffecten gaat de voorkeur uit naar het kortste kabeltracé. Dat is het tracé dat aanlandt in IJmuiden, locatie Wijk aan Zee en aansluit op station Beverwijk/Velsen.

#### 4.4 Kabeltracé algemeen

##### 4.4.1 “Stopcontact op zee”

Wanneer meerdere offshore windparken in hetzelfde zeegebied ontwikkeld worden, biedt de aanleg van gemeenschappelijke elektrische infrastructuur op zee kostenvoordelen ten opzichte van de aanleg van individuele aansluitingen. In Connect 6.000 MW [EZ, 2004] zijn individuele aansluitingen vergeleken met de aanleg van een 380 kV elektriciteitsnet op zee. In deze studie is uitsluitend gekeken naar kosten. Milieuaspecten (met name bepaald door de tracélengte) zijn hierbij niet meegenomen.

In Connect 6.000 MW [EZ, 2004] is een aansluitpunt op zee omschreven zoals in figuur 4.13 en onderstaand kader.

**Figuur 4.13 Aansluitpunt op zee****De configuratie**

Vanuit het tussenstation kunnen meerdere aansluitpunten worden aangesloten en vanuit een aansluitpunt kunnen meerdere windparken worden aangesloten.

**Een tussenstation en aansluitpunt op zee**

Een station op zee zal bestaan uit een platform of caisson met daarop een gesloten gebouw waarin de elektrische apparatuur is opgesteld. Net als gebruikelijk in de bestaande offshore techniek vindt de bouw plaats aan de wal, waarna het geheel wordt vervoerd naar zijn fundatie op zee. Een platform of caisson kan niet modulair gebouwd worden.

**Het leggen van kabels**

De route van een station op zee naar een station aan de kust kan worden opgedeeld in vier delen: het zeetracé, de kruising met de zeevering, (eventueel) de kruising met het achterliggende duingebied en het tracé op land naar het station aan de kust. Op zee worden kabels gelegd met gespecialiseerde schepen. Met waterjets wordt de kabel in de bodem ingegraven (jettrenchen). De minimale onderlinge afstand tussen twee kabels is 50 m.

Het voornaamste effect bij aanleg, onderhoud en verwijdering van elektriciteitskabels is het verlies aan bodemfauna. Dit wordt veroorzaakt door het ingraven (jettrenchen) van de kabels. Dit is een tijdelijk effect. Ook kan rond een elektriciteitskabel een magnetisch veld ontstaan waardoor de oriëntatie en migratie van bepaalde soorten zeezoogdieren en vissen kunnen worden verstoord. De grootte van bovengenoemde effecten is recht evenredig met de lengte van de kabel(s). Bij het doortrekken van het 380 kV hoogspanningsnet op land naar een tussenstation op zee (ter hoogte van de 12-mijlsgrens) zijn individuele tracés naar het aansluitpunt op het landelijk net niet nodig. De totale tracélengte (van windpark tot aansluitpunt) zal hierdoor afnemen (zie onderstaande alinea). Dit geldt eveneens voor de bijbehorende milieueffecten, aangezien de omvang van de milieueffecten recht evenredig is met de lengte van het kabeltracé.

In Connect II zijn de aansluitmogelijkheden op zee nader uitgewerkt. Geconcludeerd wordt dat bij een geleidelijke ontwikkeling van windenergie op zee op korte termijn de voorkeur uitgaat naar individuele aansluitingen. Dit blijkt onder deze omstandigheden het meest kostenefficiënt.

Op de middellange termijn (na 2010) kunnen via een aansluitpunt op zee meerdere offshore windparken worden aangesloten en de geproduceerde energie via één kabelverbinding worden aangesloten op het landelijk hoogspanningsnet.

#### 4.4.2 Afname kabellengte

Via één 380 kV kabel kan ongeveer 700 MW vermogen aangesloten worden. Via één 150 kV kabel ongeveer 300 MW. Dat betekent dat bij 380 kV de helft minder kabels nodig is voor het doorsnijden van de 12 mijlszone en de zeewering. Omdat de afzonderlijke windparken door middel van 150 kV kabels zijn aangesloten op het aansluitpunt op zee zal de totale besparing aan kabellengte minder zijn. De te realiseren besparing is afhankelijk van de afstand van de verschillende offshore windparken tot het aansluitpunt op zee.

#### 4.4.3 Bundeling van kabels

De kabelverbindingen kunnen gebundeld of ongebundeld worden aangelegd. Overigens is "gebundeld" in dit verband een beperkt begrip. Vanuit praktische overwegingen dient namelijk altijd een minimale afstand tussen de kabels te worden aangehouden. Het is namelijk niet mogelijk om in één werkgang meerdere kabels tegelijkertijd in één sleuf te leggen. Om beschadiging van de eerst gelegde kabel te voorkomen, moet bij het leggen van de tweede kabel een afstand van tenminste 50 m aangehouden worden.

Bij een gebundelde ligging is de kans groot dat wanneer één kabel door bijvoorbeeld een visnet of een slepend anker wordt beschadigd, de andere kabel(s) ook worden beschadigd. Bij ongebundelde kabels is de kans op een gelijktijdige beschadiging van de kabels verwaarloosbaar. Het enige voordeel van een gebundelde ligging is dat op deze wijze minder belemmeringen ontstaan voor de aanleg van toekomstige kabels en leidingen.

Ook tijdens de aanleg is er geen verschil in effecten tussen gebundelde en ongebundelde kabels.

#### 4.4.4 Kabeltracé naar de kust

De geproduceerde energie wordt vanaf het windpark, via het transformatorstation in het windpark, door middel van hoogspanningskabels naar het vaste land getransporteerd. Voor het transport wordt gebruik gemaakt van 150 kV elektriciteitskabels (wisselspanning). Het vermogen dat over één kabel getransporteerd kan worden, is afhankelijk van het type kabel en de omgevingsfactoren (o.a. bodemgesteldheid en omgevingstemperatuur). Vanuit technisch en economisch oogpunt ligt de grens op ongeveer 300 MW. Voor Windpark Q4-WP is dus bij alle varianten één 150 kV transportkabel nodig.

In de onderstaande tabel is aan de hand van het benodigd aantal kabels (kolom 3) en de lengte van het kabeltracé (kolom 4), de totale lengte aan elektriciteitskabels berekend (kolom 5).

**Tabel 4.5 Totale lengte aan elektriciteitskabels**

Inrichtingsvariant	Geïnstalleerd vermogen [MW]	Benodigd aantal kabels	Tracélengte 150 kV zeekabel [km]		Totale lengte aan 150 kV zeekabels [km]	
Basisvariant 3 MW	120	1 kabel	IJmuiden	32	IJmuiden	32
			Noordwijk	50	Noordwijk	50
Compacte variant 3 MW	168	1 kabel	IJmuiden	32	IJmuiden	32
			Noordwijk	50	Noordwijk	50
Basisvariant 4,5 MW	108	1 kabel	IJmuiden	32	IJmuiden	32
			Noordwijk	50	Noordwijk	50
Compacte variant 4,5 MW	180	1 kabel	IJmuiden	32	IJmuiden	32
			Noordwijk	50	Noordwijk	50

De elektriciteitskabels worden vanaf het transformatorstation in het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust tenminste 1 meter diep ingegraven. In het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels tenminste 3 meter diep ingegraven. De diepteligging van de elektriciteitskabels is gebaseerd op het dynamische karakter van de kustzone, het voorkomen van beschadiging door vissersschepen en de voorschriften uit de vergunningen voor Q7-WP en NSW.

### ***Varianten kabelsysteem***

Uitgangspunt is dat de opgewekte elektrische energie in het transformatorstation op zee wordt omgezet naar een voor het landelijk hoogspanningsnet geschikt spanningsniveau en een niveau dat geschikt is om het opgewekte vermogen te kunnen transporteren.

Uitgaande van een opgewekt vermogen van minder dan 150 MVA per windpark kan dit vermogen zonder onaanvaardbare transportverliezen getransporteerd worden met 150 kV wisselstroom. Dit spanningsniveau is ook gangbaar in het Nederlandse hoogspanningsnet en is eerder toegepast bij Windpark Q7-WP.

Momenteel zijn procedures in gang gezet voor de zogeheten Randstad 380 kV verbinding. Wanneer deze verbinding tijdig gerealiseerd zou worden, is het ook mogelijk op dit spanningsniveau aan te sluiten. Omdat de transportcapaciteit bij hogere vermogens groter is, zijn in dat geval minder kabels nodig (zie ook paragraaf 4.4.2). Vooralsnog wordt in dit MER uitgegaan van de bestaande situatie van het landelijk hoogspanningsnet en dus een aansluiting op 150 kV niveau.

Gelijkstroomkabels worden gebruikt bij transport over grote afstanden om de transportverliezen te beperken (bijvoorbeeld de NorNedkabel en de BritNedkabel). Toepassing van gelijkstroomkabels betekent echter dat op zee en aan land extra converterstations geplaatst moeten worden. Deze stations hebben extra conversieverliezen tot gevolg. Enerzijds vanwege de voor een gelijkstroomverbinding relatief beperkte afstand en anderzijds vanwege de extra conversieverliezen, wordt in dit MER het alternatief van een gelijkstroomverbinding niet onderzocht.

### **4.4.5 Krusing met bestaande kabels en leidingen**

Bij de aanleg van het kabeltracé naar de kust worden mogelijk bestaande kabels en leidingen gekruist. Verlaten kabels worden in principe plaatselijk verwijderd. Een kruising is hierdoor niet nodig. Bij kabels en leidingen, die nog in gebruik zijn, wordt in overleg met de eigenaar van de kabel of leiding de wijze van kruising bepaald. In dit MER is voor de kruising van kabels en leidingen uitgegaan van een standaard werkwijze, die hieronder is beschreven. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen kabels en leidingen.

#### ***Kruising kabel of leiding***

- De jettrench zal de kabel naderen tot een afstand van tenminste 50 m om beschadiging van de kabel/leiding te voorkomen.
- Uit praktische overwegingen en om beschadiging van de kabel/leiding te voorkomen wordt de kabel/leiding bovenlangs gekruist.
- Tussen de kabel/leiding en de elektriciteitskabel van het windpark wordt een afstand aangehouden van minimaal 300 mm. Hiervoor worden zogeheten betonnen of bitumen "matrassen" gebruikt.
- De kabel/leiding en de elektriciteitskabel van het windpark kruisen elkaar bij voorkeur onder een hoek van 90 graden. De kruising wordt afgedekt met een laag stortsteen. De kruising heeft geen invloed op de kathodische bescherming van de leiding.

- De exacte ligging van de kabel/leiding, zowel horizontale als verticale richting, wordt tijdens het gedetailleerde bodemonderzoek langs het gehele tracé in kaart gebracht. Dit onderzoek wordt uitgevoerd als onderdeel van de detailengineering.
- Tijdens de aanleg van de kruising zal de eigenaar van de kabel/leiding toezicht houden.
- De kruising wordt uitgevoerd conform de specificaties beschreven in NEN NPR 6912.

## 4.5 Aanleg windpark

### 4.5.1 Materieel en planning

Er zijn verschillende opties mogelijk voor de aanleg van het windpark. Verschillende aanlegtechnieken worden toegepast en nieuwe technieken zijn in ontwikkeling. Het aantal schepen dat nodig is voor de aanleg van offshore windparken neemt toe. Het offshore materieel dat nodig is voor het plaatsen van de funderingen en de windturbines bestaat uit vaartuigen die een stabiel werkplatform bieden voor het heien van de funderingen en het plaatsen van de windturbines op de funderingen. Een voorbeeld hiervan is een jack-up schip. Dit is een vaartuig met uitschuifbare poten. Met behulp van deze poten kan het schip zich geheel of gedeeltelijk uit het water tillen. In deze positie is het schip minder of geheel niet gevoelig voor golfslag en deining. Dergelijke installatieschepen zijn speciaal ontworpen en gebouwd voor het plaatsen van windturbines. Voorbeelden hiervan zijn de "Sea Energy", de "Jumping Jack" (zie figuur 4.14) en de "Resolution" (zie figuur 4.15).

***Figuur 4.14 Installatieschip Jumping Jack***





**Figuur 4.15** *Installatieschip Resolution*



Uitgangspunt voor de bouw van het offshore windpark is dat het windpark in één seizoen en in een zo kort mogelijke tijd kan worden gebouwd. Om het windpark in één seizoen te kunnen realiseren, zal het in te zetten materieel moeten worden afgestemd op het aantal te plaatsen windturbines en de grootte van deze windturbines.

Eén installatieschip kan in één seizoen circa 70 windturbines plaatsen [EZ, 2004]. Dit komt overeen met de ervaring opgedaan bij de windparken Q7-WP en NSW. Bij deze parken werd uitgegaan van het plaatsen van 60 turbines in 130 dagen (4,5 maand), respectievelijk 36 turbines in 90 dagen (3 maanden). Uitgaande van een werkbaar seizoen van 6 maanden (april tot en met september) betekent dat circa 70 windturbines per seizoen.

Windpark Q4-WP kan, uitgaande van de basisvariant (40 windturbines) met één installatieschip binnen één seizoen worden gebouwd.

Voorafgaand aan de bouw zal een uitgebreid bodemonderzoek worden uitgevoerd. De informatie uit dit onderzoek is van belang voor het definitieve ontwerp van de funderingen en voor het bepalen van de exacte locatie van de fundering, de benodigde inheidiepte en de exacte locatie van het kabeltracé.

Daarnaast verschaft het onderzoek informatie over de aanwezigheid en exacte locatie van historisch belangrijke objecten zoals scheepswrakken. Tijdens de aanleg kan met deze objecten rekening worden gehouden.

#### **4.5.2 Fasen bij aanleg windpark**

In het MER wordt ervan uitgegaan dat de aanleg, evenals bij Q7-WP, zal plaatsvinden vanuit een bouwlocatie in de haven van IJmuiden of Rotterdam, afhankelijk van de beschikbaarheid van terreinen.

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

- Transport van fabriek naar het haventerrein;
- Transport naar locatie op zee en aanbrengen fundatie;
- Transport naar locatie op zee en aanbrengen windturbine.

In het bij de aanvraag Wbr vergunning behorende Oprichtings- en Constructieplan wordt de bouw van het windpark beschreven.

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

#### ***Bouwlocatie haventerrein***

Voor de opslag van materiaal en het testen van windturbines wordt gebruik gemaakt van een bestaand haventerrein. Een deel van het haventerrein zal worden gebruikt voor de opslag van funderingen en onderdelen van windturbines. Ook worden er bouw- en directieketen en loodsen geplaatst, en indien nodig parkeerplaatsen en bouwwegen aangelegd. Het haventerrein is voorzien van een lange kademuur waar het aangevoerde materiaal zal worden uitgeladen en waar de installatie- en transportschepen kunnen aanmeren.

Om het risico te beperken dat een offshore opgebouwde windturbine niet naar behoren functioneert, kan overwogen worden de windturbine eerst op land op te bouwen en gedurende 1 à 2 dagen te testen. Indien voor deze mogelijkheid wordt gekozen, moeten op de kade tijdelijke fundaties en elektrische aansluitingen worden gemaakt om de windturbines te kunnen testen. In dat geval moet op het bouwterrein een portaalkraanbaan worden aangelegd waarmee de verschillende onderdelen van een windturbine van de opslagplaats naar de testlocatie op de kade kunnen worden getransporteerd. Nadat een windturbine is getest en is goedgekeurd, wordt de windturbine in onderdelen naar de offshore locatie gebracht. De onderdelen worden met het installatieschip naar het windpark vervoerd.

#### ***Transport van de fabriek naar het haventerrein***

Vanaf de diverse toeleveranciers worden de verschillende onderdelen naar het haventerrein getransporteerd. Dit zal gezien de dimensies en het gewicht van de onderdelen zoveel mogelijk over water gebeuren. Alle onderdelen worden in de haven gelost en tijdelijk opgeslagen.

#### ***Transport naar locatie op zee en aanbrengen fundatie en windturbine***

Het installatieschip vervoert de monopaal, het transitiestuk en de andere onderdelen van de windturbine naar het windpark. Aangekomen op de locatie wordt de monopaal rechtop gezet, neergelaten op de zeebodem en gefixeerd in een template (soort mal). Nadat de horizontale en verticale positie van de monopaal zijn gecontroleerd wordt de monopaal de bodem ingeheid. Zodra de monopaal op diepte is, wordt het transitiestuk op de monopaal geplaatst (zie figuur 4.16).



***Figuur 4.16 Monopaal met transitiestuk geplaatst in zee***



Met behulp van het transitiestuk kan een eventuele scheefstand van de monopaal van enkele graden worden gecorrigeerd. Deze scheefstand kan tijdens het heien ontstaan. Na het aanbrengen van het transitiestuk worden de zogeheten J-tubes en het werkbordes aangebracht. Deze zijn nodig voor de geleiding van inkomende en uitgaande kabels. In het algemeen worden de J-tubes aan de buitenzijde van het transitiestuk en de monopaal aangebracht. Vervolgens wordt op het transitiestuk de windturbine geplaatst.

Eventueel kunnen de onderdelen met transportschepen van de haven naar het installatieschip worden vervoerd. Het installatieschip kan dan efficiënter worden ingezet voor het installatiewerk op de locatie. Daartegenover staat de extra handeling van onderdelen voor het laden en lossen.

Nadat de windturbine volledig is geïnstalleerd (zie figuur 4.17) wordt een finale inspectie uitgevoerd.

**Figuur 4.17** Windturbine afgemonteerd in het water



#### 4.5.3 Aanleg zeekabels

De kabelwerkzaamheden voor het windpark zijn op te delen in drie gedeelten:

- de aanleg van de kabels van het windpark naar de kust;
- de aanleg van de kabels tussen de windturbines (parkbekabeling);
- de aanleg van de kabels van de kust (zeewering/strand) naar de aansluiting op het net.

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

##### ***Trenchen of baggeren?***

Er zijn twee gangbare mogelijkheden om kabels in de zeebodem aan te brengen: (jet)trenchen of baggeren. Bij trenchen wordt water onder hoge druk de bodem ingespoten, waardoor het zand wordt opgewoeld (fluidiseert), waarna de kabel onder haar eigen gewicht in de zeebodem zakt. Met trenchen zijn ingraafdieptes tot circa 3 meter mogelijk. Bij baggeren wordt de grond weggeschept. Baggeren leidt door de wijze waarop de grond wordt verplaatst, tot een grotere vertroebeling van het zeewater. Bijkomend voordeel van trenchen ten opzichte van baggeren is dat bij het herstellen van de diepteligging (als kabels hun gronddekking zijn kwijtgeraakt) er geen risico is op beschadiging van de kabels. Trenchen leidt dus tot minder verstoring van het onderwaterleven en de waterkwaliteit, en tot minder risico op beschadiging van de kabel(s) [E-Connection, 2001]. Deze werkwijze heeft ook de voorkeur in de IALA-richtlijnen [IALA, 2004].

Om bovenstaande redenen is de initiatiefnemer voornemens om de kabels aan te leggen door middel van trenchen. Alleen bij het kruisen van een vaargeul wordt gebruik gemaakt van baggeren, omdat met trenchen niet de vereiste ingraafdiepte kan worden bereikt. De effecten van het lokaal baggeren worden in het MER niet apart besproken omdat, indien toegepast, het baggeren slechts over een beperkte lengte (500 à 600 m) zal worden toegepast. Ook is de te baggeren hoeveelheid grond verwaarloosbaar ten opzichte van de te baggeren volumes die vrijkomen bij onderhoudswerkzaamheden aan de vaargeul.

### ***Parkbekabeling***

Voor de verbinding tussen de windturbines onderling en van de windturbines naar het offshore hoogspanningsstation worden speciale zee kabels gebruikt. Deze kabels worden door middel van trenchen tenminste 1 meter onder de zeebodem gebracht. Het trenchen geschiedt met behulp een speciale ROV (Remote Operated Vehicle) apparatuur. Met behulp van duikers wordt de kabel in de J-tube ingevoerd. Tegelijkertijd wordt vanuit de windturbine de kabel door de J-tube naar boven getrokken. In de windturbine wordt de kabel, die reeds is voorzien van eindsluitingen, aangesloten op de schakelaar.

### ***Kabels van het windpark naar de kust***

De kabels van het windpark naar de kust worden gelijktijdig met het plaatsen van de windturbines aangelegd. Voor het leggen van de kabels wordt gebruik gemaakt van speciaal voor dit doel ontwikkelde ROV apparatuur, die vanaf het schip dat de kabels legt, de kabel in de zeebodem brengt. De elektriciteitskabels worden vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust tenminste 1 meter diep ingegraven. In het resterende gedeelte tot aan de kust worden de elektriciteitskabels tenminste 3 meter diep ingegraven.

De kabel bevindt zich aan boord van het speciale kabelschip. Het gewicht van de kabel kan (afhankelijk van de doorsnede) oplopen tot 450 ton per kabel. Het kabelschip wordt zeer nauwkeurig gepositioneerd met behulp van GPS. Indien een zeer grote nauwkeurigheid is gewenst, kan het schip exact gepositioneerd worden met behulp van ankers. Het kabelschip is uitgerust met onderwatercamera's en sonarapparatuur om obstakels onder water te lokaliseren en de aanlegwerkzaamheden te monitoren. De trekkracht op de kabel wordt gedurende het trenchen en leggen nauwkeurig gecontroleerd om te voorkomen dat de kabel als gevolg van doorzakken beschadigd. Naast de trekkracht op de kabel wordt ook de positie van de kabel continu gecontroleerd en vergeleken met de gewenste kabelpositie.

### ***Kabels van de kust naar het aansluitpunt op het landelijk elektriciteitsnet***

De kabels worden vanaf de landzijde door middel van een gestuurde boring onder de duinen doorgeboord. De landkabel wordt op het strand gekoppeld aan de zee kabel en ingegraven. Door deze werkwijze wordt het duingebied maximaal ontzien. De gestuurde boorteknik wordt beschouwd als een vriendelijkere manier voor een duindoorsteek. Deze techniek maakt het mogelijk om de duinen in de voorziene gebieden op elke gewenste locatie te passeren en om meerdere circuits in één boring aan te leggen.

De kruising van de zee wering (zeereepduinen of dijk) wordt daarom uitgevoerd door middel van een gestuurde boring. Een stalen mantelbuis wordt daarbij met een ruime boog onder de zee wering doorgeperst waarbij als spoel- en afdichtingsmateriaal Bentoniet wordt toegepast. Bentoniet is een kleisoort en milieuvriendelijk materiaal. Bij de kruising van de zeereep wordt het duingebied niet doorgraven. De betreffende beheerder (Rijkswaterstaat of Waterschap) van de zee kering toetst de kabelkruising ten aanzien van risico's voor de kustveiligheid in het kader van de locatiespecifieke aanvragen voor Wbr- of Keur-vergunning. Deze wijze van kruising van de zeereepduinen, waarbij het duingebied maximaal wordt ontzien, is zowel toegepast bij de transportkabels van het NSW als van Offshore windpark Q7-WP.

## **4.5.4 Geluid en verlichting tijdens de aanleg**

### ***Geluid***

Tijdens de aanlegfase wordt het geluidsniveau met name bepaald door heiwerkzaamheden (heien fundering) en scheepsverkeer. De toename van het geluidsniveau als gevolg van extra scheepsverkeer wordt als zeer gering beschouwd. Heiwerkzaamheden zullen echter kortstondig leiden tot een sterke toename van het geluidsniveau. Het geluidsniveau is afhankelijk van het type heitoestel.

Een diesel heiblok produceert geluid met een sterkte van 130 dB(A), een hydraulisch heiblok 115 dB(A) en een hydraulisch heiblok met een geluiddempende mantel 101 dB(A). De hoge geluidsbelasting ten gevolge van het heien is niet continu. Het hoge geluidsniveau zal vooral optreden in de directe omgeving van de heilocatie.

Uit onderzoek blijkt dat op een afstand van circa 6 km het specifieke geluid ten gevolge van een diesel heiblok boven water ongeveer 35 dB(A) bedraagt. Ook onder water zal door het heien een belangrijke tijdelijke verstoring optreden van het onderwaterleven als gevolg van geluid en trillingen.

### **Verlichting**

Elke alleenstaande windturbine zal tijdens de bouwfase ten behoeve van de luchtvaart op gondelniveau worden voorzien van een tijdelijk rood vastbrandend markeringslicht met een lichtsterkte van 50 cd.

Daarnaast worden tijdens de aanlegfase de funderingen van de windturbines, die op de hoekpunten van het dan gereed zijnde gedeelte van het windpark staan, ten behoeve van de scheepvaart voorzien van een tijdelijk geel lang flitsend markeringslicht met een zichtbaarheid van tenminste 1 nm. Dit licht gaat automatisch aan als de zichtbaarheid minder dan 2 nm is. Gedurende de bouwfase zullen ook misthoorns worden gebruikt. Al deze hulpmiddelen zullen tijdens de bouw op batterijen werken. Na de inbedrijfstelling van het definitieve complete scheepvaart en luchtvaart markeringsstelsel van het windpark zullen de tijdelijke markeringslichten worden verwijderd.

De bouw van het windpark gaat 24 uur per dag door. In het donker wordt de bouwlocatie verlicht. Deze verlichting heeft slechts een beperkte uitstraling naar de omgeving.

Voor de bouwfase wordt een werkgebied ingesteld dat kan worden bebakend met kardinale boeien volgens het IALA Maritime Buoyage System (MBS). In overleg met het Bevoegd Gezag en de Kustwacht zullen afspraken worden gemaakt over de te nemen veiligheidsmaatregelen voor de scheepvaart tijdens de bouw. Ook de definitieve wijze van markering van de bouwlocatie tijdens de aanlegfase zal in overleg met het Bevoegd Gezag en de Kustwacht worden vastgesteld. Gedurende de bouwfase is continu een bewakingsschip aanwezig in de directe omgeving van de bouwlocatie.

### **4.5.5 Planning**

De aanleg en installatie van het windpark inclusief de kabels kan alleen plaatsvinden tijdens relatief rustige weersomstandigheden. In de planning wordt daarbij uitgegaan van de periode van april tot en met september. Het windpark wordt in één seizoen aangelegd. De elektriciteitskabels naar de kust, inclusief de kruising van de zeewering, kunnen in twee maanden worden aangelegd. Uiteraard wordt hierbij rekening gehouden met eventuele periodes waarin er geen activiteiten in of bij de zeewering of het strand mogen plaatsvinden op grond van de bepalingen in de diverse vergunningen.

Er wordt naar gestreefd om de werkzaamheden in een zo kort mogelijke periode uit te voeren. Op deze wijze worden de negatieve milieueffecten ten gevolge van de aanleg en de aanlegkosten zoveel mogelijk beperkt.

### **4.5.6 Exploitatie en beheer**

#### **Algemeen**

De exploitatie van het windpark is gericht op minimale interventie. Dit houdt in dat wordt gestreefd naar een minimaal aantal bezoeken tijdens de operationele fase. Dit wordt gerealiseerd door:

- Redundantie en reserve in mogelijk kwetsbare systemen en de mogelijkheid van het resetten op afstand;

- Het testen van turbineonderdelen tijdens de assemblage van de windturbine en eventueel het proefdraaien van de volledige gemonteerde windturbine op de kade;
- Het zoveel mogelijk preventief uitwisselen en vervangen van componenten/systemen tijdens het geplande preventieve onderhoud.

Voordat het windpark in bedrijf wordt genomen, wordt een operatieplan opgesteld dat jaarlijks zal worden vernieuwd. Het operatieplan zal van kracht zijn gedurende de hele exploitatieperiode van 20 jaar. In het operatieplan worden eisen vastgelegd met betrekking tot veiligheid, gezondheid, welzijn en milieu, personeel, specifieke plannen voor periodiek onderhoud en het verhelpen van storingen, registratie van historische gegevens, operationele budgetten en andere informatie die van belang is voor de exploitatie. Bij de beschrijving van het onderhoud wordt specifiek ingegaan op de periode van onderhoud, de frequentie en de duur van het onderhoud.

Het onderhoud volgt het vooraf opgestelde preventieve onderhoudsplan en omvat daarnaast, indien nodig, het verhelpen van storingen en uitvoeren van reparaties. Indien mogelijk zal het preventieve onderhoud gelijktijdig plaatsvinden met het verhelpen van storingen en uitvoeren van reparaties. Op deze wijze wordt de effectiviteit van de servicebezoeken verhoogd en het stilzetten van de installatie beperkt.

In het Onderhoudsplan (dat als bijlage bij de aanvraag Wbr vergunning is ingediend) zal meer in detail worden ingegaan op het onderhoud. In het Onderhoudsplan wordt onder andere ingegaan op: de zorg voor de kabels (elektrische eigenschappen kabels, ingraafdiepte, etc.), de funderingen (controle op bodemverandering) en de windturbines (lasinspecties, corrosie, aangroei, etc.).

### ***Toegangsprocedure***

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

### ***Exploitatie- en onderhoudsvoorschriften handboek***

Alle offshore operaties, zowel geplande als niet geplande, kunnen uitsluitend met de vereiste vergunningen worden uitgevoerd. Voor de installatie en bedrijfsvoering wordt een exploitatie- en onderhoudshandboek opgesteld. Hierin worden alle exploitatie- en onderhoudsvoorschriften beschreven. In het handboek zijn alle bouwtekeningen van de installatie opgenomen. Ook resultaten van de uitgevoerde testen en algemene informatie over de installatie is hierin opgenomen.

### ***Windpark onderhoudsplannen***

De initiatiefnemer is voornemens het transport van materialen en mensen te verzorgen over water. Een alternatief zou zijn door middel van helikopters. Het onderhoud met behulp van schepen is milieuvriendelijker dan met behulp van helikopters. Schepen veroorzaken per afgelegde afstand minder schadelijke emissies.

Ook zijn de effecten van schepen op vogels kleiner dan de effecten van helikopters. Daarnaast is het risico op ongevallen bij schepen kleiner dan bij helikopters. Tijdens de bedrijfsvoering komen er geen schadelijke stoffen vrij.

Het onderhoud valt uiteen in twee categorieën: gepland preventief onderhoud en het verhelpen van (ongeplande) storingen en uitvoeren van reparaties.

### Gepland onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine één keer per jaar onderhoud uit te voeren. Dit gebeurt op een, met name door de bedrijfsvoering van het windpark, bepaald tijdstip en zodanig dat het niet beschikbaar zijn van windturbines tot een minimum wordt beperkt. Het onderhoud zal met name gedurende de zomermaanden plaatsvinden als de weersomstandigheden gunstig zijn.

Kabels en overige elektrische infrastructuur worden permanent gemonitord. Periodiek wordt de gronddekking gecontroleerd en worden de offshore kabelaansluitingen geïnspecteerd op beschadigingen en aangroei. Indien nodig zal hierbij gebruik worden gemaakt van onbemande inspectievaartuigen. Aangroei op toegangsladders en bordessen zal worden verwijderd indien noodzakelijk.

Het jaarlijks onderhoud aan de windturbines wordt uitgevoerd volgens de voorschriften van de fabrikant. Tevens zullen alle noodstopfuncties volledig worden getest (hydraulisch falen, elektrische kortsluiting, trilling, etc.).

Hoogspanningsapparatuur zal worden gecontroleerd conform de leveranciersvoorschriften. Meteorologische apparatuur en markeringsapparatuur zullen volgens de aanbevelingen van de leveranciers worden onderhouden.

### Storing verhelpen

Het verhelpen van storingen aan offshore componenten zal alleen overdag (bij daglicht) plaatsvinden nadat een storing is ontstaan en vastgesteld én wanneer het resetten en opnieuw starten vanuit de controlekamer op de wal niet mogelijk blijkt. Het curatieve onderhoud wordt dan beperkt tot het onderzoek naar de oorzaak van de storing en het verhelpen van de storing. Het verhelpen van offshore storingen wordt waar mogelijk gecombineerd met andere onderhoudstaken, waardoor de offshore bezoektijd zo efficiënt mogelijk wordt benut. Dit kan betekenen dat preventief onderhoud eerder wordt uitgevoerd. In het ontwerp is rekening gehouden met componenten, die eenvoudig kunnen worden vervangen, zonder dat hiervoor een groot deel van de windturbine gedemonteerd dient te worden. In het geval een hoofdcomponent, zoals bijvoorbeeld een tandwielkast, moet worden verwisseld, kan een hijskraan op de gondel gemonteerd worden. Een grote externe kraan op een schip is dan niet nodig.

### ***Geplande reparaties, revisies en vervangingen***

Er worden geen belangrijke vervangingen of verbeteringsprogramma's gepland gedurende de operationele periode. Na circa 10 jaar vindt groot onderhoud aan de windturbines plaats.

### ***Filosofie reserve onderdelen***

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

### ***Inventarisatie van onderdelen, kosten en levensduur***

Op een locatie aan de wal zal eveneens een aantal reserveonderdelen aanwezig zijn. Grotere voorraden worden door de betreffende leveranciers beschikbaar gehouden. Met hen zullen afspraken worden gemaakt om zeker te stellen dat deze onderdelen binnen 48 uur kunnen worden geleverd.

### ***Historie van onderdelengebruik***

Gegevens over het materialengebruik zullen worden bijgehouden, met als doel om de best mogelijke inventarisatie te krijgen voor de komende operationele periode.

#### **4.5.7 Verwijdering**

Twintig jaar na ingebruikname zal het windpark worden ontmanteld. De verwijdering van het windpark zal in één seizoen (april t/m september) plaatsvinden. Hoewel de stand der techniek in de tussenliggende periode nog aanzienlijk zal veranderen, wordt hier in het kort beschreven hoe het windpark volgens de huidige inzichten zal worden verwijderd. Bij verwijdering wordt uitgegaan van resolutie 1989 van het IMO (International Maritime Organisation). De hele ontmanteling zal vroegtijdig in procedures worden vastgelegd om eventuele nadelige invloeden op het milieu te voorkomen.

Voordat met het demonteren wordt begonnen, worden alle vloeibare middelen (zoals onder andere olie uit het hydraulisch systeem) uit de systemen verwijderd en opgevangen. Hierdoor worden mogelijke lekkages tijdens het demonteren en transporteren van onderdelen voorkomen. De olie kan mogelijk worden hergebruikt, gespecialiseerde bedrijven worden hiervoor te zijner tijd geraadpleegd.

In het bij de aanvraag Wbr vergunning gevoegde Verwijderingsplan wordt de ontmanteling van het windpark meer in detail beschreven.

### ***Windturbines***

Verwijdering van de windturbines is in feite identiek aan de installatie, alleen in omgekeerde volgorde. De windturbines worden gedemonteerd door deze in grote componenten (rotorbladen, gondel en de mast) ter plaatse uit elkaar te halen en op land verder te ontmantelen/verwerken. Indien gewenst, kan men besluiten om de componenten in kleinere onderdelen uit elkaar te halen. De metalen onderdelen van de windturbines (o.a. mast, gondel, mechanische onderdelen, rotornaaf) kunnen door gespecialiseerde bedrijven worden verwerkt en hergebruikt. De rotorbladen kunnen bijvoorbeeld worden vermalen waarna het resterende materiaal kan worden gebruikt in bepaalde productieprocessen (bijvoorbeeld in asfalt of in bitumen voor dakbedekking).

### ***Transitiestuk***

Het transitiestuk zal worden losgesneden van de funderingspaal en op land verder worden gedemonteerd en verwerkt. Het vrijkomende materiaal kan door gespecialiseerde bedrijven worden verwerkt en vervolgens worden hergebruikt.

### ***Funderingspaal***

Voor het verwijderen van de fundering worden twee opties voorzien: het deels verwijderen van de fundering of het geheel verwijderen van de fundering. Bij het deels verwijderen van de fundering zal de monopaal op een diepte van ten minste 6 meter onder de zeebodem worden afgesneden. Wanneer de gehele fundering verwijderd moet worden, zal de monopaal in zijn geheel uit de zeebodem moeten worden getrild en getrokken. Het vrijkomende materiaal kan door gespecialiseerde bedrijven worden verwerkt en vervolgens worden hergebruikt.

### ***Kabels en elektrische apparatuur***

De kabels kunnen volledig verwijderd worden, tenzij blijkt dat verwijdering uit oogpunt van milieueffecten minder wenselijk is. Op grond van de IMO resolutie 1989 is het echter niet wettelijk verplicht. Indien de kabels worden verwijderd, wordt gebruik gemaakt van trenchen.

De zeebodem ter plaatse van de kabels wordt hierbij gefluïdiseerd, waarna de kabels kunnen worden opgetrokken. De buizen voor de passage van de kabels door/onder de zeewering worden in principe niet verwijderd. Deze worden afgevuld en afgedicht. Alle elektrische apparatuur en kabels worden naar de wal gebracht voor verdere verwerking. Ook hier wordt voor de verwerking van het vrijkomende materiaal een beroep gedaan op gespecialiseerde bedrijven.

### ***Erosiebescherming***

De erosiebescherming (fijn zand, gravel en grotere stukken stortsteen) kan in principe worden verwijderd en worden hergebruikt. Of dit vanuit milieuoverwegingen ook de meest wenselijke optie is, zal te zijner tijd in overleg met het Bevoegd Gezag worden vastgesteld.

## **4.6 Effecten kabeltracé op land**

In deze paragraaf worden de effecten van het kabeltracé op land beschreven. Conform de Richtlijnen gebeurt dit voor het tracé dat het meest realistisch is en dat als voorkeursalternatief is gekozen: het tracé gebaseerd op een aanlanding bij IJmuiden, locatie Wijk aan Zee en aansluiting te Beverwijk/Velsen.

De effecten van het kabeltracé op land worden in deze paragraaf vooral beschreven vanuit een gebiedsgerichte context. De lengte van het kabeltracé op land bedraagt ongeveer 3,5 km langs de openbare weg. Daarnaast wordt aandacht besteed aan milieueffecten, die onafhankelijk van de tracékeuze zijn, zoals de opwarming en verdroging van de bodem.

### **4.6.1 Huidige situatie**

Het geplande kabeltracé landt aan bij IJmuiden, locatie Wijk aan Zee. Na kruising van de zeewering en de kruising van het waterstaatwerk Reyndersweg loopt het tracé daarna ten noorden van het zuidelijke Corus-terrein via de Zeestraat naar het 150 kV station in Velsen-Noord en van daaruit naar het geplande nieuwe 380 kV station Beverwijk. Een niet te onderschatten probleem bij dit tracé is het onderdeel langs de Zeestraat. Deze weg vormt een belangrijke verkeersader voor Wijk aan Zee; voorkomen moet worden dat door kabelwerkzaamheden langdurige congesties optreden op deze verbinding.

De lengte van het tracé op land is ongeveer 3,5 km. Het tracé is weergegeven in figuur 4.11.

### **4.6.2 Effectbeschrijving**

#### ***Aanleg en verwijdering van kabels***

De kabels worden door middel van een gestuurde boring onder het strand aangelegd. Ter plaatse van de uiteinden van deze boring zullen gedurende korte tijd werkzaamheden plaatsvinden. Langs het tracé op land worden de kabels in een sleuf gelegd van ongeveer 1 meter diep en 0,6 meter breed. Tijdens de aanlegwerkzaamheden is enkele meters werkruimte nodig. De aanleg van de kabelsleuf is een tijdelijke ingreep. De aanleg van de kabel gaat relatief snel. Gemiddeld kunnen per dag enkele honderden meters kabel worden ingegraven. De kabelsleuf zal hoogstens enkele dagen open liggen, mede met het oog op veiligheid. Waar nodig wordt gebruik gemaakt van gestuurde boringen, bijvoorbeeld voor het kruisen van kanalen, bruggen of kruisingen. Na de aanleg wordt de bovengrond weer zo goed mogelijk in de oude staat teruggebracht.

De effecten op de natuur als gevolg van de aanleg en de verwijdering van de kabel zijn verwaarloosbaar:

- Zoogdieren: Er zijn geen zomerverblijfplaatsen van vleermuizen in het gebied aanwezig. Vleermuizen zullen dan ook geen negatieve effecten ondervinden van de werkzaamheden. Wel is het mogelijk dat kleine grondgebonden zoogdieren in de kabelsleuf vallen.



- Vogels: Wanneer de werkzaamheden buiten het broedseizoen plaatsvinden, is er geen (negatieve) invloed op aanwezige vogels.
- Amfibieën en reptielen: Het tracé kruist geen voortplantingsplaatsen van amfibieën of reptielen. Wel is het mogelijk dat dieren in de kabelsleuf vallen en op eigen kracht er niet uit kunnen komen.
- Insecten: Er zijn geen effecten te verwachten op insecten.
- Planten: Langs het tracé zijn geen vindplaatsen van beschermde planten.

Omdat deze situatie in de loop der tijd kan wijzigen, zullen in het jaar voorafgaand aan de aanleg de natuurwaarden langs het tracé nogmaals worden geïnventariseerd en beoordeeld.

Op plaatsen waar het tracé langs bebouwing of direct naast een doorgaande weg ligt, kan tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk enige overlast ontstaan voor omwonenden of voor het verkeer. Ter hoogte van het strand kan tijdelijk overlast optreden voor recreanten. Deze overlast is echter van korte duur.

De aanleg van de kabels kan leiden tot veranderingen in de opbouw, de structuur of het reliëf van de bodem. Omdat de sleuf smal is en de graafdiepte beperkt is, zijn ook deze effecten zeer beperkt.

### **Gebruik**

Tijdens het gebruik van de kabel kan het energietransport door de kabel leiden tot beperkte opwarming en verdroging van de bodem. Omdat de bodem ter plaatse niet droog is, wordt verwacht dat dit effect verwaarloosbaar is [E-Connection, 2001]. In eventuele droge delen van het tracé kan sprake zijn van een beperkte plaatselijke verdroging van de bodem. Eventueel kan worden gekozen voor het aanbrengen van speciale grond rond de kabel, die vanwege goede warmtegeleidende eigenschappen plaatselijke verdroging voorkomt.

Aan de kabels is vrijwel geen onderhoud nodig. Alleen in geval van kabelbreuk is reparatie nodig. De kans op een kabelbreuk is echter klein. Op plaatsen waar bouwactiviteiten plaatsvinden, is de kans op beschadiging van de kabels het grootst. De toegepaste kabels zijn van een olievrij type. Bij eventuele beschadiging van de kabel treedt geen verontreiniging van de bodem op.

Inspectie, onderhoud en reparaties van de kabels dienen zodanig te worden uitgevoerd, dat geen schade optreedt aan eventueel aanwezige, beschermde planten.

### **4.6.3 Mitigerende maatregelen**

In de natuurtoets voor het kabeltracé, die is uitgevoerd door Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, zijn mitigerende maatregelen aangegeven en is een werkprotocol voor de aannemer beschreven. Hiermee kunnen de kabels aangelegd worden zonder schade toe te brengen aan beschermde of bedreigde soorten.

De belangrijkste mitigerende maatregelen zijn:

- De werkzaamheden worden gepland buiten het voortplantingsseizoen van vogels, zoogdieren en reptielen en buiten het groeiseizoen van planten. Dit houdt in dat de werkzaamheden plaatsvinden tussen 1 september en 1 maart.
- De kabels worden zo veel mogelijk aangelegd onder of langs voetpaden en fietspaden.
- Op locaties met beschermde plantensoorten wordt het tracé geplagd. Na afronding van de werkzaamheden worden de plagen teruggelegd en nagerold.

- De kabelsleuf wordt afgerasterd met amfibiedoek om te voorkomen dat kleine dieren in de sleuf kunnen vallen.

#### **4.7 Het Meest Milieuvriendelijke Alternatief**

Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) kan worden gedefinieerd als het alternatief waarbij de negatieve milieueffecten zoveel mogelijk beperkt zijn en de positieve milieueffecten het grootst zijn. Op basis van de optredende milieueffecten wordt het MMA samengesteld uit de beschreven inrichtingsvarianten.

Het meest milieuvriendelijke alternatief ontstaat uit een vergelijking van de varianten op drie punten:

- De absolute omvang van de gevolgen voor natuur, landschap en veiligheid en de absolute energieopbrengst.
- De omvang van de gevolgen voor natuur, landschap en veiligheid per kWh geproduceerde elektriciteit.
- Efficiënt ruimtegebruik: de energieopbrengst en de beperking van de CO<sub>2</sub>-emissie per eenheid van ruimte.

Ook wordt een zo optimaal mogelijk pakket van mitigerende maatregelen samengesteld, waarbij zal worden nagegaan in hoeverre sprake kan zijn van een integrale optimalisatie van meerdere milieuaspecten.

Op grond van het advies van de Commissie m.e.r. ontstaat het meest milieuvriendelijke alternatief door een optimalisatie naar de aspecten vogels, landschap, veiligheid en ruimtegebruik. Het meest milieuvriendelijke alternatief dient in technische, economische en juridische zin realistisch en uitvoerbaar te zijn en te voldoen aan de uitgangspunten van de initiatiefnemer.

#### **4.8 Het nulalternatief**

Het nulalternatief is het alternatief waarbij het windpark niet wordt gerealiseerd.

In dat geval wordt geen duurzame energie geproduceerd en wordt de emissie van schadelijke stoffen niet beperkt. De realisatie van de overheidsdoelstellingen ten aanzien van duurzame energie en emissiebeperking wordt dan moeilijker haalbaar.

Het nulalternatief is in feite geen reëel alternatief, maar is bedoeld als referentiesituatie voor de beschrijving van de effecten van de inrichtingsvarianten.

Het nulalternatief bestaat uit de huidige situatie en de autonome ontwikkeling, waarbij rekening wordt gehouden met de verwachte resultaten van het vigerend beleid. De bestaande milieutoestand (huidige situatie) en deze autonome ontwikkeling worden per aspect beschreven in dit MER. Hierbij zijn per aspect ook eventuele onzekerheden ten aanzien van de verwachte autonome ontwikkeling aangegeven.

#### **4.9 Beschrijving huidige situatie, autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, milieueffecten en mitigerende maatregelen**

In de hoofdstukken 7 tot en met 16 wordt een beschrijving gegeven van de bestaande situatie, de autonome ontwikkeling, de toetsingscriteria en de milieueffecten van de inrichtingsvarianten en de mitigerende maatregelen. De beschrijving richt zich op de milieuaspecten, die door de inrichtingsvarianten kunnen worden beïnvloed.

Bij de beschrijving van de bestaande situatie en de autonome ontwikkeling is uitgegaan van een studiegebied dat per aspect kan verschillen. Bepalend voor de omvang van het studiegebied is de reikwijdte van de betreffende effecten.

Onder de bestaande situatie wordt, tenzij anders vermeld, de situatie verstaan van de actuele stand van zaken. De beschrijving van de bestaande milieutoestand en de autonome ontwikkeling (het nulalternatief) is van belang voor het voorspellen van de mogelijk optredende milieugevolgen.

Hierbij is onderscheid gemaakt naar de volgende aspecten:

- vogels
- landschap
- morfologie en hydrologie
- onderwaterleven
- scheepvaartveiligheid
- straalpaden, radar en vliegverkeer
- andere gebruiksfuncties
- energieopbrengst en vermeden emissies

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

Bij de effectbeschrijving wordt onderscheid gemaakt in effecten tijdens de aanleg, gebruik, verwijdering en het onderhoud van het windpark. Bij de effectbeschrijving wordt waar mogelijk aangegeven of de effecten tijdelijk of permanent zijn, op te heffen of onomkeerbaar zijn, op korte of langere termijn optreden. Tevens wordt aangegeven welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn en hoe deze in verhouding staan tot de effecten. Er wordt aandacht besteed aan de mogelijke negatieve effecten en aan de mogelijke positieve effecten voor het milieu. Wat betreft mogelijke cumulatie van milieueffecten wordt verwezen naar hoofdstuk 15.

### ***Wijze van effectbeoordeling***

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

De kwalitatieve beoordeling is een relatieve beoordeling van de varianten ten opzichte van het nulalternatief.

Bij de effectbeschrijving en -beoordeling is de volgende systematiek gehanteerd:

- ++ groot positief effect
- + positief effect
- 0/+ beperkt positief effect
- 0 (vrijwel) geen effect
- 0/- beperkt negatief effect
- negatief effect
- groot negatief effect.

### ***Toelichting bij de effectbeoordeling***

Wanneer geen significante verschillen in milieueffecten optreden ten opzichte van het nulalternatief krijgt een inrichtingsvariant de kwalitatieve waardering "0".

Wanneer voor een inrichtingsvariant negatieve milieueffecten worden verwacht ten opzichte van de nulalternatief wordt dit uitgedrukt met de relatieve beoordeling "-". In geval van positieve milieueffecten wordt een beoordeling "+" gegeven.

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

## 5 EFFECTVERGELIJKING EN MMA

### 5.1 Inleiding

De effecten van de inrichtingvarianten voor het windpark en de effecten van de varianten voor het kabeltracé naar de kust zijn in dit MER beschreven. De effecten zijn kwalitatief en (waar mogelijk) kwantitatief beschreven. Bij de effectbeschrijving is onderscheid gemaakt tussen de effecten van het gebruik, de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark. Elk van de aspecthoofdstukken sluit af met een paragraaf “Samenvatting effectbeschrijving”. Hierin zijn de effecten van de verschillende varianten samengevat en zijn de effecten kwalitatief beoordeeld (door middel van plussen en minnen). Uit de effectbeoordeling blijkt dat het windpark enkele negatieve effecten heeft, met name ten aanzien van vogels, zeezoogdieren en scheepvaartveiligheid. Er zijn daarentegen ook positieve effecten, namelijk de opwekking van duurzame elektriciteit en daarmee dus de beperking van de milieubelasting ten gevolge van elektriciteitsproductie, en het ontstaan van een refugium/oase voor onderwaterleven.

In dit hoofdstuk worden de inrichtingsvarianten voor het windpark en de varianten voor het kabeltracé naar de kust onderling met elkaar vergeleken. De basis voor deze vergelijking is de beschrijving van de effecten als vermeld in de hoofdstukken 7 tot en met 16.

In dit hoofdstuk worden per milieuaspect de belangrijkste conclusies uit de effectbeschrijving weergegeven. Waar mogelijk worden de effecten kwantitatief uitgedrukt per eenheid ruimte ( $\text{km}^2$ ) en energieopbrengst (kWh of MWh).

Tabel 5 uit de Richtlijnen is opgenomen aan het einde van dit hoofdstuk. Tabel 4 uit de Richtlijnen is niet opgenomen, op de inhoud van deze tabel wordt nader ingegaan in de locatiespecifieke passende beoordeling.

### 5.2 Effectvergelijking

#### 5.2.1 Vergelijking van de inrichtingsvarianten voor het windpark

##### *Vogels*

Omdat de locatie Q4-WP relatief ver uit de kust ligt (circa 24 km), ligt deze buiten het bereik van de meeste broedkolonies. Van de broedvogels hebben alleen kleine mantelmeeuw en de grote stern de locatie nog binnen bereik. De locatie ligt echter op een zodanige afstand en richting tot de kolonies dat van barrièrewerking nauwelijks sprake zal zijn. In de zomerperiode zijn dan ook weinig problemen te verwachten ten aanzien van aanvaringssslachtoffers, barrièrewerking en verstoring. Tijdens de trek (in het voor- en najaar) zullen (zee)vogels over de locatie Q4-WP (willen) trekken. Het overgrote deel zal een trekbaan volgen die dicht bij land ligt dan Windpark Q4-WP. Ook voor de belangrijkste soorten, de Vogelrichtlijn Annex I soorten, geldt dat deze in meerderheid een trekbaan zullen volgen die dicht bij land ligt dan de locatie Q4-WP.

Omdat de locatie Q4-WP relatief ver op zee ligt, is geen sprake van een eventuele barrièrewerking voor pleisterende niet-broedvogels. Er worden namelijk geen specifieke ecologische verbindingen voor vogels doorbroken (bijvoorbeeld tussen slaap- en foerageerplaats). Ook voor trekvogels is nauwelijks sprake van barrièrewerking. Indien vogels tijdens de trek het windpark willen ontwijken en daarom hun route aanpassen, zijn de extra kilometers en de extra tijd die met dit omvliegen gemoeid zijn, niet van betekenis in relatie tot de totaal af te leggen afstand en de totale vliegtijd. Gegeven het beperkte oppervlak van het windpark van circa  $20 \text{ km}^2$  zal ten aanzien van seizoenstrek de mogelijke barrièrewerking niet relevant zijn.

De aanleg en verwijdering van het windpark zal tussen april en eind september leiden tot verstoring van aanwezige vogels. Dit geldt vooral in de periode april/mei wanneer relatief hoge dichtheden van zeevogels aanwezig zijn. Dit is een tijdelijk effect.

Voor verstoring ofwel habitatverlies zijn de effecten geschat op beperkt negatief; circa 0,02 procent van de biogeografische populatie (alkachtigen, jan van gent) raakt verstoord. Ten opzichte van de NCP-populatie is dat voor deze soorten respectievelijk 0,17 en 0,69 procent. Van de noordse stormvogel raakt 0,22 procent van de NCP-populatie verstoord. Van de zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw en grote mantelmeeuw raakt respectievelijk 0,13, 0,19 en 0,12 procent verstoord. Voor de overige soorten raakt minder dan 0,1 procent van de NCP-populatie verstoord.

Het gebied dat door verstoring verloren gaat voor foerageren, rusten of ruien is maximaal 0,28 procent van het NCP voor de jan van gent en 0,14 procent voor de alkachtigen.

De kwalitatieve beoordeling van vogels is samen met de kwalitatieve beoordeling van zeezoogdieren weergegeven in de samenvattende effecttabellen aan het einde van dit hoofdstuk.

Er bestaat door het geplande windpark het risico op aanvaringslachtoffers. Als gevolg van Windpark Q4-WP worden op grond van de in dit MER gehanteerde berekeningsmethoden (hoofdstuk 7) ongeveer 1.200 tot 2.500 aanvaringslachtoffers per jaar verwacht. Het aantal mogelijke aanvaringslachtoffers is bij de basisvarianten lager dan bij de compacte varianten. De 4,5 MW varianten scoren iets beter dan de 3 MW varianten. Dit is te verklaren door het kleinere aantal windturbines.

In de onderstaande tabellen zijn de jaarlijkse slachtoffers per alternatief per vogelgroep of soort weergegeven. De eerste tabel geeft de absolute aantallen weer, de tweede de slachtoffers als percentages van hun populatieomvang en de derde als percentages van hun natuurlijke populatiesterfte waarbij de vetgedrukte getallen boven de 0,1% uit komen. Dit wordt gezien als de grens voor een niet te verwaarlozen effect. NB: die groepen en soorten waarvoor geen slachtoffers worden verwacht zijn uit de tabel verwijderd.

**Tabel 5.1 Jaarlijkse aantallen potentiële aanvaringslachtoffers bij de verschillende inrichtingsalternatieven Q4-WP**

Soortgroep	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Alkachtigen	50	70	35	58
Jan van gent	75	105	53	88
Ganzen en zwanen	2	3	1	2
Overige eenden	1	2	1	2
Grote stern	6	8	4	7
Visdief/noordse stern	13	18	9	15
Steltlopers	1	1	1	1
Landvogels	90	125	63	104
Noordse stormvogel	19	26	13	22
Drieteenmeeuw	1130	1582	790	1317
Zilvermeeuw	45	63	32	53
Kleine mantelmeeuw	283	396	198	329
Grote mantelmeeuw	31	43	21	36
Stormmeeuw	13	18	9	15
Jagers	0,2	0,3	0,2	0,3

**Tabel 5.2 Percentages potentiële aanvaringslachtoffers bij de verschillende inrichtingsalternatieven Q4-WP ten opzichte van de omvang van de betreffende populaties**

Soortgroep	Populatie	Basisvariant 3MW	Compacte variant 3MW	Basisvariant 4,5MW	Compacte variant 4,5MW
Alkachtigen *	1.900.000-4000.000	0,003	0,004	0,002	0,003
Jan van gent	900.000	0,008	0,012	0,006	0,010
Ganzen en zwanen **	1.009.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Overige eenden	8.850.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	160.000	0,004	0,005	0,002	0,004
Visdief/noordse stern	1.500.000	0,001	0,001	0,001	0,001
Steltlopers ***	29.751.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Landvogels ****	989.500.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Noordse Stormvogel	2.800.000	0,001	0,001	0,000	0,001
Drieteenmeeuw	8.400.000	0,013	0,019	0,009	0,016
Zilvermeeuw	2.200.000	0,002	0,003	0,001	0,002
Kleine mantelmeeuw	900.000	0,031	0,044	0,022	0,037
Grote mantelmeeuw	470.000	0,007	0,009	0,005	0,008
Stormmeeuw ***	1.800.000	0,001	0,001	0,000	0,001
Jagers *	35.000-128.000	0,001	0,001	0,000	0,001

\* Het eerste getal is de omvang van broedexemplaren in aantallen individuen rond de Noordzee [ICES, 2001], het tweede getal is de omvang van de Europese populaties (bron: [www.bto.org](http://www.bto.org) of [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)). Voor de berekening is telkens de laagste schatting genomen.

\*\* Ganzen en zwanen is een optelsom van brandgans, grauwe gans, rotgans en kleine zwaan; bron: 1% grenzen voor de soorten, tabel 9, Van Roomen *et al.* [2005], aangevuld met gegevens uit [www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts).

\*\*\* De populatie steltlopers is een optelsom van 22 verschillende soorten; de houtsnip heeft al een populatie van > 15 miljoen; bron: 1% grenzen voor de soorten, tabel 9, Van Roomen *et al.* [2005], aangevuld met gegevens uit [www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts).

\*\*\*\* De populatie landvogels is een optelsom van 24 soorten (bron [www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts) of [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)).

**Tabel 5.3 Percentages potentiële aanvaringslachtoffers bij de verschillende inrichtingsalternatieven Q4-WP ten opzichte van de natuurlijke sterfte van de betreffende populaties**

Soortgroep	Natuurlijke sterfte (resp.% en aantal) *		Basisvariant 3MW	Compacte variant 3MW	Basisvariant 4,5MW	Compacte variant 4,5MW
Alkachtigen	9	171.000	0,029	0,041	0,021	0,034
Jan van gent	6	54.000	<b>0,140</b>	<b>0,195</b>	0,098	<b>0,163</b>
Ganzen en zwanen	10	100.900	0,002	0,003	0,001	0,002
Overige eenden	30	2.655.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	15	24.000	0,024	0,033	0,016	0,027
Visdief/noordse stern	15	225.000	0,006	0,008	0,004	0,007
Steltlopers	15	4.462.650	0,000	0,000	0,000	0,000
Landvogels	20	197.900.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Noordse stormvogel	6	168.000	0,011	0,016	0,008	0,013
Drieteenmeeuw	20	1.680.000	0,067	0,094	0,047	0,078
Zilvermeeuw	20	440.000	0,010	0,014	0,007	0,012
Kleine mantelmeeuw	20	180.000	<b>0,157</b>	<b>0,220</b>	<b>0,110</b>	<b>0,183</b>
Grote mantelmeeuw	20	94.000	0,033	0,046	0,023	0,038
Stormmeeuw	20	360.000	0,004	0,005	0,002	0,004
Jagers	10	3.500	0,007	0,009	0,005	0,008

\* Sterftegetallen zijn overgenomen uit Garthe & Hüppop [2004]

#### Effect op vogels in relatie tot de energieopbrengst

Wanneer het mogelijke aantal vogelslachtoffers wordt gerelateerd aan de netto energieopbrengst blijkt een duidelijk verschil tussen de 3 MW en 4,5 MW varianten. Per eenheid energie (kWh) scoren de 4,5 MW inrichtingsvarianten beter dan de 3 MW varianten. Het aantal vogelslachtoffers in relatie tot de energieopbrengst is weergegeven in de samenvattende effecttabel in paragraaf 5.5.

#### Effect op vogels in relatie tot het ruimtegebruik

De oppervlakte van het plangebied is voor alle varianten gelijk (circa 20 km<sup>2</sup>). Het relateren van het aantal vogelslachtoffers aan het ruimtegebruik, heeft daarmee geen toegevoegde waarde ten opzichte van de absolute aantallen slachtoffers. Het aantal vogelslachtoffers per oppervlakte eenheid is desondanks weergegeven in de samenvattende effecttabel in paragraaf 5.5.

#### **Landschap**

De zichtbaarheid van het windpark wordt met name 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 vanaf de kust nauwelijks zichtbaar. In het uitzonderlijke geval dat het windpark op een zeer heldere dag zichtbaar zou zijn vanaf de kust, zijn de 4,5 MW inrichtingsvarianten eerder zichtbaar dan de 3 MW varianten, omdat de 4,5 MW windturbine hoger en groter is. Door de kromming van de aarde zal in alle varianten het onderste deel van de windturbines wegvallen achter de horizon.



De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark zijn merkbaar door de aanwezigheid (zichtbaarheid) van werkschepen. Dit is een tijdelijk effect. Daarnaast is het aantal scheepsbewegingen met betrekking tot deze activiteiten klein ten opzichte van het totale scheepsbewegingen dat zichtbaar is vanaf de kust. In tabel 5.4 is de kwalitatieve beoordeling weergegeven. In alle gevallen worden de effecten op landschap als neutraal beoordeeld.

**Tabel 5.4 Effectbeoordeling landschap**

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Zichtbaarheid	0	0	0	0

#### Effect op landschap in relatie tot de energieopbrengst

Wanneer het effect op het landschap, c.q. de zichtbaarheid van het windpark, wordt gerelateerd aan de energieopbrengst scores de compacte varianten beter dan de basisvarianten. De zichtbaarheid van alle varianten is vrijwel gelijk: het windpark is nauwelijks zichtbaar vanaf de kust, maar de energieopbrengst van de compacte varianten is ruim anderhalf keer zo hoog als bij de basisvarianten.

#### Effect op landschap in relatie tot het ruimtegebruik

Het oppervlak van het plangebied is voor alle varianten gelijk (circa 20 km<sup>2</sup>). Omdat ook de zichtbaarheid van alle varianten vrijwel gelijk is, biedt de zichtbaarheid per eenheid van ruimte (km<sup>2</sup>) geen toegevoegde waarde. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.4 gegeven wordt.

#### **Morfologie en hydrologie**

Alle effecten op morfologie en hydrologie, die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, het onderhoud en de verwijdering van het windpark, zijn zeer beperkt van omvang en tijdelijk van aard. Voor zover effecten optreden, zijn deze gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek in het plangebied. 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 is tijdelijk van aard. Er is geen/nauwelijks onderscheid tussen de 3 MW en 4,5 MW varianten. In tabel 5.5 is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

**Tabel 5.5 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie**

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
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

#### Effecten in relatie tot de energieopbrengst

Uit tabel 5.5 blijkt dat er geen relevante effecten optreden ten aanzien van morfologie en hydrologie. Er zijn dan ook geen verschillen tussen de verschillende varianten.

Effecten in relatie tot het ruimtegebruik

De effecten zijn gering, lokaal en tijdelijk. De oppervlakte van het plangebied is bij alle varianten gelijk. Het relateren van de effecten van het windpark aan het ruimtegebruik biedt derhalve geen toegevoegde waarde. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.5 gegeven wordt.

**Onderwaterleven**

Uit de effectbeschrijving blijkt dat voor de meeste soorten (nagenoeg) geen effecten optreden. Het afsluiten van het plangebied voor scheepvaart en de nieuwe vestigingsmogelijkheden op het nieuw aangebrachte hard substraat (funderingspalen en erosiebescherming) is positief voor macrobenthos. Ten aanzien van de effecten van onderwatergeluid en trillingen is nog onvoldoende informatie beschikbaar. Met name over de effecten op zeezoogdieren is nog onvoldoende bekend. Wel kan op basis van beschikbare gegevens worden gesteld dat het onderwatergeluid tijdens de aanleg van het windpark kan leiden tot verstoring, waardoor dieren tijdelijk het gebied zullen verlaten of mijden. Omdat de 3 MW compacte variant uit de meeste turbines bestaat, duurt de aanleg en verwijdering bij deze variant langer dan bij de overige varianten. De 3 MW compacte heeft daarom een groter effect dan de overige varianten. De 4,5 MW basisvariant bestaat uit de minste turbines en heeft daarom het minste effect. Het aspect onderwatergeluid wordt negatief beoordeeld. In tabel 5.6 wordt per inrichtingsvariant een kwalitatieve beoordeling gegeven.

**Tabel 5.6 Effectbeoordeling onderwaterleven**

Soorten	Huidige Situatie*	3 MW BASISVARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfase)	Mogelijk significant?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>o</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>o</sub> )	50 (kustzone)	- (geluid)	0	Nee

\* Voor de zeehonden betreft het de Nederlandse populatie, voor de bruinvis en de witsnuitdolfijn gaat het om de populatie in de gehele Noordzee.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* Significante effecten worden niet verwacht, maar zijn niet uit te sluiten. Hier wordt nader op ingegaan in de locatiespecifieke passende beoordeling.

**Vervolg tabel 5.6**

Soorten	Huidige Situatie*	3 MW COMPACTE VARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfase)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	-/-- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	-/-- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	-/-- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	-/-- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>o</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	-/-- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>o</sub> )	50 (kustzone)	-/-- (geluid)	0	Nee
Soorten	Huidige Situatie*	4,5 MW BASISVARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfase)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	0/- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	0/- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	0/- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	0/- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>o</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	0/- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>o</sub> )	50 (kustzone)	0/- (geluid)	0	Nee

\* Voor de zeehonden betreft het de Nederlandse populatie, voor de bruinvis en de witsnuitdolfijn gaat het om de populatie in de gehele Noordzee.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* Significante effecten worden niet verwacht, maar zijn niet uit te sluiten. Hier wordt nader op ingegaan in de locatiespecifieke passende beoordeling.

**Vervolg tabel 5.6**

Soorten	Huidige Situatie*	4,5 MW COMPACTE VARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfase)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>o</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>o</sub> )	50 (kustzone)	- (geluid)	0	Nee

\* Voor de zeehonden betreft het de Nederlandse populatie, voor de bruinvis en de witsnuitdolfijn gaat het om de populatie in de gehele Noordzee.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* Significante effecten worden niet verwacht, maar zijn niet uit te sluiten. Hier wordt nader op ingegaan in de locatiespecifieke passende beoordeling.

**Effecten op onderwaterleven in relatie tot de energieopbrengst**

Aangezien alleen de effecten van onderwatergeluid tijdens de aanleg en verwijdering per variant verschillen, wordt alleen de beoordeling voor dit aspect per MWh gegeven. Voor de overige effecten verschillen deze immers niet per variant. Wanneer het effect van onderwatergeluid op zeezoogdieren en vissen wordt gerelateerd aan de energieopbrengst scoren de 4,5 MW varianten door hun grotere vermogen beter dan de 3 MW varianten.

**Tabel 5.7 Effectbeoordeling onderwatergeluid tijdens aanleg en verwijdering per MWh**

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Onderwatergeluid	-	-	0/-	0/-

**Effecten op onderwaterleven in relatie tot het ruimtegebruik**

Aangezien de oppervlakte van het windpark voor alle varianten gelijk is (circa 20 km<sup>2</sup>), is de effectbeoordeling per vierkante kilometer niet verschillend van de kwalitatieve beoordeling in tabel 5.6.

**Scheepvaartveiligheid**

In tabel 5.8 en tabel 5.9 zijn de belangrijkste resultaten samengevat van het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid voor de verschillende varianten.

Tabel 5.9 is het meest illustratief voor de keuze van de variant. De varianten met 4,5 MW windturbines zijn het meest gunstig, omdat het aantal windturbines kleiner is en daardoor de kans op een aanvaring/aandrijving per geïnstalleerde MW kleiner is. Per geïnstalleerd vermogen is het scheepvaart risico bij toepassing van 4,5 MW windturbines ongeveer 64% kleiner dan bij toepassing van 3 MW windturbines.

**Tabel 5.8** *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)*

Inrichtings-variant <b>Q4-WP</b>	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	18,01	465200	40	0,004641	0,012317	0,018168	0,002692	0,037818
4,5 MW	17,51	456000	24	0,002868	0,008011	0,011139	0,001706	0,023724

**Tabel 5.9** *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)*

Inrichtings-variant <b>Q4-WP</b>	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal aantal per jaar / MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	18,01	465200	40	9,98E-09	2,65E-08	3,91E-08	5,79E-09	8,13E-08
4,5 MW	17,51	456000	24	6,29E-09	1,76E-08	2,44E-08	3,74E-09	5,20E-08

Wanneer ook de energieopbrengst per oppervlakte eenheid een belangrijk criterium is, scoort de 4,5 MW compacte variant beter dan de 3 MW compacte variant, omdat bij toepassing van de 4,5 MW windturbine de energieopbrengst hoger is.

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots voldaan aan de criteria voor extern risico, zowel het individueel als het groepsrisico.

Voor bunkerolie en ladingolie samen neemt voor de 3 MW variant de kans op een uitstroom in de EEZ toe met 0,21%. Bij de berekening van de eventuele uitstroom van olie is uitgegaan van een worst case benadering. Omdat het aandeel tankers met een dubbele scheepswand toeneemt, zal de kans op uitstroom van olie na een aandrijving met een windturbine in de toekomst verder afnemen. Voor de 4,5 MW variant is de kans op uitstroom lager vanwege het kleinere aantal windturbines.

De sleepboot De Waker kan een deel van de aandrijvingen voorkomen. In hoofdstuk 11 is dit nader toegelicht. De Waker ligt bij een windkracht vanaf 5 Bft op station nabij het Texel-verkeersscheidingsstelsel. Door de inzet van De Waker vanaf deze positie kan ruim 51% van het aantal aandrijvingen voorkomen worden.

Op basis van de bovenstaande resultaten en conclusies, kan de volgende relatieve effectbeoordeling worden gegeven aan de verschillende inrichtingsvarianten.

**Tabel 5.10 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid**

	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Kans op aanvaringen en aandrijvingen	-	--	0/-	-

Uit de bovenstaande effectbeoordeling blijkt dat de 3 MW compacte variant vanwege de relatief grote dichtheid en het grote aantal windturbines relatief gezien het minste scoort. Voor het aspect scheepvaartveiligheid geldt dat de variant met het kleinste aantal windturbines het meest gunstig is, dit is in absolute zin de 4,5 MW basisvariant.

#### Effect op scheepvaartveiligheid in relatie tot de energieopbrengst

Wanneer de effecten worden gerelateerd aan de energieopbrengst, scoort de 4,5 MW compacte variant beter dan de andere varianten door het relatief lage aantal turbines tegenover een relatief hoge energieopbrengst.

**Tabel 5.11 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid per eenheid energieopbrengst**

	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Kans op aanvaringen en aandrijvingen	-	-	0/-	0/-

#### Effect op scheepvaartveiligheid in relatie tot het ruimtegebruik

Het relateren van de effecten van het windpark op scheepvaartveiligheid aan het ruimtegebruik biedt geen toegevoegde waarde omdat het oppervlak van het plangebied bij alle varianten gelijk is (circa 20 km<sup>2</sup>). De effectbeoordeling is gelijk aan de beoordeling in tabel 5.10.

#### **Straalpaden**

Windpark Q4-WP wordt niet doorsneden door een straalpad. Er is dus geen sprake van een effect op straalpaden, dit is weergegeven in tabel 5.12.

**Tabel 5.12 Effectbeoordeling straalpaden**

	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Effect op straalpaden	0	0	0	0

#### Effect op straalpaden in relatie tot de energieopbrengst

Het relateren van de effecten van het windpark aan de energieopbrengst biedt geen toegevoegde waarde omdat het windpark niet door straalpaden gekruist wordt.

#### Effect op straalpaden in relatie tot het ruimtegebruik

Het relateren van de effecten van het windpark aan het ruimtegebruik biedt ook geen toegevoegde waarde omdat het windpark niet door straalpaden gekruist wordt.

#### **Radar**

Windpark Q4-WP heeft naar verwachting geen effect op radar. Het windpark ligt geheel buiten het bereik van vaste radarstations. Effecten op scheepsradar kunnen geheel worden gemitigeerd. In tabel 5.13 is de kwalitatieve beoordeling weergegeven.

**Tabel 5.13** *Effectbeoordeling radar*

	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Effect op kustradar	0	0	0	0
Effect op scheepsradar	0	0	0	0

Effect op radar in relatie tot de energieopbrengst

Omdat het windpark geen effect heeft op de radar, biedt het relateren van de effecten van het windpark aan de energieopbrengst geen toegevoegde waarde. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.13 gegeven wordt.

Effect op radar in relatie tot het ruimtegebruik

Het relateren van de effecten van het windpark op radar aan het ruimtegebruik biedt ook geen toegevoegde waarde omdat het windpark buiten het bereik van de vaste radarstations ligt. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.13 gegeven wordt.

**Vliegverkeer**

Windpark Q4-WP ligt onder de aanvliegroutes naar Schiphol en Rotterdam. Aangezien de vlieghoogte ter plaatse van het park significant groter is dan de hoogte van de windturbines, wordt geen negatief effect verwacht op de burgerluchtvaart.

Er wordt geen effect verwacht van het windpark op de militaire luchtvaart, op vluchten van de Kustwacht en op recreatieve luchtvaart, omdat deze vluchten worden afgestemd op de op de Noordzee aanwezige installaties en hun veiligheidszones.

Het windpark ligt in een HTZ en een HPZ rond offshore platforms. Het windpark ligt niet tussen twee of meerdere platforms in deze zone, maar aan de rand ervan. Bij het NSW speelt dezelfde situatie. Daarom mag verwacht worden dat een windpark op deze locatie geen significante belemmering vormt voor het helikopterverkeer. Ook ligt het windpark in een helikopterroute. Dit hoeft geen belemmering te zijn omdat helikopters van en naar de platforms hun vliegroute of -hoogte beperkt hoeven aan te passen.

In tabel 5.14 is het effect van Windpark Q4-WP op het vliegverkeer weergegeven.

**Tabel 5.14** *Effectbeoordeling vliegverkeer*

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Effect op burgerluchtvaart	0	0	0	0
Effect op helikopterverkeer	0/-	0/-	0/-	0/-
Effect op militaire luchtvaart	0	0	0	0
Effect op Kustwacht	0	0	0	0
Effect op recreatieve luchtvaart	0	0	0	0

Effecten op vliegverkeer in relatie tot de energieopbrengst

Het windpark heeft mogelijk alleen een klein effect op helikopterverkeer. In relatie tot de energieopbrengst scoort de 4,5 MW compacte variant het best vanwege de hoge energieopbrengst. De verschillen zijn echter klein en daarom is er geen verschil tussen de varianten aan te geven in de kwalitatieve beoordeling per MWh ten opzichte van de beoordeling die in tabel 5.14 gegeven wordt.

Effecten op vliegverkeer in relatie tot het ruimtegebruik

Het relateren van de effecten van het windpark op vliegverkeer aan het ruimtegebruik biedt geen toegevoegde waarde omdat het de oppervlakte bij de verschillende varianten gelijk is. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.14 gegeven wordt.

**Andere gebruiksfuncties**

Het windpark heeft geen effecten op de bestaande gebruiksfuncties (zie tabel 5.15). Dit komt doordat bij de locatiekeuze reeds rekening is gehouden met de in het gebied aanwezige gebruiksfuncties.

Circa 0,018% van het bevestigde oppervlak wordt gesloten voor, c.q. onttrokken aan, de visserij. Daarmee is het effect van het windpark op de visserij zodanig beperkt dat dit effect neutraal wordt beoordeeld.

Het windpark heeft ook geen effecten op de recreatie, omdat het windpark geplaatst wordt buiten de 20 km brede zone parallel aan de kust waar de meeste recreatievaartuigen gebruik van maken en omdat het windpark niet zichtbaar zal zijn vanaf de kust.

Hoewel ter plaatse van het plangebied concessies zijn verleend voor olie- en gaswinning, heeft het geplande windpark hier naar verwachting geen effect op. Uitwinning van de concessies is naar verwachting vanaf de bestaande platforms mogelijk. In nader overleg met de concessiehouders kan bepaald worden of bij de inrichting van het windpark maatregelen getroffen kunnen en moeten worden om toekomstige uitwinning van de concessies niet te belemmeren. Het effect van het windpark op olie- en gaswinning wordt neutraal beoordeeld (0). Ook op de overige gebruiksfuncties worden geen effecten verwacht. Er zijn geen verschillen tussen de verschillende fasen van het windpark.

**Tabel 5.15 Effectbeoordeling andere gebruiksfuncties**

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Visserij	0	0	0	0
Militaire gebieden	0	0	0	0
Olie- en gaswinning	0	0	0	0
Zand- en schelpenwinning	0	0	0	0
Baggerstort	0	0	0	0
Kabels en leidingen	0	0	0	0
Recreatie	0	0	0	0
Cultuurhistorie/archeologie	0	0	0	0
Overige ontwikkelingen	0	0	0	0

Effecten op andere gebruiksfuncties in relatie tot de energieopbrengst

Het relateren van de effecten van het windpark aan de energieopbrengst biedt geen toegevoegde waarde omdat het windpark geen effect op andere gebruiksfuncties heeft. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.15 gegeven wordt.

Effecten op andere gebruiksfuncties in relatie tot het ruimtegebruik

Het relateren van de effecten van het windpark aan het ruimtegebruik biedt ook geen toegevoegde waarde omdat het windpark geen effect op andere gebruiksfuncties heeft en omdat de oppervlakte per variant niet verschilt. De kwalitatieve beoordeling is gelijk aan de beoordeling die in tabel 5.15 gegeven wordt.

**Energieopbrengst en vermeden emissies**

De hoeveelheid vermeden emissies is gerelateerd aan de energieopbrengst, waardoor de compacte varianten beter scoren dan de basisvarianten (zie tabel 5.16).



**Tabel 5.16** Effectbeoordeling energieopbrengst (MWh) en vermeden emissies (ton)

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Netto energieopbrengst in MWh per jaar	+ 465.200	++ 651.300	+ 456.000	++ 760.000
Vermeden CO <sub>2</sub> emissie in tonnen per jaar	+ 279.300	++ 391.000	+ 273.700	++ 456.200
Vermeden NO <sub>x</sub> emissie in tonnen per jaar	+ 275	++ 384	+ 269	++ 448
Vermeden SO <sub>2</sub> emissie in tonnen per jaar	+ 130	++ 182	+ 128	++ 213

**Effecten in relatie tot het ruimtegebruik**

Bij de effectbeoordeling in relatie tot het ruimtegebruik blijkt (zie tabel 5.17), dat zowel de energieopbrengst als de vermeden emissies per eenheid ruimtegebruik (km<sup>2</sup>) bij de compacte varianten duidelijk hoger liggen dan bij de beide basisvarianten. Dit komt omdat de oppervlakte van het windpark in alle varianten gelijk is (circa 20 km<sup>2</sup>). De 4,5 MW compacte variant scoort het beste.

**Tabel 5.17** Effectbeoordeling energieopbrengst en vermeden emissies per eenheid ruimtegebruik

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Netto energieopbrengst in MWh per km <sup>2</sup>	+ 23.900	++ 33.400	+ 23.400	++ 39.000
Vermeden CO <sub>2</sub> emissie in tonnen CO <sub>2</sub> per km <sup>2</sup>	+ 14.300	++ 20.100	+ 14.000	++ 23.400
Vermeden NO <sub>x</sub> emissie in tonnen NO <sub>x</sub> per km <sup>2</sup>	+ 14	++ 20	+ 14	++ 23
Vermeden SO <sub>2</sub> emissie in tonnen SO <sub>2</sub> per km <sup>2</sup>	+ 7	++ 9	+ 7	++ 11

**5.2.2 Vergelijking van de varianten voor het kabeltracé**

Bij de vergelijking van de varianten voor het kabeltracé naar de kust treden geen noemenswaardige verschillen in effecten op. Het enige effect dat optreedt, hangt samen met de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van de kabels. Tijdens deze werkzaamheden treedt slechts (tijdelijk) een beperkte verstoring op. De variant met aanlanding bij IJmuiden scoort in theorie beter, omdat het totale kabeltracé korter is dan het tracé met aanlanding bij Noordwijk.

**5.3 Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)****5.3.1 De inrichtingsvarianten van het windpark**

Het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA) wordt gedefinieerd als het inrichtingsalternatief waarbij de negatieve milieueffecten het kleinst zijn en de positieve milieueffecten het grootst. Voor het bepalen van het MMA zijn alleen die milieueffecten tijdens die fasen van belang, die significant verschillen voor de diverse varianten. Daarom worden slechts die toetsingscriteria beschouwd waarvan de beoordeling per variant significant verschilt (zie tabel 5.18). Omdat er vaak geen duidelijk onderscheid is tussen de verschillende varianten, wordt bij het bepalen van het MMA gekeken naar de totale effecten (absolute effecten) en naar de effecten per eenheid van energie.

***Transformatorstation***

De plaatsing van het transformatorstation in het centrum van het windpark is met name gekozen op grond van scheepvaartveiligheid. Een andere plek, meer aan de rand van het windpark, leidt tot grotere risico's voor de scheepvaart én daarmee ook tot grotere risico's voor de leveringszekerheid van de geproduceerde en aan het landelijk hoogspanningsnet te leveren elektrische energie. De effecten van het transformatorstation op de andere aspecten zijn onafhankelijk van de plaats in het windpark. Daarom zijn voor het transformatorstation alternatieve plaatsen binnen het windpark niet onderzocht. Het plaatsen van het transformatorstation in het midden van het windpark betekent ook een zo kort mogelijke kabellengte binnen het windpark, waardoor de milieueffecten bij deze opstelling het kleinst zijn.

Er zijn wel variaties in het ontwerp van het transformatorstation mogelijk, maar dit is weinig relevant voor het MER. De milieueffecten zullen namelijk niet onderscheidend zijn voor de verschillende ontwerpen.

***Kabeltracé***

Met betrekking tot het kabeltracé is het meest milieuvriendelijke alternatief het tracé met de kortste kabellengte. Dat is voor windpark Q4-WP de variant die aanlandt bij IJmuiden (locatie Wijk aan Zee) en aansluit te Beverwijk/Velsen.

***MMA op basis van de totale effecten***

In tabel 5.18 zijn de toetsingscriteria weergegeven waarvan de beoordeling per variant significant verschilt. Hierbij is, voor zover relevant, onderscheid gemaakt tussen aanleg, gebruik en verwijdering.

Tijdens aanleg en verwijdering van het windpark zijn er geen significante effecten op vogels te verwachten. Voor alle varianten zijn deze aspecten als neutraal beoordeeld.

Voor het aanvaringsrisico voor vogels tijdens het gebruik van het windpark zijn er wel verschillen vastgesteld. Het percentage aanvaringssslachtoffers ten opzichte van de natuurlijke mortaliteit komt voor de kleine mantelmeeuw en de jan van gent bij alle inrichtingsvarianten, uitgezonderd de 4,5 MW basisvariant voor de jan van gent, boven de 0,1 procent. De 3 MW compacte variant wordt als minste beoordeeld en de 4,5 MW basisvariant, hoewel licht negatief, het best.

Voor het onderwaterleven (met name zeezoogdieren) zijn alleen onderscheidende effecten door onderwatergeluid te verwachten tijdens de aanleg en de verwijdering van het windpark. Vanwege het grote aantal turbines en de langere tijd die daardoor nodig is om alle funderingspalen te heien of te verwijderen, scoort de 3 MW compacte variant het minst. De 4,5 MW basisvariant scoort door het kleine aantal turbines het best op dit aspect.

Wat betreft scheepvaartveiligheid zijn er geen significante effecten te verwachten tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark. Tijdens het gebruik zijn er wel effecten te verwachten. De 3 MW compacte variant scoort slechter dan de overige varianten als gevolg van de grotere dichtheid en het grote aantal turbines. De compacte varianten en met name de 4,5 MW compacte variant, scoren vanwege de hogere energieopbrengsten bij deze varianten duidelijk beter wat betreft energieopbrengst en vermeden emissies.

**Tabel 5.18 Effectbeoordeling onderscheidende toetsingscriteria (absolute zin)**

Toetsingscriterium	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
<b>Vogels</b>				
Aanvaringsrisico				
- aanleg en verwijdering	0	0	0	0
- gebruik	-	-/--	0/-	-
<b>Onderwaterleven</b>				
Onderwatergeluid				
- aanleg	-	-/--	0/-	-
- gebruik	0	0	0	0
- verwijdering	0	0	0	0
<b>Scheepvaartveiligheid</b>				
Risico op aandrijvingen en aanvaringen				
- aanleg en verwijdering	0	0	0	0
- gebruik	-	--	0/-	-
<b>Energieopbrengst en vermeden emissies</b>				
- netto energieopbrengst	+	++	+	++
- vermeden CO <sub>2</sub> emissie	+	++	+	++
- vermeden NO <sub>x</sub> emissie	+	++	+	++
- vermeden SO <sub>2</sub> emissie	+	++	+	++

Op basis van de bovenstaande beschouwing kan gesteld worden dat compacte varianten beter scoren op het aspect energieopbrengst en vermeden emissies. Op de overige aspecten scoren de compacte varianten in het algemeen slechter dan de basisvarianten. De effecten tijdens de aanlegfase en verwijderingfase zijn van beperkte duur. De 4,5 MW basisvariant heeft het kleinste aantal windturbines waardoor aanleg en daarmee de periode van verstoring het kortst duurt.

#### **MMA op basis van de effecten per eenheid van energie**

Bij het bepalen van het MMA op basis van de effecten per eenheid energieopbrengst ontstaat een iets ander beeld. Hieronder wordt nader ingegaan op de effecten per eenheid energieopbrengst voor die toetsingscriteria waarbij onderscheid bestaat tussen de vier inrichtingsvarianten. De energieopbrengst en vermeden emissies zijn daarom niet behandeld. Deze zijn immers berekend vanuit de energieopbrengst en wanneer dit weer teruggerekend wordt, verschillen deze niet per variant. De effectbeoordeling van de onderscheidende toetsingscriteria per eenheid energieopbrengst zijn weergegeven in tabel 5.19.

**Tabel 5.19 Effectbeoordeling onderscheidende toetsingscriteria per MWh**

Toetsingscriterium	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
<b>Vogels</b>				
Aanvaringsrisico				
- aanleg en verwijdering	0	0	0	0
- gebruik	-	-	0/-	0/-
<b>Onderwaterleven</b>				
Onderwatergeluid				
- aanleg	-	-	0/-	0/-
- gebruik	0	0	0	0
- verwijdering	0	0	0	0
<b>Scheepvaartveiligheid</b>				
Risico op aandrijvingen en aanvaringen				
- aanleg en verwijdering	0	0	0	0
- gebruik	-	-	0/-	0/-

Wanneer voor het aspect vogels het aantal aanvarings-slachtoffers per eenheid van energie (MWh) wordt beschouwd, scoren de 4,5 MW varianten beter dan de 3 MW varianten. De basisvarianten scoren hierbij weer net iets beter dan de compacte varianten, maar dit verschil is verwaarloosbaar klein (zie tabel ook 5.23). Dit is te verklaren door een relatief klein aantal turbines gerelateerd aan een groot turbinevermogen.

Op het aspect onderwatergeluid scoren de 4,5 MW varianten eveneens beter dan de 3 MW varianten door het grotere vermogen van de turbines.

Voor het aspect scheepvaartveiligheid komen de 4,5 MW varianten ook het meest gunstig naar voren.

Op basis van de effecten per eenheid energie is er geen eenduidig Meest Milieu Vriendelijke Alternatief aan te wijzen. De beide 4,5 MW varianten scoren op de verschillende aspecten samen het best.

### **Afweging en conclusie MMA**

Om tot een beoordeling van het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA) te komen, is het van belang de beschreven alternatieven te waarderen in energierendement. Hiermee samen hangt de reductie in emissies die het windpark bereikt door duurzame energie te produceren. Wat dit aspect betreft geldt voor de *gebruiksfase*: hoe hoger de energieopbrengst van het windpark, des te meer emissiereductie, dus gunstiger. De compacte 4,5 MW variant scoort op dit aspect dan ook het meest gunstig. Het wordt echter niet uitgesloten dat bij de compacte varianten de hoge dichtheid van turbines tot ongewenste zogeeffecten leiden, wat leidt tot een lagere energieopbrengst (en dus lagere emissiereductie) dan verwacht. Tijdens de *aanleg- en verwijderingsfase* is op dit aspect geen verschil tussen de varianten.

Daarnaast verschillen de alternatieven in de effecten op het aspect vogels tijdens de *gebruiksfase*. Met name het grotere rotoroppervlak in combinatie met een hoge dichtheid levert meer risico's op voor aanvaringen. Het aantal turbines (hoge dichtheid) blijkt hierbij de grootst wegende factor te zijn. In absolute zin is daarom het alternatief waarbij de "ingreep" het kleinst is, het meest gunstig of het minst ongunstig voor vogels. Hetzelfde geldt voor het effect van onderwatergeluid op onderwaterleven.

Voor het aspect scheepvaartveiligheid geldt dat meer turbines tijdens de *gebruiksfase* leiden tot meer risico's. Op het aspect scheepvaartveiligheid scoort daarom de basisvariant 4,5 MW in absolute zin het meest gunstig tijdens de *gebruiksfase*.

De compacte 3 MW komt hier het minst gunstig naar voren. Tijdens de *aanleg* en *verwijderingfase* zijn de effecten nauwelijks onderscheidend.

Wanneer de effecten per eenheid van energie bekeken worden, scoren de 4,5 MW varianten op alle aspecten beter dan de 3 MW varianten.

Op grond van de analyse uit het voorgaande zou het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA), volgens de huidige kennis voor het windpark bestaan uit de volgende contouren:

- Zo veel mogelijk capaciteit per turbine;
- Voldoende afstand tussen de windturbines voor optimale energieopbrengst per windturbine;
- Een transformatorstation in het midden van het park (beperkt kabeleffecten en scheepvaartrisico's);
- Bij de aanleg sterk rekening houden met mitigerende maatregelen voor in elk geval zeezoogdieren.

Doordat het onderscheid tussen de verschillende varianten niet groot is, is het maken van een totaalafweging moeilijk.

Echter, op grond van bovenstaande conclusies lijkt gerechtvaardigd, dat een park met een kleiner aantal windturbines met een groot vermogen (meer emissiereductie) en optimale afstand tussen de turbines, het meest milieuvriendelijk is. Van hieruit wordt de 4,5 MW basisvariant tot meest milieuvriendelijk alternatief benoemd.

Of dit daadwerkelijk zo is, is onder meer afhankelijk van reeds beschreven onzekerheden met betrekking tot de effecten. Tevens dient in ogenschouw genomen te worden dat de productie van grote 4,5 MW turbines nog in de prototypefase verkeert. De vraag is of het mogelijk is over enkele jaren dergelijke turbines daadwerkelijk in productie te nemen. Voorts kan in de compacte varianten de dichtheid van turbines tot ongewenste zogeeffecten leiden. Om deze redenen gaat E-Connection vooralsnog uit van de 3 MW basisvariant bij realisatie van het windpark. Vanzelfsprekend zullen de milieueffecten tijdens aanleg, gebruik en verwijdering zoveel mogelijk gemitigeerd worden zoals beschreven in dit MER.

### **5.3.2 De varianten voor het kabeltracé**

Bij de vergelijking van de varianten voor het kabeltracé naar de kust treden geen noemenswaardige effecten op. Het enige (beperkte) effect hangt samen met de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van de kabels. Er treedt dan tijdelijk enige verstoring op.

Bepalend voor een eventueel onderscheid is de lengte van het tracé. De variant waarbij het kabeltracé aanlandt bij IJmuiden (locatie Wijk aan Zee) scoort in theorie iets beter omdat het totale kabeltracé korter is dan het tracé met een aanlanding bij Noordwijk. Het kabeltracé met aanlanding bij IJmuiden en aansluiting te Beverwijk/Velsen is daarom het meest milieuvriendelijk alternatief voor het kabeltracé.

## **5.4 Mitigerende en compenserende maatregelen**

### **5.4.1 Mitigerende maatregelen**

Om de nadelige effecten van de windparken te beperken, kunnen mitigerende maatregelen worden getroffen. Mitigerende maatregelen kunnen tijdens de verschillende fasen van het project, namelijk aanleg (bouw en transport), gebruik (gebruik, beheer en onderhoud) en beëindiging (afbraak en verwijdering) toegepast worden.

Naast de verschillende fasen zijn ook voor de verschillende onderdelen (turbines en kabels) van het windpark mitigerende maatregelen denkbaar. In deze paragraaf zal een uiteenzetting gegeven worden van mogelijke mitigerende maatregelen. Maatregelen om de effecten van het windpark te beperken die al in het voorgenomen initiatief verwerkt zijn, worden niet in dit hoofdstuk behandeld (bijvoorbeeld erosiebescherming en de markering van het windpark).

Vooraf zij vermeld dat over de daadwerkelijke effecten van windturbines op zee nog weinig feitenmateriaal beschikbaar is. Uit de monitoringsprogramma's van bijvoorbeeld Near Shore Wind Park en Q7-WP in Nederland en daarnaast buitenlandse studies moeten effecten op langere termijn nog blijken. Daarmee is ook gezegd dat over de effectiviteit van mitigerende maatregelen nog minder bekend is. Het onderstaande is dan ook meer een schets van oplossingsrichtingen waaraan men kan denken dan dat deze op feiten en ervaringen zijn gebaseerd.

Voor deze paragraaf is gebruik gemaakt van resultaten van monitoringsstudies op Europees niveau. Deze resultaten zijn verzameld in de rapportage "Concerted Action for Offshore Wind Energy Deployment (COD), principal findings 2003-2005" en in de reportages van het Near Shore Wind Park die gebundeld zijn in het "Overall report baseline studies Near Shore Wind Farm (NSW), Environmental aspects and recommendations for effect monitoring, 2006". Daarnaast is gebruik gemaakt van actueel buitenlands onderzoek van onder andere de windparken Horns Rev en Nysted in Denemarken en North Hoyle in de UK.

### **Vogels**

De meest effectieve maatregel ter beperking van risico's is bij de planfase, de vermindering van beschermde gebieden en migratierouten van vogels. Daarnaast kan een aantal inrichtingsmaatregelen getroffen worden.

#### Afstemmen tijdstip aanlegwerkzaamheden op broedseizoen en seizoenstrek

Omdat de aanleg maar een tijdelijke verstoring of vernietiging betreft kan door de juiste keuze van het tijdstip van de werkzaamheden een groot deel van de verstoringen voorkomen worden. Het betreft hier de gebruikelijke mitigerende maatregelen welke in principe bij alle ruimtelijke ontwikkelingen toegepast worden. Verstoring van de broedvogels aan land wordt voorkomen door hier buiten het broedseizoen te werken.

De verstoring van pleisterende kustvogels wordt voorkomen door in de nazomer en herfst te werken voordat deze soorten in het gebied aankomen.

Mocht het niet mogelijk zijn om de werkzaamheden buiten deze perioden af te ronden, dan dienen de werkzaamheden zoveel mogelijk op een relatief kleine plaats tegelijk uitgevoerd te worden, waardoor het te verstoren gebied zo klein mogelijk wordt gehouden.

#### Detectiekans vergroten door zicht en hoorbaarheid

Om de risico's voor vogels te minimaliseren, is een aantal technische aanpassingen aan een windturbine mogelijk. Het betreft enerzijds de vergroting van de mogelijkheden voor vogels om turbines op te merken (te zien of te horen, de detectiekans) waardoor langstreckende vogels kunnen uitwijken. Voor langsvliegende vogels is dit positief.

Voor vogels die het gebied als rust- of foerageergebied zouden willen gebruiken, zou dit mogelijk negatief kunnen uitwerken door de mogelijk grotere verstoring die van zulke aangepaste windturbines uitgaat. Het is echter vooralsnog onbekend wat eventuele storende factoren zijn bij de verstoring van windturbines. Aangenomen dat het vergroten van de detectiekans van turbines bijdraagt aan het minimaliseren van effecten op vogels, kan een aantal aandachtspunten genoemd worden.

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

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

Een andere mogelijkheid is wellicht de turbines hoorbaar te maken door geluid uit te zenden. Op het land zijn op enkele plaatsen gunstige ervaringen opgedaan met gebruik van ultrasoon geluid voor het verjagen van vogels. Dit zou echter voor toepassing bij offshore windturbines (en andere offshore installaties) goed onderzocht moeten worden. Een belangrijke vraag is of dit ook op grotere afstand werkt (vogels moeten tijdig gewaarschuwd worden, niet als ze al vlakbij de turbine zijn). Een proefopstelling en gedragsmetingen aan vogels zijn noodzakelijk. Ook de mogelijke negatieve neveneffecten van een groot aantal ultrasonische geluidbronnen (bijvoorbeeld voor zeezoogdieren) dienen goed te worden bekeken.

#### Oriëntatie en opstellingsvorm van het park afstemmen op lokale vliegroutes

Om aanvaringskansen te verminderen kunnen tevens variaties in de vorm van het windpark gedaan worden. Er kan gevarieerd worden door het windpark in een vierkant op te stellen of juist ruitvormig. De aanvaringskansen zijn zo klein mogelijk wanneer het park parallel aan de overheersende vliegrichting (naar aantallen in het algemeen of naar aantallen van een specifiek te beschermen soort) wordt geplaatst.

Doordat gegevens over de overheersende vliegrichting (algemeen en naar soort) onvoldoende beschikbaar zijn (zoals voor zeevogels), is het echter in dit stadium van de planvorming niet mogelijk om een voorkeur uit te spreken over de oriëntatie van het windpark.

#### Turbines tijdelijk uitzetten in extreme situaties

Daarnaast kunnen aanvaringskansen verminderd worden door de windturbines tijdelijk buiten werking te stellen gedurende periodes wanneer zich extreme situaties voordoen voor vogels. Te denken valt aan seizoenstrek van bepaalde soorten.

Een andere mogelijkheid om de aanvaringskansen te beperken zijn maatregelen die de barrièrewerking verminderen. Aan de andere kant kunnen aanvaringen juist voorkomen worden door de barrièrewerking te versterken en de vogels zo buiten het windpark te houden. Zonder aanvullend onderzoek biedt de inpassing van deze maatregelen echter onvoldoende garantie op succes.

### ***Onderwaterleven***

De effecten van het windpark op het onderwaterleven zijn zowel positief als negatief. De positieve effecten kunnen met aanvullende maatregelen versterkt worden. De negatieve effecten kunnen beperkt worden door het treffen van mitigerende maatregelen.

#### Instellen van een refugium

Het instellen van een refugium door het uitsluiten van visserij kan als mitigerende maatregel fungeren. Een refugium kan de natuurwaarden op een locatie versterken. Dat betekent in beginsel dat het voor het onderwaterleven een voordeel kan zijn als het windpark op de meest waardevolle locatie ligt.

#### Substraatoppervlak aanpassen

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

#### Aanpassen van de kabel om magnetische en elektrische velden te beperken

Door het aanpassen van de kabel om magnetische en elektrische velden te beperken, worden de effecten van de kabel op onder andere kraakbeenvissen verminderd. Er zijn echter nog niet voldoende kennis en mogelijkheden om dit toe te kunnen passen.

### ***Geluidsproductie***

#### Aanleg- en sloopfase

Geconstateerd is dat het heien van de monopalen van de windturbines met een dieselblok de hoogste, en potentieel schadelijkste, geluidsdrumniveaus in de aanlegfase veroorzaakt. Mogelijkheden om deze geluidsniveaus te verlagen dan wel de effecten daarvan te voorkomen, zijn met name:

- *Bellengordijnen*

Door het toepassen van een zogenaamd bellengordijn rond de plaats waar wordt geheid, zouden reducties van de totale, breedbandige, geluidsniveaus met 3 tot 5 dB haalbaar zijn [Würsig *et al.*, 2000]. Andere auteurs [onder andere Nedwell *et al.*, 2004b] melden daarentegen een zeer gering effect.

- *Omhullen funderingspalen*

Door het omhullen van de funderingspalen met een schuimlaag wordt het geluid waarmee geheid wordt, direct gedempt. Met deze methode kan het geluid met 5 tot 25 dB (afhankelijk van de frequentie) gedempt worden. Nog betere resultaten worden behaald wanneer een huls bestaande uit een schuimlaag tussen twee polyesterlagen gebruikt wordt [Elmer, 2007].

- *Intrillen*

In het algemeen wordt aangenomen dat het intrillen lagere geluidsdrumniveaus veroorzaakt dan inslaan. Getallen hierover, in de vorm van op basis van geluidsmetingen bepaalde bronsterkten, zijn echter in de literatuur niet bekend. Nedwell *et al.* [2003] rapporteert een meting op een afstand van circa 420 meter waarbij het signaal vanwege het intrillen niet boven het achtergrondniveau van 120 dB re 1  $\mu$ Pa uitkwam. Gerasch *et al.* schat dat het intrillen van de monopalen tot 30 dB lagere geluidsdrumniveaus ten opzichte van het heien leidt.

De voor het geluid maatgevende frequentie is daarnaast bij intrillen ook nog belangrijk lager dan bij heien. Die lagere frequentie zal in het ondiepe water onder de afsnijfrequentie liggen. Afhankelijk van met name de bodemgesteldheid kan het echter nodig zijn om voor het laatste stuk toch nog over te gaan op heien. In dat geval wordt het effect van intrillen alsnog geheel tenietgedaan.



- *Goed ontwerp*

De geluidsemissie wordt onder meer bepaald door de energie waarmee wordt geheid. Om te voorkomen dat er overbodig veel energie wordt gebruikt om de monopalen te plaatsen, moet het te gebruiken heiblok goed worden afgestemd op de monopalen en op de bodemsamenstelling.

- *Operationeel*

Door tijdens het heien bij de aanleg en ook tijdens onderhoud- en verwijderingwerkzaamheden met een geleidelijke toename van geluidsproductie een zogenaamde zachte start te maken, waarbij wordt begonnen met een laag vermogen dat steeds wat hoger wordt, krijgen de zeezoogdieren en vissen de gelegenheid uit het gebied van de geluidsbron te vertrekken, zonder directe schade op te lopen.

- *Het gebruik van akoestische afschrikmiddelen*

Akoestische afschrikmiddelen (pingers en sealscarers: onderwater waarschuwingssystemen die een bepaald geluid afgeven om er voor te zorgen dat zeezoogdieren afgeschrikt worden voordat er met heien begonnen wordt) kunnen ingezet worden. Hiermee kunnen zeezoogdieren afgeschrikt worden van de directe nabijheid van de bouwlocatie. Aanwezige bruinvissen worden met pingers tot op ongeveer 125 meter verjaagd [Laake *et al.*, 1998; Culik *et al.*, 2001]. Wanneer in het plangebied meerdere van deze akoestische alarmen worden ingezet, is de kans dat de dieren zich voor aanvang van het heien uit het plangebied verwijderd hebben, vergroot. Tijdens de aanleg van Horns Rev is gebruik gemaakt van deze pingers en sealscarers.

- *Kijk en luister*

Het gebied waar zal worden geheid kan kort voor de aanvang van het heien worden gecontroleerd op de aanwezigheid van zeezoogdieren. Deze controle kan visueel worden uitgevoerd door waarnemers<sup>1</sup>. Dat betekent dat er alleen kan worden geheid bij goed zicht: alleen bij daglicht, bij een rustige zee en niet bij mist. Daarnaast kunnen zogenaamde POD'S<sup>2</sup> worden ingezet.

- *Funderingstechnieken*

Beperking van de geluidsproductie kan gerealiseerd worden door technische innovatie. Door middel van specifieke heitechnieken bij fundatie kan de geluidsproductie gereduceerd worden. De geluidsproductie van het heien van de funderingen kan met name sterk worden beperkt door de keuze voor een geluidarme hei-installatie, zoals bijvoorbeeld het hydroblok.

### Exploitatiefase

In de exploitatiefase worden er geen negatieve effecten op de mariene natuur door onderwatergeluid verwacht. Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet beschouwd.

### Aanleg kabel en aanlandingspunt

Er worden door onderwatergeluid geen negatieve effecten op de mariene natuur verwacht van het leggen van de kabel in de zeebodem en het aanleggen van het aanlandingspunt. Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet beschouwd.

---

<sup>1</sup> Echter bruinvissen komen vrijwel nooit boven water. Het dier komt alleen even boven water om te ademen, waarbij meestal niet meer dan het bovenste deel van de rug met de rugvin zichtbaar is. Daar komt bij dat ze klein zijn. Het waarnemen van bruinvissen op zee, al helemaal bij enige golfslag, is daarom moeilijk.

<sup>2</sup> Porpoise detectors. Deze detecteren de klikgeluiden en dus de aanwezigheid van o.a. bruinvissen.

### **Geomorfologie**

#### Vaker (ondieper) trenchen in plaats van (dieper) baggeren

Op sommige delen van het tracé zal de kabel op een diepte moeten worden gelegd die alleen met baggeren kan worden bereikt. Het gaat dan om gebieden met zandgolven. Baggeren heeft echter door de wijze van verplaatsen van de grond (hydraulisch transport) grotere gevolgen dan trenchen. Baggeren leidt daarom tot meer vertroebeling van het zeewater.

Een mitigerende maatregel is om de kabel toch met trenchen aan te leggen. Regelmatige controle moet dan uitwijzen of de kabel op een diepte is komen te liggen, die niet meer aanvaardbaar is (c.q. of de kabelbedekking nog voldoende is). De kabel moet dan door middel van trenchen opnieuw op diepte worden gebracht.

### **Kabels**

Maatregelen die kunnen worden gebruikt om effecten van de aanleg van elektriciteitskabels in te perken worden hier beschreven. Er wordt achtereenvolgens aandacht gegeven aan bundeling met kabels van andere parken en het gebruik maken van bestaande (verlaten) leidingstraten.

#### Bundeling van de elektriciteitskabels

In de eindrapportage Connect 6.000 megawatt (EZ, 2004) stelt het ministerie van Economische Zaken dat bundeling van kabels bij beide aansluitpunten sterk de voorkeur heeft. Ten aanzien van deze bundeling spreekt het ministerie van EZ in de rapportage de voorkeur uit voor 'Eerst markt dan overheid' (transitie). Dit betekent het faciliteren van individuele aansluitingen op korte termijn en het mogelijk maken en wellicht verplichten tot gebundelde aanleg op middellange termijn. Een eventuele samenwerking met betrekking tot het bundelen van kabels met andere initiatiefnemers ligt op dit moment niet in de rede, daar er sprake is van concurrentie tussen de initiatiefnemers. Dit is de reden dat het bundelen van kabels niet is onderzocht in dit MER.

#### Gebruik maken van bestaande (verlaten) leidingstraten

Door gebruik te maken van reeds bestaande (verlaten) leidingstraten wordt de verstoring aan de zeebodem en de invloed daarvan op het onderwaterleven beperkt. Ter plaatse van het plangebied en het kabeltracé naar de kust zijn echter geen mogelijkheden hiervoor.

### **Scheepvaart en luchtvaart**

Maatregelen die kunnen worden gebruikt om risico's voor scheepvaart en luchtvaart in te perken, worden hier beschreven. Het gaat om mitigerende maatregelen tijdens SAR-operaties, oriëntatie en vorm van het windpark, het instellen van een Navigation Exclusion Zone, het gebruik van AIS (Automatic Identification System) en de inzet van De Waker, een sleepboot van de overheid.

#### Het stilzetten van de turbines tijdens SAR-operaties

Een mitigerende maatregel voor het effect van het windpark op SAR-operaties is het stilzetten van turbines, waardoor het veiliger is voor helikopteroperaties op lage hoogten binnen het park. SAR staat voor Search and Rescue en duidt op hulpverlening en reddingsoperaties, zoals het zoeken met behulp van een helikopter naar een persoon die overboord is geslagen. Windturbines kunnen stilgezet worden binnen enkele minuten en mogelijk binnen 60 seconden, hoewel dit laatste lastig zal zijn. Het is voor de levensduur niet goed om rotorbladen snel tot stilstand te brengen en het is niet altijd mogelijk dit zo snel te doen [BWEA, 2004].

Daarom zal het stilzetten van de rotorbladen alleen gebeuren in het geval van noodgevallen, zoals SAR operaties. Turbines kunnen automatisch danwel handmatig buiten bedrijf gezet worden.

#### Adequate berichtgeving en extra markeringen rond het windpark aanbrenge

Buiten de veiligheidszone kunnen verschillende maatregelen worden getroffen om het scheepvaartverkeer te begeleiden en de risico's te beperken. De aard en omvang van de te treffen maatregelen zijn echter sterk afhankelijk van de locatie van het windpark en de scheepvaart in de omgeving. Een belangrijke maatregel is in ieder geval een adequate berichtgeving over het windpark aan de scheepvaart. Om de hinder voor de commerciële visserij zo gering mogelijk te houden of te voorkomen, zal de visserij tijdig worden geïnformeerd over de geplande activiteiten en fasering van aanleg. In 'Berichten aan Zeevarenden' kan daartoe een melding worden opgenomen. Gedurende de installatieperiode vindt indien nodig mistwaarschuwing plaats door de op dat moment toch al aanwezige wacht- en installatieschepen. Als deze schepen een schip op hun radar zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd.

Het is nog de vraag in hoeverre markeringen rond het windpark bijdragen, aangezien het park zelf conform de Mijnwet en de Wet Installaties Noordzee al zal moeten worden uitgerust met de nodige verlichting en een geluidsinstallatie (nautofoon).

#### Oriëntatie en vorm windpark aanpassen

Ten aanzien van de oriëntatie en vorm van het windpark ten opzichte van vaartrouten kunnen ook enkele mitigerende maatregelen genomen worden. Voor de scheepvaartveiligheid is het van belang dat de turbines niet het zicht van de verschillende vaartrouten blokkeren. Als mitigerende maatregel kan er daarom voor worden gekozen op de hoekpunten van het windpark de turbines te laten vervallen. Door de turbines die op of in de buurt liggen van de hoekpunten van het park te verwijderen of te verplaatsen zien schepen elkaar eerder als ze beiden dezelfde hoek naderen. Tevens wordt hiermee de afstand van de turbines tot de scheepvaartrouten op mogelijk knellende punten vergroot. De kans op aanvaringen wordt daardoor verkleind. Bij de uitwerking van ontwerpen zal dit in overleg met scheepvaartorganisaties besproken worden.

#### Instellen van extra veiligheidszone

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

Gezien het karakter van een windturbine is verondersteld dat, net als voor offshore installaties, een veiligheidszone van 500 meter zal worden aangehouden rond het windpark. Als mitigerende maatregel kan naast de voorgeschreven 500 meter nog extra afstand tot scheepvaartrouten genomen worden om ongevallen te voorkomen.

Windturbines en offshore installaties kenmerken zich beide door een fysieke constructie boven het wateroppervlak. Windturbines kunnen daarom in die zin worden opgevat als een specifiek soort offshore installatie. Specifieke regelgeving met betrekking tot de toepassing van windenergie op zee ontbreekt echter.

#### Gebruik maken van AIS

Sinds 1 januari 2005 zijn alle schepen boven 300 GT ton verplicht te varen met AIS. De verwachting is dat AIS, vooral wanneer het wordt geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, de veiligheid op zee zal bevorderen.

De verwachting is dat daardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen. De verwachting is dat de reductie 20 procent zal zijn. Middels AIS zien schepen het windpark als zodanig op hun radar en zal de kans dat een schip een turbine ramt, afnemen. Deze reductie volgt uit het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken in Duitsland.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een heel kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

#### Positie en inzet van De Waker

Een aandrijving van een schip op drift kan op drie manieren worden voorkomen. Het schip kan voor anker gaan, de storing van het driften kan worden verholpen of de drifter wordt vroegtijdig opgevangen door een sleepboot. De Waker is een sleepboot van de overheid die naar een drifter wordt gestuurd zodra een melding bij de Kustwacht binnenkomt.

In Van Iperen & Van der Tak [2008] wordt uitgerekend wat het effect is van de inzet van De Waker. De sleepboot reduceert het aantal aandrijvingen met bijna 43 procent. Dit kan oplopen tot 70 procent voor een windpark dat zich vlakbij de positie van De Waker bevindt.

#### ***Radar en telecommunicatie***

Uit de resultaten van het offshore windpark North Hoyle in de UK en zoals in de effectvergelijking in het MER naar voren is gekomen, zijn effecten op telecommunicatie minimaal.

Tevens is naar voren gekomen dat de radarzichtbeperkingen zeer beperkt zijn, daar het windpark zich ten eerste ver uit de kust bevindt (en dus ver van havens, aanloopgebieden en -routen inclusief VTS-gebieden). Ten tweede is de radarhinder erg beperkt, omdat het park ruim is opgezet (turbines staan vrij ver uit elkaar).

Het windpark kan een effect hebben op scheepsradar. Door de aanwezigheid van windturbines binnen het bereik van een radarsysteem zal achter de windturbines een radarschaduw ontstaan. Hierdoor wordt het radarbereik in desbetreffende richting beperkt. Alle windturbines zullen langs de buitenomtrek van het windpark worden voorzien van een radarreflector op het werkbord (conform IALA-richtlijn), zodat het windpark goed zichtbaar is.

#### Het plaatsen van steunradars

Door het plaatsen van één of meerdere steunradars is de schaduwwerking die optreedt door het windpark vrij gemakkelijk op te lossen.

#### Het koppelen van verschillende radarsystemen

De Nederlandse Kustwacht onderzoekt of de sensoren van de verschillende radarsystemen langs de Nederlandse kust gekoppeld kunnen worden. Technisch is dit goed uitvoerbaar. Door HITT wordt een dergelijke koppeling ook gezien als een aanzienlijk technische verbetering. Op deze wijze kan met behulp van zogenaamde "multi-sensor fusion" het multipath effect worden gemitigeerd.

Wanneer bij realisatie van een offshore windpark één of meer steunradars bij het windpark worden geplaatst om schaduwwerking op te heffen, kunnen deze radars door middel van koppeling met andere radarsystemen ook worden ingezet om het multipath effect op te heffen.

#### Afstand vergroten tussen schip en turbine

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

#### Instellen van software van scheepsradar

Softwarematig kan schaduwwerking ook worden aangepakt. De gevoeligheid van de scheepsradars kan lager worden gezet, waardoor dubbele schijndoelen worden verminderd. Een gevolg hiervan is dat kleinere schepen niet of minder goed waar te nemen zijn, wat nadelig is bij bijvoorbeeld SAR operaties.

#### **Conclusie**

De belangrijkste mitigerende maatregelen om de effecten te beperken zijn samengevat in de tabel op de volgende pagina.

**Tabel 5.20** Overzicht mitigerende maatregelen

Aspect	Criterium	Mitigerende maatregel
Vogels	Botsingsrisico's	Detectiekans vergroten door zicht (kleur en verlichting) en hoorbaarheid (bijvoorbeeld ultrasoon geluid)
		Turbines tijdelijk uitzetten in extreme situaties
	Barrièrewerking	Oriëntatie en opstellingsvorm van het park afstemmen op lokale vliegrouten
Afstemmen tijdstip aanlegwerkzaamheden op broedseizoen en seizoenstrek		
Turbines tijdelijk uitzetten in extreme situaties		
Onderwaterleven	Hard substraat	Substraatoppervlak aanpassen
	Overig	Instellen van refugium
Geluidsproductie	Geluid en trillingen	Bellengordijn rond plaats van heien
		Omhullen van funderingspalen tijdens heien
		Akoestische afschrikmiddelen voor het weren van zeezoogdieren tijdens aanleg (pingers)
		Intrillen in plaats van inslaan
		Zachte start met laag vermogen
		Geluidarme hei-installatie gebruiken
		Kijk en luister naar aanwezigheid van zeezoogdieren, geen heiwerkzaamheden bij aanwezigheid
Geomorfologie		Vaker (ondieper) trenchen in plaats van (dieper) baggeren
Veiligheid scheepvaart en vliegverkeer	Risico op aandrijvingen en aanvaringen	Turbines stilzetten bij Search And Rescue (SAR) operaties
		Instellen van een extra veiligheidszone
		Oriëntatie en vorm windpark aanpassen
		Verzorgen van een adequate berichtgeving over de locatie van het windpark
		Extra markeringen rond het windpark aanbrengen
		Gebruik maken van Automatic Identification System
Overige gebruiksfuncties	Radar	Plaatsen van één of meerdere steunradars
		Koppelen van verschillende radarsystemen
		Instellen van software van scheepsradar

Zoals aangetoond in de effectbeschrijvingen van het MER, zijn er enkele (beperkt) negatieve effecten. De significantie van de effecten zal na monitoring duidelijk worden.

Door toepassing van bovengenoemde preventieve en mitigerende maatregelen kunnen de negatieve effecten van het windpark verminderd of in enkele gevallen zelfs geheel voorkomen worden.

Het stilzetten van de windturbines tijdens perioden met hoge (trek)vogel dichtheden en extreme omstandigheden zal de kans op aanvaringsslachtoffers sterk verminderen. Nog niet duidelijk is op welke wijze bepaald kan worden of grote dichtheden trekvogels de locatie op enig moment passeren. Omdat niet bekend is of en zo ja, in welke aantallen en wanneer grote aantallen trekvogels het windpark passeren, is het effect van de mitigerende maatregelen op basis van de huidige informatie niet reëel te kwantificeren.

Hoewel de effectiviteit van deze maatregelen en eventuele negatieve bijwerkingen nog onvoldoende bekend zijn, is de verwachting dat de toepassing van bellengordijnen en akoestische afschrikmiddelen de negatieve effecten op het onderwaterleven (met name zeezoogdieren) tijdens de aanleg zal beperken. Het verdient dan ook aanbeveling om de effectiviteit van deze maatregelen verder te onderzoeken in het kader van het monitoring- en evaluatieprogramma (zie hoofdstuk 6), dan wel op basis van ervaringen bij de aanleg van andere offshore windparken.

Wanneer meer offshore windparken worden gerealiseerd kan de locatie van De Waker heroverwogen worden of kan besloten worden vanaf een bepaalde windkracht een tweede sleepboot op station te leggen op een andere, meer zuidelijk gelegen locatie.

De negatieve effecten op radar kunnen geheel voorkomen worden door het toepassen van de mitigerende maatregelen. Daarbij is echter de medewerking van derden vereist. De Kustwacht zal medewerking moeten verlenen aan het gebruik van steunradar(s) en/of het toepassen van multi-sensor fusion.

De hiervoor genoemde mitigerende maatregelen maken deel uit van de door E-Connection aan te vragen inrichtingsvariant voor zover deze zijn of worden toegestaan door het Bevoegd Gezag en derden medewerking verlenen aan de implementatie hiervan.

#### **5.4.2 Compenserende maatregelen**

De Richtlijnen van Rijkswaterstaat Directie Noordzee stellen dat indien mitigerende maatregelen niet volstaan om significante effecten weg te nemen, resterende effecten gecompenseerd dienen te worden. Compensatie betreft dan het vergoeden van schade aan natuur en landschap die is ontstaan door een ingreep. Dit kan zowel financieel als fysiek door het treffen van positieve maatregelen voor natuur en landschap in het gebied rond die ingreep of elders.

Zoals in de paragraaf hierboven aangetoond zijn voldoende mitigerende maatregelen voor handen om de effecten te minimaliseren. Tevens bevindt het windpark zich zoals eerder in dit MER aangegeven niet in een Vogel- en Habitatrichtlijngebied of een gebied met bijzondere ecologische waarden. De afwegingskaders van het compensatieregime van de Vogel- en Habitatrichtlijn en de gebieden met een bijzondere ecologische waarde hoeven daartoe dan ook niet toegepast te worden. Omdat de aangetoonde effecten naar verwachting niet significant zijn, is het tevens niet nodig te voldoen aan het compensatieregime van de overige Noordzee (Nota Ruimte/ IBN2015).

### **5.5 Samenvattende tabellen voor vergelijking van alternatieven (tabel 5 uit de Richtlijnen)**

Op de volgende pagina's staan de samenvattende tabellen voor de vergelijking van de alternatieven in absolute getallen, per oppervlakte en per eenheid van energie.















## 6 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET MONITORING- EN EVALUATIEPROGRAMMA

### 6.1 Inleiding

De evaluatie van de milieueffecten is de laatste stap van de m.e.r.-procedure. Tijdens de evaluatie van de milieueffecten kan getoetst worden of de optredende milieueffecten overeenkomen met de in het MER voorspelde effecten. Wanneer de optredende milieueffecten afwijken van hetgeen in het MER is beschreven, kunnen aanvullende maatregelen worden genomen. Een andere belangrijke functie van het monitoring- en evaluatieprogramma is het invullen van leemten in kennis en het leren van het werkelijk uitvoeren van het project. De invulling van leemten in kennis is van nut voor de besluitvorming over volgende projecten en nieuw te formuleren beleid.

### 6.2 Leemten in kennis

#### 6.2.1 Inleiding

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van offshore windenergie; in brede zin is veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog voor verbetering vatbaar. Met name kennis over verspreiding en migratie van vogels, zeezoogdieren en niet-commercieel interessante vissoorten is schaars. De ontwikkeling van kennis over verschillende aspecten zal verbeteren door het onderzoek wat momenteel al in binnen- en buitenland gestart is. Ook resultaten van monitoringstudies van andere ontwikkelingen dan offshore windenergie bieden kennis voor langetermijneffecten.

In de volgende paragraaf worden leemten in kennis toegelicht, welke relevant zijn in het kader van dit MER en wordt aangegeven in hoeverre op korte termijn voorzien kan worden in deze leemten. Daarna zal in paragraaf 6.3 de aanzet worden gegeven voor een Monitoring- en Evaluatie Programma (MEP).

#### 6.2.2 Vogels

Hoewel de kennis over vogels op zee en de effecten van windturbines op vogels de laatste jaren snel toeneemt, is dit MER vooral gebaseerd op extrapolaties en aannames. In de volgende tabel zijn de voornaamste leemten aangegeven en het belang daarvan voor het MER.

**Tabel 6.1 Leemten in kennis ten aanzien van vogels en belang voor het MER**

Leemte	Belang voor het MER
Aantal en soorten vogels die het gebied Q4-WP en omgeving aandoen	Nauwkeuriger bepalen van de risicopopulaties
Vlieggedrag van vogels - Hoeveel tijd vliegen ze werkelijk op rotorhoogte? - Wat is hun (ontwijk)gedrag bij turbines? - Trekrouten en foerageerrouten	Nauwkeurig bepalen van de aanvaringsrisico's
Ontwikkelingen in de tijd in aantal en ruimtelijke verspreiding van vogelsoorten	Autonome ontwikkeling van de relevante populaties
Aanvaringsrisico per soort en op zee	Nauwkeuriger bepalen van vogelslachtoffers
Verstoring als gevolg van windturbines op zee	Nauwkeuriger bepalen van habitatvernietiging

Basiskennis van verspreiding van vogels op zee is niet volledig. Deze kennis kan verbeterd worden met verschillende technieken, zoals vliegtuig- en boottellingen, radar observatie etc.

Kennis van ogenschijnlijk basisinformatie is niet even gemakkelijk voorhanden, bijvoorbeeld de hoogte waarop specifieke soorten vliegen. Ook het aandeel van vogels op zee uit de verschillende populaties is onbekend: hoe ver en waar foerageren bijvoorbeeld de verschillende populaties broedende kustvogels?

Hoewel aanvaring tegen de turbinebladen een van de meest bekende effecten is, blijven onzekerheden bestaan omtrent de effecten van windenergie op vogelpopulaties. Het betreft hier onzekerheden over de aard van de effecten, hoe deze te voorspellen zijn en hoe ze gemeten kunnen worden. Er is nader onderzoek nodig naar vlieghoogte, lange-, middel- en korte termijn vermijdingsgedrag en effecten gedurende slecht zicht en nachtperiodes. Er zullen algemeen geaccepteerde modellen ontwikkeld moeten worden.

Voorts zijn nog enkele leemten in kennis aan te wijzen over de barrièrewerking van offshore windparken, met name in het geval van geclusterde ontwikkelingen. In beschikbare studies met radarobservatie komt naar voren dat vogels mogelijk windparken gaan mijden, ze vormen een barrière. Er is nader onderzoek nodig naar de benodigde extra energie voor omvliegen.

### **6.2.3 Onderwaterleven**

Voor een goede monitoring van de effecten van windpark Q4-WP op het onderwaterleven is het van belang dat de bestaande situatie van vissen en zeezoogdieren beter in beeld wordt gebracht. Met bemonsteringen in het kader van de nulmeting kan vooral een beeld worden verkregen van de huidige samenstelling van de visfauna. Deze bemonsteringen zijn daarnaast ook van belang om tijdens het gebruik te kunnen bepalen in welke mate het refugium zich ontwikkelt. Ook de samenstelling van het benthos op de planlocaties is onbekend. Zowel vooraf (nulmeting) als na installatie van het windpark dient het benthos en de visfauna te worden gemonitord (eventueel ook met referentiegebieden).

Voor de nulmeting en de vervolgmetingen kan ook gebruik worden gemaakt van eigen metingen met behulp van een meteorologisch platform. Hiermee zouden ook lokale waterstroming en waterkwaliteit gemeten kunnen worden. Verder valt er te denken aan het plaatsen van onderwater audiografische waarnemingsapparatuur ten aanzien van zeezoogdieren.

#### ***Onderwatergeluid***

Om een goede inschatting te kunnen maken van de effecten van het introduceren van een nieuwe geluidsbron in het mariene milieu is kennis van reeds bestaand (achtergrond) geluid vereist. In deze context wordt onder achtergrondgeluiden al het geluid verstaan dat niet windpark gerelateerd is. Het geluidsdrukkniveau kan variëren in sterkte en frequentie zowel in ruimte als tijd. Dit achtergrondgeluid is van belang omdat het windpark gerelateerd geluid op sommige plaatsen en tijden tot verstoring kan leiden. Er is een aantal rekenmodellen dat het gemiddelde geluidsdrukkniveau en de variatie van onderwatergeluid voorspelt. Echter concrete informatie omtrent het achtergrondgeluid onder water is niet beschikbaar. Wel kan gezegd worden dat het achtergrondgeluid in diepe wateren beduidend lager is dan in ondiepe kustwateren. Voor de aanvang van de bouw van windpark Q4-WP lijken metingen van geluidsdrukkniveaus onder water ter plaatse en in de buurt van de bouwlocatie zinvol.

De belangrijkste leemte in kennis ten aanzien van onderwatergeluid in relatie tot het onderwaterleven betreft het geluid door heien en het leggen van de kabels.



Om te kunnen beoordelen of het onderwatergeluid vanwege windturbines een verstoring vormt voor het gebruik van geluid door met name vissen en zeezoogdieren, moeten zowel de frequenties als de amplitude van trillingen en geluiden vanwege windturbines bekend zijn. Momenteel kan de geluidsproductie van windturbines nog onvoldoende voorspeld worden. Pas als definitieve geluidsgegevens bekend zijn, kunnen meer verantwoorde uitspraken worden gedaan over de effecten van geluid.

Gezien de snelle ontwikkeling van technologie, is een verschuiving te zien naar grotere turbines en een trend om deze verder offshore te plaatsen. Dit zal, wanneer gebruik gemaakt wordt van *monopiles*, ook de nodige eisen stellen aan heimachines. Naar verwachting zal dit effecten vergroten en geluid over extreme afstanden (> 25 kilometer) kunnen produceren [OSPAR, 2006].

De huidige kennis over effecten van onderwatergeluid op verschillende dieren is ondanks veel onderzoek beperkt.

Er is nader onderzoek nodig naar de effectiviteit van mitigerende maatregelen als *pingers* en *sealscarers* waarmee dieren op afstand gehouden worden. Mogelijk kunnen bruinvissen wennen aan het geluid hiervan waardoor het effect verdwijnt wanneer deze akoestische afschrikmiddelen op grote schaal worden toegepast voor o.a. de bouw van offshore installaties en door de visserij. De effecten van pingers zijn ook wisselend: twee jonge mannelijke bruinvissen in een klein zwembad reageerden wel op de pingers [Kastelein *et al.*, 1995], maar in een andere studie was de reactie van een vrouwelijk dier in een groter zwembad veel minder [Kastelein *et al.*, 1997]. Ook het effect van *bubble curtains* dient nader onderzocht te worden. Daarnaast is het van belang funderingsconstructies te optimaliseren om een zo laag mogelijk geluidsniveau te produceren [OSPAR, 2006].

Kennis over de effecten van geluid en trillingen vanwege onderhoudswerkzaamheden en de geplande periode hiervan ontbreekt veelal.

### **Elektromagnetische velden**

Het effect van elektromagnetische velden op zeezoogdieren en vissen is lastig vast te stellen. Zeezoogdieren en kraakbeenvissen maken gebruik van het aardmagnetisch veld om te navigeren en kraakbeenvissen gebruiken een eigen elektromagnetisch veld om hun prooi te detecteren. Er is weinig bekend over het gedrag van deze soorten bij verstoring door externe elektromagnetische straling. Het zou bepaalde soorten juist kunnen verdrijven of zelfs kunnen aantrekken. De mogelijke verstoring van de kabels is afhankelijk van het soort kabel dat gebruikt wordt. Praktische onderzoeksstudies zijn benodigd om kennis te vergaren over het gedrag van gevoelige soorten. Pas daarna kunnen effectieve mitigerende maatregelen ontwikkeld worden. Onderzoek in de UK door COWRIE heeft hier recent enige duidelijkheid in verschaft. Deze inzichten zijn in dit MER verwerkt. Ook is er nader onderzoek gewenst naar de mogelijkheid tot het bundelen van kabels.

### **Slagschaduw**

Het onderwaterleven zou mogelijk verstoord kunnen raken door slagschaduw van de wieken, die bewegende schaduwen produceren. Plaatselijk kan het windpark voor veel bewegende schaduwen zorgen. In hoeverre dit effect zal hebben op het onderwaterleven is onduidelijk.

### **Beschermde gebieden**

Er bestaan in de Noordzee geen gebieden van enig formaat waar de fauna zich gedurende lange tijd zonder antropogene verstoring kan ontwikkelen. Van offshore olie- en gasplatforms zijn wel refugiumeffecten bekend zoals aggregatie van vis en veranderingen aan het bodemecosysteem.

Het is ook niet bekend hoe groot zo'n gebied zou moeten zijn om tot significante - positieve - veranderingen in bijvoorbeeld visfauna te leiden. De realisatie van (clusters van) windparken vormt een mogelijk onderzoeksaspect naar deze aspecten.

#### **6.2.4 Morfologie en hydrologie**

De afmeting, vorm, diepte van erosiekuilen, sedimenttransport en hydrodynamische gevolgen van fundaties zijn nog onduidelijk. Er zijn verscheidene studies gaande om dit nader te onderzoeken, onder andere in het Verenigd Koninkrijk door de DTI Onderzoeksadviesgroep (RAG). Vooralsnog is behoefte aan kennis aanwezig om de effecten van erosiekuilen te voorspellen voor verschillende typen sedimenten en hydraulica etc.

Ook is nader onderzoek nodig naar de effectiviteit van funderingontwerpen en erosiebescherming. Hierbij is technische innovatie gewenst om effecten te verminderen. Verbetering van de fundatie kan ervoor zorgen dat er minder gebruik van erosiebescherming nodig is.

#### **6.2.5 Scheepvaartveiligheid**

Voor het in kaart brengen van de scheepvaartveiligheid is het SAMSON-model gebruikt. Bij dit model wordt gebruik gemaakt van verkeersdatabases. Voor routegebonden verkeer is uitgegaan van scheepvaartbewegingen uit het jaar 2004 die door Lloyd's *Marine Intelligence Unit* zijn verzameld. Van na 2004 zijn, op het moment van schrijven, geen gegevens. Voor niet routegebonden verkeer wordt gebruik gemaakt van gegevens afkomstig uit opnamevluchten tussen 1999 en 2001 door VONNOVI (Verkeers Onderzoek Noordzee Visuele Identificatie). Voor de berekeningen van het niet routegebonden verkeer in SAMSON wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheden. Meer recente gegevens zijn op het moment van schrijven niet voorhanden.

Een aantal andere aannamen duidt ook op leemten in kennis:

- In geval van knikken van de turbine bij aandrijving of aanvaring is ervan uitgegaan dat de mast met gondel altijd op het schip valt. In de praktijk zal dit niet altijd gebeuren, maar harde cijfers ontbreken;
- De voorkomende bezwijkvormen worden geschat, evenals de resulterende schade aan de turbine en het schip bij de verschillende bezwijkvormen;
- De kans dat iemand zich op het dek van een schip bevindt waar de mast valt, wordt op 10 procent geschat. Ook hierbij ontbreken harde cijfers;
- Persoonlijk letsel van vallende mensen door de klap van een aanvaring of aandrijving is niet gemodelleerd, evenals het persoonlijk letsel bij een frontale botsing van kleine schepen (recreatievaartuigen). Dit omdat kansmodellen hiervoor onbetrouwbaar zijn en deze schepen vrijwel altijd schampen;
- Het werkverkeer omtrent de aanleg en verwijdering van het park wordt geschat. Daadwerkelijke cijfers over de scheepvaartbewegingen ontbreken.

#### **6.2.6 Cumulatieve effecten**

De meeste leemten in kennis bestaan over de effecten van cumulatie van meerdere windparken en andere gebruiksfuncties. Er is behoefte aan een werkbare methode waarmee cumulatieve effecten voorspeld kunnen worden en vertaling hiervan voor initiatiefnemers. Mogelijk kan een in eerste aanleg door TNO ontwikkeld model, CUMULEO, in de toekomst uitkomst bieden. Er zullen echter nog modules aan dit model toegevoegd moeten worden en de onderliggende database zal verder aangevuld moeten worden.

Met name de cumulatieve effecten van meerdere windparken op trekrouden van vogels en foerageermogelijkheden zijn nog onderbelicht.

En zoals eerder benoemd: het effect van meerdere windparken in aanlegfase op onderwatergeluid.

### **6.2.7 Betekenis voor het te nemen besluit**

Hoe ernstig zijn deze leemten en onzekerheden voor het te nemen besluit? Op basis van het beschreven initiatief lijken de effecten niet significant en beheersbaar, ook wanneer meerdere parken tot 1.000 megawatt totaal ontwikkeld worden. Wel moeten hierbij natuurlijk de onzekerheden en leemten in kennis in acht worden genomen. De Europese Commissie erkent deze leemten ook in haar rapport over een *Concerted Action for Offshore Wind Energy Deployment* (COD). Vervolgens concludeert zij "Voortgang in kennisontwikkeling kan het beste gerealiseerd worden door twee wegen te bewandelen. In de eerste plaats moeten offshore windparken gerealiseerd worden en onderworpen worden aan een zorgvuldig monitoringsprogramma. Dit lijkt de enige manier om ook kennis op te bouwen over effecten van grotere windparken en van cumulatieve effecten. In de tweede plaats dienen onderzoeksprogramma's naar de bredere mariene omgeving opgezet te worden om een beter begrip te krijgen van de nulsituatie en van andere invloeden op het mariene milieu" [Europese Commissie, 2005].

Als initiatiefnemer kan en wil E-Connection zich hier graag bij aansluiten. Vanuit die verantwoordelijkheid staat E-Connection achter onderstaande aanzet voor een monitoring- en evaluatieprogramma.

## **6.3 Aanzet Monitoring- en Evaluatie Programma**

### **6.3.1 Inleiding**

Bij de besluitvorming zal worden aangegeven op welke wijze en op welke termijn een evaluatieonderzoek zal moeten worden verricht. Dit evaluatieonderzoek heeft tot doel om enerzijds de voorspelde effecten te vergelijken met de daadwerkelijk optredende effecten en anderzijds te beoordelen in hoeverre de destijds geconstateerde leemten in kennis zijn ingevuld.

Waar de ontwikkelingen van windparken op potentieel gevoelige locaties toestemming ontvangen, is het noodzakelijk om mogelijke effecten op bijzondere waarden en eigenschappen van dat gebied te monitoren en te evalueren. Het monitoringsprogramma moet:

- een tijdsperiode beslaan die voldoende kans biedt om gegevens op een correcte manier aan de basis- en referentiegegevens te spiegelen;
- zich op de volledige waaier van relevante effecten richten;
- een gestandaardiseerde methodologie omvatten om de resultaten van het programma te evalueren en direct benodigde remediërende acties uit te voeren.

Accurate basis- en referentiegegevens (nulsituatie) van de specifieke locatie zijn essentieel om informatie te verstrekken waartegen de effecten van het voorgenomen windpark kunnen worden gemeten en vermijdingsmaatregelen, of als niet mogelijk, ontwikkelde mitigerende en monitoringsvoorstellen ontwikkeld kunnen worden. De behoefte aan, en de schaal van een monitoringsprogramma moeten op een projectbasis worden bepaald en zouden op de kwesties moeten worden gericht die relevant zijn voor het specifieke windpark.

Onderzoek is nodig om kennis te verbeteren over de effecten die windparken op het natuurlijke milieu hebben. De sector en de overheid zouden naar elke kans moeten streven om een strategische benadering te bevorderen over monitoring en evaluatie. De cumulatieve effecten van aangrenzende windparken en andere aangrenzende ontwikkelingen verdienen speciale aandacht. De resultaten van monitoring en onderzoeksstudies zullen openbaar beschikbaar worden gesteld.

Onderstaande paragrafen bevatten een aanzet voor een monitoring- en evaluatieprogramma (MEP). Daarbij is gebruik gemaakt van bestaande evaluatieprogramma's zoals voor het Near Shore Windpark, Q7, Horns Rev en andere buitenlandse windparken. Voor verschillende aspecten wordt een aanzet gegeven tot monitoring en evaluatie, daarbij wordt onderscheid gemaakt in de aanleg, gebruik en onderhoud en verwijderingfase.

### **6.3.2 Algemene opzet Monitoring- en Evaluatie Programma (MEP)**

Nadat een Wbr-vergunning is afgegeven en meer duidelijk is over de wijze waarop subsidie vormgegeven wordt voor deze generatie windparken, zullen diverse onderzoeken ingezet worden. In elk geval zal uitgebreid grondonderzoek plaatsvinden ten behoeve van definitieve vaststelling en ontwerp van fundaties en kabelrouten. Hierbij zullen mitigerende maatregelen zoals in dit MER omschreven zeker meegewogen worden. Ook zullen zoveel mogelijk relevante windgegevens verzameld worden, mogelijk met behulp van een specifiek te plaatsen meteorologisch station. Parallel aan deze onderzoeken zal vooruitlopend op definitieve aanleg een nulsituatie-onderzoek uitgevoerd worden op de in dit MER benoemde en behandelde aspecten, waarbij over de inhoud, de reikwijdte en de methodologie overleg zal plaatsvinden met de relevante overheidsdiensten en andere stakeholders, zoals milieuorganisaties.

Na de aanleg zal periodiek evaluatieonderzoek uitgevoerd worden. Over de exacte aard en opzet zal ook overleg plaatsvinden met overheden, onderzoeksinstanties en waar mogelijk ook andere initiatiefnemers om zoveel mogelijk tegemoet te komen aan de leemten die in voorgaande paragrafen aangestipt werden. Specifiek zullen onderzoeksmethoden afgestemd worden. Hierover zal ook periodiek, waarschijnlijk jaarlijks of tweejaarlijks, gerapporteerd worden.

Na ontmanteling zal ook een eindonderzoek plaatsvinden om na te gaan of de ontmanteling heeft plaatsgevonden zoals is vastgelegd in het Verwijderingsplan.

### **6.3.3 Energieopbrengst**

Zoals eerder is aangegeven zal de uiteindelijke windparkconstellatie bepaald worden aan de hand van nader onderzoek naar de grondslag en meteorologische gegevens. Voor dit laatste kan, nadat een Wbr-vergunning hiervoor is afgegeven, een meteorologisch platform geplaatst worden.

Na de aanleg zullen energieopbrengstgegevens vanzelfsprekend bewaakt en periodiek gerapporteerd worden.

### **6.3.4 Vogels**

Om meer inzicht te verkrijgen in de effecten van het windpark op vogels, kan ter plaatse van Q4-WP zelf gemonitord worden op het aantal en de soorten vogels. Naast het voorkomen van vogels is het belangrijk ook gegevens op te nemen over:

- gedrag (rusten, foerageren) in relatie tot afstand en functioneren van de windturbines;
- vlieghoogte en tijdstip.

Verder is alle mogelijke informatie over feitelijke effecten als vogelslachtoffers en verstoring van belang. Hierbij dient aangesloten te worden op monitoring methodes welke ook op andere plaatsen gebruikt worden.

De monitoring dient idealiter een langdurig karakter te hebben om langjarige variaties in dichtheden en soorten te kunnen onderzoeken. Voor een correcte effectbepaling dient een nulmeting te worden gedaan en vervolgmetingen dienen zich te richten op vogels in en rondom het park.

Het met grote regelmaat verrichten van radarmetingen is een geschikte methode om een met relatief hoge frequentie waarnemingen te doen zonder dure telwaarnemingen. Observaties dienen gevalideerd te worden door tellingen van soorten en studies van gedrag. Voor een bepaling van de effecten op kolonieniveau en dus een correcte bepaling van effecten op instandhoudingsdoelstellingen van bepaalde SBZ, is het nuttig om te achterhalen welk aandeel van kolonipopulaties waar foerageert en waardoor dit bepaald wordt. Hierover ontbreekt nu alle informatie voor zeevogels.

Zoals uit verschillende onderzoeken en MER-studies blijkt, bestaat geen duidelijkheid over de te hanteren methodologie voor het inschatten van aanvaringsrisico's en berekeningen van aantallen slachtoffers. Het zou zeer zinvol zijn om deskundigen een methodologie te laten ontwikkelen.

### 6.3.5 Onderwaterleven

Zowel voor bodemdieren als voor vis in het gebied zal eerst een nulmeting gedaan worden in en rondom het studiegebied. Het zou goed zijn om tevens metingen uit te voeren in referentiegebieden in afstemming met relevante overheidsorganisaties. Voor vis en meer specifiek de aanwezige gegevens over aantallen en verspreiding van vissoorten, kan gebruik gemaakt worden van de gegevens van de *Demersal Fish Surveys* die elk jaar door het RIVO worden verricht in de Nederlandse kustwateren. Het verdient de voorkeur om ook meer gegevens over seizoensvariatie te verkrijgen.

Indien het mogelijk is, dient voor het monitoringsprogramma gevist te worden in het windpark na installatie. Informatie van vissersschepen die rondom het gebied vissen, kan gebruikt worden om er een mogelijk *overspill* effect<sup>1</sup> van het windpark te bekijken. Akoestische metingen kunnen informatie opleveren over aanwezigheid van visbiomassa en lengteverdelingen.

Voor bodemdieren is een jaarlijkse monitoring ruim voldoende; na de nulmeting zullen gebieden geselecteerd moeten worden die gaan dienen als referentiegebieden. Uiteraard horen ook binnen het windpark bodemmonsters te worden genomen.

Voor zeezoogdieren en dan met name voor de bruinvissen, dient gebruik gemaakt te worden van POD's om hun aanwezigheid te detecteren. Jaarlijkse *surveys* van het (zuidelijk deel van) de Noordzee zijn nodig om inzicht te krijgen in de aantallen en verspreiding van bruinvissen. Tijdens de aanleg van de windparken dienen observaties van bruinvissen en zeehonden te worden verricht om hun mogelijke veranderde gedrag te kunnen waarnemen.

### 6.3.6 Radar

Het windpark kan een effect hebben op radar. Door de aanwezigheid van windturbines binnen het bereik van een radarsysteem zal achter de windturbines een radarschaduw ontstaan. Hierdoor wordt het radarbereik in desbetreffende richting beperkt. Na de aanleg zal getest worden of de radarapparatuur daadwerkelijk wordt gestoord, voor zowel radarpunten vanaf het vaste land, als de radar van schepen en vliegverkeer. Eventuele onacceptabele effecten kunnen dan tijdig worden gemitigeerd, zoals door het plaatsen van een steunradar, het koppelen van verschillende radarsystemen, het vergroten van de afstand tussen schip en turbine of het instellen van de software van de scheepsradar. Zo nodig zullen de testen periodiek herhaald worden om te bekijken of de mitigerende maatregelen voldoende effect hebben.

---

<sup>1</sup> *Overspill* effect is het positieve effect dat een gesloten gebied kan hebben op de aanwezigheid van vis rondom het gebied. Doordat vis zich concentreert en beter groeit in gesloten gebieden, en een deel van deze vis naar buiten trekt, kunnen vissers door rondom gesloten gebieden te vissen grotere vissen vangen. Of windparken hier groot genoeg voor zijn, wordt betwijfeld.

### **6.3.7 Scheepvaartveiligheid**

In het operatielogboek zullen diverse zaken bijgehouden en vastgelegd worden die te maken hebben met het opereren van het windpark Q4-WP. Vanzelfsprekend zullen aandrijvingen en aanvaringen bijgehouden worden en conform geldende spelregels afgehandeld worden. Ook bijna-incidenten zullen in het logboek gerapporteerd worden<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Zie hiervoor ook het Calamiteitenplan uit de aanvraag om een Wbr-vergunning, behorend bij dit MER.

## 7 VOGELS

### 7.1 Inleiding

Bij het onderzoek naar de gevolgen van de ontwikkeling van windparken op de natuur van de Noordzee nemen de mogelijke effecten van windturbines op vogels een belangrijke plaats in. De adviesrichtlijnen van de Commissie voor de m.e.r. en de uiteindelijke richtlijnen van Rijkswaterstaat Noordzee stellen dat de effecten op vogels kwantitatief beoordeeld moeten worden. Daarbij moeten zowel absolute effecten voor het gehele park als de effecten per eenheid van energieopbrengst bepaald worden.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op de huidige situatie en autonome ontwikkeling met betrekking tot vogels in de kustzone, en de effecten van de aanleg, de aanwezigheid en het verwijderen van een windpark op de Noordzee op vogels. De effecten op vogels omvatten de additionele mortaliteit als gevolg van de aanvaringen met een turbine, het verlies van leefgebied door verstoring en de werking van het park als barrière voor langstreckende vogels.

De gegevens in dit hoofdstuk bouwen voort op kennis verzameld in het kader van het MER locatiekeuze NSW en Q7 en in het kader van het monitoringsprogramma MWTL (Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand van het Land). Als referentiekader van de bestaande situatie is met name gebruik gemaakt van de rapporten ten behoeve van de aanleg van het Near-Shore Windpark (NSW) [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005], een recente rapportage van zeevogels op het NCP [Arts & Berrevoets, 2005], het naslagwerk *Algemene en schaarse vogels van Nederland* [Bijlsma *et al.*, 2001] en oudere gegevens van vliegtuigtellingen [Baptist & Wolf 1993] en scheepstellingen [Camphuysen & Leopold, 1994]. Aanvullende gegevens van vliegtuigtellingen zijn door Ecologisch Adviesbureau Baptist verwerkt in de rapporten “Basisdocument voor zeevogels en zeezoogdieren [2006a] en “Effecten Offshore windpark Q4-WP op vogels en zeezoogdieren” [2006b]<sup>1</sup>. Hiervan is bij het schrijven van dit hoofdstuk gebruik van gemaakt. Tevens is gebruik gemaakt van monitoring en evaluatieresultaten van de Deense windparken Horns Rev en Nysted, o.a. Petersen *et al.* [2006] en van recent onderzoek, ervaringen en beschikbare kennis die opgedaan is bij andere (en buitenlandse) windparken. Bij de beschrijving van de huidige situatie, autonome ontwikkeling en de berekening van de effecten zal naar de verschillende bronnen worden verwezen, zodat telkens duidelijk is wanneer met welke getallen gewerkt wordt.

Het geheel aan verwachte effecten voor vogels wordt aan het eind van het hoofdstuk samengevat in een overzichtstabel (eindtabel 7.13).

In de richtlijnen voor de m.e.r. en in de beschrijving van de huidige situatie wordt onderscheid gemaakt tussen drie groepen vogels:

1. Broedvogels. Deze groep zal relatief kort worden behandeld en omvat de soorten die langs de Nederlandse kust broeden en gebruik maken van de kustwateren om daar te foerageren;

---

<sup>1</sup> De in deze rapportages gebruikte vogelgegevens zijn afkomstig uit het Biologisch Monitoring Programma Zoute Rijkswateren van het RIKZ (Rijksinstituut voor Kust en Zee), hetgeen onderdeel uitmaakt van het Monitoring-programma Waterstaatkundige toestand van het Land (MWTL) van Rijkswaterstaat. Het RIKZ neemt geen verantwoordelijkheid voor de in deze rapportage vermelde conclusies op basis van het door haar aangeleverde materiaal.

2. Niet-broedvogels. Deze groep betreft die vogels die in het plangebied pleisteren om te rusten, ruien of foerageren, maar niet vanuit een broedkolonie. Het gaat hier feitelijk om al die vogels die het grootste deel van hun tijd doorbrengen op volle zee en niet in Nederland aan land komen om te broeden (en die niet in de eerste categorie vallen), de zogenaamde “pelagische” vogels.
3. Trekvogels. Deze groep vogels heeft zijn trekroute door of langs het park liggen, maar maakt (praktisch) geen gebruik van het plangebied en de directe omgeving om te rusten, ruien of te foerageren. Ook betreft het de vogels die het gebied kunnen passeren, maar die door wind of andere invloeden in het plangebied terecht kunnen komen. Eventuele broedende vogels zullen onder de noemer ‘broedvogels’ behandeld worden.

In het vervolg van dit hoofdstuk zullen de effecten van het geplande windpark op de vogels worden omschreven aan de hand van de potentiële aanvaringssslachtoffers, de mogelijke verstoring en de eventuele barrièrewerking van het geplande windpark. De aanvaringssslachtoffers zullen geschat worden aan de hand van een aanvaringsmodel, de verstoring wordt ingeschat door de bekende verstoringseffecten van windparken en de oppervlakte van het plangebied voor Q4-WP af te zetten tegen het NCP en de aantallen vogels die het verstoorde gebied gebruiken om te rusten, ruien en/of te foerageren. Voor trekvogels geldt dat omvliegen extra energie kost. De mate van omvliegen zal worden afgezet tegen de afstand die normaliter door deze soorten zal worden afgelegd bij migratie.

Het geheel aan effecten zal worden getoetst aan de beschermingskaders die gelden voor de verschillende soorten. Hiervan wordt afgeleid of er sprake is van zogenaamde significante effecten zoals in de Natuurbeschermingswet en de Vogel- en Habitatrichtlijn worden genoemd, *d.i.* er zal worden bekeken of het geplande windpark de instandhoudingsdoelstellingen van de verschillende soorten aantast. Als deze niet bestaan, zal worden aangegeven in hoeverre het geplande windpark de populaties van de betreffende soorten aantast.

Een opmerking vooraf over de te gebruiken gegevens en resultaten van berekeningen en inschattingen: wij gaan in dit MER uit van zogenaamde realistische worst case scenario's. Veel gegevens komen in zogenaamde bandbreedten, zoals dichtheden van soorten of fluxen van vliegende vogels, aanvaringsrisico's etc. Uit deze bandbreedten dient een waarde gekozen te worden ten behoeve van de berekening. Bij een realistische worst case benadering zal altijd een waarde gekozen worden aan de voor de vogel "veilige" kant. De realistische aanpak betekent dat er per definitie niet voor een extreem "veilige" waarde zal worden gekozen. In hoeverre iets realistisch genoemd wordt, kan betwist worden. Motivering is daarom belangrijk.

Gegevens die zijn verzameld over de dichtheden en vliegbewegingen van vogels hebben een beperkte waarde, enerzijds omdat ze vaak maar een beperkte tijd van het jaar zijn verzameld en anderzijds omdat ze een effect dienen te beschrijven dat in de toekomst zal (kunnen) plaatsvinden. De beoordeling van ingreep-effect relaties is en blijft een zaak van *expert judgement*.

“Feiten”, geïnterpreteerd als zijnde met grote wetenschappelijke zekerheid vastgestelde waarden of ingreep-effect waarvan de bandbreedte goed in kaart is gebracht, zijn zeer dun gezaaid, ook voor een goed onderzochte groep als vogels.

Dit betekent dat er immer een inschatting dient te worden gemaakt van die onderdelen van de uitgangswaarden of het effectmodel die een grote mate van onzekerheid (in de zin van onbekendheid) bezitten.



Eenzijds zijn de aarden of effectrelaties die elders zijn gemeten niet altijd te gebruiken in de voorliggende situatie, anderzijds zijn veel parameters en voedselwebrelaties groot (maar hoe groot is ook weer onbekend), zodat er ten aanzien van gemeten waarden gevonden relaties een behoorlijke slag om de arm gehouden dient te worden ten aanzien van de algemene toepasbaarheid ervan. Eigen onderzoek in het kader van dit MER was onmogelijk, zodat er dient te worden gevaren op bestaande gegevens en ingreep-effect relaties, verzameld in een voor deze studie relevante toestand en voor andere dan in deze studie belangrijke soorten. Tevens wordt een MER niet onderworpen aan een wetenschappelijke review. Het ondervangen van de onzekerheid door uit te gaan van een *worst-case* scenario vereenvoudigt het werk niet; immers, ook aan de keuze van dit scenario kan een uitgebreide discussie over de mate van *worst-case* ten grondslag liggen. Toch is dit een zinnig uitgangspunt omdat dan, ongeacht de kans dat dit scenario ook optreedt, er inzicht wordt gegeven in de schade die aan de natuur kan worden toegebracht. Vooral het feit dat uiteindelijke resultaten los van de kans van optreden een eigen leven gaan leiden maakt de motivatie van het *worst-case* scenario belangrijk.

De uitkomsten van de effectbepalingen van het geplande windpark op vogels en andere natuur van de Noordzee dient derhalve dan ook niet gezien te worden als datgene wat er in de werkelijkheid zal gebeuren, maar als een scenario dat in een ongunstig geval met een kleine kans kán gebeuren.

In het MER zullen de gekozen waarden voor de in te vullen parameters in het rekenmodel voor aanvaring, verstoring en barrièrewerking zo goed mogelijk worden gemotiveerd.

## 7.2 Huidige situatie

In deze paragraaf wordt aangegeven welke vogels uit de hierboven onderscheiden vogelgroepen op of nabij het plangebied foerageren, rusten of om andere redenen pleisteren, dan wel hun trekroutes hebben over of langs het studiegebied. Hierbij zal ook worden aangegeven wat de functie van het plangebied is voor de betreffende soort alsmede de trend van de populaties op de Noordzee.

Er zijn in het plangebied van Q4-WP geen studies verricht die vergelijkbaar zijn met die voor het Near-Shore Windpark (NSW) ten noorden van IJmuiden (ter hoogte van Egmond) [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005]. Deze studies zijn de meest recente onderzoeken naar de fluxen van vogels langs de Hollandse kust en worden hier wel als basis gebruikt voor de fluxen die in en rond het plangebied Q4-WP te verwachten zijn. Aangezien het plangebied van Windpark Q4-WP in de nabijheid van het NSW ligt, is de verwachting dat de schattingen realistisch zullen zijn.

Gegevens van de te verwachten soorten ter plaatse van het plangebied zijn afkomstig van verschillende RIKZ rapportages zoals Arts & Berrevoets [2005] en Lindeboom *et al.* [2005] aangevuld met resultaten van de vliegtuigtellingen ter plaatse van het geplande windpark van de laatste vijf jaar (2002-2006) uit het MWTL programma. Gegevens met betrekking tot migrerende vogels zijn deels afkomstig uit Krijgsveld *et al.* [2005] en Leopold *et al.* [2004], en aangevuld met gegevens uit Wernham *et al.* [2002].

Het plangebied ligt op ongeveer 24 kilometer vanaf de kust ter hoogte van Egmond aan Zee. Dit betekent dat met name ten aanzien van de verspreiding van vogels die zich relatief dicht bij de kust ophouden, zoals kustbroeders en noord-zuid migrerende vogels, de aantallen lager zullen zijn dan in de NSW studie.

Hier wordt bij de presentatie van de dichtheden en in de berekening van de mogelijke aanvaringssslachtoffers, de verstoring en de barrièrewerking rekening mee gehouden.

Een deel van de NSW gegevens is afkomstig van meetpost Noordwijk en van tellingen langs de kust Scheveningen - IJmuiden. Deze gegevens zijn dus zeer relevant voor het plangebied. Voor sommige soorten, zoals zee-eenden, zal de situatie wezenlijk anders zijn dan in het NSW gebied. Immers, het plangebied is niet bekend vanwege het voorkomen van belangrijke *Spisula* of *Ensis* banken, het voornaamste voedsel van zee-eenden [Craeymeersch & Perdon, 2006]. Echter, in geval van voedselschaarste op de Wadden kunnen eenden zich richten op de schelpdierbanken langs de Hollandse kust, en kan het relatief belang van kleinere schelpdierbanken toenemen. Van zeekoeten en alken is bekend dat hun zwaartepunt van verspreiding zich benoorden de Waddeneilanden bevindt, alhoewel in de wintermaanden relatief grote aantallen zich in de Zuidelijke Bocht (het deel van de Noordzee ten zuiden van 53° Noorderbreedte) kunnen bevinden.

### 7.2.1 Beschermde gebieden

Het plangebied ligt op circa 24 kilometer afstand van de kust bij Egmond aan Zee, maar ook op circa 75 kilometer vanaf de Natura2000-gebieden Voordelta en Grevelingen, circa 20 kilometer van de Noordzeekustzone en op ruim 25 kilometer afstand van de Natura2000 gebieden Zwanenwater en Pettemerduinen en circa 40 kilometer van de gebieden in de Waddenzee. Dat betekent dat twee soorten vogels, die in deze natuurgebieden beschermd worden, vanuit hun broedkolonies tot op het plangebied kunnen komen om te foerageren. Het gaat hierbij om de grote stern en de kleine mantelmeeuw. Deze soorten foerageren op respectievelijk circa 50 en 100 kilometer vanaf hun kolonies, waarbij de kleine mantelmeeuw volgens sommige bronnen zelfs grotere afstanden kan afleggen. De minimale afstand van windpark Q4-WP tot aan de broedkolonies is circa 30 kilometer voor de kleine mantelmeeuw en circa 75 kilometer voor de grote stern (www.sovon.nl). Dit betekent dat alleen de kleine mantelmeeuw mogelijk in het plangebied foerageert.

De Natura2000 gebieden waarvoor (concept) instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen voor de kleine mantelmeeuw en welke instandhoudingsdoelstellingen daarbij zijn opgesteld, zijn aangegeven in onderstaande tabel. In de ontwerpbesluiten wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen begrenzendende en kwalificerende soorten.

**Tabel 7.1      Overzichtstatus kleine mantelmeeuw en instandhoudingsdoelstellingen**

Kleine mantelmeeuw	
Natura2000 gebied	Instandhoudingsdoelstelling
Voordelta	Behoud
Duinen en Lage Land Texel	Behoud omvang en kwaliteit van een leefgebied met een draagkracht van ten minste 14.000 paren
Duinen Vlieland	Behoud omvang en kwaliteit van een leefgebied met een draagkracht van ten minste 2.500 paren
Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit van een leefgebied met een draagkracht van ten minste 15.000 paren
Zwanenwater en Pettemerduinen	Behoud omvang en kwaliteit van een leefgebied met een draagkracht van ten minste 100 paren

In het ontwerpbesluit van de Voordelta wordt voorgesteld om de kleine mantelmeeuw en de grote stern te verwijderen van de lijst beschermde soorten; voor deze soort zijn dan ook geen instandhoudingsdoelstellingen opgesteld in het ontwerpbesluit.

Zie voor een verdere beschrijving van deze soort de volgende paragraaf.

De in dit MER beschreven effecten van het geplande windpark op deze soort zal worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen die voor de kleine mantelmeeuw is beschreven, dan wel kunnen worden afgeleid van de bekende populatieomvang in deze gebieden en de aanwezige kennis over de groei of sterfte van deze soort.

### 7.2.2 Soortbesprekingen

De te bespreken soorten kunnen worden ingedeeld in een drietal groepen: broedvogels, niet-broedvogels en trekvogels. Dit onderscheid is wat kunstmatig, omdat vele broedvogels en niet-broedvogels ook echte trekvogels zijn. Ook kunnen op zee van dezelfde soort broedende (adulten) en niet-broedende (juvenielen en adulten) exemplaren voorkomen. Bij twijfelgevallen zal worden aangegeven waarom voor plaatsing van een bepaalde soort in een bepaalde categorie is gekozen.

In de onderstaande tekst wordt voor de vogels onder andere aangegeven op welke vlieghoogte ze zijn waargenomen. Deze waarnemingen zijn afkomstig uit Leopold *et al.* [2004] en Krijgsveld *et al.* [2005] en zijn verricht in bepaalde hoogteklassen met bepaalde bandbreedten, zoals 0 tot 10 meter, 10 tot 25 meter, etc. Als hieronder wordt vermeld dat een soort niet boven de 25 meter is waargenomen, dan wordt bedoeld dat deze niet boven de hoogste klasse tot 25 meter is waargenomen, etc.

### 7.2.3 Broedvogels

Zoals aangegeven in de richtlijnen voor dit MER ligt de nadruk bij deze vogels op die soorten waarvoor Vogelrichtlijngebieden zijn ingesteld, omdat ze daar als (kust)broedvogels voorkomen. Hierbij gaat het in principe om de aalscholver, de fuut, meeuwen, sterns en sommige zee-eenden. Steltlopers vallen niet binnen deze categorie, omdat ze als kustbroedvogel niet foerageren of pleisteren op de Noordzee. Deze zullen behandeld worden onder de categorie "trekvoegels".

Tijdens het broedseizoen maken deze soorten gebruik van onder meer de kustwateren en in meer of mindere mate ook van de offshore zone. De afstand tot Q4-WP is echter zodanig, dat de kans om een van deze soorten uit een broedkolonie tijdens het broedseizoen tegen te komen zeer klein is. De soorten met de grootste radius vanaf hun broedkolonies zijn de grote stern en de kleine mantelmeeuw. Alle overige soorten hebben een kleinere vliegradius en kunnen daarom in deze MER als broedvogel buiten beschouwing worden gelaten.

Van de sterns broeden vier soorten op de Nederlandse kusten: grote stern, visdief, noordse stern en dwergstern [Dankers *et al.*, 2003]. Deze soorten broeden bijna zonder uitzondering op de kusten van de Waddeneilanden (Griend) en in de zuidwestelijke Delta en niet op de Hollandse kusten in verband met de hoge predatiedruk door vossen.

Vanuit hun broedkolonies vliegen ze tot enkele tientallen kilometers vanaf de kolonies om op vis te foerageren in de kustzone, waarbij de grote stern het verst kan vliegen, tot op een maximum van circa 50 kilometer vanaf de kolonie, alhoewel het meeste voedsel verzameld zal worden in een straal van 20 tot 25 kilometer vanaf de kolonie [Stienen, 2006]. Tijdens de trek van deze soorten wordt de bredere kustzone gebruikt om te vliegen en te foerageren. Voor de kolonies die broeden op de Waddeneilanden is het plangebied van Q4-WP niet van belang, behalve bij de trek.

Ondanks dat de grotere kolonies van de visdief/noordse stern op een afstand van circa 70 kilometer liggen, komen er in het broedseizoen nog een tiental vogels ter plaatse van het plangebied van Q4-WP voor [Baptist, 2006b]. Verder is de grote stern als broedvogel van belang in dit verband. De andere soorten sterns vliegen nooit ver genoeg om vanuit de broedkolonies in het plangebied van Q4-WP terecht te komen.

De vraag is dus in hoeverre de grote sterns die in de Delta broeden, zullen foerageren in het plangebied van Q4-WP. De belangrijkste kolonies van de grote stern liggen in de Waddenzee (Griend) en in de zuidwestelijke Delta [Arts & Berrevoets, 2005]. In de NSW studies [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005] werden de sterns vooral in mei rond de 20 meter dieptelijn gevonden. Aantallen werden berekend op 0 tot 1 per vierkante kilometer voor het hele studiegebied NSW. Toch kan de soort wat verder weg van de kust op zee worden waargenomen [Arts & Berrevoets, 2005]. Dit zijn dan geen foeragerende broedvogels, maar waarschijnlijk trekkende exemplaren. In de winter worden geen grote sterns waargenomen. Ter hoogte van het plangebied Q4-WP kunnen aantallen grote sterns in lage dichtheden voorkomen, van 0,1 tot 0,2 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets 2005]. Bij de meest recente vliegtuigtellingen van het RIKZ [MWTL, 2002-2006] zijn op het plangebied Q4-WP geen grote sterns waargenomen. We nemen deze soort in lage dichtheid, 0,2 per vierkante kilometer, mee in de berekeningen. Vlieghoogten van de grote stern variëren, maar ze komen zelden boven de 50 meter boven zeeniveau, met meer dan 90 procent beneden de 25 meter boven zeeniveau [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005]. Er is een sterk positieve trend waargenomen voor de grote stern in de zomermaanden.

De visdief en de noordse stern worden vaak samen behandeld omdat ze niet goed te onderscheiden zijn bij tellingen vanuit een vliegtuig. Ook deze soorten zijn zomervogels. Ze broeden op verschillende locaties langs de kust, maar visdieven meer in het Deltagebied en noordse sterns meer in het Waddengebied. Deze soorten zijn evenals overige sterns viseters en kunnen derhalve langs de gehele kust worden waargenomen. Hun foerageervluchten vanaf de kolonies kunnen ze een enkele keer tot in het plangebied van Q4-WP voeren [Baptist, 2006b]. De hoogste concentraties zijn waargenomen in de nazomer, augustus, met circa 2 tot 4 exemplaren per vierkante kilometer in de kustzone, afnemend tot 0 tot 1 per vierkante kilometer verder weg [Camphuysen & Leopold, 1994; Baptist & Wolf, 1993]. In de NSW studie werden eveneens de hoogste dichtheden aangetroffen in augustus/september, met de hoogste dichtheden op zee vlak langs de kust. Exemplaren die verder weg van de kust worden waargenomen zijn vermoedelijk trekkende exemplaren. We nemen de visdief en de noordse stern met een dichtheid van 0,3 exemplaren per vierkante kilometer mee in de berekeningen. Vlieghoogte van deze soorten ligt gemiddeld onder de 25 meter boven zeeniveau [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005].

De dwergstern wordt zeer zelden waargenomen, veelal dicht langs de kust, maar soms offshore. Gezien de zeer lage aantallen (en de afwezigheid van deze soort in het NSW onderzoek van Leopold *et al.* [2004] zal deze soort niet verder worden behandeld.

De groep meeuwen (genus *Larus*, broedend in Nederland) omvat zeer verschillende soorten en zijn meestal generalisten wat betreft voedselvoorkeur. Het gaat in Nederland om de volgende soorten: drie kleinere meeuwen, namelijk de dwergmeeuw, kokmeeuw en stormmeeuw; en drie grotere meeuwen, namelijk de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw. Tenslotte is er de drieteenmeeuw. De kleinere meeuwen zijn sterk kustgebonden en worden in vliegtuigtellingen nooit tot zelden waargenomen buiten de 20 meter dieptelijn. In de recentste vliegtuigtellingen zijn slechts enkele exemplaren van de kleine meeuwensoorten waargenomen in het plangebied van Q4-WP [MWTL, 2002-2006].

Meeuwen broeden vaak in grote kolonies door elkaar heen. Ook broedende sterns en visdiepjes worden in meeuwenkolonies waargenomen. De drie kleinere meeuwensoorten worden als echte nearshore (tot 20 meter waterdiepte) soorten gezien, die zelden verder weg van de kust komen. Toch is het beeld van deze kleinere soorten veranderlijk.

Veel meeuwen hebben goed geprofiteerd van de teruggooi door de visserij [Camphuysen & Garthe, 2001].

De dwergmeeuw en de kokmeeuw worden hier behandeld en de stormmeeuw wordt behandeld onder het kopje niet-broedvogels.

De dwergmeeuw kent de hoogste dichtheid in onze kustwateren in april en november. Deze soort broedt wel in Nederland, maar de meeste exemplaren doorkruisen ons land op weg naar kolonies in Zweden, Finland, Polen en verder naar het oosten. Dichtheden lopen op van 2 tot 4 per vierkante kilometer in april en mei over een groter gebied, maar dichtheden kunnen op kleinere gebieden oplopen tot enkele honderden per vierkante kilometer [Leopold *et al.*, 2004].

De dwergmeeuw is veelal op een hoogte tussen de 25 meter en 50 meter boven zeeniveau waargenomen, met een klein deel beneden de 25 meter. Een enkeling vliegt hoger dan 50 meter. Er is geen trend in aantallen zichtbaar. De kans dat een dwergmeeuw ter plaatse van het plangebied voorkomt is vrijwel afwezig [MWTL, 2002-2006]. De dwergmeeuw wordt daarom niet meegenomen in de berekeningen van de aanvaringssslachtoffers.

De kokmeeuw is een zeer bekende soort in Nederland, ook (vooral) landinwaarts, en broedt langs de gehele kust in kolonies. Aan de kust komen dichtheden voor die maximaal zijn in november (3-4 per vierkante kilometer) en vooral sterk kustgebonden, tot de eerste paar kilometer vanaf de kust. Lokaal kunnen ook tientallen per vierkante kilometer voorkomen als een visserschip wordt gevolgd [Leopold *et al.*, 2004]. Iets verder weg van de kust komt deze soort praktisch niet meer voor (maximaal 0,25 per vierkante kilometer). Vlieghoogte van deze soort is veelal beneden 25 meter boven zeeniveau. Een klein gedeelte vliegt hoger, maar zeer zelden hoger dan 50 meter. De trend van de aantallen kokmeeuwen is licht dalend. Deze soort is niet waargenomen in recente vliegtuigtellingen ter plaatse van het plangebied Q4-WP [MWTL, 2002-2006].

De kleine mantelmeeuw is een soort die gezien zijn foerageerradius vanaf de broedkolonies binnen het plangebied Q4-WP kan voorkomen. De grootste kolonies bevinden zich in de zuidwestelijke Delta (Maasvlakte, Westerschelde, Oosterschelde, Veerse Meer) en op de Waddeneilanden (Duinen Texel & Vlieland, Griend). Volgens verschillende bronnen kan de kleine mantelmeeuw tot meer dan 100 kilometer of zelfs verder vanaf de kolonie foerageervluchten uitvoeren. Grote kolonies die binnen het bereik van het plangebied vallen en in een Natura2000 gebied liggen waar de kleine mantelmeeuw een beschermde soort is, zijn het Zwanenwater, de Duinen van Texel en Vlieland, Westerschelde, Oosterschelde en Veerse Meer. De kortste afstand van het plangebied Q4-WP tot een van deze gebieden is ruim 25 km voor het Zwanenwater. Op de Maasvlakte liggen enkele grote kolonies die niet binnen een Natura2000 gebied vallen, maar waarvan de vogels wel ter plaatse van het plangebied Q4-WP kunnen foerageren.

Zie voor verdere beschrijving van de kleine mantelmeeuw onder het kopje niet-broedvogels; deze soort is vooral ook buiten het broedseizoen aanwezig op het NCP. Dit zijn deels trekkende exemplaren, maar ook op zee verblijvende juvenielen en niet-broedende adulten.

In de studie van het NSW [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005] werd de lokale verspreiding vooral bepaald door de aan- of afwezigheid van visserijvaartuigen. In de buurt van trawlers liep de dichtheid op tot 20 tot 40 per vierkante kilometer (met lokaal zeer hoge dichtheden), erbuiten was de dichtheid vaker 2 tot 4 per vierkante kilometer. Arts & Berrevoets [2005] geven voor het plangebied dichtheden van maximaal 2 tot 5 per vierkante kilometer. MWTL-tellingen geven een dichtheid van meer dan 2 exemplaren per vierkante kilometer.

Om uit te gaan van een realistisch worst-case scenario, wordt in de berekeningen van de aanvaringssslachtoffers uitgegaan van een dichtheid van 4 exemplaren per vierkante kilometer.

De vlieghoogte van de drie grotere meeuwen, waaronder de kleine mantelmeeuw, is hoger dan die van de kleinere meeuwen, met een groot deel boven de 50 meter en een significant deel boven de 100 meter. De grote mantelmeeuw, de zilvermeeuw en de drieteenmeeuw worden behandeld bij de niet-broedvogels.

De aalscholver en de fuut zijn soorten die in Nederland broeden en ook op zee worden waargenomen. De fuut wordt in redelijke aantallen waargenomen in februari in verband met het dichtvriezen van het zoete water. Dichtheden lopen dan vlak langs de kust op tot zo'n 5 tot 10 per vierkante kilometer, maar ze blijven altijd dicht onder de kust. De meeste exemplaren zwemmen en als ze vliegen gaan ze niet hoger dan 10 meter.

De aalscholver gaat tot op 40 kilometer van zijn kolonie jagen. De aalscholverkolonies van waaruit de aalscholvers bij het NSW vandaan komen, zijn het Zwanenwater bij Callantsoog en de omgeving van Castricum (Hoefijzermeer). Grote kolonies komen voor in de Waddenzee, de Oostvaardersplassen, het Naardermeer, de Lepelaarsplassen en Oostvoorne. Kolonies nabij het plangebied Q4-WP komen voor in het Zwanenwater. Verder zijn er nog kolonies in Meijendel (duinen bij Wassenaar), de Nieuwkoopse Plassen en Ackerdijk (tussen Rotterdam en Delft). In het algemeen worden aalscholvers zeer dicht onder de kust waargenomen, maar de aalscholvers in het NSW gebied werden ook verder van de kust waargenomen. Door een platform op enige afstand van de kust hebben de vogels mogelijkheden om uit te rusten en van daaruit te foerageren. Tussen de kust en het plangebied van Q4-WP liggen enkele platforms. Toch is de aalscholver ter hoogte van Q4-WP niet waargenomen [MWTL, 2002-2006]. De aalscholver wordt dus niet meegenomen in de berekeningen van de aanvaringssslachtoffers.

Aalscholvers zijn vooral aanwezig in de zomermaanden. Lokale dichtheden liepen in de zomer op tot enkele per vierkante kilometer. Verder weg van de kust liepen de aantallen snel terug naar circa 0,1 per vierkante kilometer [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005]. Ter hoogte van Q4-WP zijn geen aalscholvers waargenomen [MWTL, 2002-2006]. De vlieghoogte van aalscholvers is vrij laag. Ze duiken vaak vanuit zwemstand en vinden op het zicht hun prooi onder water. Dagelijkse migratie is meestal tot op zo'n 25 meter hoogte.

Eidereenden zijn de enige zee-eenden die in ons land broeden. De andere in grote aantallen voorkomende eenden, de toppereend, de zwarte zee-eend en de grote zee-eend, komen wel in significante aantallen voor in onze kustwateren, maar broeden hier niet. Derhalve zullen de laatstgenoemde soorten in de volgende paragraaf, niet-broedvogels, behandeld worden.

De eidereend is een eendensoort die veelvuldig broedt op de Waddeneilanden. Daarnaast komen ook veel niet-broedende eidereenden in de zomer in onze wateren voor. De broedende exemplaren blijven ook in de winter dicht in de buurt van de broedlocaties [De Jong *et al.*, 2005].

In verband met voedselgebrek kunnen deze dieren zich van de Waddenzee naar de kustwateren verplaatsen [Arts & Berrevoets, 2005]. Ze komen in dat geval vooral in de Noord-Hollandse kustwateren voor, omdat daar grotere hoeveelheden andere soorten schelpdieren (Ensis en Spisula) voorkomen waarmee ze zich kunnen voeden als alternatief voor hun gangbare voedselsoorten: de kokkel en de mossel. In de winter verblijven eidereenden eveneens in onze wateren, deels om te rusten, deels om te foerageren. Hierbij zijn ze te vinden aan de zeezijde van de Waddenzee en in de Voordelta. Het zijn vooral de overwinterende dieren die ook langs de Hollandse kust zijn aan te treffen. Ze verblijven in het algemeen zeer dicht onder de kust, hun afstand tot de kust is meestal zo'n 5 tot 10 kilometer.

Dichtheden lopen rond december - februari op tot 4 per vierkante kilometer, maar dat is dan een gemiddelde over een groot gebied. Eidereenden worden vaak aangetroffen in zeer grote groepen, van vaak honderden, maar ook duizenden.

De verwachting is dat de gemiddelde dichtheid op een afstand van bijna 25 kilometer vanaf de Hollandse kust verwaarloosbaar klein zal zijn. In de recente vliegtuigtellingen [MWTL, 2002-2006] ter hoogte van Q4-WP zijn geen eidereenden waargenomen. Dit is ook niet te verwachten, gezien de verwaarloosbare schelpdierbestanden van *Spisula* en *Ensis* en de te grote diepte voor eidereenden ter plaatse. Eidereenden vliegen vaak laag, slechts enkele komen boven de 25 meter.

#### 7.2.4 Niet-broedvogels

De groep niet-broedvogels is veelvuldig en ook buiten het seizoen aanwezig op het NCP, maar broedt niet op de Nederlandse kust. Vaak zijn het soorten die de Nederlandse kustwateren gebruiken als pleisterplek of als foerageergebied voor de winter en broeden ze in de zomer verder naar het noorden. Eenden zoals de zwarte zee-eend, maar ook verscheidene soorten meeuwen, duikers en jagers behoren tot deze groep. Overigens betekent de behandeling van soorten in deze groep niet dat deze soorten niet trekken en daarom geen problemen met windturbines tijdens de trek zouden kunnen ondervinden.

In de onderstaande tekst worden de verschillende soorten of soortgroepen vogels behandeld. Aangegeven wordt welke dichtheden zijn waargenomen in de kustwateren en welke dichtheden ze hebben in of rondom het plangebied. Deze verhouding is van groot belang in de berekening van het aantal potentiële aanvaringsslachtoffers; de flux van de vogels zal worden aangepast aan deze verschillen in dichtheid tussen de kustwateren en het plangebied voor Q4-WP. Vooral voor soorten die op volle zee een hogere dichtheid hebben dan in de kustwateren, zoals de alkachtigen, is het niet correct om de fluxen zoals in de kustwateren waargenomen te gebruiken voor de volle zee [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005].

Een aantal groepen hoeft niet verder in dit MER te worden behandeld, omdat daarvan zeker is dat ze niet in het plangebied van Q4-WP voorkomen. Het gaat hier om de duikers en de zee-eenden zoals de roodkeelduiker, de parelduiker, de zwarte zee-eend en de topper.

Zowel de oudere gegevens [Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994] als de recente tellingen van MWTL [2002-2006] en berekeningen van Baptist [2006b] hebben geen exemplaren aangetroffen binnen en rondom het plangebied van Q4-WP. Uit overige tellingen blijkt dat deze soorten nooit ver uit de kust worden aangetroffen [De Jong *et al.*, 2005; Berrevoets *et al.*, 2005]. Dit is op zich ook niet te verwachten van soorten die bekend staan als sterk kustgebonden vogels. Deze soorten zullen daarom niet worden meegenomen in de verder behandeling van de vogelsoorten.

De grote stern is in het broedseizoen vooral langs de kust aanwezig rondom de broedkolonies. Ter hoogte van het plangebied Q4-WP kunnen aantallen grote sterns in lage dichtheden voorkomen, minder dan 0,2 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets, 2005]. Bij de meest recente vliegtuigtellingen van het RIKZ [MWTL, 2002-2006] zijn op het plangebied Q4-WP slechts enkele grote sterns waargenomen. We nemen deze soort in lage dichtheid, 0,2 per vierkante kilometer, mee in de berekeningen. De trend van grote sterns is stabiel in de meeste perioden maar sterk positief in de maanden juni en juli [Arts & Berrevoets, 2005]. Vlieghoogten van de grote stern variëren, maar komen zelden boven de 50 meter boven zeeniveau, met meer dan 90 procent beneden de 25 meter boven zeeniveau [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005].

De noordse stormvogel is het gehele jaar aanwezig op de zuidelijke Noordzee, maar broedt niet in Nederland. Hun dichtheden worden hoger naarmate de afstand tot de kust groter wordt. Aan de kust worden ze zelden waargenomen: in de studie van Krijgsveld *et al.* [2005] op het meetplatform Noordwijk zijn ze slechts negen keer waargenomen. Tezamen met de jan van genten zijn het daarom typische zeevogels. Hun dichtheden zijn hoger op het noordelijk en westelijk deel van het Nederlands Continentaal Plat [Arts & Berrevoets, 2005]. Ter hoogte van het plangebied van Q4-WP zijn maximale gemiddelde dichtheden waargenomen tussen de 1 en 2 per vierkante kilometer in februari/maart [Arts & Berrevoets, 2005]. In Baptist [2006b] wordt ook berekend dat een aantal noordse stormvogels ter plaatse van het plangebied kan voorkomen. De noordse stormvogel wordt in de berekeningen meegenomen met een dichtheid van 2 exemplaren per vierkante kilometer. Het aantal beïnvloede noordse stormvogels is ten opzichte van de totale Noordzeepopulatie van circa 3 miljoen verwaarloosbaar klein [Baptist, 2006a].

De populatie op het NCP vertoont een afnemende trend in oktober/november, maar een toenemende trend in augustus/september. Volgens Leopold *et al.* [2004] vliegt deze soort niet vaak achter vissersschepen aan, in ieder geval niet in de kustzone. Clusteringen, zoals bij meeuwen, komen vrijwel niet voor in de kustzone. Volgens Baptist & Wolf [1993] zijn offshore patronen juist wel gerelateerd aan visserij. Vlieghoogten van deze soort zijn overwegend laag, onder de 10 meter boven zeeniveau. Ze scheren vaak vlak over de golven, op zoek naar klein zwevend voedsel in en op het water. Tijdens recente waarnemingen [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005] werd een enkeling boven de 10 meter aangetroffen, maar geen boven de 25 meter. In het onderzoek van Krijgsveld *et al.* [2005] werden geen noordse stormvogels op de potentiële rotorhoogte van de turbines aangetroffen.

De jan van gent kent een vergelijkbare verspreiding als de noordse stormvogel. Ze zijn zelden in de kustzone te vinden. Deze soort jaagt op vis, vliegend op en duikend vanaf hoogten tussen de 10 en 50 meter, een enkele keer hoger. Ze komen wel voor in de buurt van haringtrawlers, maar er zijn geen aanwijzingen dat de teruggooi door de Nederlandse boomkorvloot bijzonder aantrekkelijk is voor deze soort [Camphuysen (1994) in Bijlsma *et al.*, 2001]. Niet voedselzoekende vogels vliegen vaak onder de 10 meter.

Dichtheden onder de kust zijn meestal 0, vanaf de kust zijn ze toenemend met een maximale najaarsdichtheid van 0,5 per vierkante kilometer rond de 20 meter dieptelijn [Leopold *et al.*, 2004]. Rondom het geplande windpark Q4-WP is de gemiddelde maximale dichtheid in februari/maart tussen de 1 en 2 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets, 2005].

De recente vliegtuigtellingen van de afgelopen jaren gaven een maximale dichtheid in het geplande windpark tussen de 0,1 en 1 vogel per vierkante kilometer voor Q4-WP [MWTL, 2002-2006]. Voor de dichtheid ter plaatse zal gerekend worden met 1 per vierkante kilometer. De populatie van de jan van gent op het NCP vertoont door het hele seizoen een positieve trend.

De kleine mantelmeeuw (zie ook bij broedvogels) is een soort die in een brede kustzone, tot meer dan 50 mijl, kan worden waargenomen. Hij rust op het land en foerageert tot ver op zee. Aan de kust zijn jaargemiddelden dichtheden gesignaleerd van maximaal 3 per vierkante kilometer. Seizoenale dichtheden kunnen veel hoger liggen. Leopold *et al.* (2004) namen in april en mei dichtheden waar van tien tot enkele tientallen langs de kust. Ook in het broedseizoen kan deze soort tot op grote afstand vanaf de kust worden waargenomen. Op de afstand vanaf de kust tot het plangebied (circa 24 kilometer) is de dichtheid van de kleine mantelmeeuwen tot enkele ordegrootten lager en vrij constant; het effect van het broedseizoen is maar beperkt merkbaar op deze afstand.



Dit bevestigt het beeld dat tijdens het broedseizoen relatief weinig kleine mantelmeeuwen vanaf hun broedgebied het plangebied Q4-WP bereiken. Deze soort heeft, evenals de zilvermeeuw, sterk de neiging om achter viskotters aan te vliegen om op de teruggooi van deze schepen te foerageren. In dergelijke gevallen lopen de dichtheden snel op tot enkele honderden per vierkante kilometer. Dichtheden op 24 kilometer vanaf de kust liggen tussen de 2 en 5 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets, 2005]. Een gereede deel hiervan zal bestaan uit juvenielen en niet-broedende adulten.

De Nederlandse broedpopulatie van de kleine mantelmeeuw is in 10 á 15 jaar verdrievoudigd en de voorspelde gemiddelde dichtheden op het NCP in juni/juli zijn vervijfvoudigd van 0,5 in begin negentiger jaren naar 2,5 per vierkante kilometer de afgelopen paar jaren [Arts & Berrevoets, 2005]. In dit MER zal gerekend worden met dichtheden van 4 per vierkante kilometer. De vlieghoogte van de drie grotere meeuwen is hoger dan die van de kleinere meeuwen, met een groot deel boven de 50 meter en een significant deel boven de 100 meter.

De grote mantelmeeuw is de soort met jaarrond de laagste dichtheden van de drie grote meeuwen op het NCP. Deze meeuw broedt in zeer lage aantallen in Nederland (10-15 broedparen in 1998-2000) [SOVON, website en LWVT/SOVON 2002]. Deze soort is meer een wintergast. In augustus komen ze naar ons land en tot oktober nemen de aantallen toe. De hoogste dichtheden worden waargenomen in oktober/november, >4 per vierkante kilometer; in Leopold *et al.* [2004] zijn dichtheden waargenomen van enkele tientallen per vierkante kilometer aan de kust tot 2 tot 4 per vierkante kilometer richting 20 meter diepte. Deze soort vliegt voor een groot deel boven de 50 meter, met een groot deel op meer dan 100 meter boven zeeniveau.

In de laatste 5 jaar [MWTL, 2002-2006] werd deze soort een aantal keer waargenomen ter plaatse van het plangebied van Q4-WP met een dichtheid van 0,1 tot 1 per vierkante kilometer. De populatie van de grote mantelmeeuw in Nederland is lang stabiel geweest, maar vertoont een lichte daling over de afgelopen tien jaar [Van Roomen *et al.*, 2005]. Derhalve wordt in dit MER gerekend met een gemiddelde dichtheid ter plaatse van het plangebied van 1 per vierkante kilometer.

De drieteenmeeuw broedt, evenals de grote mantelmeeuw, zelden in ons land. Het is vooral een wintergast. In de zomer komen ze wel voor in het kustgebied, maar in relatief lage aantallen: maximaal 1 per vierkante kilometer, maar meestal 0,1 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets, 2005].

De hoogste dichtheden worden waargenomen in november - december, tot 6 per vierkante kilometer (op kleinere schaal meer dan 20 per vierkante kilometer); de NSW-gegevens en Berrevoets & Arts [2003] gaven op circa 20 kilometer van de kust voor deze soort 1 tot 2 per vierkante kilometer aan. In Arts & Berrevoets [2005] wordt voor het plangebied van Q4-WP een maximale gemiddelde dichtheid van 2 tot 5 per vierkante kilometer gegeven. De populatie van drieteenmeeuwen op het NCP is groeiende de laatste 10 tot 15 jaar; de gemiddelde dichtheid op het NCP was in 2002-2004 verdubbeld ten opzichte van 1991-2001 [Arts & Berrevoets, 2005]. Het is een soort die in mindere mate bij vissersschepen rondhangt. De vlieghoogte van deze soort is stukken lager dan die van de grote meeuwen: meestal beneden de 25 meter, maar nooit boven de 50 meter boven zeeniveau. In dit MER wordt uitgegaan van een dichtheid van 3,5 per vierkante kilometer.

De stormmeeuw heeft een stormachtige ontwikkeling in Nederland doorgemaakt, maar de laatste jaren is een lichte daling waarneembaar. Hoogste dichtheden van deze soort zijn te vinden in april en november, met de hoogste dichtheden in de meer offshore gebieden in november, rond de 5 per vierkante kilometer.

Echter, voor deze soort wordt een sterk uiteenlopende verspreiding door het jaar heen gegeven, zodat lokaal hogere dichtheden kunnen voorkomen dan uit de studies [Camphuysen & Leopold, 1994; Leopold *et al.*, 2004] blijkt. In recente vliegtuigtellingen [MWTL, 2002-2006] is de stormmeeuw nauwelijks waargenomen in en rond het plangebied van Q4-WP. In dit MER wordt de soort in lage dichtheid, 0,2 exemplaren per vierkante kilometer, meegenomen in de berekeningen.

Van de bekende kustvogels is de zilvermeeuw een soort die jaarrond op het offshore gedeelte van het Nederlands Continentaal Plat kan worden aangetroffen. Evenals de kleine mantelmeeuw is het een broedvogel op onze kusten en wordt deze soort behandeld bij de niet-broedvogels omdat hij jaarrond aanwezig is en omdat de exemplaren op deze afstand van de kust allen juvenielen of niet-broedende adulten zijn. De exemplaren die ter plaatse van het plangebied Q4-WP worden aangetroffen, zijn vermoedelijk geen broedende vogels op foerageertochten vanaf de kolonies. Broedende exemplaren vliegen niet tot op deze afstand vanaf de kust voor hun foerageervluchten. Op de kust kan deze vogel in hoge tot zeer hoge dichtheden voorkomen, rond de 5 à 10 per vierkante kilometer, maar in clusters bij kotters nog hoger. Verder van de kust af zijn de dichtheden stukken lager. Arts & Berrevoets [2005] geven voor deze soort in het plangebied dichtheden van 2 tot 5 per vierkante kilometer weer. De laatste jaren [MWTL, 2002-2006] is een gemiddelde dichtheid van 0,1 tot 1 per vierkante kilometer aangetroffen voor de zilvermeeuw ter plaatse van het plangebied. De populatie van de zilvermeeuw op het NCP geeft een dalende trend te zien de afgelopen 10 tot 15 jaar. Deze soort vliegt voor de helft op rotorhoogte. Vooral de met kotters geassocieerde exemplaren vliegen laag [Krijgsveld *et al.*, 2005]. In de berekeningen wordt gerekend met dichtheden van 2 per vierkante kilometer.

De zeekoet en de alk zijn wintergasten op het NCP. Beide vogels jagen vanaf het wateroppervlak duikend op vis. Ze zijn van een afstand niet altijd even goed als aparte soorten te onderscheiden en worden daarom als een groep behandeld, de alkachtigen. Ze hebben een vergelijkbaar verspreidingsgebied met het zwaartepunt in het noordelijk deel van het Nederlands Continentaal Plat. In de winter kunnen ze in hoge concentraties ook dicht onder de kust zitten [Camphuysen & Leopold, 1994]. Dichtheden in de kustzone rond 20 meter waterdiepte liggen in december/januari tussen de 2 en 4 per vierkante kilometer. Dit zijn overigens vooral zeekoeten. Alken komen in lagere dichtheden voor, tussen de 1 en 2 per vierkante kilometer. In het NSW studiegebied was de dichtheid op de 20 meter lijn circa 4 per vierkante kilometer [Leopold *et al.*, 2004], maar iets verder vanaf de kust zijn dichtheden waargenomen van meer dan 8 per vierkante kilometer (en lokaal zelfs >25 per vierkante kilometer). De dichtheden van de alkachtigen in de buurt van Q4-WP zijn maximaal 2 - 5 per vierkante kilometer in december/januari en februari/maart [Arts & Berrevoets, 2005]. Tijdens de studies van Leopold *et al.* [2004] en Krijgsveld *et al.* [2005] bleek de vlieghoogte van deze vogels laag, een enkeling komt boven de 10 meter of 25 meter. Er is geen trend in de aantallen van deze soorten te ontdekken. Voor Q4-WP wordt bij de berekeningen uitgegaan van een gemiddelde dichtheid van 3,5 per vierkante kilometer.

Overige niet-broedvogels (en niet tot de andere groepen behorende vogels) die regelmatig worden genoemd, maar in relatief lage aantallen of dichtheden op open zee voorkomen, zijn pijlstormvogels, stormvogeltjes en jagers. De grauwe en noordse pijlstormvogel komen bijna niet voor op het NCP [Camphuysen, 1995] en zullen niet meegenomen worden in dit MER. In de NSW studie van Leopold *et al.* [2004] is slechts een enkel exemplaar van een soort jager tegengekomen.

Uit Bijlsma *et al.* [2001] blijkt een vrij grote doortrek *rate* voor kleine jager (1,5/uur in oktober) en voor de grote jager lager (0,2/uur in oktober).

In Krijgsveld *et al.* [2005] werden in oktober en november 0,1 en 0,2 per vierkante kilometer waargenomen.

De jagers worden in dit MER als groep meegenomen. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de kleine en de grote jager. Tijdens de recente tellingen van MWTL [2002-2006] werden geen jagers vanuit het vliegtuig waargenomen. Toch zal, om uit te gaan van een *worst case* scenario, met een gemiddelde van 0,2 per vierkante kilometer worden gerekend voor de maand november, en 0 voor de overige maanden. Dit komt op een jaargemiddelde van 0,02 per vierkante kilometer.

### 7.2.5 Trekvogels

Deze groep vogels betreft de soorten die de Nederlandse (Hollandse) kustwateren zelden als rust- of foerageerplek gebruiken, maar wel de kust gebruiken als trekroute van noord naar zuid en omgekeerd. Een klein deel van deze groep vogels trekt in oost-west richting van het continent naar Groot-Brittannië en omgekeerd. Met name een deel van deze laatste groep en de oost-west trekkers kunnen in contact komen met het geplande windpark.

In de studies van Krijgsveld *et al.* [2005] en van Leopold *et al.* [2004] ten behoeve van het Near Shore Windpark (NSW) is aangegeven wat de vliegroutes, -hoogten en fluxen (dichtheden) zijn van vogels met verschillende dagelijkse en seizoenale migratiepatronen en algemene vliegbewegingen gedurende de dag. De gegevens zijn verzameld vanaf Meetpunt Noordwijk, een observatieplatform 9 kilometer vanuit de kust bij Noordwijk. Deze gegevens zijn daardoor minder representatief voor Q4-WP, omdat bekend is dat de kusttrek voor het overgrote deel in de eerste tientallen kilometers langs de kust plaatsvindt [o.a. Lensink & van der Winden, 1997]. Verder richting open zee nemen de aantallen soorten en dichtheden sterk af, ook bij die soorten die de holle kustlijn van Den Helder tot aan Hoek van Holland afsnijden. Buiten deze zone is het niet goed bekend welke aantallen vogels van deze groep nog voorkomen.

In brede zin gaat het in het geval van trekvogels bij Meetpunt Noordwijk voornamelijk om steltlopers, landvogels en ganzen en zwanen. Deze groepen vogels zijn vooral aanwezig langs de Nederlandse kust in het voorjaar en najaar. Gedurende deze periodes zijn de landvogels (lijsters, koperwiek, etc.) in aantallen het belangrijkste, maximaal 16 vogels per uur per kilometer. Alleen meeuwen zijn talrijker. Ganzen en zwanen komen in lagere aantallen voor, maximaal 2,7 vogels per uur per kilometer, en steltlopers komen in de laagste aantallen (van de drie hier vermelde groepen) voor, maximaal 0,5 vogel per uur per kilometer.

Landvogels (spreeuwen, koperwieken, lijsters etc.) trekken vooral in april en oktober/november, daarbuiten zijn ze vrijwel afwezig. Ganzen en zwanen zijn vooral te zien in februari/maart en minder in april en in het najaar van oktober tot en met december. Steltlopers worden waargenomen in maart en april en van juni tot en met december.

De landvogels omvatten soorten als spreeuw, veldleeuwerik, andere leeuweriken, koperwiek, graspieper, verschillende zangvogels, andere piepers, vinken, mezen en lijsters. Deze vogels werden voor een groot deel op grotere hoogten waargenomen.

Het gaat bij de steltlopers voornamelijk om soorten als de goudplevier, zilverplevier, kanoet, rosse grutto, wulp, steenloper en bonte strandloper.

Onder de ganzen en zwanen zijn het vooral brandgans, rietgans, kleine zwaan, rotgans en grauwe gans die worden waargenomen.

Analyse van de vliegtuigtellingen in Krijgsveld *et al.* [2005] gaf aan dat een deel van de vogels en dan met name van landvogels, een oost-west migratie vertoonde, met andere woorden bezig waren met een oversteek van Nederland naar Engeland of tegengesteld [tabel 7.6. in Krijgsveld *et al.*, 2005]. Het aandeel voor landvogels dat deze oost-west beweging vertoonde was circa 25 procent van de noord-zuid flux (voor relatief laagvliegende vogels, een kleine minderheid, zie beneden); ook meeuwen vertoonden voor een deel deze beweging. Alleen voor de eerste groep is het waarschijnlijker dat het hier gaat om trekbewegingen, voornamelijk omdat deze bewegingen vooral plaatsvonden in het najaar. In LWVT/SOVON [2002] wordt aangegeven dat het vooral om veldleeuweriken en zanglijsters gaat.

Ten aanzien van de hoogte waarop deze trekvogels vliegen, wordt aangegeven dat het vaak gaat om twee strategieën: of de vogels vliegen laag over het water of juist zeer hoog (> 200 meter). Grote trekbewegingen vinden veelal 's nachts plaats, alhoewel sommige soorten geen specifieke voorkeur hebben voor trektijdstip. Maantellingen (moon watching) in Krijgsveld *et al.* [2005] leverden zeer grote aantallen (honderden tot duizenden per nacht) op die zeer hoog vlogen, zeker ten opzichte van de aantallen die laag vlogen (vergelijk figuur 8.10 met 8.11 uit Krijgsveld *et al.*, 2005). Dat betekent dat verreweg het merendeel van de vogels die de seizoensmigratie maakt, dit op relatief grote hoogte doet (200 meter en hoger).

Wat vooral opvalt ten aanzien van de trekbewegingen van vogels boven zee verder weg van de kust, is dat er zeer weinig gegevens zijn, behalve dan in zogenaamde rampnachten waarbij vanwege slechte weersomstandigheden vogels massaal landen op schepen en platforms. Uit de schaarse gegevens blijkt het volgende:

1. Er worden regelmatig trekvogels (anders dan de typische zeevogels) waargenomen die min of meer haaks op de kust bewegen en dus vermoedelijk een oversteek maken of hebben gemaakt van Nederland naar Engeland;
2. Het gaat hier om verschillende soorten maar met name worden genoemd veldleeuwerik en zanglijster. Ook koperwiek wordt vaker genoemd, vermoedelijk omdat deze een goed herkenbaar geluid maakt tijdens de vlucht;
3. Verreweg het merendeel van de trekkers vliegt op grotere hoogten, op minimaal 200 meter. Dit is buiten het bereik van windturbines.

Er wordt, op basis van wat is aangegeven in Krijgsveld *et al.* [2005], uitgegaan van een oost-west trek van 25 procent van de flux zoals die is waargenomen voor het totaal aan overtrekkende landvogels ter hoogte van Noordwijk. Hierbij zal ook worden uitgegaan van de vlieghoogten zoals aangegeven in voornoemd document voor deze groep. Voorts wordt er van uitgegaan dat van de noord-zuid trek van de drie groepen landvogels, steltlopers en ganzen en zwanen op deze afstand van de kust (> 20 kilometer) niets tot nauwelijks iets over is. Dit betekent dat er van wordt uitgegaan dat ter hoogte van het plangebied Q4-WP circa 25 procent van de flux van trekvogels te verwachten is van wat er in de studies van Krijgsveld *et al.* [2005] is gemeten. Dit percentage zal worden gebruikt voor alle drie groepen landvogels, steltlopers en ganzen en zwanen.

### 7.2.6 Trekroutes

In deze paragraaf wordt beschreven wat de globale trekroutes van de op zee voorkomende migrerende vogels zijn anders dan de soorten die onder de andere categorieën vallen.

In het algemeen geldt dat de bulk van de migrerende vogels van noord naar zuid en vice versa vliegt, waarbij een deel van de trek langs de kust ook op zee plaatsvindt.

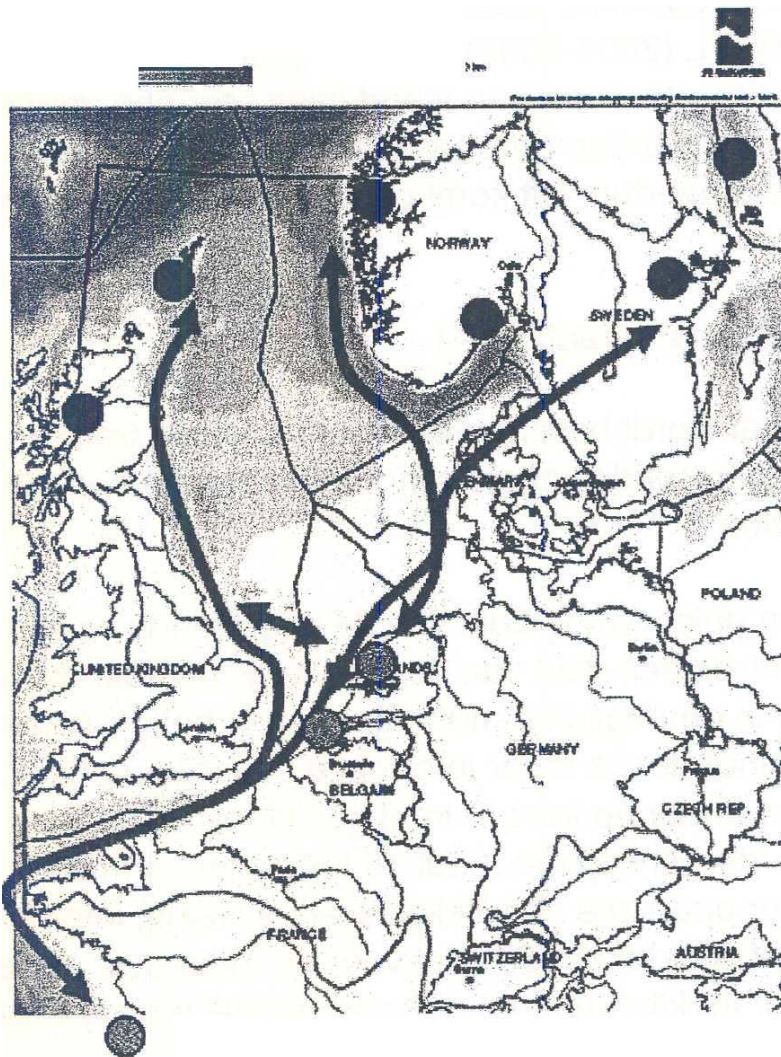
Ten aanzien van de pelagische soorten – te weten zeevogels zoals de jagers, de jan van gent of de noordse stormvogel – is het waarschijnlijk dat de seizoenstrek boven zee plaatsvindt. Het zijn veelal de landvogels, zoals lijsters en spreeuwen, die langs de kust trekken. Over de trek van vogels in de daglichtperiode geldt over het algemeen dat hoe dichterbij de trek bij de kust plaatsvindt, des te meer informatie beschikbaar is. Zo is er over de trek van zeevogels direct onder de kust (0 tot 3 kilometer) voldoende informatie beschikbaar. Over de trek verder uit de kust (3 tot 15 kilometer) is minder informatie beschikbaar, en over de trek over open zee (> 15 kilometer) is weinig informatie beschikbaar [Witte & Van Lieshout, 2003]. Dit betekent dus dat voor de trekroutes in de omgeving van de locatie Q4-WP (circa 24 kilometer uit de kust) relatief weinig informatie beschikbaar is.

Vooraf in het voor- en najaar trekt een groot aantal vogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden [onder andere Camphuysen & Van Dijk, 1983; Platteeuw *et al.*, 1994]. Dagelijks betreft dit vele honderden tot maximaal vele duizenden individuen. Schattingen wijzen er op dat van een groot aantal vogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken [Van der Winden *et al.*, 1997]. Daarnaast trekt een kleiner deel van de vogels over de Noordzee heen en weer tussen het continent en de Britse en Ierse eilanden [Platteeuw *et al.*, 1994; Wernham *et al.*, 2002].

#### **Route van de trekstroom**

Er zijn veel waarnemingen van trekkende zeevogels bekend waaruit afgeleid kan worden waar deze trek voorkomt. Voor de meeste soorten blijkt deze globaal langs de kusten te verlopen (figuur 7.1). Met name soorten die vooral in de relatief ondiepe kustwateren foerageren, migreren ook vlak langs de kust. Over het algemeen is minder goed bekend hoe lang de vogels over deze trek van broed- naar wintergebied doen. Gegevens van vogels met zenders geven aan dat meestal sprake is van een snelle en relatief rechte route. Er zijn bij de routekeuzes duidelijke verschillen tussen soorten. Daarnaast zijn er verschillen ten aanzien van de vlieghoogten, tijdstippen per dag waarop gevlogen wordt en de lengte van de aaneengesloten trajecten. Onderstaand worden enkele, voor dit project relevante routes besproken.

**Figuur 7.1** Globale trekroutes zeevogels die vooral langs de kusten verblijven



In bijlage 2 wordt daarnaast de ligging van de tien meest belangrijke trekroutes in relatie tot vogeltrek langs en over de Noordzee weergegeven, zoals onderscheiden door Lensink & Van der Winden [1997].

Trekkende landvogels en steltlopers vliegen vooral langs de kust zelf. Ze gebruiken deze waarschijnlijk vooral ter oriëntatie. De landinwaartse bocht in de Hollandse kust wordt mogelijk afgesneden door zwarte zee-eenden en wellicht ook door andere soorten. Als dit zo is, ligt de as van deze trekstroom bij Zuid-Holland >10 kilometer uit de kust en bij Noord-Holland op <10 kilometer [Den Ouden & Camphuysen, 1983; Platteeuw *et al.*, 1985; Platteeuw, 1990]. Deze trekstroom is niet relevant voor windpark Q4-WP.

Uit diverse studies blijkt (uitzonderingen zoals een aantal meeuwensoorten daargelaten) dat de doortrekintensiteit van trekkende vogels boven open zee (>15 kilometer uit de kust) lager is dan direct onder de kust [Baptist & Wolf, 1993; Camphuysen & Leopold, 1994; Camphuysen, 2000].

Vogels vliegen onder de kust overdag over het algemeen lager dan 100 meter boven zee, al komt hogere trek (> 300 meter) onder gunstige omstandigheden (meewind) eveneens voor [Buurma & Van Gasteren, 1989].

Uit een vergelijking van de trek onder de kust (afhankelijk van de soort 5 tot 9 kilometer) en die verder uit de kust (weerszijden Meetplatform Noordwijk), blijkt dat een aantal soorten direct onder de kust talrijker is, terwijl een aantal andere soorten juist verder uit de kust talrijker langs trekt. Deze verschillen hangen samen met de voorkeur van soorten [Camphuysen *et al.*, 1982; Den Ouden & Camphuysen, 1983; Den Ouden & Van der Ham, 1988]. Vooral aalscholvers, meeuwen, ganzen en zwanen en sommige eenden en zee-eenden vlogen verder vanaf de kust (10 tot 20 kilometer). Wadvogels en landvogels en andere zee-eenden vliegen dicht bij de kust. Het zijn vooral migrerende landvogels die hoger vliegen (boven de 200 m) en dan vooral 's nachts.

Migratie tussen het vasteland en de Britse eilanden komt voor, maar de trekbanen zijn diffuser dan die langs de kust en de aantallen zijn veel lager dan die langs de kust [Wernham *et al.*, 2002]. In de zuidelijke Noordzee vindt het grootste deel van de uitwisseling plaats via het Nauw van Calais. Voorts vliegt een groot deel van deze groep vogels over open zee op grotere hoogten dan wanneer zij langs de kust vliegt [LWVT/SOVON, 2002]. Van de vogels die op de Britse en Ierse eilanden worden geringd, wordt een zeer groot deel teruggevonden in Nederland [zie bijvoorbeeld figuur 4.7 in Wernham *et al.*, 2002]. Niet verrassend variëren de aandelen van soorten die over de Noordzee vliegen nogal. Van de in het Verenigd Koninkrijk broedende watersnippen komt meer dan de helft van het vasteland vanuit Duitsland en Scandinavië. Schattingen geven 165.000 exemplaren aan uit deze gebieden. Bij een populatie van twee miljoen exemplaren in Europa is dit ruim 8 procent van de populatie die de Noordzee oversteekt. Het deel hiervan dat over de zuidelijke Noordzee vliegt is ongeveer de helft, dat is het deel uit Duitsland en Nederland. Voor de houtsnip liggen de getallen anders: een hoger aantal vliegt over de Noordzee, de schattingen zijn circa 700.000 stuks (circa 5 procent van de populatie). Het overgrote deel hiervan vliegt echter over het noordelijk deel van de Noordzee, want deze vogels zijn afkomstig uit Scandinavië.

Van de kleine zwaan vliegt een veel groter deel van de westelijke populatie (29.000 stuks) over de Noordzee naar het Verenigd Koninkrijk en Ierland: 10 procent komt terecht in Ierland. De Britse populatie omvat 8200 exemplaren [Birdlife International, 2004 of BirdFacts, website]. Dus circa een derde van de populatie van de kleine zwaan vliegt over met name de zuidelijke Noordzee.

Tijdens de vogeltellingen voor NSW [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005] werd bij elke studie slechts een keer een groep kleine zwanen waargenomen. Dit duidt er op dat de trek van deze soort over de Noordzee een breedfronttrek is.

### **Weerseffecten**

Bij sterke zuidwestelijke tot noordwestelijke wind in het najaar of noordelijke tot noordoostelijke wind in het voorjaar, treedt onder de kust stuwning op, waarbij de aantallen vogels langs de kust sterk oplopen [Camphuysen & Van Dijk, 1983]. De breedte van deze gestuwde trekstroom is onbekend. Harde wind kan er toe leiden dat minder vogels dan normaal trekken, maar de vogels die reeds onderweg zijn, zullen lager gaan vliegen om zo minder tegenwind te hebben. Windrichting kan ook vogels doen besluiten om een andere route te kiezen. Indien gunstige rugwinden optreden, zullen landvogels 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 najaars maanden ook uiteindelijk door de grootste aantallen de oversteek wordt gemaakt. Omgekeerd zal de trek vanaf de Britse Eilanden naar het vasteland in het voorjaar voorspoedig verlopen bij de overheersende westelijke winden.

Migrerende vogels kunnen gedesoriënteerd raken of teveel energie verbruiken tijdens het vliegen bij harde wind, waardoor veel dieren in zee terecht komen en sterven [Butler *et al.*, 1997]. Het belang van een goede windrichting voor de migratie van vogels (anders dan zeevogels en meeuwen) werd ook aangetoond in Krijgsveld *et al.* [2005]. Tijdens harde wind gaan veel vogels lager vliegen en als ze de mogelijkheid hebben om ergens te landen met harde wind, dan zullen vooral migrerende vogels dit in grote aantallen doen.

### **Nachtelijke trek**

Uit radarwaarnemingen bij Hoek van Holland blijkt dat nachtelijke trek langs de kust boven zee in de regel op hoogten van minder dan 150 meter plaatsvindt [Buurma & Van Gasteren, 1989]. Overdag werd lager gevlogen (over het algemeen lager dan 100 meter) dan 's nachts, maar in beide perioden waren de aantallen op lage hoogten het grootst (11 meter gemiddeld). Uit Krijgsveld *et al.* [2005] blijkt dat 's nachts vooral *passerines* vlogen (voornamelijk landvogels zoals koperwiek, graspiepers en spreeuwen), terwijl het merendeel van deze migranten boven de 200 meter vloog (en dus buiten bereik van de rotor).

In dit MER wordt van de flux van landvogels, steltlopers en ganzen en zwanen (inclusief eenden) uitgegaan dat van de noord-zuid migratie niet veel over is op meer dan 20 kilometer uit de kust. Pelagische soorten zoals meeuwen, jan van gent en jagers trekken voor een groot deel ook over open zee. Echter in dit MER wordt de trek van deze groep vogels niet apart behandeld. Voor de oost-west migratie van de groepen landvogels, steltlopers en ganzen en zwanen wordt een aanname gedaan van 25% van de noord-zuid migratie zoals waargenomen in Krijgsveld *et al.* [2005]. Voor dit MER is uitgegaan dat dit ook de flux is van deze groepen ter plaatse van het plangebied van Windpark Q4-WP.

### **7.2.7 Vliegbewegingen inclusief trek**

Als opmaat naar de effectbeschrijving wordt hier een overzicht gegeven van de vliegbewegingen van de verschillende soorten vogels. Tellingen zijn gedaan in aantallen per uur per kilometer. Deze gegevens kunnen worden gebruikt bij het inschatten van het potentieel aan aanvaringen met de windturbines. Alhoewel in Krijgsveld *et al.* [2005] onderscheid is gemaakt naar vogels die onder rotorniveau, op rotorniveau en boven rotorniveau vliegen, hebben we deze informatie niet kunnen gebruiken. De aanvaringsrisico's die worden gebruikt in dit MER zijn afkomstig uit Winkelman [1992a-d] en deze gelden voor de gehele hoogte van maaiveld (zeeniveau) tot aan tiphoogte van de rotors. De vliegbewegingen die hier worden gegeven zijn niet alleen van trekkende vogels, ook vogels die van kolonie naar voedselgebieden op zee vliegen en vice versa worden meegenomen, evenals bewegingen van de lokaal verblijvende vogels.

Uit Krijgsveld *et al.* [2005] is duidelijk dat bepaalde soorten vooral rondvliegen om te foerageren of op weg zijn van of naar andere foerageerplekken. Alkachtigen, jan van genten, meeuwen en jagers zijn groepen die dit eigenlijk het hele jaar door doen. Trekvogels werden praktisch alleen waargenomen tijdens duidelijke migratieperiodes.

De gegevens in Krijgsveld *et al.* [2005] over de aantallen langsvliegende vogels (Mean Traffic Rate, MTR) zijn afkomstig van Meetplatform Noordwijk. Dit platform ligt circa 9 kilometer uit de kust, terwijl het geplande windpark circa 24 kilometer uit de kust ligt. Zoals aangegeven, wordt er van uitgegaan dat op deze afstand geen of vrijwel geen noord-zuid trekkende vogels meer voorkomen.



In tabel 7.2 worden de *mean traffic rates* (MTR) gegeven van de verschillende soortgroepen per maand ter plaatse van het Meetplatform Noordwijk. Deze gegevens zijn afkomstig uit Krijgsveld *et al.* [2005].

**Tabel 7.2** *Maandelijks MTR (aantallen vogels/uur/km) langs de Noordzeekust, gemeten op Meetplatform Noordwijk*

Groep	Sept	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Juni	Gemiddeld**	
Duikers	0	0,3	1	2,5	0,9	1	1	0,2	0,1	0	0,7	
Alkachtigen	0	2	6,5	9,5	3	2	2,5	0,01	0	0,01	2,5	
Aalscholver	0,7	0,8	0	0,2	0	0,1	0	0,6	1,5	2,2	0,6	
Jan van Gent	0,05	0,6	0,4	1	0,05	0,1	0,2	0,4	0,2	0,9	0,4	
Ganzen en Zwanen	0	1,6	0,5	2,7	0	1	0,8	0,4	0	0	0,7	
Zee-eenden	1,2	4	1,7	3,3	3,2	6,7	4	4	7,1	0	2,7	
Overige eenden	0,2	0,3	0,6	1,8	0	0,4	1,1	0,6	0	0	0,5	
Grote stern*	0,05	0,1	0	0	0	0	0,25	0,8	2	0	0,3	
Steltlopers	0,31	0,29	0,34	0,36	0	0,03	0,31	0,47	0,03	0,26	0,2	
Landvogels	1	14	16	0	0,01	0,01	0,01	0,01	12	1	4,4	
Noordse stormvogel	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0,2	0,04	
Kleine mantelmeeuw*	Som overige maanden: 44,4									16	6,0	
Grote mantelmeeuw*	Som overige maanden: 5,9									7	1,3	
Zilvermeeuw*		7	Som overige maanden: 16,8									2,4
Drieteenmeeuw	0	4,5	12,9	23,8	5,4	0,3	0,4	0,1	0	0,1	4,8	
Stormmeeuw*		8	Som overige maanden: 19									2,7
Dwergmeeuw	0	10,2	1,1	0,1	0,2	0,2	0,7	2,0	0	0	1,5	
Kokmeeuw*		3	Som overige maanden: 2									0,5
Jagers	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,02	

\* Sterns zijn niet gedefinieerd in [Krijgsveld *et al.*, 2005], maar uit [Leopold *et al.*, 2004] blijkt dat de grote stern circa een kwart van het totaal uitmaakt. De "overige sterns" bestaan met name uit visdief en noordse stern. Een vergelijkbare benadering is toegepast op de aantallen zilvermeeuwen en mantelmeeuwen: de MTR is afkomstig uit tabel 6.1, de verhoudingen tussen de verschillende soorten zijn geschat uit figuur 6.6C [tabel en figuur beide uit Krijgsveld *et al.*, 2005]).

\*\* Het maandelijks gemiddelde is de som van alle maandelijks MTR's gedeeld door 10, omdat in juli en augustus geen metingen zijn gedaan.

In het algemeen worden bij hardere wind de vliegbewegingen minder. Boven de 10 meter per seconde (Beaufort 5) is er nog weinig vliegactiviteit over, 90 procent vindt plaats bij windsnelheden lager dan 10 meter per seconde [Krijgsveld *et al.*, 2005]. Deze trend werd vooral bepaald door jan van gent, meeuwen en landvogels. Aalscholvers en alkachtigen gaven een (lichte) toename te zien bij een toenemende windsnelheid. Noordse stormvogels waren vooral te zien bij harde wind. De toename van alkachtigen en stormvogels kan mogelijk veroorzaakt worden doordat deze bij hardere wind dichterbij de kust (het meetpunt) vliegen of terecht komen en niet doordat ze dan meer vliegen dan bij minder wind. Overige soorten vertoonden weinig relatie tussen windsnelheid en vliegbewegingen.

De vliegbewegingen voor de voornoemde soorten en soortgroepen in het plangebied Q4-WP zijn anders dan die in het kustgebied rond Meetplatform Noordwijk.

Sommige soorten zullen met lagere fluxen voorkomen, andere juist weer met hogere. Deze *traffic rate* uit Krijgsveld *et al.* [2005] dient te worden bijgesteld voor de situatie ter plaatse van het plangebied van Q4-WP.

Voor dit MER is de flux (MTR) ter hoogte van Q4-WP afgeleid van die van MTR Noordwijk, daarbij afgaand op verschillen tussen de dichtheden in de kustwateren [Leopold *et al.*, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005] en die in en rondom het plangebied Q4-WP, zoals uit de verschillende bronnen blijkt [Arts & Berrevoets, 2005; MWTL, 2002-2006]. In de hieronder weergegeven tabel wordt aangegeven welke dichtheden zijn gebruikt en wat de in deze studie omgerekende MTR ter hoogte van Q4-WP is. De MTR is berekend uit de verhouding tussen de dichtheden in kustwater en in/rond het plangebied. Bijvoorbeeld: voor de drieteenmeeuw is de dichtheid op de kust 0,7 per vierkante kilometer terwijl dat ter plaatse van het plangebied Q4-WP circa 3,5 per vierkante kilometer is. Omgerekend is de maandelijks gemiddelde MTR op Q4-WP dus  $(3,5/0,7 = 5) * 4,8 = 24$  uur/km. Hierbij is er van uitgegaan dat het aantal vliegbewegingen gelijk blijft bij gelijkblijvende dichtheid.

**Tabel 7.3 Omrekening van maandelijks gemiddelde MTR vogels Noordwijk naar maandelijks gemiddelde MTR offshore ter plaatse van Q4-WP**

Vogelsoort	Dichtheid (#/km <sup>2</sup> )		Mean Monthly Traffic Rate (#/uur/km)	
	Kust	Q4-WP	Kust	Q4-WP
Duikers	1	0	0,7	-
Alkachtigen	2	3,5	2,5	4,38
Aalscholver	1	0	2,5	-
Jan van gent	0,25	1	0,4	1,60
Ganzen en zwanen*	100%	25%	0,7	0,18
Zee-eenden	2	0	2,7	-
Overige eenden*	1	25%	0,3	0,13
Grote stern	0,5	0,2	0,3	0,12
Visdief/Noordse stern	1,0	0,3	0,9	0,27
Steltlopers*	100%	25%	0,2	0,05
Landvogels*	100%	25%	4,4	1,10
Noordse stormvogel	0,2	2	0,04	0,40
Drieteenmeeuw	0,7	3,5	4,8	24,00
Zilvermeeuw	5	2	2,4	0,96
Kleine mantelmeeuw	4	4	6	6,00
Grote mantelmeeuw	2	1	1,3	0,65
Dwergmeeuw	2	0	1,5	-
Stormmeeuw	2	0,2	2,7	0,27
Kokmeeuw	2	0	0,5	-
Jagers	0,02	0,02	0,02	0,02

\* Voor ganzen en zwanen, steltlopers en landvogels is de dichtheid niet bekend, maar in Krijgsveld *et al.* [2005] is aangegeven dat de oost-west flux zo'n 25% van de totale flux bedroeg. Deze percentages zijn in bovenstaande tabel gebruikt om het fluxverschil tussen de kust en Q4-WP te berekenen. Tevens is voor de noord-zuid flux van de trekkende vogels ter plaatse van Q4-WP eveneens uitgegaan van een kwart van de totale flux zoals die is waargenomen bij Meetpaal Noordwijk [Krijgsveld *et al.*, 2005]. In tabel 1 [Krijgsveld *et al.*, 2005] staat aangegeven welk deel dichtbij vliegt en welk deel verder weg.

### 7.3 Autonome ontwikkeling

De toekomstige ontwikkelingen van de vogels die zich op zee begeven, zijn lastig in te schatten omdat ze van vele, niet goed in te schatten factoren afhangen die voor een groot deel ook buiten Nederland liggen.

Zo zijn veel meeuwen vooral afhankelijk van kotters en wat de vissers overboord gooien (teruggooi van ondermaatse vis, niet marktwaardige soorten, ingewanden en bodemdieren). Voorts zijn er aanwijzingen dat bijvoorbeeld de industriële visserij op spiering en puitaal een directe voedselconcurrent is voor visetende specialisten zoals de papegaaiduiker in het noorden van Groot-Brittannië en dat veranderingen in de visgemeenschap in de Noordzee en daardoor op visetende vogels zijn opgetreden als gevolg van de hoge visserijdruk [Camphuysen & Garthe, 2001]. In de noordelijke Noordzee zijn wel tekenen dat onder andere drieteenmeeuwen slechte broedjaren hebben door een overbevissing van smelt en spiering [Frederiksen *et al.*, 2004]. Veranderingen in visserijdruk en verspreidingspatronen (bijvoorbeeld als gevolg van instellen van beschermde gebieden) kunnen meetbare effecten op aantallen meeuwen hebben.

Schelpdiereters zoals eidereenden en zee-eenden zijn vooral afhankelijk van het broedvalsucces van schelpdieren. Bekend is dat dit sterk wisselt van jaar tot jaar. De populatiegrootte van deze dieren zal daar in meegaan, mede afhankelijk van wat er aan reservevoedsel in de kustzone (*Spisula* en *Ensis*) aanwezig is. Het stopzetten van de mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee zal hier een positief effect op hebben. De uitgifte van vergunningen om op *Spisula* en *Ensis* te mogen gaan vissen in de kustwateren van de Voordelta heeft daarentegen een negatief effect. De voorraad van *Spisula* (*S. subtruncata*, de halfgeknotte strandschelp) is sterk gedaald de afgelopen jaren, terwijl daarentegen de voorraad *Ensis* (en dan vooral de *E. directus* (= *E. americanus*), de Amerikaanse zwaardschede) is gegroeid [Craeymeersch & Perdon, 2006]. Eidereenden zijn wel gesignaleerd op de *ensis*banken, maar of bovengenoemde schelpdieren een geschikte vervanging zijn voor mossels en strandschelpen moet nog blijken [Zwarts, 2007].

Lange-afstand trekvogels hebben voor wat Nederland betreft vooral baat bij de instandhouding van de intergetijdengebieden. Vooral de zuidwestelijke Delta baart wat dat betreft enige zorgen; zowel de Oosterschelde als de Westerschelde hebben de afgelopen jaren intergetijdengebied verloren en bij de Oosterschelde is er vooralsnog geen ommekeer te voorzien. Voor de Westerschelde zouden wellicht de ontpolderingen een positieve bijdrage aan het intergetijdengebied kunnen leveren.

Broedvogels zijn naast hun voedsel uiteraard sterk afhankelijk van geschikte broedplaatsen. Er zijn geen aanwijzingen dat het aantal geschikte broedhabitats in Nederland achteruit of vooruit gaat voor typische broedvogels die op zee foerageren [zie bijvoorbeeld Kwak & Van den Berg, 2004]. Zoals vaak met kolonievogels, zijn bezettingen van kolonies sterk variabel. Vooral aalscholvers zitten in de lift doordat ze nieuwe kolonies vestigen. Voor de overige kolonievormers zijn er geen trends zichtbaar. Bij ongewijzigd beleid is het niet waarschijnlijk dat zich veranderingen zullen voltrekken in de broedvogelpopulaties.

### 7.4 Effectbeschrijving

De effecten van windturbines op vogels zullen hier kwantitatief worden ingeschat. Dit betekent dat er aantallen slachtoffers per soort of soortgroep per windturbine per dag en jaar zullen worden weergegeven. Voorts wordt berekend wat dit betekent voor de verschillende voorgestelde varianten van het windpark Q4-WP. Hiermee kan worden aangegeven wat de mortaliteit van vogels door het jaar heen is en wat de effecten op de populaties zullen zijn.

Naast aanvaring met een windturbine zijn er nog twee andere zaken waar vogels hinder van kunnen ondervinden:

- barrièrewerking voor vliegende vogels;
- verstoring c.q. habitatverlies van alle aanwezige vogels.

Deze factoren worden eveneens in deze paragraaf behandeld.

#### **7.4.1 Aanvaringsslachtoffers**

De aanvaring van vogels met een windturbine betekent direct sterfte voor de vogels. Om de ernst van de sterfte te bepalen, dient deze afname vergeleken te worden met de omvang van de populatie en de natuurlijke groei van deze populatie.

Ten aanzien van de ernst van de sterfte door aanvaringen hanteren we in dit MER zowel de 1 procent grens als de 5 procent grens van de natuurlijke sterfte voor de aanvullende sterfte van vogels door windturbines. Als de sterfte onder de 1 procent valt, is er zeker geen probleem en kan een significant effect door deze factor op de populatie worden uitgesloten. Is de additionele sterfte meer dan 5 procent, dan is er zeker sprake van een significant effect. Alle gevallen die tussen de 1 en de 5 procent vallen, dienen bediscussieerd te worden op basis van het individuele geval.

Voor de omvang van de populaties wordt de West-Europese of Noord-Atlantische populatie van de vogels gebruikt. Door sommigen wordt het gebruik van een nationale (Nederlandse) populatie voorgesteld [Zucco *et al.*, 2006]. Voor de zuidelijke Noordzee of het NCP is het niet zinvol om een nationale populatie te gebruiken, omdat de vogels die het plangebied Q4-WP aandoen niet afkomstig zijn uit een bepaalde nationale populatie. Om dezelfde reden kan geen gebruik worden gemaakt van de zogenaamde NCP (Nederlands Continentaal Plat) populatie.

Voor de afzonderlijke soorten, zoals de meeuwen is het gebruik van een populatieomvang geen probleem. Voor de samengestelde groepen daarentegen wel. De groepen 'zwanen en ganzen', 'steltlopers', en 'landvogels' bestaan uit zeer veel verschillende soorten, met voor sommige soorten zeer grote aantallen (honderdduizenden tot meer dan een miljoen) per populatie die over Nederland trekken. Velen hiervan trekken nooit of in zeer kleine aantallen over zee [zie onder andere LWVT/SOVON, 2002]. Besloten is om alleen die soorten mee te nemen die daadwerkelijk in redelijke aantallen over de kust zijn waargenomen. Van de zwanen is alleen de kleine zwaan meegenomen. Van de ganzen zijn meegenomen: de brandgans, de rotgans en de grauwe gans. De overige ganzen vliegen vrijwel niet over de kust of zijn te laag in aantal om in de totale aantallen wezenlijk mee te doen.

#### Berekening aanvaringsslachtoffers

De berekening van het aantal mogelijke aanvaringsslachtoffers is gedaan volgens de meest recent ontwikkelde methode zoals die is ontwikkeld en gebruikt door onder andere Bureau Waardenburg voor andere reeds openbare en geaccepteerde MERren zoals voor windpark Katwijk (ook in de Noordzee). Zoals op veel terreinen waarop kennis beperkt is, speelt voortschrijdend inzicht in gegevens en ingreep-effect relaties een grote rol. Zo ook bij de berekeningsmethoden of –modellen voor het schatten van aanvaringsslachtoffers.

De afgelopen jaren zijn verschillende methoden gebruikt en momenteel wordt als best ontwikkelde methode die van Bureau Waardenburg gezien. Deze is ook recentelijk weer aangepast. Dit garandeert echter niet een eenvormigheid aan uitkomsten, omdat ook de inputgegevens voor een belangrijke variatie in uitkomsten kan zorgen.

De methodologie, mits goed uiteengezet, levert echter wel een behoorlijke mate van transparantie op; dit dient uiteraard ook voor de keuze van de inputgegevens te worden gedaan. De bandbreedte van deze gegevens is groot. Bijeengebracht in een rekenmodel kan de keuze van deze gegevens leiden tot een resultaat waarop een behoorlijke marge zit. Het is belangrijk om deze marge zo goed mogelijk in beeld te brengen, omdat dit de “plaats” van het uiteindelijke resultaat in de grotere marge verduidelijkt. Echter, vele aannamen dienen te worden gemaakt om de onbekenden in het rekenmodel een (gemotiveerde) plek te geven, zodat een volledige kwantitatieve foutenanalyse niet goed mogelijk is.

De beschrijving van de keuzen voor bepaalde gemiddelden uit een gegevensset en de aannamen zullen zo goed mogelijk worden gemotiveerd. Aan het einde van deze paragraaf zullen de voornaamste problemen rondom de berekeningen worden besproken.

### **Rekenmodel**

In de methode van Bureau Waardenburg worden twee “routes” gehanteerd (zie onder andere MER Offshore Windpark Katwijk, 2006, definitieve versie). Dit zijn feitelijk twee verschillende rekenmodellen die al naar gelang de beschikbaarheid van bepaalde gegevens gebruikt kunnen worden. Hier zullen ze beide weergegeven en gebruikt worden.

**Route 1** is een lineaire regressie van slachtoffers versus rotoroppervlakte van een windpark. Deze regressie is gebaseerd op empirische gegevens (voor de onderliggende argumentatie wordt verwezen naar voornoemd MER). De formule luidt:

$$N_1 = 0,0026 * Or + 17,051 \quad (1)$$

$N_1$  = aantal berekende aanvaringslachtoffers per turbine;  
 $Or$  = rotoroppervlakte van de gebruikte turbine.

De berekening via route 1 is nogal rechttoe rechtaan. De enige variabele hier is het rotoroppervlak van de betreffende turbine per variant en deze staat vast.

Vermeldenswaardig is dat deze relatie is afgeleid van tellingen van slachtoffers bij negen verschillende windparken in Nederland en België, welke dus een empirische vergelijking is, die een correlatiecoëfficiënt heeft van 0,3232 ( $R^2 = 0,1045$ ). Aanvullende analyse (Bonferroni, Systat) gaf een  $P > 0,4$ , dus deze relatie is niet significant te noemen. Desalniettemin kan deze vergelijking gebruikt worden om een idee te krijgen van het aantal aanvaringslachtoffers in het besef dat een grote onzekerheid mee speelt. Deze formule geeft in principe de toename van het aantal slachtoffers weer bij toenemend rotoroppervlak. Dat deze relatie niet 1 op 1 was, is eerder door Tucker [1996] gevonden, maar na analyse van veldgegevens blijkt dat het aantal slachtoffers nog minder sterk toeneemt bij een toenemend rotoroppervlak dan door Tucker berekend.

Indien fluxen van aparte soorten en/ of soortgroepen bekend zijn, evenals de configuratie van het park, dan kan **route 2** gebruikt worden. Met deze rekenmethode kan het aantal aanvaringslachtoffers per soort of soortgroep geschat worden dat door het park heen vliegt. De aanvaringsrisico's zijn gebaseerd op de studies van Winkelman aan windpark Oosterbierum (toenmalige proefwindcentrale) [Winkelman, 1992a].

De formule voor route 2 luidt:

$$N_2 = A * Cr * Ceff * Np \quad (2)$$

- $N_2$  = aantal berekende aanvaringslachtoffers per park per jaar;  
 $A$  = aanvaringskans voor vogels bij vliegen door park Oosterbierum;  
 $Cr$  = correctie voor de bedekkingsgraad rotoroppervlak park ten opzichte van dat van Oosterbierum;  
 $Ceff$  = correctie voor grotere rotoroppervlak ten opzichte van dat van Oosterbierum;  
 $Np$  = jaarlijkse flux van vogels door park<sup>2</sup>

Van de in te vullen parameters zijn  $A$  (de aanvaringskans) en  $Ceff$  (de correctie voor het effectieve rotoroppervlak van het door te rekenen park) relatief eenvoudig in te vullen, zonder al te veel aannamen. De overige parameters (de correctie voor de bedekkingsgraad en de flux) zijn niet zonder een aantal aannamen met zeer beperkte betrouwbaarheid in te vullen. Hieronder zullen de verschillende parameters besproken worden en dan met name de betrouwbaarheid en de eventuele afleidingen dan wel aannamen.

Een factor die van groot belang is voor het aanvaringsrisico is de vlieghoogte van de betreffende soorten. Echter, de aanvaringskansen die in de formule (2) worden gebruikt, zijn bepaald voor de gehele hoogte van het park en het effect van de vlieghoogte kan derhalve niet worden meegenomen.

$A$ , de aanvaringskans is de kans op aanvaring van vogels met rotor of paal zoals deze berekend is voor het gehele windpark Oosterbierum [Winkelman, 1992a-d]. Deze kans geldt niet per turbine of alleen voor aanvaringen op rotorhoogte. Daarnaast geldt deze kans voor vogels die het park invliegen en dus niet voor de flux van vogels zoals die buiten het park worden waargenomen. Derhalve zal van een gemeten flux buiten het park de uitwijking voor het park (*macro-avoidance*) moeten worden afgetrokken, zie ook hieronder.

Voor de vogelgroepen in windpark Oosterbierum zijn onderstaande aanvaringskansen berekend voor de vogels die het windpark invliegen. Deze kansen zijn berekend op basis van het aantal vliegbewegingen voor de hele dag (etmaal) én 's nachts, en het maximaal aantal mogelijke slachtoffers [zie tabel 12b uit Winkelman, 1992a]. Dit is inclusief het aantal getelde slachtoffers door predatie en slachtoffers waarvan de doodsoorzaak niet direct terug te leiden is op een aanvaring met een turbine.

**Tabel 7.4** *Aanvaringskansen voor soortgroepen vogels overdag met de aanvaringskansen etmaal/'s nachts. Het gaat om de kans zoals berekend voor het park Oosterbierum voor aanvaring met de gehele turbines, inclusief paal, tot op tiphoogte*

Soortgroep	Gemiddelde aanvaringskans	Aanvaringskans op 95% b.i.
Eenden	0,02%/ 0,04%	0,04%/ 0,09%
Meeuwen	0,01%/ 0,16%	0,02%/ 0,37%
Steltlopers	0,01%/ 0,06%	0,02%/ 0,13%
Zangvogels	0,02%/ 0,28%	0,04%/ 0,64%

De aanvaringskans voor eenden is in dit MER gebruikt voor de berekening voor alkachtigen en ganzen en zwanen. De aanvaringskans voor meeuwen is in dit MER gebruikt voor de berekening van alle meeuwen, de grote stern, de jagers, de visdief en de noordse stern, de noordse stormvogel en de jan van gent.

<sup>2</sup> Aantal vliegbewegingen per soort/ groep door gehele vlak van park per jaar, dus van "maaiveld" tot aan tiphoogte.

De aanvaringskans voor zangvogels komt overeen met die van landvogels.

De nachtelijke aanvaringskans ligt enkele keren tot enkele ordegrootten hoger dan de etmaalkans (zie bovenstaande tabel, zie ook tabel 12a in Winkelman, 1992a). De vraag is echter in hoeverre dit reëel is als metingen aan vliegbewegingen beschikbaar zijn voor de gehele dag. Door te rekenen met de maximale aanvaringskans van 's nachts wordt een sterke *worst-case* situatie genomen. De aanvaringskansen uit Winkelman [1992a] zijn berekend op gegevens die zijn verzameld in perioden waar de kans op aanvaring het grootst werd geacht: herfst en voorjaar [zie opmerkingen pagina 17 Winkelman, 1992a].

De aanvaringspercentages kunnen tot op zekere hoogte worden vergeleken met die zijn berekend voor twee windparken in België (één langs de kust in Zeebrugge en één langs een kanaal te Brugge) [Everaert *et al.*, 2002]. Deze getallen leveren voor meeuwen als groep goed vergelijkbare kansen op voor aanvaringen overdag, terwijl de kansen 's nachts in de Belgische studies een ordegrootte kleiner zijn dan in de Nederlandse nachtsituatie (Oosterbierum). Hierbij dient wel te worden vermeld dat de meeste aanvaringen overdag en bij schemering plaatsvonden, zodat de etmaalkans uit de Vlaamse studies hoger uitkwam dan de etmaalkans in de Nederlandse studies (J. Everaert, persoonlijke mededeling). Voor zanglijsters werd eveneens een aanvaringskans berekend die in België een ordegrootte kleiner was dan voor zangvogels algemeen in Oosterbierum.

De berekening van aanvaringskansen uit bestaande parken is van groot belang voor de schatting van het aantal slachtoffers in geplande windparken, immers, een verdubbeling van de aanvaringskans geeft een verdubbeling van het aantal geschatte slachtoffers. De methodologie voor de berekening wordt mede bepaald door de zoekefficiëntie van vogels onder turbines en de (geschatte) mate van predatie. De kansen zoals die dus uit verschillende studies bij bestaande parken zijn berekend, komen dus ook met een zekere, maar onbekende want door aannamen in zoekefficiëntie en in predatie bepaalde, foutmarge. Dit wordt ook aangegeven in Winkelman [1992a-d]. In verband met de onzekerheidsmarges en het voorzorgsbeginsel wordt in dit MER uitgegaan van de maximale aanvaringskansen zoals die voor de nacht zijn berekend door Winkelman [1992b], dus de rechter getallen in de rechter kolom van tabel 7.4.

De volgende parameter,  $C_r$ , is de verhouding tussen de bedekkingsgraad van de rotoren van het fluxvlak (het vlak waardoor de vogels vliegen) van het door te rekenen park met dat van Oosterbierum. Het idee hierachter is dat de kans voor de aanvaring is berekend in Oosterbierum, mede bepaald door de verhouding van het door rotors bedekte vlak met de vrije ruimte in het park. In elk park kan deze verhouding anders zijn en daarvoor dient dus gecorrigeerd te worden. Van essentieel belang voor deze correctiefactor is welk verticaal vlak wordt gekozen als zijnde representatief voor de kans op aanvaring van de ter plaatse langsvliegende vogels met de masten en rotors van de turbines in het park. Complicerende factoren daarbij zijn de verschillende configuraties van windparken en de verschillen in dominante vliegrichtingen van vogels in plangebieden. Langs de kust zijn in voor- en najaar noordoost respectievelijk zuidwest richtingen dominant, zodat voor windparken in kustgebieden en noord-zuid migrerende vogels vlakken loodrecht op deze richtingen het meest voor de hand liggen.

Broedvogels zullen voornamelijk bewegingen loodrecht op de kust maken; van kolonie naar foerageergebied is dit althans aannemelijk de kortste route. Voor windparken midden op zee, zoals Q4-WP, waar lokaal verblijvende vogels en hun vliegbewegingen (vermoedelijk) dominant zijn, is het vaststellen van het meest belangrijke vlak moeilijk.

Voor de verschillende groepen vogels die in dit MER worden behandeld, de trekvogels, de broedvogels en de niet-broedvogels, zal de voornaamste vliegrichting verschillend zijn.

Voor alle vogels ligt het dus voor de hand om een verschillend vlak als dominante vliegrichting te gebruiken. Broedvogels worden in dit MER niet verder behandeld. De trekvogels zullen in verband van dit MER een trekrichting hebben die vooral oost-west is en de niet-broedvogels die lokaal verblijven kunnen van alle kanten komen. Voor rechthoekige opstellingen maakt het weinig uit: de verhouding rotoroppervlak versus vrije ruimte is aan de korte kant wel veel hoger, maar de flux van vogels die daar doorheen trekt is evenredig veel lager dan de verhouding rotoroppervlak versus vrije ruimte hoger is. Immers, de flux die voor de formule wordt gebruikt, dient te worden aangepast aan de zijde van het park die als dominante vliegrichting wordt aangenomen (om welke reden dan ook). Een probleem doet zich voor bij niet rechte configuraties van windparken, zoals niet-ronde cirkels, driehoeken en andere niet vierkanten, rechthoeken of lijnopstellingen. Hier verloopt immers het aantal turbines in de vliegrichting van de vogels.

Een oplossing is het nemen van het langste vlak waar de vogels doorheen kunnen vliegen, wat zonder correctie voor het deel waar geen turbines staan als een *worst-case* scenario kan worden gezien. Bij een rechthoek of vierkant is dit de diagonaal. Voor het deel waar geen turbines staan kan weer een correctie worden toegepast, maar die komt op hetzelfde neer als simpelweg het kiezen van de ene of de andere zijde van het vierkant of de rechthoek. Bij niet gelijkbenige driehoeken of andere, minder eenduidige configuraties is zo'n correctie niet eenvoudig toe te passen. Het aannemen van het langste vlak waar de vogels doorheen kunnen vliegen, is dan een redelijke *worst-case* scenario aanname, er van uitgaande dat met name lokaal verblijvende vogels van alle kanten kunnen komen aanvliegen. Als de vliegrichtingen vanaf alle kanten evenredig verdeeld zijn, is de gemiddelde lengte van alle drie zijden een gemiddelde aanname.

Uit voorzorgsprincipe is daarom voor het plangebied van Q4-WP de langste zijde genomen als de zijde waarvoor de verhouding rotoroppervlak en vrije ruimte wordt bepaald teneinde tot de correctiefactor  $C_r$  te komen. In dat geval wordt ook de flux zoals door dit vlak berekend, gebruikt in de formule (zie hieronder).

Configuraties hebben ook een effect op de aanvaringsgetallen. Een groep vogels die verschillende turbines achter elkaar passeert, heeft een (rekenkundig) kleiner effect (aantal slachtoffers) dan eenzelfde hoeveelheid vogels die in een keer hetzelfde aantal turbines naast elkaar passeert. Een dergelijke correctie is hier echter niet toe te passen.

Voorts dient in de formule gecorrigeerd te worden voor het toegenomen oppervlak van de rotors van de turbines. Dat het rotoroppervlak en het aantal aanvaringssslachtoffers niet een op een toeneemt, werd geconstateerd door Tucker [1996], die hiervoor een correctiefactor afleidde. Bureau Waardenburg heeft op basis van empirische gegevens een andere correctiefactor berekend. Deze correctie heeft dezelfde basis (en dus betrouwbaarheid) als de lineaire regressie in formule (1).

Deze correctiefactor wordt berekend door eerst het gecorrigeerde oppervlak te berekenen voor de betreffende turbine met onderstaande formule:

$$\text{Oppervlak (gecorrigeerd, } O_c) = \{(0,0001378 * \text{Oppervlak (origineel, } O_r)) + 0,9026\} * 709,9$$

(3)

Als we het gecorrigeerde oppervlak uitrekenen voor dezelfde turbine als waarvoor deze relatie is vastgesteld (Oosterbierum, dus als  $O_r = 706,9$  vierkante meter) dan is het  $O_c < 1$ .



Als  $O_c$  op 706,9 wordt gesteld, dan blijkt de waarde 0,0001 (zoals vermeld in het definitieve MER voor Offshore Windpark Katwijk, WEOM) te klein te zijn; de correcte waarde is 0,0001378 (afgerond). Met deze waarde is verder gerekend in de formule.

De resultaten van deze berekening voor de twee verschillende typen turbines zoals in dit MER gebruikt zijn, staan weergegeven in tabel 7.5. Hieruit blijkt dat de 4,5 MW turbine een aanzienlijk kleinere correctiefactor heeft dan de 3 MW turbine.

De correctiefactor  $C_{eff}$  die uiteindelijk in de formule (2) gebruikt wordt is in formule (3) gedeeld door het werkelijke oppervlak  $O_r$  van de te gebruiken turbine. Deze factor is nodig om uiteindelijk in de formule (2) een factor kleiner dan 1 te gebruiken om de daadwerkelijke correctie voor het totaal rotoroppervlak van het park te kunnen doorvoeren, zie tabel 7.5.

Voor het windpark zijn twee typen turbines in de planning, een van 3 MW en een van 4,5 MW; voor beide typen is een berekening gemaakt.

**Tabel 7.5 Specificaties van de mogelijke typen windturbines**

Type	Vermogen (MW)	Ashoogte (m)	Rotor diameter (m)	Totale hoogte (m)	Rotor oppervlak (m <sup>2</sup> ) per turbine	Effectief oppervlak (m <sup>2</sup> )	Correctie factor $C_{eff}$
1. "Klein"	3	65	90	110	6.362	1.258	0,1977
2. "Groot"	4,5	80	120	140	11.310	1.740	0,1539

Dit is het effectieve oppervlak zoals berekend met behulp van formule (3).

De laatste parameter in formule (2) is het aantal vliegbewegingen (flux of *traffic rate*) per jaar van de verschillende soortgroepen die door het park heen vliegen. Hiervoor wordt uitgegaan van de vliegbewegingen gemeten buiten het park (plaatselijke flux), gecorrigeerd voor het aandeel vogels dat uitwijkt voordat ze het park bereikt, de zogenaamde *macro-avoidance*. Gegevens over de vliegbewegingen ter plaatse van de geplande windparken Q4-WP zijn er echter niet. Daarom wordt gebruik gemaakt van de gegevens zoals die zijn verzameld in het kader van het NSW park bij Egmond aan Zee [Krijgsveld *et al.*, 2005]. De plaatselijke flux (MTR) van de vogels is berekend met behulp van de dichtheidsverschillen tussen de kustwateren en de planlocaties, zie tabel 7.3.

Vogels kunnen op twee verschillende manieren in aanvaring komen met turbines. Verschillende studies geven aan dat vogels voor windparken uitwijken (*macro-avoidance*). Desholm & Kahlert [2005] vonden dat het aantal ganzen en eenden dat door het gebied van windpark Nysted heen vloog met een factor 4,5 afnam ten opzichte van de preconstructie periode, wat overeen komt met 75 procent uitwijking.

Door Winkelman [1992a-d] werd 95 procent aangehouden voor migrerende vogels. Tijdens studies bleek het aandeel van vogels dat uitwijkt voor turbines rechtevenredig te zijn met hun spanwijdte [Everaert, 2006].

Toch is in dit MER een *macro-avoidance* van 50 procent aangenomen. Mogelijk ligt dit percentage voor bepaalde soorten hoger. Uit verschillende studies [Everaert 2006, J. Everaert, persoonlijke mededeling] blijkt een aanname van 50 procent uitwijking een veilige ondergrens (*worst-case* benadering) te zijn.

Daarnaast kunnen vogels de windturbines zelf ontwijken als ze eenmaal in het park zijn: micro-avoidance.

Van de vogels die op de hoogte van de rotors het park in vliegen, zal een groot deel uitwijken. Deze *micro-avoidance rate* ligt meestal ruim boven de 95 procent en in sommige gevallen zelfs boven de 99 procent [Chamberlain *et al.*, 2006]. Desholm & Kahlert [2005] kwamen voor eenden en ganzen op een totaal van 1 procent van de waargenomen populatie die dicht genoeg in de buurt van een turbine vlogen om enig gevaar van aanvaring te lopen. In dit MER wordt met deze *micro-avoidance* geen rekening gehouden, omdat deze uitwijking al is verrekend in de aanvaringsrisico's zoals hier gebruikt [uit Winkelman, 1992a].

De flux die ter plaatse van de het plangebied Q4-WP kan worden verwacht, is weergegeven in tabel 7.3. Dit is de flux vóór *macro-avoidance*. Er wordt geen correctie voor vlieghoogte van de vogels aangenomen; dit is reeds meegenomen in de aanvaringskans zoals in dit MER gebruikt. Minimaal 98 procent van de weergegeven flux vindt plaats op turbinehoogte, maar de hoogste fluxen vinden plaats op lagere hoogte dan rotorhoogte [Krijgsveld *et al.*, 2005]. Het effect van een grotere straal betekent een groter vlak dat potentieel voor aanvaring kan zorgen. Een grotere tiphoogte betekent ook een groter deel van de lucht bedekt door rotor, wat ook de aanvaringskans verhoogt. Indien een grotere rotor op een hogere as wordt geplaatst, dan zal de ruimte onder de rotor kunnen toenemen. Daar vinden de meeste vliegbewegingen plaats. In hoeverre een grotere turbine dus ook daadwerkelijk een groter aantal aanvaringssslachtoffers veroorzaakt, is dus niet alleen een kwestie van rotoroppervlak, maar ook van plaats in de luchtlagen ten opzichte van de luchtlagen die vooral door vogels gebruikt worden.

De aanvaringskans die in ons model wordt gebruikt, is afkomstig uit de studies van Winkelman [1992a-d] waarbij de kans op een aanvaring voor alle vogels geldt die op turbinehoogte het park in vliegen en niet alleen voor de exemplaren die op rotorhoogte vliegen.

Op basis van de bovenstaande gegevens en aannamen zijn in tabel 7.6 de resultaten van de berekening weergegeven. De resultaten zijn gegeven voor zowel route 1 als route 2. Ter verduidelijking wordt een voorbeeld gegeven, namelijk dat van de jan van gent voor aanvaring met de "kleine" windturbines in de basisvariant 3 MW van windpark Q4-WP volgens route 2.

Formule (2) volgend komen we op de volgende invulling:

$$N_2 = 0,37\% (A) * 1,67 (Cr) * 0,1977 (Ceff) * 61.670 (Np) = 75$$

Het aantal mogelijke aanvaringssslachtoffers van de jan van gent in het windpark Q4-WP met de kleine turbines (3 MW) is dus 75 (noot: er zijn afgeronde waarden gebruikt voor de invulling van de parameters). Let wel, de flux is dus het aantal vliegbewegingen, na correctie voor de *macro-avoidance* (50%):

$$Np = 1,6 \text{ (ex/uur/km, zie tabel 7.3)} * 24 * 365 \text{ (in jaar)} * 8,8 \text{ (kilometer, langste diagonaal oppervlak Q4-WP)} * 50\% \text{ (macro-avoidance)} = 61.670 \text{ stuks.}$$

In tabel 7.6 is het aantal slachtoffers weergegeven voor de verschillende turbines met zowel de dag- als de nachtkans op aanvaring.

**Tabel 7.6 Aantal mogelijke aanvaringslachtoffers per MW per jaar op Q4-WP, bij gebruik van 3 MW (klein) en 4,5 MW (groot)**

Vogelsoort			Aantal slachtoffers per MW Windpark Q4-WP			
			3MW turbine		4,5MW turbine	
			etmaalwaarde	nachtwaarde	N2etmaal	N2nacht
Alkachtigen	0,04%	0,09%	0,186	0,418	0,144	0,325
Jan van gent	0,02%	0,37%	0,034	0,628	0,026	0,488
Ganzen en zwanen	0,04%	0,09%	0,007	0,017	0,006	0,013
Overige eenden	0,04%	0,09%	0,005	0,012	0,004	0,009
Grote stern	0,02%	0,37%	0,003	0,047	0,002	0,037
Visdief/Noordse stern	0,02%	0,37%	0,006	0,106	0,004	0,082
Steltlopers	0,02%	0,13%	0,001	0,007	0,001	0,005
Landvogels	0,04%	0,64%	0,047	0,747	0,036	0,580
Noordse stormvogel	0,02%	0,37%	0,008	0,157	0,007	0,122
Drieteenmeeuw	0,02%	0,37%	0,509	9,417	0,395	7,316
Zilvermeeuw	0,02%	0,37%	0,020	0,377	0,016	0,293
Kleine mantelmeeuw	0,02%	0,37%	0,127	2,354	0,099	1,829
Grote mantelmeeuw	0,02%	0,37%	0,014	0,255	0,011	0,198
Stormmeeuw	0,02%	0,37%	0,006	0,106	0,004	0,082
Jagers	0,04%	0,09%	0,001	0,002	0,001	0,001
<b>Totaal vogels route 2</b>			0,974	14,649	0,757	11,381
<b>Per turbine per jaar</b>			2,922	43,946	3,405	51,213
<b>Per turbine per etmaal</b>			0,008	0,120	0,009	0,140

Door het grotere oppervlak van de 4,5 MW turbines vallen er per turbine meer slachtoffers dan bij de 3 MW turbines. Bij de berekening wordt er echter wel van uitgegaan dat de flux van vogels bij toenemend oppervlak van het gehele park gelijk blijft. De flux is gemeten over de breedte van het park, terwijl de hoogte zou dienen te zijn meegenomen in de correctiefactor voor hoogteklassen van de MTR zoals uit Krijgsveld *et al.* [2005] en de hoogten van de hier doorberekende turbines (110 versus 140 meter). Zoals al eerder uitgelegd bij de (niet toegepaste) correcties voor vlieghoogte van de verschillende soorten vogels, kan een hogere tiphoogte voor meer aanvaringslachtoffers zorgen, maar ook voor minder.

In de bovenstaande berekening is het effect op flux van andere rotorhoogten niet meegenomen; de formule laat dit niet toe. De inschatting is dat de 4,5 MW turbine meer slachtoffers zal veroorzaken dan de 3 MW turbine, omdat de onderkant van de rotor zich bij beide turbines op gelijke hoogte bevindt (ca. 20 meter boven zeeoppervlak), terwijl de bovenkant van de rotor van de 4,5 MW turbine zich op grotere hoogte bevindt dan die van de 3 MW turbine (respectievelijk 140 en 110 meter).

Er is wel een groot verschil tussen de aanvaringskansen als de etmaalkans wordt gebruikt versus de nachtkans; dit verschil is zelfs meer dan een orde grootte bij het totale aantal aanvaringen, evenals bij het verschil in aanvaringskansen.

In het vervolg hieronder, de beschrijving van effecten op parkniveau, zullen de resultaten worden gepresenteerd als de nachtkans wordt gebruikt. Dit is vanuit het voorzorgsprincipe, omdat veel onbekend is over de aanvaringskans van een behoorlijk andere vogelpopulatie dan in Oosterbierum met behoorlijk afwijkende turbines dan in Oosterbierum (ook rekening houdende met de onzekerheden in de relatie tussen rotoroppervlak en aanvaringskans). Wel zullen in de discussie de resultaten van de etmaalkans worden meegenomen, om aan te geven wat de bandbreedte is als de etmaalkans op aanvaringen wordt gebruikt.

### ***Aanvaringsslachtoffers per windpark – verschillen tussen alternatieve opstellingen***

Er zijn bij Windpark Q4-WP drie alternatieve opstellingen op het basisalternatief.

**Tabel 7.7 Inrichtingsvarianten Windpark Q4-WP**

Variant windpark	Aantal turbines	Totaal MW park
Basisvariant 3 MW	40	120
Compacte variant 3 MW	56	168
Basisvariant 4,5 MW	24	108
Compacte variant 4,5 MW	40	180

In de tabellen hieronder worden de slachtoffers per jaar bij de verschillende varianten van het geplande Windpark Q4-WP aangegeven.

**Tabel 7.8 Aantal potentiële aanvaringsslachtoffers per jaar bij de verschillende varianten van het geplande windpark Q4-WP, berekend via de verschillende routes**

Variant windpark	Route 1	Route 2
Basisvariant 3MW	1.344	1.758
Compacte variant 3MW	1.881	2.461
Basisvariant 4,5MW	1.115	1.229
Compacte variant 4,5MW	1.858	2.049

Er is een redelijke overeenkomst tussen de resultaten uit de berekeningen via route 1 en route 2, vooral bij de 4,5 MW varianten. De schattingen voor route 2 zijn altijd hoger dan voor route 1. Dit komt doordat bij route 1 het aantal potentiële aanvaringsslachtoffers lineair oploopt met het aantal turbines en in route 2 ook afhangt van het aantal soorten dat wordt meegenomen in de berekeningen.

In de tabellen 7.9 t/m 7.11 zijn de jaarlijkse slachtoffers per variant per vogelgroep of soort weergegeven, berekend via route 2. De eerste tabel geeft de absolute aantallen weer, de tweede de slachtoffers als percentage van de populatieomvang en de derde de slachtoffers als percentage van de natuurlijke populatiesterfte.

**Tabel 7.9 Jaarlijkse aantallen potentiële aanvaringslachtoffers bij de verschillende inrichtingsvarianten Q4-WP**

Soortgroep	Basis 3 MW	Compact 3 MW	Basis 4, 5MW	Compact 4,5 MW
Alkachtigen	50	70	35	58
Jan van gent	75	105	53	88
Ganzen en zwanen	2	3	1	2
Overige eenden	1	2	1	2
Grote stern	6	8	4	7
Visdief/noordse stern	13	18	9	15
Steltlopers	1	1	1	1
Landvogels	90	125	63	104
Noordse stormvogel	19	26	13	22
Drieteenmeeuw	1130	1582	790	1317
Zilvermeeuw	45	63	32	53
Kleine mantelmeeuw	283	396	198	329
Grote mantelmeeuw	31	43	21	36
Stormmeeuw	13	18	9	15
Jagers	0,2	0,3	0,2	0,3

**Tabel 7.10 Percentages potentiële aanvaringslachtoffers per jaar bij de verschillende inrichtingsvarianten Q4-WP ten opzichte van de omvang van de betreffende populaties**

Soortgroep	Populatie	Basis 3MW	Compact 3MW	Basis 4,5MW	Compact 4,5MW
Alkachtigen *	1.900.000-4000.000	0,003	0,004	0,002	0,003
Jan van gent	900.000	0,008	0,012	0,006	0,010
Ganzen en zwanen **	1.009.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Overige eenden	8.850.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	160.000	0,004	0,005	0,002	0,004
Visdief/noordse stern	1.500.000	0,001	0,001	0,001	0,001
Steltlopers ***	29.751.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Landvogels ****	989.500.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Noordse stormvogel	2.800.000	0,001	0,001	0,000	0,001
Drieteenmeeuw	8.400.000	0,013	0,019	0,009	0,016
Zilvermeeuw	2.200.000	0,002	0,003	0,001	0,002
Kleine mantelmeeuw	900.000	0,031	0,044	0,022	0,037
Grote mantelmeeuw	470.000	0,007	0,009	0,005	0,008
Stormmeeuw	1.800.000	0,001	0,001	0,000	0,001
Jagers *	35.000-128.000	0,001	0,001	0,000	0,001

Het eerste getal is de omvang van broedexemplaren in aantallen individuen rond de Noordzee [ICES, 2001], het tweede getal is de omvang van de Europese populaties (www.bto.org of www.birdlife.org). Voor de berekening is telkens de laagste schatting genomen.

- \*\* Ganzen en zwanen is een optelsom van brandgans, grauwe gans, rotgans en kleine zwaan; overige eenden is een optelsom van 11 soorten niet-zee-eenden; (bron: 1% grenzen voor de soorten, tabel 9, Van Roomen *et al.* [2005], aangevuld met gegevens uit [www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts)).
- \*\*\* De populatie steltlopers is een optelsom van 22 verschillende soorten; de houtsnip heeft al een populatie van > 15 miljoen (bron: 1% grenzen voor de soorten, tabel 9, Van Roomen *et al.* [2005], aangevuld met gegevens uit [www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts)).
- \*\*\*\* De populatie landvogels is een optelsom van 24 soorten (bron [www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts) of [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)).

**Tabel 7.11 Percentages potentiële aanvaringsslachtoffers bij de verschillende inrichtingsvarianten Q4-WP ten opzichte van de natuurlijke sterfte van de betreffende populaties**

Soortgroep	Natuurlijke sterfte (resp.% en aantal) *		Basisvariant 3MW	Compacte variant 3MW	Basisvariant 4,5MW	Compacte variant 4,5MW
Alkachtigen	9	171.000	0,029	0,041	0,021	0,034
Jan van gent	6	54.000	<b>0,140</b>	<b>0,195</b>	0,098	<b>0,163</b>
Ganzen en zwanen	10	100.900	0,002	0,003	0,001	0,002
Overige eenden	30	2.655.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	15	24.000	0,024	0,033	0,016	0,027
Visdief/noordse stern	15	225.000	0,006	0,008	0,004	0,007
Steltlopers	15	4.462.650	0,000	0,000	0,000	0,000
Landvogels	20	197.900.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Noordse stormvogel	6	168.000	0,011	0,016	0,008	0,013
Drieteenmeeuw	20	1.680.000	0,067	0,094	0,047	0,078
Zilvermeeuw	20	440.000	0,010	0,014	0,007	0,012
Kleine mantelmeeuw	20	180.000	<b>0,157</b>	<b>0,220</b>	<b>0,110</b>	<b>0,183</b>
Grote mantelmeeuw	20	94.000	0,033	0,046	0,023	0,038
Stormmeeuw	20	360.000	0,004	0,005	0,002	0,004
Jagers	10	3.500	0,007	0,009	0,005	0,008

\* Sterftegetallen zijn overgenomen uit Garthe & Hüppop [2004]

Ten aanzien van de populaties dient een aantal opmerkingen gemaakt te worden. De gegevens over de populatieomvang van de soorten zijn afkomstig uit verschillende bronnen. Bij tabel 7.10 is aangegeven wat de bronnen van deze getallen zijn. Daar waar niets is vermeld zijn de gegevens afkomstig uit Birdlife International [2004]. Daar waar de aantallen afgeleid zijn van broedparen (zoals uit het ICES document), is het drievoudige genomen voor de omzetting naar aantallen individuele exemplaren, aangenomen dat een op de drie vogels niet meedoet aan de reproductie. Dit is een conservatieve schatting, zodat de aantallen slachtoffers eerder overschat dan onderschat worden (*worst case scenario*). Voor zeevogels kan bediscussieerd worden wat nu precies de populatie is die last kan ondervinden van het windpark. Zeekoeten, jan van genten en jagers kennen grote (broed)populaties buiten de Noordzee. Deze exemplaren begeven zich echter zeer waarschijnlijk niet op de Noordzee. Daarom is voor deze groepen de Noordzeepopulatie genomen zoals weergegeven in ICES [2001] in plaats van de Europese populaties.

Zoals al eerder aangegeven, is het vaststellen van de grens waarbij een populatie een schadelijk effect ondervindt van de extra sterfte door het geplande windpark een punt van discussie [Zucco *et al.*, 2006].

Sommige populaties zijn inderdaad lokaal (bijvoorbeeld standvogels), andere juist weer niet, omdat ze een relatief groot verspreidings- en trekgebied hebben. De soortgroepen ganzen, eenden, steltlopers en landvogels bevatten veel verschillende soorten met uiteenlopende populatieschattingen. Echter, omdat in de fluxtellingen in Krijgsveld *et al.* [2005] en Leopold *et al.* [2004] geen onderscheid is gemaakt tussen de verschillende soorten, zijn deze soorten als groep behandeld. Dit kan een onderschatting van bepaalde soorten uit deze groepen geven die een relatief lage populatieomvang hebben zoals de kleine zwaan, het nonnetje en de slobbeend. Deze soorten zijn relatief gevoelig te noemen vanwege hun bescheiden populatiegrootten en sommige zijn extra gevoelig door hun lage reproductievermogen, zoals de kleine zwaan. Anderzijds, bij lagere populatieaantallen zullen de fluxen naar verwachting ook lager zijn en bij lagere fluxen zullen de potentiële aantallen aanvaringssslachtoffers (volgens de hier toegepaste rekenmethode) evenredig lager zijn (aangenomen dat de vlieghoogten van de verschillende soorten vergelijkbaar zijn).

Van de verschillende varianten die in dit MER voorgesteld zijn, vallen de meeste slachtoffers bij de compacte 3 MW variant en de minste bij de basisvariant 4,5 MW. Dit is te verklaren door het laagste aantal turbines in de basisvariant 4,5 MW. Via de route 2 berekening wordt zichtbaar dat de 4,5 MW compacte variant duidelijk meer slachtoffers veroorzaakt dan de 3 MW basisvariant, ondanks het gelijke aantal windturbines. Dit is te verklaren door het grotere rotoroppervlak van de 4,5 MW turbine.

Met name van de drieteenmeeuw zijn de grootste aantallen potentiële slachtoffers te verwachten, gevolgd door de kleine mantelmeeuw. De belangrijkste reden voor deze aantallen potentiële aanvaringssslachtoffers is eenvoudig: de hoge dichtheden in het offshore gebied van het NCP. De totaalaantallen in de basisvarianten, 0,12 – 0,14 per dag per turbine, zijn goed vergelijkbaar met de aantallen zoals gemeten bij Oosterbierum en Urk [Winkelman, 1992a; Van der Winden *et al.*, 1999], 0,06 tot 0,11 per dag per turbine. Tijdens tellingen van slachtoffers onder een windpark aan de Oostdam te Zeebrugge werden aantallen gevonden van 0,10 per dag per turbine voor het zeegerichte cluster [Everaert *et al.*, 2002]. Gezien de aannamen in de berekeningen in dit MER en de onzekerheden die hiermee gepaard gaan, zijn de overeenkomsten tussen de berekeningen hier en de gevonden slachtoffers in studies (op land) opmerkelijk te noemen. In een review van Everaert [2003] werden jaarlijks aantallen voor verschillende, internationale parken gegeven. Het merendeel van de in dit document aangehaalde studies hadden aanvaringssslachtoffers van enkele tientallen per turbine per jaar. Dit komt ook goed overeen met onze berekeningen. Echter, er dient wel vermeld te worden dat geen van deze studies offshore parken betreft. De aannamen in dit MER zijn afkomstig van landstudies, zodat de overeenkomst in aantallen slachtoffers niet geheel verbazingwekkend is.

Deze aantallen en percentages zijn tevens van dezelfde orde grootte als wat werd genoemd in het MER voor offshore windpark Q7-WP: 32 slachtoffers per windturbine per jaar (0,09 per dag per turbine). De basisgegevens voor de MER van Q7 komen evenals die voor de MER voor Windpark Q4-WP van tellingen van de Meetpaal Noordwijk, alleen met 20 tot 30 jaar verschil. De recentere gegevens geven hogere aantallen voor alkachtigen, de drieteenmeeuw en de kleine mantelmeeuw.

Uitgedrukt als deel van de natuurlijke sterfte van de populatie van de soort of soortgroep laat de kleine mantelmeeuw de hoogste percentages zien, namelijk tussen de 0,110 en 0,220.

De jan van gent geeft percentages tussen de 0,098 en 0,195 procent additionele sterfte ten opzichte van de natuurlijke mortaliteit. De overige soorten zitten alle onder de 0,1 procent additionele sterfte door het windpark. De laagste aantallen slachtofferschattingen en dus ook percentages worden gegeven door de opstelling basisvariant 4,5 MW. Deze bevat de minste windturbines en heeft een groter vermogen. Per eenheid vermogen geeft deze turbine een gunstigere, want kleinere aantallen slachtoffers dan de 3 MW windturbine.

De goede vergelijkbaarheid van de aantallen geschatte en waargenomen vogelslachtoffers door aanvaring is opvallend, zeker gezien de grote geografische en temporele verschillen in dichtheden en soorten vogels. Het is bekend dat er grote jaarlijkse verschillen zitten in aantallen vogels die waargenomen worden op een bepaald punt langs de kust [zie onder andere Camphuysen & Leopold, 1994; Baptist & Wolf, 1993; Christensen *et al.*, 2001 en 2003; Christensen & Hounisen, 2004; Krijgsveld *et al.*, 2005].

Indien de berekening wordt herhaald met de aanvaringskans voor de gehele dag (etmaal) in plaats van de nacht (en dan de waarde behorend bij de bovenzijde van het 95 procent betrouwbaarheidsinterval) dan zijn de percentages slachtoffers minimaal meer dan gehalveerd tot ruim gedecimeerd. In dat geval blijft de additionele mortaliteit ten opzichte van de natuurlijke sterfte ook bij de kleine mantelmeeuw en de jan van gent ver onder de 0,1 procent.

Een ander discussiepunt is de vertaling van de gegevens afkomstig van een locatie op 9 kilometer uit de kust naar het plangebied van Q4-WP op circa 24 kilometer vanaf de kust. Omtrent de verschillen in soorten en dichtheden zijn in deze m.e.r een aantal aannamen gedaan, waarbij er van uitgegaan wordt dat deze leiden tot gepresenteerde slachtofferaantallen die echte *worst case* getallen zijn. Hierbij kan nog getwist worden over hoe erg een *worst case* toestand dient te zijn. Zo is bij de oost-west flux van trekvogels<sup>3</sup> over de Noordzee uitgegaan van 25 procent van de noord-zuid flux voor de gehele groep vogels; voor de noord-zuid flux op de afstand van circa 24 kilometer uit de kust is eenzelfde 25 procent aangehouden. Dit is uiteraard een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid en zal per soort behoorlijk uiteenlopen. De cruciale vraag is echter of er een reële kans is dat een bepaalde soort tekort gedaan wordt. Hierbij dient de aandacht uit te gaan naar de relatief gevoelige soorten met kleine populaties zoals de kleine zwaan, het nonnetje en de slobend. De kleine zwaan heeft een Europese populatie van circa 29.000 stuks, waarvan het grootste deel in Nederland overwintert. Een klein deel van de populatie, vermoedelijk enkele tientallen procenten, trekt door naar het Verenigd Koninkrijk en Ierland [Wernham *et al.*, 2002]. In Krijgsveld *et al.* [2005] werd een enkele keer (in februari) een vlucht van kleine zwanen waargenomen, arriverende vanuit westelijke richting, dus vermoedelijk vanuit het Verenigd Koninkrijk. In Leopold *et al.* [2004] werd een enkele keer een zestal kleine zwanen waargenomen in het offshore gebied in november. Blijkbaar zijn de aantallen relatief laag en alleen gedurende het migratieseizoen wordt de soort waargenomen. Voorts is van eenden bekend dat ze bij nadering van een windpark voor meer dan 99 procent uitwijken en om of over het windpark heen vliegen [Desholm & Kahlert, 2005]. Uit onderzoek bij het windpark Nysted is gebleken dat 14 procent van de ganzen uitwijkt voor het windpark [Petersen *et al.*, 2006]. Andere soorten met een relatief lage (Europese) populatieomvang zijn de kluut (73.000), de steenloper en de zwarte ruiter (100.000) en de rosse grutto (120.000). De kluut en de steenloper migreren amper over de zuidelijke Noordzee en de zwarte ruiter slechts beperkt.

<sup>3</sup> Bij trekvogels gaat het alleen om de categorie die als zodanig in dit MER is gedefinieerd: landvogels, steltlopers en zwanen (inclusief eenden).



De enige waarvan een relatief groot deel van de populatie tussen het Verenigd Koninkrijk en het vasteland migreert, is de rosse grutto [Wernham *et al.*, 2002]. Nederland en het Verenigd Koninkrijk hebben van de Europese deelpopulatie van deze soort de grootste overwinterende populaties, 35.000 respectievelijk ruim 60.000 vogels [Birdlife International, 2004]. Volgens LWVT/SOVON [2002] broedt het “Europese” deel van de populatie van deze soort in Scandinavië en west Siberië en overwintert in het Verenigd Koninkrijk en Nederland. Het midden Siberisch deel van de broedpopulatie overwintert in West Afrika. Dit laatste, midden Siberisch deel van de populatie rosse grutto is echter veel groter dan het Europese deel, circa 600.000 stuks. Echter, volgens ringterugtellings [Wernham *et al.*, 2002] migreert een deel van de populatie in Engeland door naar West-Afrika. De meeste terugtellingen van rosse grutto's in Engeland zijn afkomstig uit het zuiden van Noorwegen, Denemarken en het Kora schiereiland. Deze zullen dus vooral over het midden van de Noordzee vliegen. Voordat de Britse overwinteraars vertrekken naar Scandinavië en Rusland vetten ze eerst bij in de Waddenzee. Een klein deel zal hierbij de zuidelijke Noordzee doorkruisen; het merendeel vliegt vanaf de Wash over het midden van de Noordzee naar de Waddenzee en heeft dus weinig kans om in aanraking te komen met het geplande windpark Q4-WP.

Het is echter niet eenvoudig om uit de stukjes en beetjes kennis die er bestaan over de migratie van vogels een beeld te verkrijgen voor de zuidelijke Noordzee. In hoeverre oost-west migrerende vogelsoorten slachtoffer kunnen worden van windparken in de zuidelijke Noordzee is eigenlijk slecht in te schatten. Vooral bij cumulatie van parken aan zowel de Nederlandse als de Belgische zijde van Noordzee en op het Britse continentaal plat kunnen effecten oplopen, waarbij windparken aan de westkust van Denemarken voor een soort als de rosse grutto ook meetellen.

### ***Onzekerheden, aannamen en foutenmarges***

De resultaten van de aanvaringssslachtoffers in dit MER worden gepresenteerd tot op enkele cijfers achter de komma. Dit suggereert een zeker nauwkeurigheid in het bepalen van het aantal geschatte vogelslachtoffers van het geplande windpark Q4-WP. Dit is echter een schijnnaauwkeurigheid. Vele onbekenden, onzekerheden en aannamen spelen hierbij een rol. Alhoewel het te ver gaat om in dit MER een kwantitatieve foutenanalyse te maken, dienen de belangrijkste punten wel besproken te worden:

#### **1. Betrouwbaarheid c.q. volledigheid uitgangsgegevens:**

Veel gegevens die in dit document zijn gebruikt voor de fluxen van vogels, zijn niet afkomstig van het plangebied Q4-WP maar van het kustgebied nabij Egmond en van het kustgebied nabij Noordwijk. In de tekst zijn de fluxen gecorrigeerd voor de dichtheidsverschillen tussen het kustgebied en het plangebied Q4-WP. Echter, lokale fluxen zijn niet bekend.

De aanname hier is dat verschillen in dichtheid lineair en 1 op 1 doorwerken in de vliegbewegingen van de vogels. Bij trektellingen staat een waarneming logischerwijs gelijk aan een vliegbeweging. Het dier is immers op een lange reis en verblijft niet lokaal. Lokaal verblijvende dieren, bijvoorbeeld kustbroeders, zullen minimaal twee keer per dag langs vliegen tussen foerageer- en broedgebied en waarschijnlijk vaker. Hiervoor is de verhouding dichtheid en vliegbeweging stukken kleiner dan 1. Voor lokaal foeragerende vogels is deze relatie vermoedelijk nog kleiner.

Deze relatie heeft natuurlijk een enorm effect op het aantal slachtoffers. Een meeuw die lokaal foerageert vliegt wellicht tien keren langs en zal in de flux voor tien meeuwen tellen. Toch kan de meeuw maar een keer dood.

Voor lokaal verblijvende vogelsoorten offshore is daarom de vertaling van dichtheid naar flux naar alle waarschijnlijkheid een overschatting als de vergelijking gebaseerd is op getallen afkomstig uit het kustgebied, waar vliegbewegingen gebaseerd zijn op seizoens- of dagtrekkende exemplaren.

2. Werken met gemiddelden

De getallen die zijn gebruikt zijn maandgemiddelden. Vooral tijdens de voor- en najaarstrek zijn vogels georganiseerd in vluchten, met vele honderden tot duizenden of zelfs groter. Ook komen zogenaamde rampnachten voor, waarbij veel meer vogels op rotorhoogte kunnen vliegen dan onder rustige weersomstandigheden. Onder dergelijke omstandigheden kan de aanvaringskans van vogels anders en vermoedelijk hoger liggen dan de waarde waarmee hier is gewerkt. Aan de andere kant is de aanvaringskans die in onze berekeningen is meegenomen een maximale waarde van de nachtkans berekend uit najaarsfluxen. De gemiddelde dagkans is veelal een ordegrrootte lager. Het is onduidelijk in hoeverre dit een reële *worst-case* aanname is, ook als rekening wordt gehouden met mogelijke rampnachten. Het grootste aantal slachtoffers valt in onze berekening onder soorten die naar alle waarschijnlijkheid vooral niet als trekkende exemplaren in het plangebied voorkomen. Dit zou betekenen dat de aanvaringspercentages voor deze soorten een overschatting (niet reële *worst-case*) zijn.

3. Uitwijkgetallen

Uitwijkgetallen zijn vaak gemeten onder relatief gunstige weersomstandigheden, zoals bij Horns Rev. Het is te verwachten dat bij minder gunstig weer het aandeel vogels dat uitwijkt lager is. Dit onderdeel is een grote onbekende in de berekening. Chamberlain *et al.* [2006] gaf al aan dat een kleine wijziging in de *macro*- en *micro-avoidance* grote gevolgen heeft voor de aantallen aanvaringssslachtoffers.

4. Gebrek aan aanvaringsgegevens

Er zijn geen gegevens bekend van aanvaringen van vogels met offshore windparken. De aanvaringskansen die worden gebruikt, zijn afkomstig van landparken onder andere omstandigheden met andere vogelsoorten en vaak met kleinere windturbines. Ook zijn de aanvaringsrisico's per soort sterk verschillend, omdat ze sterk verschillen in wendbaarheid, nachtelijke vliegactiviteit en gedrag nabij objecten. Zo zijn er opvallende soortverschillen in gedrag van vogels met betrekking tot windturbines. Uit de studies bij Horns Rev [Christensen *et al.*, 2003; Christensen & Hounisen, 2004] bleek dat duikers, jan van genten en zwarte zee-eenden actief windturbines mijden. Vooral meeuwen en sterns waren actief in het windturbinegebied. Opvallend is wel dat tijdens de studies in Denemarken aanvaringen van vogels met windturbines amper werden gesignaleerd.

5. Systeemeffecten windpark

Zoals in latere paragrafen wordt uiteengezet, is het mogelijk dat een windpark een beperkt gunstig effect heeft op de hoeveelheid vissen en ander onderwaterleven in het gebied.

Dit effect is beperkt en lokaal; het gaat in gevallen van windparken, net zoals bij olie- en gasplatforms, vooral om aggregatie van exemplaren, niet om een toename door grotere populaties van vis. Modelstudies en voorbeelden van studies wijzen uit dat hiervoor veel grotere oppervlakten en specifieke configuraties van gesloten gebieden nodig zijn [zie bijvoorbeeld Gell & Roberts, 2003]. Het is zeer onwaarschijnlijk dat het geplande windpark hier een bijdrage aan levert, daarvoor is de oppervlakte te klein. Wel is het denkbaar dat de aggregatie van vis binnen een windpark een zekere aantrekking heeft op vogels.

Anderzijds is het wegvallen van visserij ook het wegvallen van een bron van makkelijk bereikbaar voedsel voor vooral meeuwen.

Immers, de teruggooi van vis en bodemdieren door de kottervisserij heeft voor een belangrijk deel bijgedragen aan de toename van verschillende vogelsoorten [Camphuysen & Garthe, 2001]. In hoeverre windparken dus een aantrekkende werking hebben op vogels, of juist niet, is op theoretische gronden dus niet aan te geven.

In de studies in de windparken Horns Rev en Nysted werd geen toegenomen gebruik waargenomen van het windparkgebied na constructie van het windpark [Petersen *et al.*, 2006].

#### 6. Migratiebeweging boven zee

De trekbewegingen van vogels over zee zijn slecht bekend. De soortspecifieke breedfronttrek in noord-zuid richting en de afstand die hierbij van de kust af kan optreden onder verschillende weersomstandigheden alsmede de oost-west migratie zijn cruciale kennisleemten die van groot belang zijn voor het inschatten van de slachtofferaantallen van vogels door windparken op de Noordzee.

Het is dus moeilijk aan te geven wat de betrouwbaarheid van de hier gepresenteerde slachtofferaantallen is. Vele, nog weinig bestudeerde factoren spelen een rol en het zal daarom duidelijk zijn dat de getallen die hier zijn gepresenteerd niet meer dan een indicatie kunnen zijn voor de werkelijk te verwachten aantallen slachtoffers. Als alle variabelen (zoals in de bovenstaande formules zijn weergegeven) worden nagelopen op variaties, aannamen en onzekerheden, dan zal er een grote foutenmarge op de resultaten van de aanvaringslachtoffers moeten worden gezet. Hoe groot deze foutenmarge is, wordt hier verder niet gekwantificeerd, maar zal minimaal in enkele ordegrootten liggen. Gezien de grote aantallen onbekenden in de berekeningen is verdere kwantificering weinig doenlijk. Onze inschatting is dat de getallen zoals hier gepresenteerd eerder boven in het spectrum van de marge zitten dan onderaan.

Ten aanzien van de beoordeling van de effecten van het geplande windpark op de vogelpopulaties dienen ook barrièrewerking, verstoring en cumulatieve effecten van andere geplande parken en activiteiten op de Noordzee te worden meegenomen. Deze beoordeling wordt besproken in hoofdstuk 15 Cumulatieve effecten.

#### **Conclusie aanvaringslachtoffers**

De in dit rapport berekende slachtofferaantallen voor vogels op het geplande windpark Q4-WP varieert per soort en soortgroep. De kleine mantelmeeuw lijkt hierbij de meest kwetsbare groep. Voor deze soort liggen de cijfers tussen de 0,110 procent en de 0,220 procent van de natuurlijke mortaliteit. Voor de jan van gent liggen deze waarden tussen de 0,098 en 0,195. Voor de overige soorten liggen de cijfers onder de 0,1 procent. Ten opzichte van andere mortaliteitsfactoren is dit laag. Daar komt bij dat de berekening is uitgegaan van een populatie voor de zuidelijke Noordzee, terwijl in veel berekeningen wordt uitgegaan van de gehele *flyway* populatie, de biogeografische populatie die een of enkele ordegrootten groter is/zijn dan waar in dit document mee gerekend is. Ook is uitgegaan van de nachtelijke aanvaringskansen, welke veel hoger liggen dan de etmaal aanvaringskansen. De inschatting is dan ook dat de aanvaringsgetallen van het geplande windpark geen significant effect zullen hebben op de populaties van de aanwezige vogelsoorten. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de significantie van de effecten van het geplande windpark op vogels.

Ondanks de goede vergelijkbaarheid van de in dit MER berekende cijfers met aanvaringsgetallen uit Oosterbierum en Zeebrugge en met andere berekeningen (zoals in de MER voor Q7-WP) zijn de getallen zoals in dit MER geïnterpreteerd niet meer dan schattingen.

Actuele aanvaringsgetallen bij offshore windparken zoals bij Horns Rev en Nysted gemeten met infraroodapparatuur, wijzen op kleinere aanvaringsrisico's. Echter, de specifieke omstandigheden zijn anders per locatie en dienen dan ook per geval geverifieerd te worden, zeker in de huidige situatie waarin de kennis omtrent effecten op vogels verre van volledig is.

#### 7.4.2 Barrièrewerking

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

Onder lichte omstandigheden (overdag) blijken trekkende vogels eveneens hun trekroute te verleggen om windparken te vermijden. Na oprichting van een *near shore* windturbine in het zuiden van Zweden (Nogersund) verlegden trekvogels hun route verder zeewaarts om de turbine te ontwijken [Larsson, 1994]. De nachtelijke effecten op vogels en de betekenis daarvan voor de populatie bij deze turbine zijn onbekend.

Uit het onderzoek verricht aan nachtelijk vlieggedrag van eidereenden bij windpark Tunø Knob in de Oostzee blijkt dat 's nachts en in de avondschemering in de nabijheid van het windpark minder vliegbewegingen waren dan op grotere afstand.

Dit effect trad op vanaf een afstand van 1.000 tot 1.500 meter tot de dichtstbijzijnde turbine en was sterker naarmate deze afstand kleiner werd. Het was het grootst in maanverlichte nachten en relatief klein in de avondschemering. In de ochtendschemering was geen effect van de aanwezigheid van het windpark op het aantal vliegbewegingen te onderscheiden. Radarobservatie [Christensen *et al.*, 2003] bij het Horns Rev windpark in Denemarken laat gedurende de nacht de meeste vogeldichtheden ten noorden van het park zien. Gedurende de dag vliegen de vogels in de grootste getallen langs de oostelijke kant van het windpark. Vogel migratie lijkt dus gedurende de nacht verder van de kust plaats te vinden dan gedurende de dag.

In het gebied tot 500 meter om de turbines vlogen er relatief meer groepen eidereenden langs het park dan erdoor. Groepen die loodrecht op het park aanvlogen, gingen relatief minder vaak door het park dan groepen die evenwijdig aan het park aanvlogen. Alhoewel de omstandigheden voor vogels die uit de verschillende richtingen aan kwamen vliegen niet helemaal gelijk waren, lijkt dit een aanwijzing te zijn dat eidereenden eerder door een opening van 400 meter dan één van 200 meter vliegen. De verhouding tussen vliegbewegingen door het park en langs het park was onder verschillende lichtomstandigheden gelijk. Van alle bewegingen boog circa 7 procent voor het park af. Dit was gelijk voor beide aanvliegrichtingen (evenwijdig aan het park en loodrecht op het park). Afbuigingen kwamen het meest voor onder lichte omstandigheden [Christensen *et al.*, 2003]. Deze resultaten zijn in lijn met de bevindingen voor duikeenden bij Windpark Lely en lijken te bevestigen dat bij grotere parken barrièrewerking op zou kunnen treden.

Als vogels lateraal (in plaats van er overheen) moeten omvliegen voor een windpark van de omvang van Q4-WP en dit zou op circa 1 kilometer afstand beginnen en ze zouden met dezelfde afstand tot het windpark (directe afstand: 3,7 kilometer lengte plus 2 km is in totaal 5,7 kilometer) omvliegen, dan zou de omvliegafstand maximaal 16,2 kilometer bedragen.

Dat is nog geen drie keer de afstand die ze zonder windpark zouden vliegen. Indien vogels al op een afstand van 4 km beginnen uit te wijken, zal de omvliegafstand in totaal maximaal 25,4 km bedragen. Dit is iets meer dan twee keer de lengte van de directe afstand ( $3,7 + 4 + 4 \text{ km} = 11,7 \text{ km}$ ) door het windpark Q4-WP.

Hoewel in dit MER is gewerkt met een uitwijkafstand van 4 km, is uit onderzoek bij windpark Nysted gebleken dat eidereenden op een afstand van 3-5 km hun koers wijzigen en kan niet worden uitgesloten dat dit ook al op een afstand van 10-15 km gebeurt (Petersen *et al.*, 2006). Echter, naarmate de uitwijkafstand groter wordt, wordt de omvliegafstand niet veel groter. Dit blijkt uit bovenstaande berekening. Voor lange afstand trekvogels zijn dergelijke omvliegroutes relatief klein vergeleken bij hun totale vliegafstand. Toch kan een dergelijke omvliegroute enkele extra slachtoffers vragen. In een trekpopulatie zitten immers altijd wat zwakkere exemplaren die deze extra hoeveelheid energie niet meer voorradig hebben.

Voor lokaal verblijvende vogels zoals kustbroedvogels kan de omvang van het windpark een meer serieuze barrière vormen. Als een vogel 100 kilometer vliegt vanaf zijn kolonie of rustplek om ergens te gaan foerageren dan kan een omvliegroute van die afstand een wezenlijk obstakel vormen. Ook al vliegt een vogel niet op een afstand van een kilometer vanaf het park om, maar veel minder, dan vraagt de extra omvliegafstand toch een significant deel van de energie van een vogel. Het is voorstelbaar dat dit de foerageermogelijkheden van sommige lokaal verblijvende vogels, zoals kustbroedvogels, vermindert. Een goed voorbeeld hiervan is de kleine mantelmeeuw, een soort die uit dit MER komt als een van de meest kwetsbare vogels met betrekking tot het aantal aanvaringsslachtoffers. Deze soort kan tijdens foerageervluchten vanaf de kust in het geplande windpark terecht komen. Het is echter de vraag of deze soort last heeft van de barrièrewerking van het park. In Horns Rev bleken zilvermeeuwen en sterns geen "last" van het park te hebben in hun foerageervluchten. Tijdens de constructiefase van de parken waren de dichtheden toegenomen, maar na de constructie werden geen verschillen meer gevonden met de periode voor constructie [Petersen *et al.* 2006].

Bij een onderzoek op de Maasvlakte waar zowel windturbines staan als een broedkolonie van de kleine mantelmeeuw aanwezig is, bleek dat de meeuwen en sterns de turbines niet meden, maar tussen de turbines door heen en weer vlogen [Van den Bergh *et al.*, 2002]. Daarnaast is het foerageergebied van de kleine mantelmeeuw vanaf de kust toch vrij groot, zodat een eventuele barrièrewerking niet tot een opvallend verlies van foerageergebied zal leiden. Het lijkt er dus niet op dat sprake is van een opvallend verlies aan foerageergebied voor de kleine mantelmeeuw en de grote stern.

Het laatste argument kan ook gebruikt worden voor de overige (zee)vogels: voor die soorten die daadwerkelijk het windpark zullen mijden, is de oppervlakte van het geplande windpark ten opzichte van het geheel aan foerageergebied van deze soorten zeer klein. Er zijn dan ook geen belangrijk negatieve effecten te verwachten door middel van barrièrewerking.

### **Conclusie barrièrewerking**

Relatief weinig vogels zullen last hebben van barrièrewerking door het windpark Q4-WP vanwege de grote afstand van het park tot de kust, dan wel vanwege het zeer geringe verlies aan foerageergebied voor deze vogels. De inschatting is derhalve dat het negatieve effect van omvliegen zeer klein is en vermoedelijk verwaarloosbaar.

### **7.4.3 Verlies foerageer-, rust- en ruigebied door verstoring**

Voor verschillende groepen vogels is vastgesteld dat windturbines een verstrend effect hebben op het gebruik van direct aangrenzend gebied als broed-, voedsel- of rustgebied.

Als gevolg hiervan kan het gebied van het windpark en de directe omgeving als vernietigd worden beschouwd voor deze soorten. In tabel 7.12 is aangegeven wat het dienovereenkomstige verlies aan leefgebied is voor de verschillende lokale soorten en groepen, evenals de daardoor verstoorte aantallen vogels. Ook zijn de aantallen verstoorte vogels getoetst aan de NCP-populaties.

**Tabel 7.12 Verlies leefgebied en daaraan gekoppelde aantal vogels door verstoring Q4-WP**

Vogelsoort	Verstorings-afstand (km)	Totaal verloren opp. (km <sup>2</sup> )	Is het foerageergebied of rustgebied?	Aandeel (%) verlies habitat op NCP	Aantallen verstoorde vogels	Aandeel verlies biogeografische populatie (%)	NCP-populatie ***	Aandeel verlies NCP-populatie (%)
Alkachtigen	2	79	Ja	0,14	277	0,015	166.000	0,17
Jan van gent	4	159	Ja	0,28	159	0,018	23.000	0,69
Ganzen en zwanen*			Nee	-		-		-
Grote stern	0	20	Ja	0,03	4	0,003	9.500	0,04
Visdief/noordse stern	0	20	Ja	0,03	6	0,000	28.600	0,02
Steltlopers*			Nee	-		-		-
Landvogels*			Nee	-		-		-
Noordse stormvogel**	1	47	Ja	0,08	94	0,003	43.000	0,22
Drieteenmeeuw	0	20	Ja	0,03	70	0,001	97.000	0,07
Zilvermeeuw	0	20	Ja	0,03	40	0,002	31.500	0,13
Kleine mantelmeeuw	0	20	Ja	0,03	80	0,009	43.000	0,19
Grote mantelmeeuw	0	20	Ja	0,03	20	0,004	17.200	0,12
Stormmeeuw	0	20	Ja	0,03	4	0,000	16.600	0,02
Jagers	0	20	Ja	0,03	0	0,001	2.000	0,02

\* Voor deze soortgroepen treedt geen verstoring op; zij trekken langs en voor hen geldt barrièrewerking eerder dan verstoring.

\*\* Voor de noordse stormvogel is geen verstoringsafstand bekend; voor de ze soort is een afstand van 1 kilometer aangehouden.

\*\*\* De NCP-populatie voor de alkachtigen, jan van gent, grote stern, noordse stormvogel, drieteenmeeuw, zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw is afgeleid uit Arts & Berrevoets [2005]. De NCP-populatie voor de visdief/noordse stern, grote mantelmeeuw en stormmeeuw is afgeleid uit Arts & Berrevoets [2006] en de NCP-populatie voor de jagers is geschat naar aanleiding van Krijgsveld *et al.* [2005] en Baptist [2006b].

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 megawatt) ook grotere verstoringsafstanden (tot circa 800 meter) worden vastgesteld dan in het hieronder samengevatte onderzoek aan windturbines tot circa 300 kW (tot 500 meter). Verwacht werd dat een verdere opschaling tot 3 of 5 megawatt turbines, leidt tot grotere verstoringsafstanden. Dit is ook zo gevonden in recent Deens onderzoek in de windparken Horns Rev en Nysted, waar voor de jan van gent afstanden tot ruim 4 kilometer werden gevonden [Petersen, 2005; Petersen *et al.*, 2006].

De aantallen vogels zijn berekend uit de dichtheden zoals vermeld in tabel 7.3. Bij de berekening is uitgegaan van een 100 procent vermijding van de betreffende zones door de vogels. De grootste aantallen verstoorde vogels zijn te verwachten bij de alkachtigen (en dan vooral de numerieke dominante zeekoeten).

In vergelijking met de aantallen die jaarlijks geschat sterven door het windpark, zijn de aantallen verstoorde vogels beduidend hoger voor de alkachtigen en jan van gent, maar lager of vrijwel gelijk voor de overige vogels. In vergelijking met de populatieomvang van deze soorten (een gangbaar toetsingskader in geval van verstoring van vogels in Vogelrichtlijngebieden), is het hoogste verstoringspercentage slechts ongeveer 0,018 procent van de biogeografische populatie voor de jan van gent en 0,015 procent voor de alkachtigen. Ten opzichte van de NCP-populaties wordt 0,69 procent van de jan van genten verstoord, 0,19 procent van de kleine mantelmeeuwen en 0,17 procent van de alkachtigen. Voor de overige soorten ligt het aandeel lager.

In hoeverre de verstoorde exemplaren zich binnen hun foerageergebied verplaatsen, is onbekend. Ingeschat wordt dat verplaatsing niet onmogelijk is op relatief korte afstand zonder al te veel gevolgen voor de populaties. Het effect van verstoring door het geplande windpark Q4-WP is dus zeer beperkt. Voor wat betreft het verlies van foerageerhabitat of rust- en ruigebied, is deze hier uitgezet tegen het totaal aan habitat op het gehele NCP. Voor de meeste soorten zijn verschillende delen van het NCP in verschillende seizoenen van belang. Zo zitten alken/ zeekoeten in de late zomer en het najaar meer in het noorden van het NCP (Friese Front, Oestergronden) terwijl ze de rest van het jaar ook in de zuidelijke Bocht voorkomen [Arts & Berrevoets, 2005]. Hun feitelijke verspreidingsgebied is groter dan het NCP. Het is derhalve lastig om effect van verlies van habitat mede op basis van seizoensvariaties in de verspreiding te kwantificeren. Voor het gehele NCP komt het verlies maximaal op 0,28 procent (jan van gent) door Q4-WP, wat als beperkt negatief kan worden aangemerkt als het NCP als habitat wordt genomen. Het NCP is echter een deel van het habitat; de meeste vogels hebben een veel groter habitat dan het NCP. De beoordeling van verstoring in cumulatief verband zal worden behandeld in hoofdstuk 15 Cumulatieve effecten.

### **Conclusie verstoring**

Het geplande windpark Q4-WP heeft een verstorend effect op de in het plangebied aanwezige vogelgemeenschappen. Vogels reageren verschillend op een windpark, maar verlies van leefgebied treedt voor alle lokaal verblijvende soorten op. Op basis van de omvang van de parken, een verstoringsbuffer afhankelijk van de soort en ter plaatse waargenomen dichtheden, is naar rato van omvang van de populatie bij Q4-WP alleen een gering effect te verwachten op alkachtigen en de jan van gent (circa 0,02 procent van de biogeografische populatie).



Ten opzichte van de NCP-populatie is dat maximaal 0,69 procent voor de jan van gent. Habitatverlies voor foerage, rusten of rui komt maximaal op 0,28 procent (jan van gent) als het verlies wordt afgezet tegen het NCP. De omvang van een dergelijk effect is beperkt negatief te noemen, maar zal later nog terugkomen wanneer de cumulatieve effecten worden besproken.

### **7.5 Effecten van aanleg en verwijdering**

Activiteiten die bij de aanleg en verwijdering van het park van belang zijn voor vogels, zijn het scheepvaartverkeer (geluid en beweging), het gebruik van een hei-installatie (geluid, vertroebeling en vervuiling) en het plaatsen c.q. afbreken van turbines en rotorbladen (aanvaringsrisico's).

- De aanleg en verwijdering van het park vindt plaats in de zomerperiode. In deze periode zijn de aantallen vogels onder de Nederlandse kust aanzienlijk lager dan in de winterperiode [onder andere Camphuysen en Leopold, 1994]. In deze periode is het over het algemeen ook rustig weer.
- De omvang van het scheepvaartverkeer ten behoeve van de aanleg en verwijdering is klein in vergelijking tot de totale scheepvaart onder de kust. Het gebied ligt tussen scheepvaartroutes. Om deze reden wordt de verstoring van lokaal verblijvende vogels door deze schepen als gering ingeschat.
- De mogelijke vertroebeling van het omringende water vanwege het heien en het afbreken van de funderingen zal lokaal van aard zijn en van beperkte duur. Het geluid van het heien zal vissen en zeezoogdieren uit het gebied verjagen. Echter, indien (de geluidsproductie van) het heien langzaam wordt opgevoerd, is de verwachting dat de dieren zich verwijderen zonder dat er schade zal optreden. Op grond hiervan kan nauwelijks een effect op de foerageermogelijkheden voor bijvoorbeeld visetende vogels worden verwacht. Dit is een tijdelijk effect en bovendien lokaal (één of enkele turbines tegelijk) en er zijn ruime uitwijkingsmogelijkheden.
- De aanvaringsrisico's tijdens het plaatsen van de turbines zijn zeer klein: uit onderzoek blijkt dat de risico's van een stilstaande windturbine voor vogels veel kleiner zijn dan van een draaiende [Winkelman, 1992a].

### **7.6 Effecten van inrichting**

In deze paragraaf zullen algemene inrichtingsvarianten besproken worden (voor zover die niet al eerder zijn besproken binnen de voorgestelde alternatieven) en zal kwalitatief aangegeven worden wat hiervan de gevolgen zijn.

#### ***Enkele grote versus meerdere kleine parken***

Bij gelijke aantallen windturbines is de vernietiging aan oppervlakte en dus habitats in principe gelijk. Als er rond de parken echter ook een aanzienlijk gebied dusdanig verstoord wordt dat dit als vernietigd beschouwd moet worden, dan is de totale oppervlakte van meerdere kleine parken groter dan van enkele grote parken.

Daar staat tegenover dat de barrièrewerking van een groot park sterker kan zijn dan meerdere kleine parken (wel sterk afhankelijk van de configuratie). Hierdoor zullen vogels verder om moeten vliegen. Ten aanzien van aanvaring is het niet mogelijk een voorkeur uit te spreken. De kleinere parken hebben (in relatie tot de totale oppervlakte) veel langere buitengrenzen, waardoor er veel meer turbines in direct contact staan met de vogels uit de omgeving. Dit zal waarschijnlijk een groter aantal slachtoffers aan de buitenzijde van de parken tot gevolg hebben (totaal aantal vogelslachtoffers aan de buitenzijde, niet per turbine).

Daar staat tegenover dat als een vogel het windpark binnen vliegt, deze binnen een groot park veel meer risico loopt om tegen een turbine aan te vliegen voordat hij er weer uit is dan in een klein park.

### ***De vorm van het windpark***

Ook de vorm van het windpark is van invloed op de mogelijke effecten. Of een lijnopstelling gunstiger of ongunstiger is, hangt af van de locale (vogel)situatie. Voor afzonderlijke vogelgroepen kan een beperking van de effecten bovendien tot onderling strijdige voorkeuren leiden. Zo zal een lange lijn evenwijdig aan de kust gunstig zijn voor de seizoentrek evenwijdig aan de kust, maar kan deze een relatief grotere barrière zijn dan wel leiden tot hoge aanvaringskansen voor langs de kust broedende kolonievogels (die hun voedsel op zee verzamelen en daarbij haaks op de kust vliegen) en voor de vogels die van en naar de Britse Eilanden trekken. Bij een compacte vorm is de totale lengte van de buitengrenzen van het windpark kleiner en zijn de barrièrewerking en de randeffecten het meest beperkt. Echter, wanneer de windturbines dichter bij elkaar staan, is de kans kleiner dat vogels tussen de windturbines door kunnen vliegen zonder in aanvaring te komen met een windturbine.

### ***De afstand van de locatie tot de kust***

Voor de kust is een verloop in intensiteit van de seizoentrek van verschillende groepen vogels. Het verloop van deze gradiënt is per soort verschillend en voor sommige soorten ook positief met de afstand tot de kust. Voor sommige soorten zou het zwaartepunt (onder sommige omstandigheden) verder uit de kust kunnen liggen dan voor andere.

De huidige inzichten leiden tot de conclusie dat er, voor alle soorten samen, een gradiënt van afnemende dichtheid ten opzichte van de kust is. Over het verloop van deze gradiënt voor zangvogels is weinig bekend. Het is aannemelijk dat ook deze stroom dicht bij de kust meer verdicht is dan verderop boven zee. Locaties ver uit de kust hebben daarom de voorkeur voor deze vogels. Voor karakteristieke zeevogels die offshore in hogere aantallen voorkomen is een locatie verder van de kust juist ongunstig.

### ***De waterdiepte van de locatie***

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

### ***Varianten van de windturbines***

De hoogte en het vermogen van de turbines: grotere turbines zijn hoger en zullen daardoor invloed op de vogels hebben tot hoger in de lucht. Aan de andere kant zijn er minder grote turbines nodig om een bepaald vermogen te bereiken. Wat uiteindelijk vooral het aantal vogelslachtoffers bepaalt, is de oppervlakte van de rotordiameter die nodig is om een bepaald vermogen te hebben. Dan blijken de grote en hoge turbines meer m<sup>2</sup> per opgewekte MW nodig te hebben dan kleinere turbines. Daarom is er in het algemeen een voorkeur voor kleine turbines met een groot vermogen. In het voorliggende geval is er ook een dergelijk voordeel voor de grotere turbines tussen het rotoroppervlak gestandaardiseerde vermogen, namelijk 0,398 kW/m<sup>2</sup> bij de grotere turbines versus 0,472 kW/m<sup>2</sup> bij de "kleinere" turbines. De turbines in Q4-WP hebben een gelijke minimum rotorhoogte van 20 meter. De vogels op lagere hoogten hebben (in het verticale vlak) bij beide turbines dus evenveel kans om geraakt te worden.

De mogelijke kleurstelling en signalering van de turbines: hierover zijn in relatie tot vogels geen gegevens bekend. Een kleur die de zichtbaarheid in het donker vergroot, zou gunstig moeten zijn. Dit betekent een lichte kleur. De meeste vogelslachtoffers vallen onder slechte weersomstandigheden omdat ze niet tijdig op de hoogte waren van de aanwezigheid van een turbine. Aanlichten of in een lichte kleur verven van de turbines kan hierbij helpen. Daarnaast kan ook gedacht worden aan geluidssignalen. Deze zijn vooral van belang voor kust- en zeevogels omdat zij vaak windturbines tegen zullen komen en een specifiek geluidssignaal leren associëren met een turbine. Voor trekvogels is dit nauwelijks interessant; ze zullen vermoedelijk niet genoeg tijd vertoeven bij windturbines om dit te leren.

### 7.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving

1. Berekeningen geven aan dat de vogels het meeste risico lopen door mogelijke aanvaring met een windturbine. Verstoring en barrièrewerking zijn zeer waarschijnlijk verwaarloosbaar klein voor de meeste trekvogels. Gezien de lage aantallen van dergelijke vogels op de afstand vanaf de kust waar Q4-WP gepland is en de uitwijkmogelijkheden, zal dit effect waarschijnlijk zeer klein zijn.
2. Het totaal aantal vogels dat in dodelijke aanvaring kan komen met een windturbine in het geplande windpark Q4-WP wordt geschat op minder dan duizend tot enkele duizenden per jaar. Afgezet tegen de natuurlijke sterfte van vogelsoorten is dit effect het sterkst voor de kleine mantelmeeuw. Deze soort heeft een aanvaringspercentage van 0,110 tot 0,220 procent van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie, wat nog ruim onder de 1 procent is. De jan van gent heeft percentages van 0,098 tot 0,195 additionele sterfte. Voor de overige soorten geldt een additionele sterfte lager dan 0,1 procent van de natuurlijke mortaliteit.
3. Er zijn verschillen tussen de voorgestelde alternatieven; over het algemeen kan gesteld worden 'hoe minder windturbines, des te minder vogelslachtoffers'. Voor vogels komt de basisvariant 4,5 MW als beste naar voren, gevolgd door de basisvariant 3 MW. De compacte 3 MW variant levert volgens de berekeningen de meeste vogelslachtoffers. Dit is te verklaren door een beduidend groter aantal turbines, namelijk 56 turbines voor de compacte 3 MW variant tegenover hoogstens 40 turbines in de overige varianten. Een factor die wel een wezenlijk verschil (tussen de 3 MW en 4,5 MW turbine) op de aantallen vogelslachtoffers kan hebben, is de hoogte van de turbines. De minimum rotorhoogte van de turbinetypen is gelijk (20 meter). Hoe hoger de bovenkant van de rotor, des te meer slachtoffers naar verwachting zullen vallen, omdat het vlak waarin de rotor zich bevindt, groter is (dus bij de 4,5 MW turbine). Echter, de hoogste aantallen vogels komen in de lagere luchtlaag voor. Wanneer gekeken wordt naar het aantal slachtoffers per MW vallen er bij de 4,5 MW turbine minder slachtoffers dan bij de 3 MW turbine.
4. Het aantal onzekerheden omtrent uitgangsgegevens en aannamen in de berekening is groot. Derhalve kunnen de gevonden waarden slechts als uitgangspunt dienen. De waarden komen wel goed overeen met wat is berekend in andere studies en wat in een aantal gevallen is waargenomen.
5. Voor verstoring ofwel habitatverlies zijn de effecten geschat op beperkt negatief; circa 0,02 procent van de biogeografische populatie vogels (alkachtigen, jan van gent) raakt verstoord. Ten opzichte van de NCP-populaties raakt 0,69 procent van de jan van gents verstoord en 0,22 procent van de noordse stormvogels. Ook voor de alkachtigen, zilvermeeuwen, grote en kleine mantelmeeuwen komt dit percentage (net) boven de 0,1 procent. Maximaal 0,28 van het totale NCP foerageer-, rust- of ruigebied van de vogels (jan van gent) raakt verloren.

6. De effecten van aanleg en verwijdering van het windpark op vogels zullen minimaal zijn en voornamelijk bepaald worden door een zeer beperkte toename van geluid en beweging door scheepvaart in en rondom dit gebied en geluid als gevolg van het aanbrengen van de fundering en de masten.

In tabel 7.13 is voor de verschillende alternatieven van het geplande windpark aangegeven wat de ingeschatte tijdelijke en permanente effecten van het windpark Q4-WP zijn.

**Tabel 7.13 Eindtabel voor de basisvariant en de alternatieven van Q4-WP. Vetgedrukte waarden liggen boven de 0,1% van de natuurlijke mortaliteit. De barrièrewerking en de verstoring hebben betrekking op alle varianten.**

Soortgroep	Effect aanleg en verwijdering	Permanente effecten				Barrière/ Verstoring
		Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 W	
Alkachtigen	Verwaarloosbaar	0,029	0,041	0,021	0,034	beperkt
Jan van gent	Verwaarloosbaar	<b>0,140</b>	<b>0,195</b>	0,098	<b>0,163</b>	beperkt
Ganzen en zwanen	Verwaarloosbaar	0,002	0,003	0,001	0,002	beperkt
Grote stern	Verwaarloosbaar	0,000	0,000	0,000	0,000	beperkt
Visdief/noordse stern	Verwaarloosbaar	0,024	0,033	0,016	0,027	beperkt
Steltlopers	Verwaarloosbaar	0,006	0,008	0,004	0,007	beperkt
Landvogels	Verwaarloosbaar	0,000	0,000	0,000	0,000	beperkt
Noordse stormvogel	Verwaarloosbaar	0,000	0,000	0,000	0,000	beperkt
Drieteenmeeuw	Verwaarloosbaar	0,011	0,016	0,008	0,013	beperkt
Zilvermeeuw	Verwaarloosbaar	0,067	0,094	0,047	0,078	beperkt
Kleine mantelmeeuw	Verwaarloosbaar	0,010	0,014	0,007	0,012	beperkt
Grote mantelmeeuw	Verwaarloosbaar	<b>0,157</b>	<b>0,220</b>	<b>0,110</b>	<b>0,183</b>	beperkt
Stormmeeuw	Verwaarloosbaar	0,042	0,059	0,029	0,049	beperkt
Jagers	Verwaarloosbaar	0,004	0,005	0,002	0,004	beperkt

## 7.8 Mitigerende maatregelen

De meest effectieve maatregel ter beperking van risico's is bij de planfase, de vermindering van beschermde gebieden en migratieroutes van vogels. Daarnaast kan een aantal inrichtingsmaatregelen getroffen worden.

### **Aanlegperiode**

Omdat de aanleg maar een tijdelijke verstoring of vernietiging betreft, kan door de juiste keuze van het tijdstip van de werkzaamheden een groot deel van de verstoringen voorkomen worden. Het betreft hier de gebruikelijke mitigerende maatregelen welke in principe bij alle ruimtelijke ontwikkelingen toegepast worden. Verstoring van de broedvogels aan land wordt voorkomen door hier buiten het broedseizoen te werken. De verstoring van pleisterende vogels wordt voorkomen door in de nazomer en herfst te werken voordat deze soorten in het gebied aankomen. Mocht het niet mogelijk zijn om de werkzaamheden buiten deze perioden af te ronden, dan dienen de werkzaamheden zoveel mogelijk op één relatief kleine plaats tegelijk uitgevoerd te worden, waardoor het te verstoren gebied zo klein mogelijk wordt gehouden.

### **Vergroten van de detectiekans**

Om de risico's voor vogels te minimaliseren, is een aantal technische aanpassingen aan een windturbine mogelijk.

Het betreft enerzijds de vergroting van de mogelijkheden voor vogels om turbines op te merken (te zien of te horen, de detectiekans) waardoor langstrekkende vogels kunnen uitwijken. Voor langstrekkende vogels is dit positief.

Voor vogels die het gebied als rust- of foerageergebied zouden willen gebruiken, zou dit mogelijk negatief kunnen uitwerken door de mogelijk grotere verstorende werking die van zulke aangepaste windturbines uitgaat. Het is echter vooralsnog onbekend wat eventuele sturende factoren zijn bij de verstorende werking van windturbines. Aangenomen dat het vergroten van de detectiekans van turbines bijdraagt aan het minimaliseren van effecten op vogels, kan een aantal aandachtspunten genoemd worden.

Door de windturbines een *kleur* te geven die vooral in donkere situaties goed opvalt, wordt de zichtbaarheid vergroot. Nadere gegevens over kleurtypen en de eventuele effecten zijn nauwelijks voorhanden. Het *verlichten* van de turbines met groen of blauw licht, voor zover niet strijdig met de IALA voorschriften, kan vogels wellicht helpen de windturbines voldoende ruim van te voren te detecteren, zodat tijdig uitwijken mogelijk is. Echter, het is niet uitgesloten dat lichten de vogels juist aantrekken zodat bij grote aantallen (gedurende migratie) het licht juist uit zou moeten. Het aanbrengen van reflecterende verflagen lijkt vooralsnog niet zinvol. In zonnige omstandigheden kunnen de windturbines goed worden waargenomen. In donkere of mistige omstandigheden, wanneer de risico's het grootst zijn, hebben de reflecterende materialen waarschijnlijk geen effect. Een lichte en opvallende kleur is in die situaties vermoedelijk zinvoller.

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

Een andere mogelijkheid is wellicht de turbines hoorbaar te maken door geluid uit te zenden. Op het land zijn op enkele plaatsen gunstige ervaringen opgedaan met gebruik van *ultrasoon geluid* voor het verjagen van vogels. Dit zou echter voor toepassing bij offshore windturbines (en andere offshore installaties) goed onderzocht moeten worden. Een belangrijke vraag is of dit ook op grotere afstand werkt (vogels moeten tijdig gewaarschuwd worden, niet als ze al vlakbij de turbine zijn). Een proefopstelling en gedragsmetingen aan vogels zijn noodzakelijk. Ook de mogelijke negatieve neveneffecten van een groot aantal ultrasone geluidsbronnen (bijvoorbeeld voor zeezoogdieren) dienen goed te worden bekeken.

### ***Verminderen van de aanvaringskansen***

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

Om aanvaringskansen te verminderen, kunnen tevens variaties in de *vorm van het windpark* gedaan worden.

Er kan gevarieerd worden door het windpark in een vierkant op te stellen of juist ruitvormig. De aanvaringskansen zijn zo klein mogelijk wanneer het park parallel aan de overheersende vliegrichting (naar aantallen in het algemeen of naar aantallen van een specifiek te beschermen soort) wordt geplaatst. Doordat gegevens over de overheersende vliegrichting (algemeen en naar soort) onvoldoende beschikbaar zijn (zoals voor zeevogels), is het echter in dit stadium van de planvorming niet mogelijk om een voorkeur uit te spreken over de oriëntatie van het windpark.

Daarnaast kunnen aanvaringskansen verminderd worden door de windturbines *tijdelijk buiten werking te stellen* gedurende periodes wanneer zich extreme situaties voordoen voor vogels. Te denken valt aan seizoenstrek van bepaalde soorten, wanneer grote aantallen vogels het windpark passeren en situaties waarin stormachtige wind voorkomt. Gedurende harde wind vliegen vogels lager, waardoor de aanvaringskans relatief groot kan zijn.

Een andere mogelijkheid om de aanvaringskansen te beperken, zijn maatregelen die de *barrièrewerking* verminderen. Aan de andere kant kunnen aanvaringen juist voorkomen worden door de barrièrewerking te versterken en de vogels zo buiten het windpark te houden. Zonder aanvullend onderzoek biedt de inpassing van deze maatregelen echter onvoldoende garantie op succes.

## 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 en 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 op zee 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 uitsluitend 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 van het 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 en ten noordoosten en zuidwesten van het plangebied staat een aantal platforms voor de winning van olie of gas. Daarnaast wordt het beeld sterk bepaald door scheepvaartverkeer. Sommige olie- en gasplatforms, die dichterbij de kust staan, 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, verstuingen en slufervorming, 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 en daarmee de recreatieve druk langs de kust toenemen.

In de notitie Ecosysteendoelen Noordzee [LNV, 1999] staan twee ecosysteendoelen 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, omdat een aantal olie- en gasvelden uitgeput raakt.

### **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
- heigheid van de lucht
- meteorologisch 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.

***Heiligheid van de lucht***

In de praktijk wordt het theoretisch maximale zicht ook aanzienlijk beperkt als gevolg van de heiligheid van de atmosfeer tussen het windpark en de waarnemer. Heiligheid ontstaat doordat warme lucht boven het koele zeewater een inversie genereert met weinig uitwisseling en daardoor opeenhoping van verontreinigingen. De heiligheid 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 Terschellingbank 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 dan 18,5 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 heiligheid (zie ook 'heiligheid 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 (helder wit of geel) 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 (helder wit of geel).

### **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. De verlichting heeft een bereik van circa 9,26 km (5 mijl).

### **8.4 Effectbeschrijving**

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

#### ***Windturbines 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 windpark daar afbreuk aan?

Ja, de aanleg van een windpark 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?

Nee, er staan al olie- en gasplatforms en wanneer 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 ongerepteheid. 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 Windpark Q7-WP is het al veel geheimzinniger. Kleine stokjes 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 windturbines 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 windturbines - en ronduit uitnodigend als de windturbines 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 ongerepteheid betreuren. Voor anderen zal het hun nieuwsgierigheid prikkelen en de beleving van de zee verrijken.

### 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. In de praktijk blijkt dat Windpark Q4-WP vanaf de kust niet zichtbaar zal zijn.

#### ***Het 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 windturbine.

#### Kromming van de aarde

Door de kromming van de aarde verdwijnt een windturbine steeds verder achter de horizon naarmate de afstand tussen waarnemer en windturbine 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 windturbine met een tiphoogte van 110 meter op 44 kilometer geheel achter de horizon. Voor een 4,5 MW windturbine met een tiphoogte van 140 meter is dit 48 kilometer.

Bij een positie van de waarnemer op een hoger punt op een duin, 15 meter boven zeeniveau, verdwijnen genoemde 3 MW en 4,5 MW turbine op een afstand van 52 kilometer respectievelijk 56 kilometer geheel achter de horizon.

#### Afmetingen van de windturbine

De zichtbaarheid neemt af met toenemende afstand tussen waarnemer en het windpark. Door perspectivische verkleining wordt de windturbine steeds kleiner. Het menselijke oog is verder een beperkende factor. Uit de literatuur is bekend 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). Dat geldt voor heel gunstige lichtomstandigheden met een goed contrast tussen voorwerp en achtergrond. Omgerekend betekent dit dat de grens van zichtbaarheid van een buispaal met een dikte van 1 meter op ongeveer 10 km ligt. Voor een buispaal van 4 meter ligt die grens dus op 40 kilometer. Aangezien de tip van de rotorbladen van een windturbine de hoogste snelheid hebben (grootste omloopsnelheid), is met toenemende afstand een steeds kleiner deel van de rotorbladen waarneembaar. De grootste breedte van het rotorblad van de gekozen 3 MW is circa 3,6 meter. Aan de tip is de bladbreedte ongeveer 0,4 meter. Voor de 4,5 MW windturbine zijn deze afmetingen circa 5,0 meter respectievelijk 0,6 meter.

#### ***Het zicht in de praktijk***

Het theoretisch zicht geldt alleen bij situaties zonder golfslag en uitstekende zichtomstandigheden. Deze situaties komen echter nauwelijks voor waardoor de feitelijke zichtbaarheid veel lager ligt. Uit een studie uitgevoerd door Meteo Consult blijkt dat in de zomer (wanneer de meeste bezoekers op het strand zijn) 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 ligt, kan worden gesteld dat het windpark het grootste deel van de tijd niet zichtbaar zal zijn.

De windturbines worden vanaf zeeniveau tot het werkbordes van een gele coating voorzien (conform de IALA-richtlijnen).

Boven het werkbordes heeft de windturbine een neutrale kleur (grijs of wit). De kleur van de windturbines speelt op deze afstand echter geen rol meer. De markeringsverlichting, die een bereik heeft van circa 10 km, speelt op deze afstand ook geen rol.

#### **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 (IJmuiden of Rotterdam) 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 vrijwel niet zichtbaar zijn. Deze schepen zullen alleen zichtbaar zijn wanneer deze varen van het plangebied naar de haven en vice versa en wanneer deze in de haven 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 zeer gering beoordeeld. Bij de 3 MW compacte variant zullen de werkzaamheden het langst duren, omdat bij deze variant het grootste aantal windturbines (56 stuks) wordt geplaatst. Bij de 4,5 MW basisvariant duren de werkzaamheden het kortst. Bij deze variant wordt het kleinste aantal windturbines (24 stuks) geplaatst.

Omdat de werkzaamheden vanaf de kust vrijwel niet 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 behulp van werkschepen. De werkschepen zullen wanneer ze in het windpark varen door hun beperkte afmetingen niet zichtbaar zijn vanaf de kust. De scheepsbewegingen ten behoeve van onderhoud van en naar het windpark 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 bij deze variant het grootste aantal windturbines (56 stuks) wordt geplaatst. Omdat de werkzaamheden vanaf de kust niet zichtbaar 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 wordt uitgevoerd door een schip dat de kabel legt en enkele werkschepen. De zichtbaarheid van deze schepen is afhankelijk van de afmetingen 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 totaal aantal scheepsbewegingen in het gebied. De lengte van de onderzochte kabeltracés is naar aanlandingspunt IJmuiden circa 32 km en naar aanlandingspunt Noordwijk circa 50 km. De duur van de werkzaamheden is dus aanmerkelijk korter voor het tracé naar IJmuiden. De werkzaamheden voor het onderhoud aan en de verwijdering van de kabels zijn, evenals de werkzaamheden voor de aanleg van de kabels, 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, het onderhoud en de verwijdering van de kabels worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

### 8.5 Samenvatting en conclusie 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 nauwelijks zichtbaar vanaf de kust. Effecten van aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark en de kabelverbinding naar de kust zijn merkbaar door de aanwezigheid en daarmee (beperkte) zichtbaarheid van werkschepen. Dit is een tijdelijk effect en valt nauwelijks op in relatie tot de overige scheepsbewegingen in het gebied. In de onderstaande tabel zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé weergegeven.

**Tabel 8.1 Effectbeoordeling landschap**

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
<b>Effecten windpark</b>				
<i>Gebruik windpark</i>				
Zichtbaarheid vanaf de kust	0	0	0	0
Afstand tot de kust	24 km	24 km	24 km	24 km
<i>Aanleg en verwijdering van het windpark</i>	0	0	0	0
<i>Onderhoud windpark</i>	0	0	0	0
<b>Effecten kabeltracé</b>				
<i>Gebruik kabel</i>	0	0	0	0
<i>Aanleg en verwijdering kabel</i>	0	0	0	0
<i>Onderhoud kabel</i>	0	0	0	0

### 8.6 Mitigerende maatregelen

Aangezien het windpark op een afstand van 24 km vanaf de kust nauwelijks zichtbaar is, zijn mitigerende maatregelen niet nodig.

## 9 MORFOLOGIE EN HYDROLOGIE

### 9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van Windpark Q4-WP en het kabeltracé op morfologische en hydrodynamische processen besproken. Het gaat met name om veranderingen in de structuur en samenstelling van de zeebodem en het zeewater. Ook de mogelijkheid van veranderingen van de kustlijn worden besproken. Gelet op de aard en omvang van de ingrepen is uitsluitend de bovenste laag van de zeebodem beschouwd. Ter plaatse van het windpark gaat het hierbij om de bovenste laag tot een diepte van 10 meter en voor het kabeltracé de bovenste laag tot een diepte van 5 meter.

Vertrekpunt voor de effectbeschrijving is de informatie, zoals vermeld in het MER Offshore Windpark Q7-WP [E-Connection, 2001] en het MER NSW [Grontmij, 2003]. Deze informatie is aangevuld met gegevens van Fugro [OPTI-PILE, 2004] en TNO Bouw en Ondergrond [TNO, 2007].

### 9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

#### *Huidige situatie*

In het algemeen kan worden gesteld dat in de omgeving van de locatie Q4-WP en het voorgestelde kabeltracé sprake is van een door natuurlijke processen gestuurd dynamisch evenwicht. Binnen dit evenwicht is de variatie van morfologie en hydrologie in tijd en ruimte groot. Zo neemt bijvoorbeeld de invloed van golven op de zeebodem in de richting van de kust toe en wordt deze in de tijd gestuurd door de weersomstandigheden. De invloed van het tij 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. De Deltawerken, de aanleg van de Maasvlakte en de aanwezigheid van baggerstort (havenslib) locaties ten noordwesten van Hoek van Holland hebben duidelijk invloed op hun directe omgeving.

#### Golven

De golfhoogte in de omgeving van het windpark en het bijbehorende kabeltracé varieert sterk in de tijd. Metingen van Rijkswaterstaat, verricht in de periode 1979 - 2002 op de nabijgelegen meetstations IJ-geul munitiestortplaats en Meetpost Noordwijk wijzen op het voorkomen van extreme golfhoogten van 5,8 - 6,7 meter eens in de 10 jaar en 6,6 - 7,7 meter eens in de 100 jaar [V&W, website golfklimaat]. De hoogste golven (volgens waarnemingen tot 7,3 meter) komen uit het noordwesten [Korevaar, 1990]. Bij deze golven is de strijklengte het grootst. 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 in de zomer en 1,8 meter in de winter, met een jaargemiddelde van 1,3 meter. Bij Meetpost Noordwijk, die dicht bij de kust en in ondieper water stond, is een jaargemiddelde significante golfhoogte van 1,1 meter gemeten. De meeste golven komen uit zuidwestelijke en noordwestelijke richting. De onderliggende deining, die ontstaat in de Atlantische Oceaan en in de noordelijke Noordzee, komt exclusief uit 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) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust. Bij het windpark en het bijbehorende kabeltracé ligt deze 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 iets lagere snelheid [Hydrografisch Bureau, 1963]. Ook bij de bodem is sprake van deze asymmetrie in stromingssnelheid [Houbolt, 1968]. Als gevolg hiervan en de overheersende zuidwestelijke wind loopt 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 het 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 en 12 kilometer uit de kust bij Meetpost Noordwijk, wijzen op noordwaarts gerichte reststromingen langs de kust, die bij de bodem zeer klein zijn (< 0,01 meter per seconde tussen NAP -19 meter en NAP -11 meter) en toenemen tot > 0,05 meter per seconde tussen NAP -11 meter en NAP -4 meter [Roelvink *et al.*, 2001]. Factoren die leiden tot sterkere en minder uniforme reststromen, zijn een 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. Ook op Meetpost Noordwijk zijn cross-shore reststromingen gemeten onshore gericht tussen NAP -19 meter en NAP -12 meter (max. 0,02 meter per seconde op NAP -18 meter) en offshore gericht tussen NAP -11 meter 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 ter plaatse van het kabeltracé is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering, die geheel valt binnen het dynamische evenwicht, wordt veroorzaakt door het optreden van verschillen in het zandtransport in de tijd en ruimte. Het gebied kan worden opgedeeld in:

- De eigenlijke zeebodem of shelf (de vlakke zone zeewaarts vanaf 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 toegangseulen tot de havens van Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden.

De locatie Q4-WP 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 21-24 meter (MSL). Het plangebied ligt zo ver uit de kust (24 kilometer) dat, afgezien van zandbanken, zandgolven en megaribbels, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1 : 1.000). Zandgolven zijn kleinschaliger maar ook mobieler dan de kilometers brede en tientallen kilometers lange zandbanken. De gemiddelde lange termijn verplaatsingssnelheid van zandgolven voor de Hollandse kust bedraagt 0 tot > 10 meter per jaar. Lokaal zijn verplaatsingen van 10 meter in 3 maanden gemeten [Schüttenhelm, 2002]. In het plangebied en langs de kabelroute van het voorkeustracé naar IJmuiden komen geen zandgolven voor [V&W, 2004c]. Wel bevindt het plangebied zich op een locatie met zandbanken, waarvan de kam een oriëntatie van zuidwest - noordoost heeft. De hoogte van deze zandbanken is 1 tot 10 meter.

In het plangebied bevinden zich ook megaribbels. Deze bodemvormen hebben een golflengte van 5 – 15 meter en een amplitude van circa 0,5 – 1,5 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen. Daarnaast worden deze sterk beïnvloed door de boomkorvisserij.

De vooroever en de actieve zone die 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 meest belangrijk. Langs het grootste gedeelte van de Hollandse kust komen brandingsruggen (of brekerbanken) voor. Deze brandingsruggen zijn voortdurend in beweging, waarbij met name tijdens stormperiodes grote verplaatsingen optreden.

#### Bodemsamenstelling

De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust [Niessen & Schüttenhelm, 1986]. De zeebodem ter plaatse van het plangebied bestaat voornamelijk uit middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250 - 500 µm) met een slibgehalte van < 5%. Ook komt in het plangebied zand met een gemiddelde korrelgrootte van 125 – 250 µm voor. Het oppervlakte sediment bestaat uit zand, licht grindhoudend zand en grindhoudend zand. Het in dit zand aanwezige grind is van bioklastische oorsprong en bestaat uit schelpen en schelpfragmenten. De onderliggende lagen (tot een diepte van 10 meter) bestaan gedeeltelijk uit zand, maar recente boorgegevens wijzen op de lokale aanwezigheid van tenminste 5 meter dikke, geconsolideerde sliblagen (afgezet voor de laatste ijstijd) beneden NAP -33 meter [Van Heteren, 2002].

De Pleistocene toplagen bevinden zich op een diepte van maximaal 25-30 meter. Ter plaatse van het plangebied komt de "Boxtel Formatie" voor. Deze formatie bestaat uit zeer fijn tot matig grof, zwak tot sterk siltig, kalkloos tot sterk kalkhoudend, lokaal zwak tot sterk grindhoudend zand. De kleur varieert van lichtgrijs tot geelbruin.

Het kabeltracé doorkruist een gebied met fijn tot middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250 – 500 µm) aan het oppervlak. In de eerste meters onder het oppervlak liggen voor de kust lokaal slibrijke opvullingen (enkele honderden meters tot maximaal enkele kilometers breed) van voormalige getij-geulen, die gevormd zijn toen de kustlijn verder naar het westen lag dan tegenwoordig het geval is [e.g. Rieu *et al.*, 2005].

#### Troebelheid

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevende 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 kust. Op zee is het gehalte in de zomer circa 2 mg/l en het jaargemiddeld 5 - 10 mg/l [RIKZ, 1997]. Bij het plangebied is het stofgehalte in de zomer <5 – 8 mg/l en in de winter 5 - 12 mg/l. Deze waarden zijn afgeleid uit een door het IVM uitgevoerde middeling van Sea Wifs satellietbeelden [RIKZ, 2002]. Langs het kabeltracé neemt het stofgehalte in de richting van de kust toe tot 20 mg/l in de zomer en >28 mg/l in de winter. De troebelheid van het water in de kustzone wordt, naast slibtoevoer uit de Straat van Dover en uit rivieren, ook bepaald door het storten van baggerspecie op zee en door opwerveling tijdens stormen.

Bij storm neemt de concentratie zwevend materiaal met name in de kustzone sterk toe [Suijlen & Duin, 2001], waarbij het stofgehalte kan oplopen tot 1.000 mg/l [Eisma, 1981].

#### Sedimenttransport

Het transport van zwevende stof langs de Hollandse kust wordt bepaald door de waterbeweging en beschikbaarheid van sediment. Deze hangen af van het getij, de wind en golven en de rivierafvoer.



Uitwisseling tussen zeewater en bodem is daarbij van groot belang. Door rivieren en getijstroom aangevoerd slib en opgewerveld slib uit de kustzone wordt met de getijreststroom langzaam naar het noordoosten gevoerd, in de zogenaamde "kustrivier". De kustrivier strekt zich uit tot ongeveer 15 - 30 kilometer uit de kust. Geleidelijk treedt vermenging op met zeewater. Jaarlijks wordt op deze wijze 7 miljoen ton slib langs de Hollandse kust getransporteerd [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 treedt het grootste sedimenttransport op. In deze zone zijn de golfgedreven transporten dominant. Het netto transport in noordelijke richting langs de kust en in de richting van de kust bedraagt in de actieve zone circa 100.000 - 500.000 m<sup>3</sup> per jaar [Van Rijn, 1994 en 1995]. De havenhoofden van Rotterdam, IJmuiden en Scheveningen verstoren het sedimenttransport langs de kust 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 in dat geval 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, vanwege de opwarming van de aarde, een verdere stijging van de zeespiegel verwacht. Niet overal langs de kust heeft de stijging van de zeespiegel dezelfde gevolgen. Het centrale deel van de Hollandse kust, ter hoogte van het plangebied, progradeert enigszins. Daarentegen eroderen het zuidelijke en het noordelijke deel van de kust [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 daarom nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste van de hiervoor besproken processen zijn het resultaat van een lange termijn ontwikkeling en een zodanig 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 stijging van de zeespiegel bij de autonome ontwikkeling zijn inbegrepen, vinden ook ten aanzien hiervan 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 samenhang met elkaar, invloed op de Hollandse kust. Het is dus van belang om te weten of 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: des te ondieper het water, des te 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 recht evenredig met de golf lengte. 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 door 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 veranderingen van de waterstand (stuwing), golven en stromingen. Wind is hiermee indirect de oorzaak van veel 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 ingegraven in of op de zeebodem liggen.

### ***Bodemsamenstelling***

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij het optreden van verschillende processen. Zo heeft de karakteristiek van het sediment 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 belangrijke archeologische waarde.

### ***Troebelheid en waterkwaliteit***

De troebelheid of helderheid van het water bepaalt de mate waarin licht, dat voor algen en andere organismen belangrijk is, kan doordringen in de waterkolom.

De troebelheid wordt bepaald door de aanvoer van slib uit rivieren, het storten van baggerspecie op zee en de 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.

### **Sedimenttransport**

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de Hollandse kust, met name in noordwaartse richting. Sedimenttransport treedt 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.

### **Kustveiligheid**

De kustveiligheid heeft met name te maken met de veiligheid tegen overstroming. Dit hangt enerzijds af van de hydrodynamische belasting en anderzijds van de sterkte en stabiliteit van de zeewering. De sterkte van de zachte delen van de zeewering (strand en duinen) is in hoge mate afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid 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 aanwezige hoeveelheid zand in een bepaald kustvak hangt met name af van de golven en het getij. 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 de vorige paragraaf genoemde toetsingscriteria. Bij de effectbeschrijving wordt verder onderscheid gemaakt in de effecten van de inrichtingsvarianten, de effecten van de aanleg en verwijdering, de effecten van het 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 rond de monopalen veranderen. Alleen zeer lokaal zal achter een monopaal een verlaging van de golfhoogte optreden [Hoffman *et al.*, 1997; Chakrabari, 1987]. Deze verandering treedt op tot een afstand van één tot twee keer de diameter van de monopaal. Bij de variant met 3 MW windturbines gaat het om een afstand van maximaal (2 x 4,5 meter =) circa 9 meter. Bij de variant met 4,5 MW windturbines is deze afstand iets groter: circa 12,2 meter.

In theorie veroorzaakt een monopaal in een golfveld door extra wrijving opstuwing aan de loefzijde en een verlaging van de waterstand aan de lijzijde van de monopaal. Deze veranderingen zijn echter zeer gering. De invloed van de monopalen op de golven blijft ruim binnen de natuurlijke variatie (effectbeoordeling: 0). De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

**criterium waterbeweging (waterstand en stroming)**

Door de aanwezigheid van het windpark zal ook de waterbeweging rond de monopalen veranderen. De verandering van het stroombeeld zal alleen zeer lokaal achter de monopalen (één tot twee keer de diameter van de monopaal) optreden [Hoffman *et al.*, 1997; Chakrabari, 1987]. Een monopaal in een stromingsveld veroorzaakt een zeer kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopaal en turbulentie aan de lijszijde van de monopaal. Deze veranderingen zijn echter zeer gering (maximaal 2% [Danish Hydraulic Institute, 1999]) als gevolg van de relatief kleine diameter van de monopaal in vergelijking tot de waterdiepte.

De effecten zijn uitsluitend merkbaar in de directe omgeving van de monopalen. De monopalen hebben geen invloed 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. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet 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.

Het windpark heeft, als gevolg van de naar verhouding geringe diameter van de monopaal en de erosiebescherming en de grote onderlinge afstand van de windturbines, alleen in de directe omgeving van de monopaal geringe en sterk lokale effecten op de bodemvormen. Deze effecten beperken zich tot maximaal 0,2 % van het binnen het windpark vallende zeebodemoppervlak bij de compacte variant 4,5 MW. De beïnvloede afstand is maximaal 2 keer de diameter van de monopaal (zie hierboven). De oppervlakte die per turbine beïnvloed wordt is  $\pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot 6,1 + 12,2)^2 = 731 \text{ m}^2$ . Dit is minder dan de oppervlakte die door de erosiebescherming rond de funderingspalen wordt ingenomen ( $910 \text{ m}^2$ , zie hoofdstuk 4 van het MER). Voor het gehele park is de beïnvloede oppervlakte gelijk aan de oppervlakte van de erosiebescherming, namelijk  $910 \cdot 40$  (aantal turbines) =  $36.400 \text{ m}^2$  of circa  $0,04 \text{ km}^2$ . Dit komt overeen met  $0,04 / 20$  (oppervlakte windpark)  $\cdot 100 \% = 0,2 \%$ . Ten opzichte van het NCP wordt een nog kleiner percentage van de bodem verstoord, namelijk  $0,04 / 57.273$  (= oppervlakte NCP)  $\cdot 100\% = 0,0001\%$ . Deze effecten zijn dus vrijwel verwaarloosbaar. De inrichtingsvarianten zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend.

Het windpark heeft geen invloed op de migratie van bodemvormen. Daarentegen heeft migratie van met name zandgolven wel invloed op het windpark. Bij het ontwerp en de dimensionering van de ondersteuningsconstructie moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van zandbanken en zandgolven en de migratie hiervan. De stabiliteit van de fundering wordt dan ook niet beïnvloed door het dynamische gedrag van de zandbanken en zandgolven.

De migratiesnelheid van de zandgolven in het plangebied is onbekend, maar gedurende de levensduur van het windpark (20 jaar) kan de diepteligging van de zeebodem ten hoogste 4 meter wijzigen. Zandbanken hebben minder invloed. Deze bodemvormen kunnen in 20 jaar circa 15 meter verplaatsen. Dat betekent dat de diepteligging van de zeebodem met enkele decimeters kan veranderen.

In tegenstelling tot de funderingspalen kan de erosiebescherming worden ontgraven, wanneer deze geplaatst is op een plek waar door migratie van zandgolven sterke erosie en dus een sterke verlaging van de zeebodem optreedt. Maar ook hier kan bij het definitieve ontwerp rekening mee worden gehouden, bijvoorbeeld door de funderingspalen bij voorkeur in of bij de troggen tussen de zandgolven te plaatsen en niet op of bij de golftoppen. Aangezien in het plangebied van Q4-WP geen zandgolven aanwezig zijn, treedt dit verschijnsel bij Q4-WP niet op.

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

#### ***criterium bodemsamenstelling***

De samenstelling van de bodem binnen het plangebied is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (125 – 250 µm en 250 - 500 µm). Door de aanleg van de erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. De erosiebescherming heeft uitsluitend zeer lokaal (rond de funderingspaal) effect op de sedimentsamenstelling.

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

#### ***criterium troebelheid en waterkwaliteit***

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen verhoging van de troebelheid verwacht. Er vinden geen werkzaamheden plaats, die daartoe aanleiding geven. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen geen erosiekuilen ontstaan rond 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 zeewater terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt dan ook niet verwacht. Er wordt geen gebruik gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-fouling). Op de funderingen wordt kathodische bescherming toegepast. De hoeveelheid aluminium, die op deze wijze in het milieu terecht komt, wordt als volgt berekend:

Gedurende de levensduur van 20 jaar komt per monopaal circa 1.500 kg Al vrij. In deze periode passeert ongeveer  $2,14 \times 10^{12} \text{ m}^3$  water de monopalen (uitgaande van een gemiddelde waterdiepte van 25 meter, een onderlinge afstand van 720 meter en een stromingssnelheid van 0,5 m/s). Dit resulteert in een verhoging van de Al-concentratie in het zeewater van 0,003 µg/l. Dit is verwaarloosbaar ten opzichte van de normale achtergrondconcentratie van aluminium in zeewater van 0,5 µg/l. Het effect (van de corrosiebescherming) op de waterkwaliteit is verwaarloosbaar. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet onderscheidend.

#### ***criterium sedimenttransport***

Het sedimenttransport ondervindt net als de waterbeweging als gevolg van de grote onderlinge afstand tussen de windturbines geen invloed van het windpark. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen geen erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Dit betekent dat het windpark geen invloed op het sedimenttransport heeft. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet 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.

Daarnaast is de invloed van deze veranderingen op de kustveiligheid afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en is gering tot verwaarloosbaar. Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 24 km) betekent dat het windpark geen effect heeft 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 werkschepen het golfbeeld lokaal in zeer geringe mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart.

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

#### ***Criterium waterdiepte en bodemvormen***

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 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 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 korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. Bij de verwijdering van het windpark treden dezelfde geringe effecten op.

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

#### ***Criterium troebelheid en waterkwaliteit***

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 tijdelijk een verhoging van de troebelheid optreden. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (< 5%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken.

De verwachting is dat het tijdens het trenchen van de parkbekabeling de lokale verhoging van de troebelheid in de orde van 50 mg/liter tot 500 mg/liter (dichtbij het trenchen) kan zijn [Eisma, 1981]. Deze verhoging van de troebelheid valt echter ruimschoots 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]. Daar 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 effect zeer lokaal en gedurende een korte periode optreedt.

De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet 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 ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek (tot 300 mg/liter) [RIKZ, 2002]. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De inrichtingsvarianten zijn niet 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. Daarnaast is de invloed van deze veranderingen op de kustveiligheid afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van de aanleg (en verwijdering) van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en verwaarloosbaar.

Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 24 km) betekent dat de aanleg en verwijdering van het windpark geen effect heeft op de kust, de kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand.

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

**9.4.4 Effecten van het onderhoud**

Er wordt naar gestreefd om per windturbine één keer per jaar gepland preventief onderhoud uit te voeren. Het onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal bij voorkeur in de zomermaanden plaatsvinden. 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 deze stoffen in het milieu terechtkomen. Het onderhoud heeft geen effect op de toetsingscriteria. Het onderhoud van het windpark wordt nader beschreven in het Onderhoudsplan.

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 tracékeuze, 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 tenminste 1 meter diep ingegraven. In het resterende deel tot aan de kust worden de kabels tenminste 3 meter diep ingegraven. De kabels worden door middel van trenchen ingegraven. Door middel van periodieke inspecties wordt gecontroleerd of de kabels nog op de juiste diepte liggen. Wanneer de dekking niet meer toereikend is, bijvoorbeeld door migratie van zandgolven, wordt dit hersteld.

De aanleg van de kabels heeft geen invloed op de 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 tijdelijke verhoging van de troebelheid. Deze verhoging blijft ruimschoots binnen de natuurlijke variatie. Ook de doorkruising van sediment met hoge slibgehalten, zoals geulopvullingen, heeft slechts een tijdelijke, zeer beperkte en lokale invloed. Als gevolg van het opwoelen van sediment zal dit meegevoerd worden met de stroming en elders weer sedimenteren.

De gevolgen van de aanleg van de kabels voor de morfologische processen zijn klein ten opzichte van de natuurlijke variatie. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De effecten van de varianten van het aanlandingspunt (IJmuiden of Noordwijk) 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 ten aanzien van het aspect morfologie en hydrologie.

## 9.5 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voorzover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het geringe aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het kabeltracé en is tijdelijk van aard.

In tabel 9.1 zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé weergegeven.

**Tabel 9.1 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie**

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
<b>Effecten windpark</b>				
<i>Gebruik windpark</i>				
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
<i>Aanleg en verwijdering windpark</i>				
<i>Onderhoud windpark</i>	0	0	0	0
<b>Effecten kabeltracé</b>				
<i>Gebruik kabel</i>				
<i>Aanleg en verwijdering kabel</i>	0	0	0	0
<i>Onderhoud kabel</i>	0	0	0	0

## 9.6 Mitigerende maatregelen

Er treden geen of uitsluitend verwaarloosbare effecten op. De noodzaak voor mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig.



## 10 ONDERWATERLEVEN

### 10.1 Inleiding

Bij het onderzoek naar het effect van windparken op de Noordzee moeten de mogelijke effecten van windturbines op onderwaterleven nader onderzocht worden. Op grond van de Richtlijnen van het Bevoegd Gezag moet een beschrijving van de huidige situatie van het onderwaterleven worden gegeven, met name met betrekking tot zeezoogdieren, vissen en bodemfauna. Specifieke aandacht wordt gevraagd voor:

- De in het plangebied voorkomende zeezoogdieren en de mate waarin die dieren gebruik maken van het gebied. Bekende migratierouten en foerageergebieden verdienen daarbij de aandacht;
- In het gebied voorkomende vis- en bodemfaunapopulaties, indien mogelijk met indicaties van de dichtheid van de belangrijkste soorten en indien relevant specifiek gebruik van het gebied (paaieren, kinderkamer, etc.)

Bij de effectbeschrijving wordt aandacht gevraagd voor te verwachten effecten op het migratie- en foerageergedrag van zeezoogdieren. Tevens moeten te verwachten positieve effecten van het zogeheten oase-effect op de vispopulatie opgenomen worden. Hierbij valt ook te denken aan veranderingen in bodemfauna door het sluiten van het gebied voor bodemberoerende visserij. Daarnaast moeten de refugiumfunctie voor de visfauna en effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren en kraakbeenvissen uitgewerkt worden.

In dit hoofdstuk wordt uitvoerig ingegaan op de hierboven aangegeven aandachtspunten. Voor de effectbeschrijving is ervoor gekozen de effecten op het onderwaterleven per fase te behandelen, dus effecten van de aanleg, de exploitatie en de demontage van een windpark op de Noordzee.

De informatie in dit hoofdstuk bouwt voort op kennis verzameld in het kader van het MER locatiekeuze Near Shore Windpark en windpark Q7-WP [E-Connection, 2001]. Als referentiekader voor de bestaande situatie is daarnaast gebruik gemaakt van:

- *Baseline studies wind farm for demersal fish*, RIKZ door: Royal Haskoning, TNO en WUR [Tien *et al.*, 2004];
- *Baseline study Lot 1 Benthic Fauna Final Report*, Institute of Estuarine and Coastal Studies, Huil, UK [Jarvis *et al.*, 2004];
- *Baseline data on the harbour porpoise, Phocoena phocoena, in relation to the intended wind farm site NSW* (Brasseur *et al.*, 2004);
- *Base line studies North Sea wind farms: Final report pelagic fish* [Grift *et al.*, 2004];
- Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat, door Alterra en RIKZ [Lindeboom *et al.*, 2005];
- Integraal Beheersplan Noordzee 2015 [VROM *et al.*, 2005b].

Tevens is gebruik gemaakt van monitoring en evaluatieresultaten van het Deense offshore windpark Horns Rev. Daarnaast is gebruik gemaakt van recent onderzoek, ervaringen en openbaar beschikbare kennis, die opgedaan is bij andere (buitenlandse) offshore windparken.

### 10.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In deze paragraaf wordt de huidige situatie van het onderwaterleven beschreven, daartoe worden in het plangebied voorkomende bodemfaunapopulaties, vis- en zoogdieren genoemd.

Tevens wordt aangegeven in welke mate de dieren gebruik maken van het plangebied (paaieren, kinderkamer, foerageren, migratieroute, etc.).

### 10.2.1 Bodemfauna

In en op de bodem leeft het macrobenthos: ongewervelde dieren, zoals wormen en schelpdieren, die veelal ingegraven in het zand leven. Over de bodem kruipen zeesterren en kreeftachtigen. Veel van deze dieren zijn plaatsgebonden of hun actieradius is dermate beperkt dat ze functioneel gezien toch als weinig mobiel kunnen worden beschouwd.

Door de geringe mobiliteit is de macrobenthosgemeenschap op een locatie een goede afspiegeling van de abiotische factoren die ter plekke op de wat langere termijn heersen. Daarnaast is het macrobenthos als voedsel voor een aantal vissoorten van cruciaal belang en indirect dus ook voor organismen op een daaropvolgend trofisch niveau.

#### **Gegevens**

Het is van belang te kunnen beschikken over onderzoeken met een grote bemonsteringsdichtheid in het plangebied. Het NIOZ heeft zoveel mogelijk benthosgegevens bij elkaar gebracht om gebieden met karakteristieke macrobenthos gemeenschappen van het NCP aan te geven en te beschrijven. Er bestaan meetgegevens van macrobenthos van 100 stations van het project van de Biologische Monitoring NV van het Nederlands Continentaal Plat (BIOMON) over de jaren 1995-2002, van 490 extra stations uit het MILZON project (1987-1993) en van een dataset van de Doggersbank [NIOZ, R. Heyman]. Deze vormen ook de basis voor het RIKZ rapport 'Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat' [Lindeboom *et al.*, 2005]. In de genoemde rapportage worden vijf gebieden op het NCP geselecteerd, die wat betreft het macrobenthos bijzonder genoemd kunnen worden. Deze gebieden komen grotendeels overeen met de gebieden die in de Nota Ruimte [VROM *et al.*, 2005a; VROM *et al.*, 2005b] genoemd worden. Dit zijn de Doggersbank, de Centrale Oestergronden, het Friese Front, de Klaverbank en de Kustzee. In het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 (IBN 2015) zijn vier van de vijf gebieden als GBEW (Gebied met Bijzondere Ecologische Waarde) aangewezen. De Centrale Oestergronden zijn buiten deze selectie gebleven en niet de gehele kustzone is als GBEW aangewezen: het gedeelte tussen Bergen en de Voordelta is buiten beschouwing gebleven.

De zogenaamde MILZON benthos studie [Van Scheppingen & Groenewold, 1990] die ook de zoöbenthos-atlas van het Nederlandse Continentale Plat [Holtmann *et al.*, 1996] voor een groot deel van haar kustgegevens voorzag, geeft een representatief beeld van het macrobenthos in de Hollandse kustzone. Uit vervolgstudies [onder andere Daan & Mulder, 2002] blijkt dat het algemene beeld van de benthosgemeenschappen (biomassa en diversiteit) redelijk stabiel is ondanks de hoge variatie in dichtheden en verspreiding van bepaalde soorten.

#### **Levensgemeenschappen**

Een analyse van het gehele NCP (inclusief 12-mijlszone) laat zien dat in de Nederlandse kustzone op zandige sedimenten slechts twee verschillende gemeenschappen worden aangetroffen [Holtmann *et al.*, 1996]: een kust- en een offshore-gemeenschap. Beide gemeenschappen tonen overigens nog een behoorlijke overeenkomst [tabel 4 in Holtmann *et al.*, 1996], onder andere door het optreden van de worm *Spiophanes bombyx*. Deze soort bouwt kokers van zandkorreltjes waarin zij zich in zekere mate kan verankeren en handhaven als het omringende zand door waterbeweging wordt weggespoeld.

Dit is een indicatie voor het instabiele karakter van het milieu van deze levensgemeenschappen.

Veel van de macrobenthossoorten in dit gebied hebben dan ook een relatief korte levensduur en zijn hieraan aangepast door een snelle reproductie en een groot aantal nakomelingen. Ze kunnen dan ook worden gekarakteriseerd als zogenaamde r-strategen. Een analyse van diversiteitgegevens van de jaarlijks uitgevoerde monitoring van het benthos in het Nederlands deel van het continentaal plat (BIOMON) over de periode 1986-1998 laat zien dat hierin weinig veranderingen optreden [Lavaleye *et al.*, 2000]. Ook de positie van de onderscheiden levensgemeenschappen verandert daarbij niet [Holtmann *et al.*, 1999].

#### Offshore-gemeenschap

Buiten de vijf kilometer brede kustgemeenschap bevindt zich de offshore-gemeenschap. Deze wordt qua dichtheden ook gedomineerd door polychaeten. Zij heeft als kenmerkende soorten de polychaete worm *Nephtys cirrosa* en het gravende vlokreeftje *Bathyporeia guillamsoniana*. Grote schelpenbanken ontbreken, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen (zee-egels e.d.). Voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust neemt de biomassa in zeevaartse richting snel af.

De gemiddelde biomassa per vierkante meter van de offshore-gemeenschap is dan ook veel lager dan die van de kustgemeenschap. De jaarlijkse macrobenthossurvey [Lavaleye *et al.*, 2000] laat voor de offshore gemeenschap tussen 1990-1998 een gemiddelde dichtheid zien variërend van 6,4-15,35 gram Asvrij Drooggewicht per m<sup>2</sup> (AVDG/m<sup>2</sup>). Kenmerkende soorten voor deze gemeenschap zijn de polychaete wormen *Nephtys cirrosa*, *Seoloplos armiger* (wapenworm) en *Spiophanes bombyx* en de vlokreeften *Urothoe poseidonis*, *Bathyporeia elegans* en *Bathyporeia guillamsoniana*.

Binnen de offshore-gemeenschap kan een overgangszone worden onderscheiden [Van Scheppingen & Groenewold, 1990]. Kustwaarts wordt deze overgangszone scherp begrensd op 5 kilometer van het strand. Richting zee loopt de overgangszone ongeveer tot 20 kilometer uit de kust en gaat daar geleidelijk over in het westelijk deel van de offshore-gemeenschap. De overgangszone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen. De biomassa van de tweekleppigen, die voor de voedselketen zo belangrijk zijn, is in het westelijke deel van de offshore-gemeenschap drie maal zo laag als in de overgangszone, maar in de kustzone is deze een factor 15 hoger.

In de offshore-gemeenschap domineren andere soorten *Ensis* en *Spisula* (*S. elliptica* en *S. solida*) dan in de kustgemeenschap (*Spisula subtruncata*), maar deze halen nooit de dichtheden van de bovengenoemde soorten in de kustgemeenschap.

Toch komen op een diepte van 18 tot 19 meter nog redelijke aantallen *Spisula subtruncata* voor [Jarvis *et al.*, 2004] ter hoogte van Egmond: 31,6 individuen per vierkante meter. Met de schaaft werden ook nog redelijke aantallen aangetroffen (18 individuen per m<sup>2</sup>). Echter, aantallen in deze orde grootte kwamen slechts voor op enkele locaties. Het is onbekend in hoeverre deze soorten ook aanwezig zijn in het plangebied van Q4-WP.

Een samenvatting van aantallen en biomassa's in de diverse zones en een overzicht van de belangrijkste abiotische karakteristieken staat in tabel 10.1 [naar Van Scheppingen & Groenewold, 1990].

**Tabel 10.1** Overzicht van macrobenthos en enkele abiotische gegevens voor de Hollandse kust

Afstand tot de kust	Kustgemeenschap		Offshore-gemeenschap			
	< 5 km		Overgangszone		Offshore-west	
			5 - 20 km		> circa 20 km	
	Dichtheid*	Biomassa**	Dichtheid*	Biomassa**	Dichtheid*	Biomassa**
Polychaete wormen	4.093	9,9	553	3,7	741	2,0
Kreeftachtigen	601	0,2	567	4,5	219	1,1
Tweekleppigen	1.352	35,3	55	2,4	19	0,8
Stekelhuidigen	54	6,7	16	5,5	10	25
Overig	194	1,2	70	0,5	70	0,2
Totaal	6.294	53,3	1.261	16,6	1.059	6,6
Soorten/monster	21		15		13	
Mediane korrelgrootte	209 µm		295 µm		319 µm	
Slibgehalte	6,1%		1,43%		1,0%	

\* Dichtheid in n/m<sup>2</sup>, exclusief juvenielen  
 \*\* Biomassa in gram AVDG/m<sup>2</sup>

### Conclusie macrobenthos

Voor de samenstelling van het macrobenthos en bodemleven wordt een onderscheid gemaakt naar kustzone (< 5 kilometer van de kust), overgangszone (5 tot 20 kilometer uit de kust) en een offshore-gemeenschap (> 20 kilometer uit de kust).

Windpark Q4-WP ligt in het gebied van de offshore-levensgemeenschap, het gebied met een relatief lage dichtheid en biomassa. Meer specifiek bevindt het gebied zich in de westelijke offshore-gemeenschap. De biomassa is hier minder laag dan in de rest van de gemeenschappen.

De fytoplanktonontwikkeling in de Zuidelijke Noordzee wordt mede bepaald door de kenmerken van het Kanaalwater. In het voorjaar komt het fytoplankton hier eerder tot ontwikkeling dan bijvoorbeeld in de Centrale Noordzee, door de eerder optredende hogere lichtintensiteit in het zuiden. Fytoplankton bloeit vooral in het vroege voorjaar (diatomeeën), met in april/mei een topproductie, vooral door *Phaeocystis globosa*, een flagellaat die de bekende schuimstranden kan veroorzaken. In de zomer kunnen ook fytoplankton bloeien voorkomen, met name van dinoflagellaten. Hieronder behoren ook toxische soorten als *Gyrodinium* en *Dinophysis* [Leopold & Dankers, 1997], alhoewel echte bloeien van deze soorten niet aan de Hollandse kust zijn waargenomen. Algemeen geldt dat vanaf 1983 grote bloeien van toxische algen, door toename van het nutriëntengehalte van het water, vaker lijken voor te komen. Dit geldt dus ook voor de Zuidelijke Bocht [Leopold & Dankers, 1997]. De gemiddelde primaire productie is circa 200 g C/m<sup>2</sup>/jaar [Bergman *et al.*, 1991].

Er is niet veel informatie over zoöplankton. De zoöplanktongemeenschap in de Zuidelijke Bocht is duidelijk verschillend van die ten noorden van de overgangszone [Leopold & Dankers, 1997]. In het NIOZ-rapport 1991-3 [Bergman *et al.*, 1991] wordt vermeld dat de productie van roeipootkreeftjes in Zuidelijke Bocht lager is dan in de noordelijke Noordzee (respectievelijk 10 g C/m<sup>2</sup>/jaar en 20 g C/m<sup>2</sup>/jaar). In de Zuidelijke Bocht gaat een aanzienlijk deel van de primaire productie de microbiële kringloop in en komt dus niet direct bij het zoöplankton terecht.

Hoewel de diversiteit van het meiobenthos relatief hoog is, is de dichtheid relatief laag (circa 1000 ind./10 cm<sup>2</sup>) [Holtmann & Groenewold, 1994; Holtmann *et al.*, 1997]. Roeipootkreeftjes (*copepoda*) zijn in de Zuidelijke Bocht naar dichtheid het meest belangrijk. Dit in tegenstelling tot de meeste andere gebieden van het NCP waar de *nematoda* (draadwormen) de dominante groep vormen [Bergman *et al.*, 1991]. Vooral interstitiële (tussen de sedimentkorrels levende) roeipootkreeftjes spelen een belangrijke rol [Holtmann *et al.*, 1997]. De meeste andere taxa komen ook in dit gebied voor.

Binnen de Zuidelijke Bocht worden wat betreft de meiofauna twee gebieden onderscheiden:

- een gebied met grof sediment (grof zand): ten zuiden van IJmuiden en een zone ten westen van Texel en Vlieland;
- de rest van de Zuidelijke Bocht.

### 10.2.2 Vissen

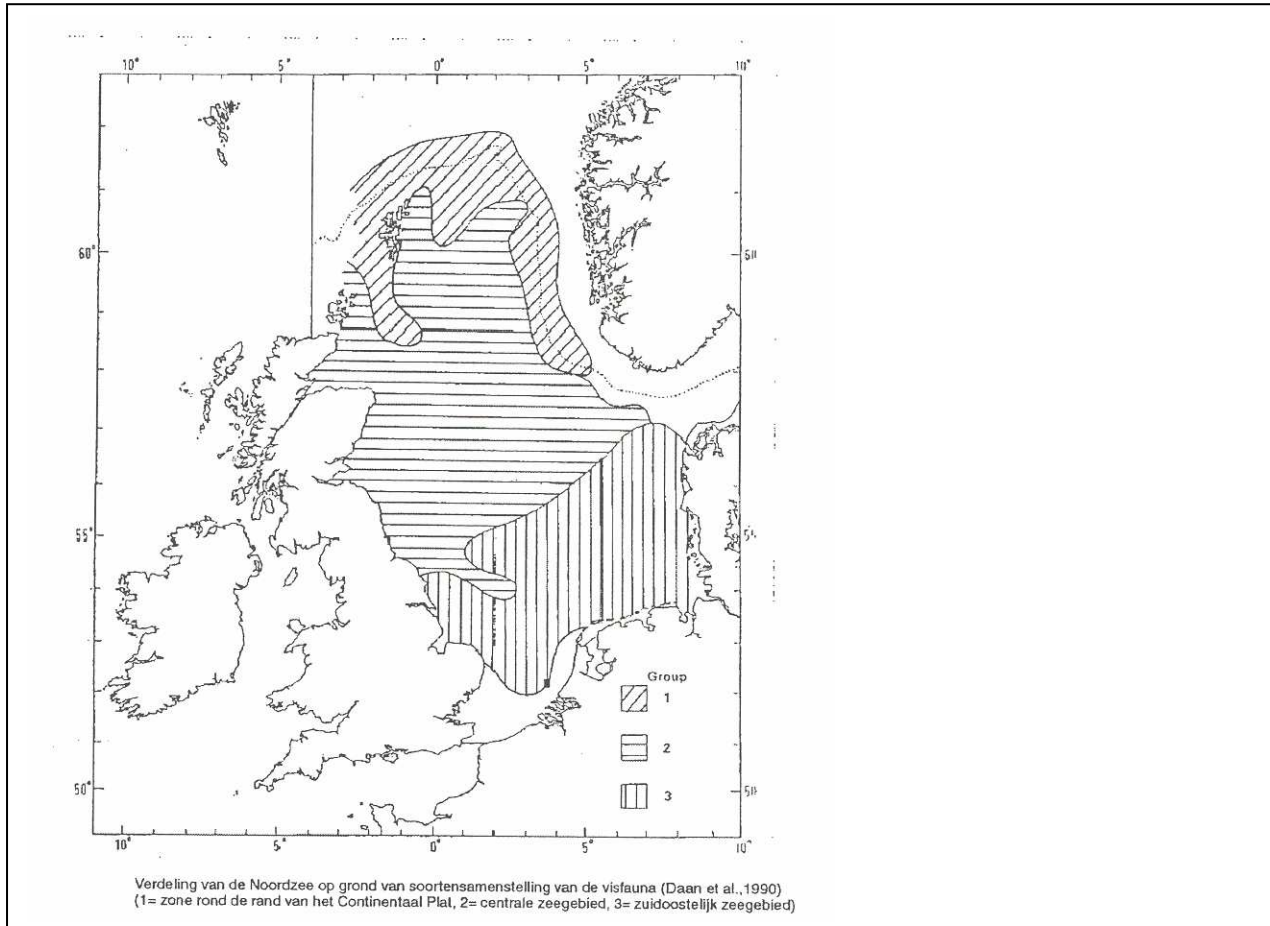
#### **Algemeen**

Binnen de Noordzee kunnen op grond van soortensamenstelling van de visfauna drie gebieden onderscheiden worden (figuur 10.1) [Bergman *et al.*, 1991; Daan *et al.*, 1990; Hartgers *et al.*, 1996]:

- de zone rond de rand van het Continentaal Plat (200 tot > 1.000 meter diep);
- het centrale gebied (40 tot 200 meter diep);
- het zuidoostelijk zeegebied (< 40 meter diep).

Locatie Q4-WP bevindt zich in het *zuidoostelijk zeegebied* en bevat, vergeleken met de overige delen, in de zomer de grootste biomassa aan platvis, een gemiddelde biomassa aan gadoïden (kabeljauw, wijting en schelvis) en haaien en de geringste biomassa aan roggen. 's Winters kunnen zich op relatief beperkte schaal verschuivingen voordoen [Bergman *et al.*, 1991]. In het algemeen is de diversiteit van de visfauna op het gehele NCP laag vanwege de sterke dominantie van een aantal platvissoorten [Hartgers *et al.*, 1996].

**Figuur 10.1** Verdeling van de Noordzee op grond van soortensamenstelling van visfauna



### Gegevens

Er zijn weinig bemonsteringen uitgevoerd die een gedetailleerd beeld opleveren van de visfauna van het plangebied. Data zijn met name afkomstig van vier routinematige bestandsopnamen, die worden uitgevoerd in de Noordzee, te weten de International Bottom Trawl Survey (IBTS, sinds 1965), de Beam Trawl Survey (BTS, sinds 1985), de Sole Net Survey (SNS, sinds 1969) en de Demersal Fish Survey (DFS, sinds 1969).

In totaal zijn er 256 vissoorten in de gehele Noordzee waargenomen, dit betreft zowel inheemse soorten als gasten. Binnen de 200 meter dieptelijn komen 124 soorten voor die daar paaien, hun larven grootbrengen of het gebied als trekgebied gebruiken.

Het NCP is vrijwel nergens dieper dan 50 meter. In dit deel van de Noordzee zijn 75 soorten resident (zij paaien hier en hier groeien hun larven op) en 12 soorten zijn als trekker aanwezig. In de kustzone ligt het aantal soorten rond de 50 [Daan, 2000].

### Temporele variatie visfauna

De jaarlijkse fluctuaties van de visbestanden zijn vrij hoog. Deze fluctuatie wordt sinds langere tijd vooral bepaald door de jongste jaarklassen, die dominant zijn in de gehele bestanden.

De oudere jaarklassen van vele vissoorten zijn overbevist en de visserij bestaat voor het overgrote deel uit individuen die 1 à 2 jaar volwassen zijn.

Een voorbeeld is de sterke achteruitgang van de kabeljauw de laatste jaren, waar vermoedelijk de klimaatverandering (kabeljauw is een koudwatervis) ook een rol in speelt. De grote variatie in de tijd, zowel per seizoen als per jaar, is een extra complicatie bij pogingen om binnen het plangebied een detaillering in de visfauna aan te brengen.

### **Ruimtelijke variatie visfauna**

Tussen de Hollandse kustzone en het gebied ten noorden van de Waddenzee bestaat een opmerkelijke overeenkomst in de visfauna. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er binnen de Hollandse kustzone nauwelijks aanwijzingen zijn voor het bestaan van locaties die een specifieke (meer)waarde vertegenwoordigen. 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 het plangebied.

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.

### **Paai-, opgroei- en doortrekgebied**

Elke vissoort verblijft bij voorkeur op die plaatsen waar het voedsel van zijn keuze te vinden is. Haring, makreel en sprot leven bijvoorbeeld in de bovenste waterlaag, waar zoöplankton te vinden is. Bodemvissen zoals schol en tong leven op de zeebodem en voeden zich met bodemdieren zoals kleine kreeftachtigen en wormen.

In de "diepere" Noordzee bevinden zich gebieden die als paaigebied dienen voor verschillende soorten vissen [Heessen *et al.*, 1999]. De meeste soorten produceren echter pelagische eieren waardoor er geen relatie is met de onderliggende zeebodem. Veel vissoorten kennen geen specifieke paalocaties maar paaien over een zeer groot gebied.

In de Noordzee zetten slechts enkele soorten vis waaronder de haring, de zandspiering en het harnasmannetje hun eieren af op het substraat. Ook kraakbeenvissen zoals haaien en roggen zetten hun eierkapsels af op de bodem.

Haring paait niet in het gebied van windpark Q4-WP vanwege het ontbreken van grindbedden, waarvan deze soort afhankelijk is voor het afzetten van haar eieren.

Soorten als tong en horsmakreel zetten eieren af in de kustzone. Daarnaast heeft de kustzone een belangrijke functie als kinderkamer voor platvissen zoals schol, tong, schar, tarbot en griet, maar ook voor haring, kabeljauw en poon. 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].

Nadat schol heeft gepaaid op een diepte van meer dan 20 meter, zweven eieren en larven gedurende twee maanden in de kustzone met de stroom mee voordat de juvenielen de estuaria binnentrekken. Eén- en tweejarige schol bevindt zich vooral binnen de 30 mijlszone.

De kinderkamergebieden van nul- en éénjarige tong liggen binnen de 12-mijlszone. Paai- en opgroeistadia zijn niet strikt plaatsgebonden. Veelal treedt daarin een ruimtelijke verschuiving op: paaigebieden, larven en juvenielen bewegen zich als een brede baan door de kustzone. Naarmate vis ouder wordt, trekt ze naar dieper water.

### **Zeldzaamheid**

In figuur 10.2 is de zeldzaamheidsindex per kwadrant van 10 x 10 mijl weergegeven voor vissen.

**Figuur 10.2** Het voorkomen van zeldzame vissoorten in de Noordzee

De zeldzaamheidsindex is de som van de zeldzaamheidswaarden van alle vissoorten, die in dat kwadrant voorkomen. Hoe hoger deze waarde, hoe meer zeldzame soorten daarin voorkomen. De Nederlandse kustzone is rijker aan zeldzame vissen dan de open Noordzee. Door de grote afstand van locatie Q4-WP tot de kust zijn hier minder zeldzame vissoorten te verwachten.

In de Zuidelijke Bocht komen vissoorten voor die kenmerkend zijn voor de open Noordzee (dieper dan 20 m). Het ondiepere deel van de Zuidelijke Bocht ligt in de overgangszone waarin soorten voorkomen van open zee en soorten die kenmerkend zijn voor de kustzone. Voorbeelden hiervan zijn pitvis, schurftvis, dwergtong, schol en schar. De kleine pieterman, een soort die kenmerkend is voor het zuidelijke deel van het NCP, komt eveneens voor [Hartgers *et al.*, 1996].

Op grond van de soortenbescherming van de habitatrictlijn geniet een aantal diadrome soorten, zoals de zeeprick, bescherming. De verspreiding hiervan op zee is voor zover bekend zodanig diffuus en laag dat van een offshore windpark geen significante effecten te verwachten zijn.

### **Autonome ontwikkeling**

De visgemeenschap in de zuidelijke Noordzee, en dan met name de commercieel interessante soorten waarvan veruit het meest bekend is, heeft de afgelopen tientallen jaren sterke wisselingen laten zien met een neerwaartse trend. Soorten als kabeljauw zijn sinds het midden van de zestiger jaren in bestandsomvang langzaam maar zeker achteruit gegaan. Platvissoorten zoals schol en tong hebben eind jaren zeventig en begin jaren tachtig een opleving gehad, maar sindsdien zijn de bestanden verminderd en de laatste tien jaar schommelen ze rond het biologisch minimum.

De gemiddelde lengte van vis in de Noordzee loopt al sinds lange tijd terug: in 1970 was het aandeel vissen groter dan 25 cm nog bijna 30 procent, momenteel is dat gedaald tot 10 procent [MNP, 2006]. Dit weerspiegelt de sterk veranderde leeftijdsopbouw van de visgemeenschap in de zuidelijke Noordzee.



### **Conclusie vissen**

De Nederlandse kustzone als geheel is van groot belang voor de visfauna: veel soorten vissen trekken door de hele Nederlandse kustzone en foerageren in de waterkolom. Hierdoor is er altijd een tijdspanne waarbinnen deze vissen zich in of ter hoogte van een locatie zullen ophouden, waar deze locatie ook ligt.

Een speciale betekenis voor vis kan worden toegekend aan de zone dicht onder de kust (minder dan vijf kilometer uit de kust). Deze zone is van belang voor paaïen en kraamkamerfunctie. Het plangebied ligt echter buiten deze zone.

Binnen het plangebied ontbreken de gegevens om een goede detaillering van de visfauna mogelijk te maken. Specifieke (substraatgebonden) paaïgebieden zijn in het plangebied niet aanwezig.

### **10.2.3 Zeezoogdieren**

#### **Cetacea**

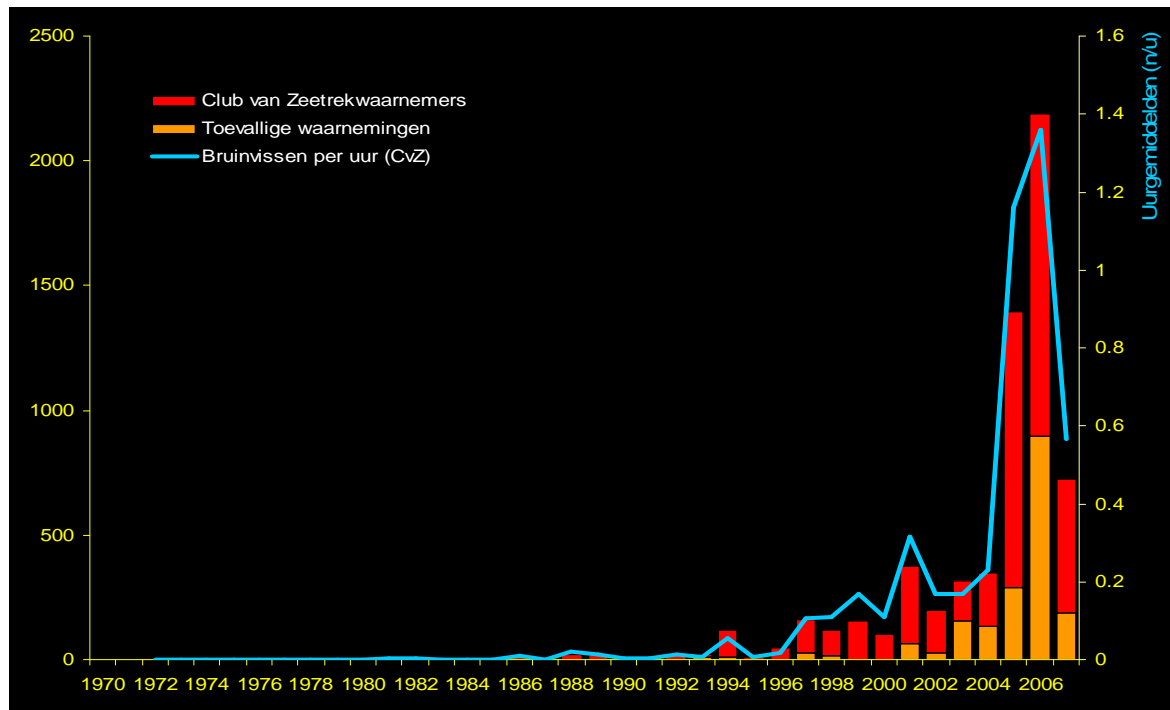
Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die regelmatig in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De habitat van de bruinvis bestaat uit kusten en estuaria, maar de soort wordt ook ver van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter [Goodson, 1997; Read, 1997]. Voor zijn voedsel is de bruinvis onder andere afhankelijk van vissoorten als haring en sprot, waarvan zich in de kustzone concentraties kunnen vormen.

In de gehele Noordzee komen momenteel tussen de 267.000 en 465.000 bruinvissen voor [Frisse zeewind 2, 2005]. Berekeningen voor het NCP komen uit op circa 0,2 ex./km<sup>2</sup> in 2004, hetgeen neerkomt op circa 11.500 bruinvissen op het NCP [Arts & Berrevoets, 2005]. In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen in de Nederlandse kustzone, maar daarna werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt *P. phocoena* zich echter weer vrij algemeen voor onze kust op, met name in de winter. In het Noord-Hollandse kustgebied komen de meeste waarnemingen van de bruinvis uit de omgeving van Texel [Camphuysen & Leopold, 1998]. Gegevens over strandingen van de bruinvis [Addink & Smeenk, 1999] bevestigen dit beeld.

Uit luchtwaarnemingen [Witte *et al.*, 1998] werd afgeleid dat de zuidgrens van de zuidelijke Noordzee populatie van de bruinvis voor de Nederlandse kust ligt. Het Noord-Hollandse kustgebied en meer specifiek 53° Noorderbreedte werd dan ook aangeduid als de zuidgrens van de Noordzee populatie van de bruinvis. De bruinvis wordt echter steeds zuidelijker waargenomen. Recente gegevens over strandingen duiden op grotere aantallen in de zomermaanden en op een mogelijke verschuiving van de Noordzee populatie in zuidelijke richting [Addink, 2000]. Er wordt vermoed dat voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt in deze verschuiving. Recente studies laten de toename in aantal bruinvissen in de zomermaanden nog duidelijker zien [Camphuysen, 2004; Leopold & Camphuysen, 2006].

Bruinvissen zijn moeilijk te tellen op zee. Op basis van incidentele waarnemingen, systematische observaties en de lange termijn trend is het voorkomen van de bruinvis in kaart gebracht (zie figuur 10.3 en tabel 10.2). De recentste tellingen laten voor de eerste helft van 2007 een sterke daling zien in winter- en voorjaarswaarnemingen langs de Nederlandse kust. Omdat de meeste bruinvissen in de eerste helft van het jaar worden waargenomen [Camphuysen, 2007], is het onwaarschijnlijk dat dit in de tweede helft van dit jaar nog wordt goed gemaakt. In hoeverre deze constatering een trendbreuk is, valt nu nog niet te zeggen, maar volgens Camphuysen (in de Leeuwarder Courant 9 juni 2007) is het wel interessant om te weten dat tegelijk ook visetende zeevogels snel in aantal terugliepen.

**Figuur 10.3** Vanaf de kust in het voorjaar (jan-jun) waargenomen bruinvissen sinds 1970. De blauwe lijn is effort-gecorrigeerd [Camphuysen, 2007]



Overigens zijn er geen aanwijzingen voor een verband tussen de teruggang van bruinvissen en de aanleg van het NSW park voor de kust van Egmond.

Ten tijde van het heien waren er in Noord-Holland niet meer strandingen dan elders, dus was er vermoedelijk geen directe mortaliteit door het heien van de turbinepalen (persoonlijke mededeling M. Leopold). De bouw van Q7 vond grotendeels plaats in de winter 2006/2007 en deze periode valt deels samen met de periode waarin het aantal waarnemingen van de bruinvis achteruit ging. Een effect van de bouw van dit windpark kan dus niet worden uitgesloten.

In een nadere analyse van gegevens zou een (cor)relatie verwacht worden tussen de ruimtelijke en temporale veranderingen en bruinviswaarnemingen en de locaties en tijdstippen van het heien van de funderingen voor Q7. Echter, ook hier dienen de resultaten van de monitoring op de langere termijn afgewacht te worden, voordat er meer zekerheid kan worden gegeven.

Recente waarnemingen (MWTL gegevens) geven een dichtheid van bruinvissen ter plaatse van het geplande windpark van ongeveer 0,4 exemplaren per vierkante kilometer. Deze waarnemingen komen uit het late voorjaar/vroege zomer (april - juni). Dit komt goed overeen met wat in Arts & Berrevoets [2005] is waargenomen in dit seizoen en is gelijk aan de gemiddelde dichtheid van bruinvissen op het gehele NCP in deze seizoenen volgens vliegtuigtellingen. In de winter zijn de dichtheden lager, rond de 0,1 exemplaren per vierkante kilometer.

Voorafgaand aan de bouw van het Near Shore Windpark nabij Egmond is een *baseline survey* ( $T_0$ ) uitgevoerd naar het voorkomen van bruinvissen onder de kust [Brosseur *et al.*, 2004]. De resultaten die hieruit werden verkregen, sloten aan bij de trend van toenemende aantallen bruinvissen op het NCP.

Opvallend was wel dat de hoogste aantallen in februari werden waargenomen. De dichtheid in deze maand lag tussen 0,15 en 1,4 ex./ km<sup>2</sup>, de laatste waarde gemeten vlak onder de kust.

In een studie boven de Duitse Waddeneilanden werden dichtheidspieken waargenomen in zowel februari als mei/juli [Thomsen *et al.*, 2006]. Opgemerkt dient te worden dat de aantallen die met behulp van deze scheepstellingen zijn waargenomen, gecorrigeerd zijn. Dit is normaal bij scheepstellingen. Bij vliegtuigtellingen wordt deze correctie niet toegepast omdat recht van boven wordt waargenomen en een veel smallere zoekstrip wordt gehanteerd, 100 meter in plaats van 300 meter (Berrevoets, persoonlijke mededeling). De cijfers van de vliegtuigtellingen worden daarom niet gecorrigeerd.

Zowel de bruinvis als de tuimelaar worden genoemd in bijlage 2 van de Habitatrichtlijn. In bijlage 4, de strikt beschermde soorten, worden alle Cetacea (walvisachtigen) genoemd. Omdat de tuimelaar vrijwel verdwenen is, wordt in Graadmeters voor de Noordzee [V&W, 2000b] als graadmeter voor de populatie zeezoogdieren van de walvissen alleen de bruinvis als indicatorsoort gebruikt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) wordt eveneens op het NCP aangetroffen. Zowel de bruinvis als de witsnuitdolfijn worden als "residents" van de zuidelijke Noordzee gezien [Van der Meij & Camphuysen, 2006]. Dat betekent dat deze soorten meer dan 90 procent van de tijd in de periode 1970 - 2004 in de zuidelijke Noordzee zijn waargenomen, maar niet noodzakelijkerwijs in hoge aantallen. Naar schatting leven er 7.500 witsnuitdolfijnen in de hele Noordzee, de hoogste aantallen komen voor in het noordwesten. Incidenteel kan in de kustzone een groep van honderden individuen worden aangetroffen [Bergman & Leopold, 1992], maar meestal zwemt deze soort wat verder uit de kust. Gecorrigeerde waarnemingen geven aan dat deze soort ter hoogte van het plangebied vooral aan de westzijde van het NCP in de zuidelijke bocht voorkomt [Van der Meij & Camphuysen, 2006].

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) wordt als regelmatige bezoeker van de zuidelijke Noordzee gezien. Vroeger was de tuimelaar ook een algemene soort langs de kust bij Den Helder en Marsdiep. Het is een soort die zich graag relatief dicht bij de kust ophoudt. Tegenwoordig komen in de Noordzee nog slechts circa 130 tot 175 tuimelaars voor in de Schotse wateren [Lindeboom *et al.*, 2005]. De waarnemingen in de zuidelijke Noordzee zijn vaak nogal zuidelijk, wat een oorsprong van de populatie in het Kanaal suggereert.

Daarnaast is de Noordzee het thuis voor zo'n 11.000 witflankdolfijnen (*Lagenorhynchus acutus*), die alleen incidenteel op het NCP wordt waargenomen.

De gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) wordt alleen zeer incidenteel waargenomen. Het gaat dan om hooguit enkele exemplaren per jaar.

Tot slot worden enkele soorten dolfijnen en walvissen sporadisch gesignaleerd in de zuidelijke Noordzee (zie bijvoorbeeld <http://home.planet.nl/~camphuys/Cetacea.html>).

Zo werd dit jaar bij Walcheren een dwergvinvis waargenomen. Grienden en potvissen spoelen wel eens aan en begin dit jaar werd op de Thames een butskop gezien.

Dit zijn alle echter geen reguliere bezoekers van de zuidelijke Noordzee, en worden derhalve niet in dit MER betrokken.

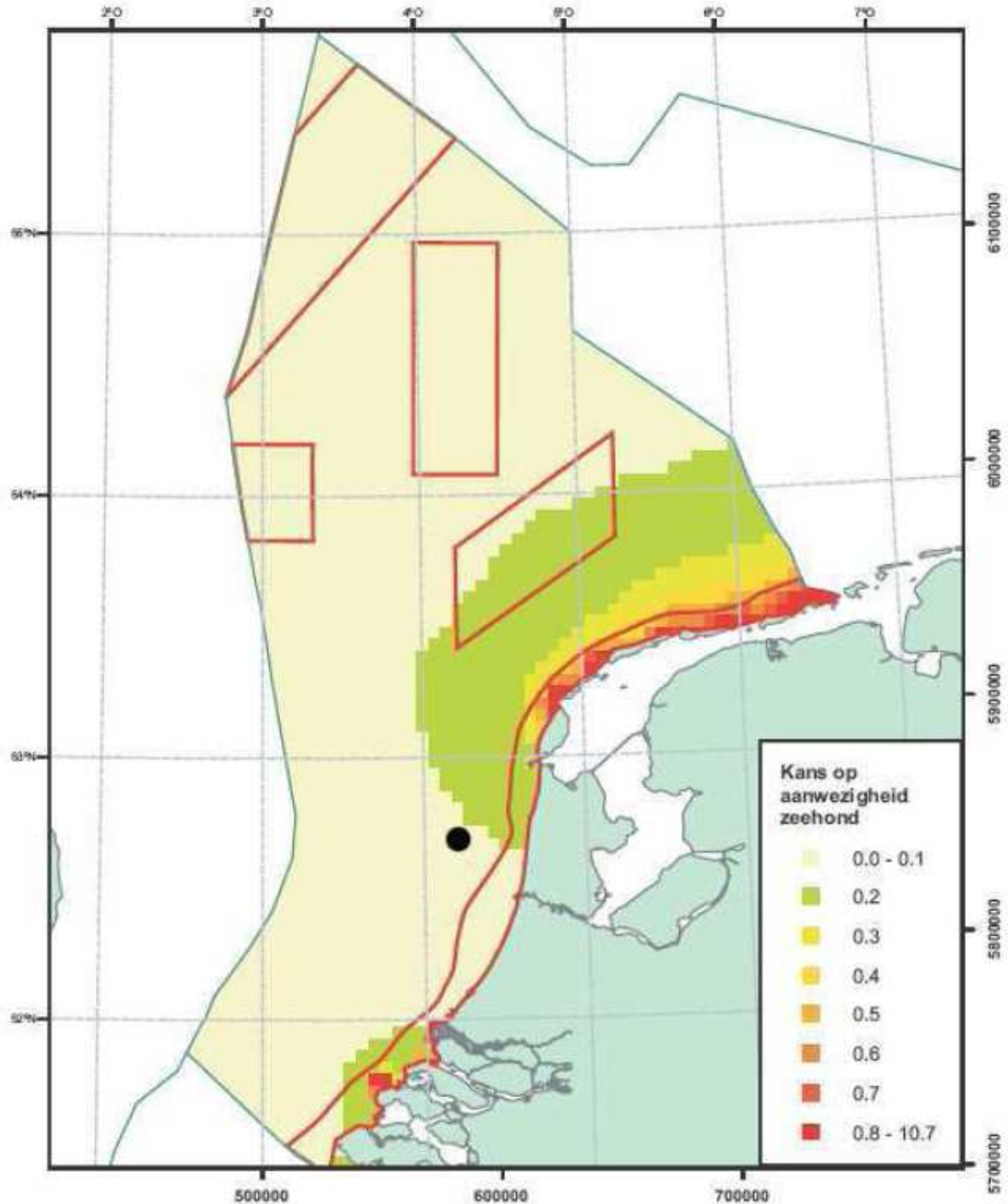
### ***Pinnipediae***

Onder de Pinnipediae vallen de zeehonden, zeerobben en zeeleeuwen. In de Nederlandse kustwateren leven twee soorten zeehonden: de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de grijze zeehond (*Halichoerus grypus*). De gewone zeehond laat zich vooral zien op zijn ligplaats; in Nederland in de Waddenzee en in het Deltagebied.

Wanneer de dieren in het water zijn, worden ze zelden waargenomen. De laatst bekende gegevens zijn van Alterra uit 2004, toen werden er 3.195 gewone zeehonden geteld in de Nederlandse Waddenzee. In het gehele waddengebied (inclusief Denemarken en Duitsland) ligt het aantal gewone zeehonden nog veel hoger. In 2002 lag het aantal gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee op 4.466. In dat jaar brak echter een infectieziekte uit waardoor de populatiegrootte sterk afnam.

In de jaren '90 zijn satellietzenders ontwikkeld die klein genoeg zijn om ook voor onderzoek aan de gewone zeehond te gebruiken. In Brasseur *et al.* [2004] is dit experiment beschreven. De zeehonden bleken zich niet te beperken tot de tientallen kilometers rondom hun ligplaats, maar bleken soms meer dan 200 kilometer de zee op te trekken en naar plaatsen te gaan die meer dan 300 kilometer verderop zijn. Ook is er migratie tussen de Voordelta en de Waddenzee. Sinds 1997 zijn er in Nederland 43 dieren gevolgd met satellietzenders. Uit Lindeboom *et al.* [2005] blijkt dat ondanks het gerichte trekgedrag van de dieren in geen enkel geval twee zeehonden samen in zee werden gelokaliseerd. Door de grote individuele variatie en het ontbreken van voldoende data in het belangrijkste foerageerseizoen (het najaar) is het moeilijk om de belangrijke foerageergebieden in de Noordzee te identificeren. In de RIKZ rapportage wordt een eerste verspreidingsmodel toegelicht, zoals opgesteld met behulp van de gegevens uit Brasseur *et al.* [2004] (zie figuur 10.4, afkomstig uit Lindeboom *et al.* [2005]).

**Figuur 10.4** *Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden per vierkante kilometer, gebaseerd op zwemgedrag van zeven gezenderde zeehonden [Lindeboom et al. 2005]*



● Locatie windpark Q4-WP

Uit het voorgaande blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele NCP bestrijkt. Omdat de dieren samenkomen op de zandbanken in de Waddenzee en het Deltagebied, is de waarschijnlijke concentratie zeehonden in die kustgebieden hoog en op open zee veel lager. Ter plaatse van het windpark Q4-WP is de kans om een gewone zeehond waar te nemen niet erg groot.

Vooraf van december tot en met februari worden zeehonden voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust gezien [Platteeuw *et al.*, 1994]. Het vermoeden bestaat dat de zeehond met name in koude winters de Waddenzee verwisselt voor de kustzone. Waarschijnlijk is het noordelijk deel van de Hollandse kustzone belangrijker als uitwijkgebied voor gewone zeehonden uit de Waddenzee dan het zuidelijk deel. Dit vanwege de nabijheid van de Waddenzee en de aanwezigheid van voedselrijke gebieden zoals het Friese Front. Theoretisch betekent dit dat op de meest noordelijke locaties in de Noordzee de meeste zeehonden zouden kunnen voorkomen en niet rond Q4-WP.

In hoeverre deze, op zich kustgebonden, soort daadwerkelijk vlak onder de kust blijft, is niet bekend. Als prooidieren zich verder zeewaarts bevinden, zijn daar tijdelijk ook concentraties voorstelbaar.

Uit onderzoek van Alterra en NIOZ blijkt dat gezenderde zeehonden uitgezet in het Brielse Gat, grote afstanden kunnen afleggen en (tijdelijk) naar Engeland of naar de Waddenzee trekken [Zeelzicht, website]. De Hollandse Kustzone is hierbij van belang als migratieroute. Tijdens de aanleg van het windpark zal de gewone zeehond mogelijk last ondervinden van de heiwerkzaamheden. In hoeverre de gewone zeehond het windpark tijdens de aanleg zal mijden, is onbekend. Onderzoek naar het gedrag van zeehonden bij aanleg van het windpark is meegenomen in hoofdstuk 6 van dit MER.

De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft vrij recent de Nederlandse wateren weer gekoloniseerd. Tot in de Middeleeuwen kwamen de dieren voor in de Waddenzee, maar zijn hier waarschijnlijk door jacht uitgeroeid. Sinds 1980 groeit de kolonie grijze zeehonden, die gebruik maakt van ligplaatsen in het westelijk wad, exponentieel: in 2003 werden 1.100 dieren geteld. Ook in het Deltagebied worden nu regelmatig grijze zeehonden aangetroffen. Er is in Nederland nog geen onderzoek gedaan naar het habitatgebruik van deze dieren, maar aannemelijk is dat ze, evenals hun soortgenoten in Schotland, nog grotere afstanden kunnen overbruggen om te foerageren dan de gewone zeehond (> 200 kilometer). Ook voor deze soort zal in de Noordzee rekening moeten worden gehouden met nog nader te identificeren hotspots.

De aantallen zeehonden in de (Voor)Delta nemen nog steeds toe [Witte & Wolf, 1997]. De Hollandse kustzone is dus van belang als migratieroute tussen Waddenzee en (Voor)Delta. Ten aanzien van deze functie is er geen gradiënt langs de kust.

Daarnaast is er uitwisseling van zeehonden tussen Nederland en de Engelse oostkust, maar het is nog niet duidelijk of daarbij specifieke migratierouten in het geding zijn [Brasseur, 2000]. Zowel de gewone zeehond als de grijze zeehond wordt genoemd in bijlage 2 en 4 van de Habitatrichtlijn. Voor de populatie zeezoogdieren wordt in Graadmeters voor de Noordzee naast de bruinvis ook de gewone zeehond als indicatorsoort gebruikt (zie tabel 10.2).

**Tabel 10.2** Perioden waarin de grootste aantallen zeezoogdieren voorkomen per deelgebied

Gebied	Bruinvis	Gewone zeehond	Grijze zeehond
Doggersbank	mei - nov	-	-
Oestergronden	(hele jaar) mei - nov	-	-
Klaverbank	mei - nov	-	-
Transitiezone	hele jaar	-	-
Friese Front	hele jaar	-	-
Waddenkust	hele jaar	(hele jaar) winter	(hele jaar) winter
Hollandse kust	voornamelijk okt - mei	Voordelta: winter	-
Zuidelijke Bocht	hele jaar	-	-

In tabel 10.3 zijn de aantallen bruinvis, witsnuitdolfijn, gewone en grijze zeehond samengevat en is de wettelijke status weergegeven. Deze soorten zijn allen wettelijk beschermd, waarbij voor alle soorten instandhoudingdoelstellingen zijn vastgesteld.

**Tabel 10.3** Zeezoogdieren in de Nederlandse kustwateren en de Noordzee

Soort	Status				Aantal exemplaren	
	Habitat richtlijn	Flora- & faunawet	Rode Lijst	ishd***	Gebied	
					Voordelta & Wad	NCP
Gewone Zeehond*	Voordelta Waddenzee Kustzone Noordzee	Cat. 3	•	Behoud 200, behoud levensvatbare populatie	3.500	Foerage
Grijze Zeehond*	Voordelta Waddenzee Kustzone Noordzee	Cat. 2	•	Behoud 200, behoud levensvatbare populatie	1.500	Foerage
Bruinvis	Kustzone Noordzee (Annex 4)	Cat. 3	•	Herstel (Noordzee)		10.000 - 15.000
Witsnuitdolfijn	Noordzee (Annex 4)	Cat. 3	•	Behoud		7.500**

\* Voor de zeehonden zijn concrete instandhoudingsdoelstellingen opgenomen voor de Voordelta in het concept aanwijzingsbesluit (1<sup>e</sup> tranche).

\*\* Aantal witsnuitdolfijnen geldt voor de gehele Noordzee.

\*\*\* Ishd = (concept) instandhoudingsdoelstelling respectievelijk voor Voordelta en Waddenzee in geval van de zeehonden en voor de bruinvis in algemene zin in de Noordzeekustzone (als bijlage 2 soort van de HR).

Voor de grijze en gewone zeehond zijn in het concept aanwijzingsbesluit van de Voordelta concrete instandhoudingdoelstellingen opgenomen, namelijk behoud van de populatie van 200 stuks en verbetering leefgebied (rustige plaatsen).

De Waddenzee en de Noordzeekustzone komen in de tweede tranche aan bod. In 2008 worden naar verwachting Natura2000 gebieden op zee aangewezen. Hierbij zal de zeer ongunstige staat van instandhouding van de bruinvis een rol gaan spelen.

Momenteel is de gunstige staat van instandhouding gedefinieerd als "*Terugkeer van een zich voortplantende populatie bruinvissen langs de hele Nederlandse kust, inclusief het Deltagebied is nodig voor een gunstige staat van instandhouding. Beperking van de sterfte in vissersnetten is van belang.*"

De witsnuitdolfijn wordt naast bijlage 4 in de Habitatrichtlijn nergens in de Nederlandse wetgeving genoemd. Wel is de soort beschermd op basis van CITES, ASCOBANS en de verdragen van Bonn en Bern. De beschermingsstatus is in principe te vergelijken met een behoudsdoelstelling. Het beschermingsniveau voor deze soort volgens IUCN is "*Lower Risk/least concern*", hetgeen inhoudt dat de soort niet als kwetsbaar of bedreigd wordt gezien.

De zehonden hebben een instandhoudingsdoelstelling in de Voordelta, de Noordzeekustzone en de Waddenzee. De bruinvis heeft alleen een instandhoudingsdoelstelling in de Noordzeekustzone (als Habitatrichtlijn bijlage 2-soort waarvoor een beschermd gebied dient te worden ingericht). Tabel 10.3 bevat tevens voor deze drie soorten een overzicht van het aantal individuen in de verschillende delen van het plangebied zoals die zijn waargenomen in 2003 [Arts & Berrevoets, 2005]. De aantallen zeezoogdieren vertonen over de laatste jaren een sterk stijgende trend.

### **Autonome ontwikkeling**

De laatste jaren is er een toename van zeezoogdieren waar te nemen. Op basis van verschillende onderzoeken kan aangenomen worden dat deze trend zich op korte termijn zal voortzetten [bijvoorbeeld Camphuysen, 2004]. Echter, aangezien oorzakelijke verbanden voor de toename van de bruinvis onvoldoende duidelijk zijn, is het onduidelijk hoe dit in de verdere toekomst zal verlopen. Vooral nog wordt op basis van bekende reproductiesnelheden van de bruinvis aangenomen dat de toegenomen aantallen op het NCP eerder een verschuiving in de verspreiding aanduiden dan een toename van de populatie. De toename van de beide soorten zehonden zal voorlopig nog doorgaan, hoewel ook daar een plafond aan zal zitten (als gevolg van de draagkracht van de Waddenzee en de zuidwestelijke Delta) en plotseling opstekende virusinfecties de zehondenpopulaties sterk kunnen doen verminderen.

### **Conclusie zeezoogdieren**

De bruinvis is het meest talrijke zeezoogdier in het plangebied. Ter hoogte van de locatie bevindt zich regelmatig een relatief klein deel van de populatie bruinvissen, maar gezien recente ontwikkelingen mag niet uitgesloten worden dat dit in de toekomst verandert.

De witsnuitdolfijn wordt vooral aan de westzijde van het NCP waargenomen. De kans dat deze soort op de locatie van het geplande windpark voorkomt, is zeer klein.

De overige soorten kunnen sporadisch (dolfijnachtigen) of in kleine aantallen (gewone zehond) voorkomen in het plangebied.

## **10.2.4 Onderwatergeluid**

### **Beleid en toetsingskader**

Er is voor onderwatergeluid geen specifiek beleid. Wel is voor de effecten op zeezoogdieren de Habitatrichtlijn van toepassing, waarbij in algemene zin wordt aangegeven dat activiteiten geen effect mogen hebben op de staat van instandhouding van de beschermde soorten. Er is voor onderwatergeluid geen sprake van een toetsingskader in de vorm van grenswaarden of streefwaarden voor geluidsniveaus.



De effecten van onderwatergeluid kunnen naar gelang het geluidsdrukkniveau en geluidsfrequentie in vier invloedszones worden ingedeeld. De indeling van de zones is voor alle dieren hetzelfde, maar de ligging van de grenzen tussen de klassen varieert van soort tot soort en van situatie tot situatie [Richardson *et al.*, 1995]:

- *Hoorbaarheidszone* - Alle geluiden die hoorbaar zijn voor organismen. Hierbij spelen de gevoeligheid van het gehoorapparaat en de achtergrondgeluiden een rol. Tot de hoorbaarheidszone behoren ook geluiden die de dieren wel kunnen horen, maar waar ze verder niet op reageren.
- *Reactiezone* - Tot deze zone behoren de geluiden waarop de dieren een reactie vertonen in gedrag of fysiologie. Deze zone is zeer variabel, omdat de akoestische eigenschappen van het milieu ter plaatse en het al dan niet aanwezig zijn van achtergrondgeluid een grote rol spelen. Op een plek waar veel achtergrondgeluid is door scheepvaart of andere bronnen kan de reactie van dieren heel anders zijn dan op een locatie waar alleen natuurlijke geluidsbronnen aanwezig zijn.
- *Maskeringszone* - Dit is het gebied waar geluiden interfereren met de geluiden die dieren produceren of die hun prooi produceert. Als bijvoorbeeld de echolocatiegeluiden van bruinvissen worden gemaskeerd door bij de aanlegwerkzaamheden geproduceerde geluiden, is er sprake van maskering. Of maskering optreedt, hangt af van het geluidsniveau en de frequentie van de geluiden die door de aanwezige soorten worden geproduceerd en van het geluidsniveau en de frequentie van de geluiden door menselijke activiteiten.
- *Zone van gehoorschade* - Dit zijn de geluiden waarvan de sterkte zo groot is dat er tijdelijke of permanente schade optreedt aan de gehoor- of andere organen van zeedieren. Voor gehoorschade is vooral het 'breedband' geluidsniveau van belang. De onderwatergeluiden worden veroorzaakt door de schepen en de onderwaterapparatuur die gebruikt wordt bij de aanleg van de kabel.

### **Bestaande milieutoestand**

Het achtergrondgeluid bestaat uit zowel natuurlijk geluid als uit antropogeen geluid. De belangrijkste bronnen voor achtergrondgeluid en het bijbehorende frequentiegebied, zijn [Wenz, 1962; Richardson *et al.*, 1995]:

1 - 100 Hz	natuurlijk seismisch geluid, stromingen
10 Hz - 10 kHz	scheepvaart, industriële activiteiten
10 Hz - 100 kHz	biologische geluidsbronnen
100 Hz - 20 kHz	wind, golven, luchtbellens, opstuivend water
100 Hz - 30 kHz	neerslag
30 kHz - > 100 kHz	thermische ruis

Verboom [1991] beschrijft de resultaten van een aantal geluidsmetingen van het achtergrondgeluid in de Noordzee nabij de Duitse kust.

De in een waterdiepte van 30 meter gemeten breedbandige geluidsdrukkniveaus waren minimaal circa 95 dB re 1  $\mu$ Pa en maximaal circa 110 dB re 1  $\mu$ Pa. Meetresultaten van geluidsmetingen in het Nederlandse deel van de Noordzee zijn niet beschikbaar. Verboom veronderstelt dat de Duitse geluidsdrukkniveaus toepasbaar zijn op het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het antropogene geluid in de Noordzee wordt voornamelijk veroorzaakt door scheepvaart bestaande uit beroepsvaart (vissers- en vrachtschepen, veerboten). In het algemeen kan worden gesteld dat continue geluidsniveaus onder water tussen 90 en 100 dB re 1  $\mu$ Pa in het frequentiegebied van 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe wateren niet ongewoon zijn.

Tijdens bijvoorbeeld een regenbui of het voorbijvaren van een schip kunnen de geluidsniveaus tijdelijk oplopen tot 110 - 120 dB re  $\mu\text{Pa}$  [BMM, 2004]. Voor het geluidsniveau als gevolg van een voorbijvarend groot vrachtschip op de Noordzee, kan op basis van de gegevens van Verboom [1991] een geluidsniveau van ongeveer 146 dB re  $\mu\text{Pa}$  op een afstand van 100 meter als richtwaarde worden verwacht. Voor een vissersschip is dat ongeveer 127 dB re  $\mu\text{Pa}$  op een zelfde afstand van 100 meter.

Daarnaast is er een aantal geluidsbronnen, zoals geofysisch onderzoek met airguns en militaire activiteiten van de marine (mijnen, schietoefeningen, sonar), waarvan de omvang en ernst onbekend is. Kennis hierover ontbreekt vanwege gebrek aan onderzoek. Dit komt gedeeltelijk vanwege het geheime karakter van defensieactiviteiten, gedeeltelijk omdat er geen bepalingen zijn geweest voor geofysisch onderzoek om omvang en reikwijdte van het geluid en de effecten ervan op de natuur te onderzoeken.

### **Autonome ontwikkelingen**

Het is moeilijk om een uitspraak te doen met betrekking tot de ontwikkeling van de geluidsniveaus onder water, zijnde het achtergrondgeluid van natuurlijke en antropogene oorsprong anders dan van de voorgenomen activiteit, in de toekomst. De belangrijkste ontwikkelingen die mogelijk van invloed zijn op het achtergrondgeluid van antropogene oorsprong, zijn:

- De aanleg van de Tweede Maasvlakte bij Rotterdam. Hierdoor zal mogelijk de scheepvaartintensiteit toenemen. Anderzijds worden de schepen stiller. Algemeen wordt aangenomen dat geluidsniveaus onder water door de toename van de koopvaardij zullen toenemen. Er is echter nauwelijks of geen wetenschappelijke onderbouwing voor deze aanname.
- In de Noordzee zullen meer windparken worden geplaatst. In de bijlage wordt geconstateerd dat het onderwatergeluid op korte afstand van het windpark Q4-WP niet relevant zal zijn voor de mariene natuur. Aangenomen mag worden dat andere windparken, die ook nog op enige afstand zullen staan, geen bijdrage aan de geluidsniveaus zullen leveren. Daarentegen levert de aanleg van offshore windparken wel veel onderwatergeluid op dat verstorend kan werken.
- Dit jaar en de komende jaren wordt een intensief programma van zandwinning gestart; zowel suppletiezand voor de kustverdediging als ophoogzand worden de komende jaren in hoeveelheden geoogst die vergelijkbaar zijn met die voor de aanleg Tweede Maasvlakte. Deze winningen worden meer verspreid langs de kust uitgevoerd.

Tevens zijn er verschillende andere, niet goed bekende bronnen van geluid, zoals het gebruik van sonar door de marine, schietoefeningen en airguns voor geofysisch onderzoek naar gas- en olievoorkomens. Dit maakt het inschatten van de cumulatieve effecten van onderwatergeluid op mariene fauna problematisch.

### **10.2.5 Samenvatting en conclusie huidige situatie en autonome ontwikkeling**

Er zijn voldoende gegevens over het voorkomen van bepaalde habitats en de verspreiding van *bodemfauna* bekend. Fytoplanktonontwikkeling komt op de locatie van windpark Q4-WP in het voorjaar eerder tot ontwikkeling dan bijvoorbeeld in de Centrale Noordzee. Als gevolg van de dynamiek van het systeem is de bodemfauna vrij arm.

De diversiteit van het meiobenthos is relatief hoog en de dichtheid relatief laag. Binnen de Zuidelijke Bocht zijn in een gebied met grof zand (ten zuiden van IJmuiden en ten westen van Texel en Vlieland) diversiteit en dichtheid hoger dan in de rest van het gebied.

Dichtheid en biomassa van het macrobenthos zijn eveneens relatief laag.

Voor *vissen* heeft de Kustzee de hoogste biodiversiteit; deze wordt verder naar zee lager. En voor zover deze op het NCP voorkomen, worden de specifiek in de Habitatrichtlijn genoemde vissoorten (diadrome soorten) vrijwel uitsluitend in de Kustzee gevonden. Op basis van gegevens over visverspreiding zijn er geen speciale beschermingsgebieden aangewezen. Voor vissen is de locatie Q4-WP niet van speciale betekenis.

Voor de *zeezoogdieren* geldt dat de gewone en grijze zeehond duidelijke instandhoudingsdoelstellingen hebben in de Voordelta, Noordzeekustzone en de Waddenzee. De bruinvis en witsnuitdolfijn hebben een algemene beschermingsdoelstelling, vergelijkbaar met een behoudsdoelstelling voor de Noordzee. Voor de bruinvis wordt gemeld dat de staat van instandhouding zeer ongunstig is en dat voor een gunstige staat van instandhouding een herstel van de populatie nodig is met een zich voortplantende populatie langs de Nederlandse kust.

De toekomstige ontwikkeling van onderwatergeluid is ongewis. Onderzoek naar bronnen en effecten op de mariene fauna is essentieel.

### 10.3 Effecten van het windpark per fase

#### 10.3.1 Inleiding

Voor het bepalen van de effecten voor het aspect Onderwaterleven zijn de levensvormen in de Noordzee (voor zover relevant) als uitgangspunt genomen. Daarbij zijn criteria onderscheiden die de abiotische factoren betreffen die mogelijk veranderen door de plaatsing van windturbines en die relevant zijn voor een of meerdere biotische levensvormen. In tabel 10.4 is voor iedere onderscheiden levensvorm aangegeven welke toetsingscriteria worden onderscheiden. Tevens is aangegeven in welke fase van het windpark de criteria een rol spelen.

**Tabel 10.4 Levensvormen en (sub-) criteria**

Levensvorm	(sub-)criterium	Fase van het park
Macrobenthos	Zandig substraat	Exploitatie, aanleg en verwijdering
	Hard substraat	Exploitatie
	Waterkwaliteit	Aanleg en verwijdering
Vissen	Stromingspatroon water	Exploitatie
	Onderwatergeluid en trillingen	Exploitatie, aanleg en verwijdering
	Waterkwaliteit	Aanleg en verwijdering
	Elektromagnetische velden	Exploitatie
Zeezoogdieren	Onderwatergeluid en trillingen	Exploitatie, aanleg en verwijdering
	Waterkwaliteit	Aanleg en verwijdering
	Elektromagnetische velden	Exploitatie

Met name bij mobiele levensvormen als vissen en zeezoogdieren, kan bij de functie van het gebied een onderscheid worden gemaakt in diverse levensfasen volgens tabel 10.5.

**Tabel 10.5 Levensfasen van met name mobiele levensvormen**

Levensfase	Functie
Voortplanting	Paaigebied
Opgroei	Kinderkamer/foerageergebied
Migratie	Doortrekgebied/foerageergebied
Permanent aanwezig	Leefgebied/foerageergebied

In de beschrijving van de effecten op onderwaterleven wordt onder andere ingegaan op de *footprint* van de windturbine op het zeebed, de fundatie (monopaal, zie hoofdstuk 4).

In deze paragraaf worden de effecten per fase van het windpark uiteengezet (aanleg, exploitatie, verwijdering). Voor ieder criterium worden de effecten in algemene zin beschreven, zodat een beeld ontstaat van de aard en omvang van effecten.

In Van der Winden *et al.* [1997] wordt ook het effect van lichtschitteringen van rotorbladen in het water genoemd. Uit die studie blijkt dat lichtschitteringen van zeer geringe betekenis zijn voor het onderwaterleven. Dit onderwerp blijft daarom in het MER buiten beschouwing.

### 10.3.2 Effecten van aanleg en verwijdering

Gedurende de aanleg van het windpark Q4-WP zullen enkele potentieel versturende activiteiten plaatsvinden. Dat zijn met name:

- Aanleg van de kabels;
- Installeren van de fundering van de windturbines;
- Installatie van turbines/toename van scheepvaartbeweging;
- Het aanleggen van een transformatorstation;
- Geofysisch en geotechnisch vooronderzoek;
- Installatie van een meteorologische meetmast.

Een nadere specificatie van de bronniveaus tijdens de aanleg zijn in de bijlage Onderwatergeluid opgenomen. Zie ook deze bijlage voor een uitgebreidere effectbepaling van het onderwatergeluid op de in het plangebied aanwezige zeezoogdieren.

Aan het eind van de levenscyclus van het windpark zullen de windturbines worden verwijderd. De fundaties worden tot 3 meter onder het zeebed verwijderd. Het verwijderen van het windpark heeft vergelijkbare gevolgen als hieronder voor de aanlegfase beschreven worden. De bodem zal opnieuw beroerd worden, waardoor een tijdelijk effect op het zeebed plaatsvindt. Ook verdwijnt het hard substraat waartussen een nieuwe habitat gevormd is. De verwijdering van het windpark zal de samenstelling en omvang van diverse hard- en zachtsubstraatsoorten beïnvloeden. Overige soorten die tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark beïnvloed worden, zijn zeezoogdieren als bruinvissen en zeehonden en diverse vissoorten die ter plaatse van het plangebied voorkomen.

### **Kabels**

Bij de aanleg van de kabels wordt de bodem verstoord en het bodemleven wat zich daar op het moment van aanleg bevindt, gaat verloren. Mogelijk worden door de kabel van het windpark naar de kust spisulabanken doorsneden. Diverse soorten *Spisula* (*S. solida*, *S. elliptica* en *S. subtruncata*) komen voor in de Noordzee. De aantallen variëren sterk, zowel in ruimte als in tijd. Een goede broedval, en later een groot bestand aan meerjarige dieren, doet zich niet steeds op dezelfde plaats voor [Craeymeersch & Perdon, 2006]. Het is niet te voorspellen of de kabels vanaf het windpark naar de kust spisulabanken doorsnijden.

De verwachting is echter dat de effecten van het doorsnijden van de spisulabanken beperkt zullen zijn. De verstoring van de spisulabanken is een eenmalig effect van de aanleg van de kabel. Daarbij wordt slechts een smalle zone van 4 meter breed (2 meter aan weerszijden van de kabel) verstoord. Na de aanleg kan de bodem zich weer herstellen: er gaat dus geen habitat verloren.

### ***Fundatie van de windturbines***

De aanleg van de fundaties zullen *trillingen en geluid* veroorzaken in het water binnen het windpark en rond het windpark. Hoewel de fysische principes van geluid onder water vergelijkbaar zijn met die van geluid in lucht zijn er karakteristieke verschillen in de voortplanting van het geluid en in het achtergrondniveau [zie Clyde, 1998]. De voortplanting van geluid onder water is onder andere afhankelijk van de frequentie van het geluid en de diepte van het water. Voor de Noordzee geldt in het algemeen dat geluid rond de 100 Hz tot op tientallen kilometers waarneembaar is, geluiden tussen de 1 en 10 kHz zijn tot op enkele kilometers waarneembaar en geluiden boven de 100 kHz maximaal enkele meters.

In ondiep water neemt de verspreiding toe door het zogenaamde tunneleffect. Een gestratificeerde waterkolom waarbij bovenin zoeter water aanwezig is en daaronder zout water (of door temperatuurgelaagdheid) kan ook dit tunneleffect veroorzaken. Door reflecties tegen de bodem, geulranden en het wateroppervlak doven signalen beneden de 200 Hz echter snel uit.

Het achtergrondniveau van geluid in zee wordt bepaald door fysische, biotische en antropogene factoren. Regen heeft bijvoorbeeld een verhogend effect met circa 18 dB bij 100 Hz en circa 22 dB bij 1.000 Hz. Deze verhoging moet geteld worden bij het achtergrondgeluid van een volkomen vlakke zee van ongeveer 85 dB bij 30 Hz tot 60 dB bij 16 kHz. Bij storm kunnen deze achtergrondniveaus oplopen tot meer dan 100 dB bij 30 Hz en 85 dB bij 16 kHz.

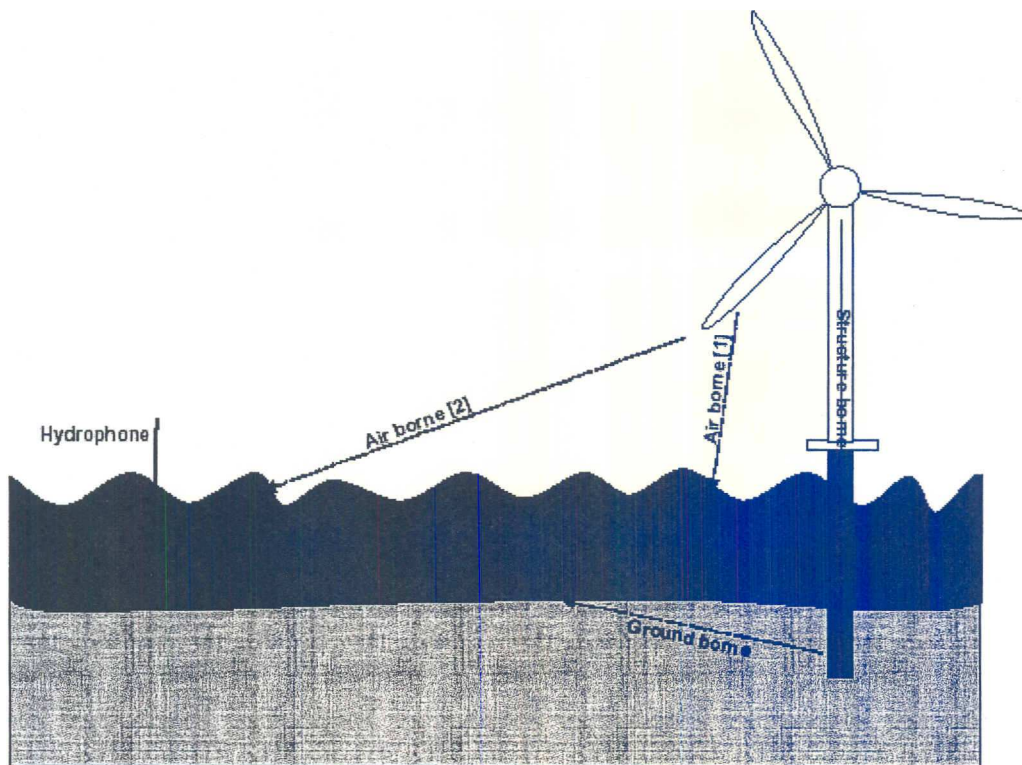
Van de biotische factoren is met name van garnalen bekend dat ze het achtergrondniveau fors kunnen verhogen met circa 40 dB bij 8 kHz. Ook bijvoorbeeld walvissen en dolfijnen produceren zelf geluid, met pieken rond de 200 dB.

Antropogene factoren betreffen bijvoorbeeld het geluid van scheepvaart. Geluiden van vrachtschepen en veerboten variëren tussen 150 dB bij 100 Hz en 115 dB bij 5 kHz.

Het onderwatergeluid van het heien kan zich op verschillende manieren verspreiden naar een ontvanger in de verte. Deze manieren worden in figuur 10.5 inzichtelijk gemaakt.

De monopalen kunnen van bovenaf (op de paalkop) geheid worden, maar ook onder het wateroppervlak. Dit heeft een aanzienlijk effect op de verspreiding van het geluid.

**Figuur 10.5** Verspreiding van onderwatergeluid door windturbine



Bron: COWRIE, 2004

Effecten van het heien zijn afhankelijk van significante factoren die het geluidsniveau beïnvloeden: de paaldiameter, de lokale geologie en het diepteverloop. De eerste twee zijn van invloed op de hoeveelheid energie die nodig is om de monopaal in te heien, de laatste bepaalt de efficiëntie waarmee het geluid verspreid wordt. In de studie van McKenzie- Maxon [2000] wordt aangegeven dat voor een enkele heislagen voor een paal met een diameter van 4 meter een bronniveau van 215 dB re 1  $\mu$ Pa op 1 meter waarschijnlijk is. Het heien kan een uiteenlopende reeks frequenties bevatten tussen de 100 and 1.000 Hz.

De effecten van onderwatergeluid op vissen is afhankelijk van de gevoeligheid van een bepaalde vissoort voor geluid. Bij lage frequenties tot 30 Hz komt de geluidsgevoeligheid bij veel vissoorten redelijk overeen. Bij hoge frequenties is deze gevoeligheid echter afhankelijk van een aantal factoren: aan- of afwezigheid van zwemblaas, hoeveelheid lucht in de zwemblaas en of de blaas in verbinding staat met het binnenoer [Frisse zeewind 2, 2005]. Het heien kan grote gevolgen hebben voor vissen. De hoge druk van een geluidsgolf kan ervoor zorgen dat de zwemblaas van de betreffende vissoort schade oploopt. De drukgolf kan gevolgd worden door een golf met een lage druk (onderdruk). Deze golf kan tot gevolg hebben dat de zwemblaas knapt [Verboom, 2005].

Het effect van het geluid dat door het heien geproduceerd wordt, is niet alleen afhankelijk van het bronniveau, maar ook van de soorten en diergrootte. Er is nog weinig onderzoek geweest naar de effecten van heien waarop concrete uitspraken over verwachte milieueffecten kunnen worden gebaseerd.

Binnen een aantal kilometers van een heistelling kan een voor zeezoogdieren schadelijk geluidsdrukniveau ontstaan als het heiniveau niet langzaam wordt opgevoerd. Zolang het heien duurt, zullen zij het gebied vermijden.

Tijdens de aanleg van NSW werden er in Noord-Holland niet meer strandingen van bruinvissen waargenomen dan elders langs de Nederlandse kust, wat geen additionele directe mortaliteit suggereert door het heien [Airtricity, 2007]. Additionele mortaliteit door het heien bij de aanleg van het NSW kan echter op basis hiervan niet worden uitgesloten. Er is echter geen onderzoek bekend naar de effecten op lange termijn vanwege de blootstelling aan het geluid van heiwerkzaamheden. Deze effecten zouden kunnen bestaan uit sterfte op een later tijdstip of mogelijk gedragsveranderingen die van invloed kunnen zijn op de overleving van vissen en zeezoogdieren.

Het zich herhalende karakter van het geluid bevordert de negatieve effecten omdat de gehoorgevoeligheid daardoor steeds verder zal afnemen. Uit Thomsen *et al.* [2006] blijkt dat we er van uit kunnen gaan dat gedragsreacties, in casu verwijdering, van bruinvissen tijdens heien zullen optreden tot op een afstand van minimaal 15 kilometer, zoals bleek uit metingen tijdens het heien van palen van Horns Rev. Voor zeehonden mag een zelfde afstand worden verwacht. Dit betekent dat een oppervlakte van enkele honderden vierkante kilometers tijdens de periode van het heien ontoegankelijk wordt voor bruinvissen en zeehonden. In hoeverre de gewone zeehond het windpark tijdens de aanleg zal mijden, is onbekend. Onderzoek naar het gedrag van zeehonden bij aanleg van het windpark is meegenomen in hoofdstuk 6 van dit MER. De zeehond komt relatief weinig voor in het plangebied, dus de effecten zullen vooral voor bruinvissen van belang zijn.

Het gaat in het geval van een verwijdering op 15 kilometer afstand om een verstoord gebied met de volgende oppervlakte:

De oppervlakte van het windpark is  $20 \text{ km}^2$  ( $\pi \cdot r^2$ ). Aangenomen dat het windpark cirkelvormig is, is de straal  $r$  van het windpark 2,5 km. Met een verstoringsafstand van 15 kilometer wordt de straal  $2,5 + 15 = 17,5$  km. Het verstoorde oppervlak is dan  $\pi \cdot 17,5^2 = 965 \text{ km}^2$ .

Dit omvat 1,7 procent van het NCP en komt bij een gemiddelde dichtheid van 0,4 bruinvis per vierkante kilometer neer op 386 bruinvissen. Dit is 3,9 procent van de NCP-populatie en 0,1 procent van de Noordzeepopulatie die tijdelijk verstoord wordt door het heien. Indien de radius waarop een verwijderingsreactie optreedt 30 kilometer zou bedragen, bedraagt het oppervlak 3.323 vierkante kilometer, hetgeen overeenkomt met 5,8 procent van het NCP-oppervlak. Het aantal verstoorde bruinvissen loopt dan op tot 1.329 stuks, 13,3 procent van de NCP-populatie en 0,4 procent van de Noordzeepopulatie. In hoeverre dit effect negatief is voor de populatie en of er lokaal herstel optreedt tot het niveau van voor de aanleg is onzeker. Uit onderzoek bij het offshore windpark Horns Rev werd geconstateerd dat na aanleg van het park niet minder bruinvissen aanwezig waren dan voor de aanleg. Het is echter onzeker of na de aanleg dezelfde dieren terugkeerden of dat ze "vervangen" zijn door andere dieren die tijdens het heien verder weg waren [Tougaard *et al.*, 2006b].

Bij offshore windpark Nysted keerden de bruinvissen minder snel terug dan verwacht [NERI, 2005b]. Herstel kan optreden zoals bij Horns Rev, maar zou ook vertraagd of beperkt kunnen zijn zoals bij Nysted. Eenduidige gegevens ontbreken, conclusies kunnen alleen zeer voorzichtig worden getrokken. Tenslotte is er onder onderzoekers nog geen eensgezindheid over de correcte meetmethode om een verminderde activiteit of aanwezigheid van bruinvissen te meten [Blew *et al.*, 2006]. Het nemen van maximale mitigerende maatregelen en monitoring van het onderwatergeluid en het gedrag van zeezoogdieren is ten tijde van het heien zeer belangrijk.

Bij een studie in Zweden naar de effecten van een windpark in zee op rustplaatsen van zeehonden, werd tijdens de aanleg van het windpark een tijdelijke daling in het aantal rustende dieren waargenomen [Sundberg & Söderman, 1999].

Ook waren de zeehonden onrustiger. Het is onduidelijk of dit vanwege geluidshinder of visuele hinder was.

Uit reviews van de Whale and Dolphin Conservation Society (WDCCS) in Groot-Brittannië blijkt dat het effect van airguns (luchtkanonnen, die gebruikt worden voor seismisch onderzoek op zee), die een geluid produceren van 200 tot 220 dB, tot op grote afstand (> 20 kilometer) nog een gedragseffect hebben op walvissen.

In Groot-Brittannië is het nu verplicht om tijdens seismisch onderzoek walvisachtigen te monitoren. Uit deze monitoring blijkt dat walvissen zoals de dwergvinvis (die in de noordelijke Noordzee voorkomt) op een significant grotere afstand verbleven van de airguns wanneer geschoten werd dan wanneer er niet geschoten werd [Stone, 2003]. In plaats van waarnemingen binnen één kilometer werden de meeste tijdens het schieten gedaan op een afstand van 2 tot 3 kilometer.

Tijdens de aanleg en de verwijdering van het windpark kan er door activiteiten als heien en trenchen een extra vertroebeling van de waterkolom en een tijdelijk gebrek aan zuurstof in het water optreden. De sedimentologische samenstelling is van groot belang voor de fauna die zich daarin ontwikkelt. Dit betekent dat door de grotere variatie in de samenstelling van het sediment een grotere variatie in het milieu en haar bewoners ontstaat. Grote verplaatsingen van sediment kunnen gevolgen hebben voor de bodemfauna. Bodemdieren kunnen volledig verdwijnen of permanent begraven worden [Bijkerk, 1988; Van Moorsel & Munts, 1995]. Doordat de bodemfauna is aangepast aan dynamische natuurlijke omstandigheden (r-strategen) zal de toestand zich na de aanleg weer snel herstellen. Tijdens de installatie van de funderingen en de windturbines zijn dergelijke invloeden ook te verwachten.

Gedurende het heien bestaat er een groot risico op gehoorbeschadiging van de zeehonden en bruinvissen die in de buurt zijn. De door het heien veroorzaakte geluidsdrumniveaus zijn in principe ook hoog genoeg voor het veroorzaken van weefselbeschadigingen aan deze zeezoogdieren.

Het zich herhalende karakter van het geluid bevordert de negatieve effecten omdat de gehoorgevoeligheid daardoor steeds verder zal afnemen. [Thomsen *et al.*, 2006] schat dat het heien tot op een afstand van 1.000 kilometer door bruinvissen zou kunnen worden gehoord. Ook zeehonden kunnen het heien op grote afstand horen. Voor beide soorten wordt ook geschat dat op een afstand van 1 kilometer bij beide soorten tijdelijke gehoorschade kan optreden.

Tijdens de aanleg van het windpark zullen zich dus tijdelijke effecten voordoen. Er zullen mitigerende maatregelen getroffen moeten worden om deze effecten zoveel mogelijk te beperken. Deze maatregelen komen in paragraaf 10.5 aan de orde.

De negatieve effecten zullen het kortst optreden bij de aanleg van de 4,5 MW basisvariant aangezien deze variant uit het kleinste aantal turbines bestaat. De aanleg van de 3 MW compacte variant zal het langst duren vanwege het grootste aantal turbines (56 stuks).

### ***Installatie van windturbines / toename scheepvaartbewegingen***

Nadat de fundaties gerealiseerd zijn, moeten de windturbines geïnstalleerd worden. Achtereenvolgens worden de toren, de gondel en daarna de rotorbladen geïnstalleerd. Hierdoor zal het aantal scheepsbewegingen tijdelijk toenemen, hetgeen onderwatergeluid kan veroorzaken.



Bekend is dat onderwatergeluiden van baggerschepen nog waar te nemen zijn op een afstand van 20 tot 25 kilometer [Richardson *et al.*, 1995]. Deze geluiden zijn echter waarschijnlijk van een geheel andere aard dan het onderwatergeluid van werkschepen tijdens de aanleg en verwijdering van de windturbines van het windpark Q4-WP.

Gedurende de gehele levenscyclus van het windpark zal er een toename zijn van scheepvaart in verband met aanleg en onderhoud, met als gevolg een toename van het algemene niveau van onderwatergeluid. Echter het effect op het onderwaterleven is niet met zekerheid te voorspellen. Daarnaast zal sprake zijn van reductie van het onderwatergeluid als gevolg van het afsluiten van het gebied voor visserij en overige scheepvaart.

Deze reductie is waarschijnlijk geringer dan de toename tijdens de aanleg, maar groter dan de toename tijdens onderhoud.

Geregistreerde bronniveaus van schepen variëren van 152 dB re 1 mPa @ 1 meter voor een klein schip met buitenboord motor tot 192 dB re 1 mPa @ 1 meter voor grote containerschepen. Effecten op deze toename van scheepvaartgeluid resulteren in vermijdingsgedrag maar eventueel ook aantrekkingsgedrag van onderwaterleven [COWRIE, 2004].

Richardson *et al.* [1995] bespreekt de verstoring van zeezoogdieren door schepen en geeft daarbij aan dat het vaak moeilijk is reacties op het gedrag als gevolg van visuele en auditieve effecten te onderscheiden. Het is niet duidelijk of de zeezoogdieren verstoord worden door het geluid dat de schepen veroorzaken of door de visuele verschijning van de schepen. Zo melden verschillende onderzoeken dat de gewone zeehond zich in het water verschuilt wanneer boten dichtbij hun foerageerplaats komen, maar haar reactie op kano's en kayaks is echter even sterk. Dit suggereert dat visuele aspecten dominant zijn dan de geluidsaspecten.

De reacties van zeezoogdieren, zoals walvissen en dolfinen, is een gecompliceerde zaak. Er vindt aantrekking én vermijdingsgedrag plaats. Waarvan de reactie afhankelijk is, is onduidelijk. Waarschijnlijk is dit per soort of mogelijk zelfs per individu verschillend.

Uit de (beperkte) ervaringen met andere windparken (met name Horns Rev en Nysted) bleek tijdens de constructie en in de beginjaren een lagere dichtheid aan bruinvissen in het gebied, en minder zeehonden rustend op nabij gelegen platen gedurende de aanleg [Teilmann *et al.*, 2006a, b].

Het is daarom te verwachten dat lokaal verstoring zal optreden als gevolg van de aanleg van de funderingspalen van windpark Q4-WP, en dan met name voor de bruinvis en eventueel andere dolfinachtigen, zoals de witsnuitdolfijn.

Het is als gevolg van de grote afstand tot het windpark niet waarschijnlijk dat het heien zal leiden tot een afname van rustende zeehonden op platen in de Voordelta of nabij het Waddengebied.

Bij het windpark wordt geen gebruik gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-fouling). 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.

***De aanleg van het transformatorstation***

Ook de fundatie van het transformatorstation wordt geheid. Vervolgens wordt op de fundatie een ondersteuningsconstructie en de bovenbouw geplaatst. Het schip dat bij de installatie van de windturbines gebruikt wordt, kan ook bij de installatie van het transformatorstation ingezet worden. De effecten van de aanleg van het transformatorstation betreffen onderwatergeluid door heien en extra scheepvaartbeweging met daarbij behorende effecten.

***Meteorologische meetmast***

Daarnaast kan besloten worden tot de plaatsing van een meteorologische meetmast voor monitoring van de meteorologische omstandigheden (windsnelheden, etc.) in het gebied. De aanleg vindt ook middels heien plaats en zal overeenkomstige effecten hebben als de aanleg van de fundaties die hiervoor zijn beschreven.

**10.3.3 Effecten van exploitatie en onderhoud**

Aspecten die tijdens de exploitatie van het windpark effect kunnen hebben op het gebied in en rond het windpark, zijn:

- De fysieke aanwezigheid van de windturbines (hard substraat);
- Geluid en trillingen van windturbines;
- Andere effecten van het windpark;
- Uitsluiten van visserij.

Ook zijn effecten te verwachten door bijkomende werkzaamheden als inspectie en onderhoud. Er zullen extra vaarbewegingen plaatsvinden en mogelijk vliegbewegingen ten behoeve van monitoring of inspectie.

***Fysieke aanwezigheid van de windturbines*****Waterstroming**

De aanwezigheid van de windturbines heeft invloed op het leefgebied van verschillende onderwaterdieren in de Noordzee. Zo zullen de fundaties van de windturbines de waterstroming lokaal en in het plangebied beïnvloeden. De buispalen brengen extra wervelingen in de waterkolom met zich mee, die de morfologie en dynamiek van de bodem lokaal beïnvloeden.

Op plaatsen met een verhoogde waterbeweging kunnen ontgrondingskuilen ontstaan. Bij het offshore windpark wordt rond de buispalen met stortsteen een erosiebescherming aangebracht om het ontstaan van ontgrondingskuilen tegen te gaan. Achter de funderingen kunnen slijpgeulen ontstaan en resteert alleen grofzandig materiaal. Op luwe plaatsen kan ophoping van slib optreden [Van Moorsel, 1994]. Dit effect is bij andere offshore windparken echter vrijwel verwaarloosbaar gebleken. Bij de aanleg van het windpark Nysted is gebleken dat de veranderingen van de stroomsnelheid op slechts vijf meter uit de funderingen minder dan 15 procent zijn en veranderingen in stroomsnelheid in het park niet meer dan 3 - 4 procent.

**Substraat**

De windturbines leiden tot een te verwaarlozen afname van het oppervlak aan oorspronkelijk zandig substraat. Bij een windpark, dat onder water slechts bestaat uit funderingen, ligt de afname in de orde van 0,02 procent van het oorspronkelijke oppervlak van de zeebodem ter plaatse van het offshore windpark Q4-WP. Als rond de funderingen van de windturbines erosiebescherming wordt aangebracht, is de afname aan oorspronkelijk substraat natuurlijk groter.

De erosiebescherming beslaat maximaal 910 m<sup>2</sup> voor de 4,5 MW turbine. In de 4,5 MW compacte variant komt dit neer op 0,04 km<sup>2</sup> of 0,2 procent van het oppervlak van de oorspronkelijke zeebodem (zie hoofdstuk 9 Morfologie en hydrologie).

Daar waar dieren die zich voeden met gesuspendeerd materiaal selectief verdwijnen door een verhoogde resuspensie van sediment, vertaalt zich dit in een daling van de ITI (de Infaunal Trophic Index). Tijdens de gebruiksfase is de situatie vergelijkbaar met de huidige situatie, dit levert voor de bodemdieren geen invloed op de ITI op.

Omdat de afname van het oppervlak aan zandig substraat als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines zeer klein is, zal dit geen gevolgen hebben voor de totale bodemgesteldheid in het gebied van windpark Q4-WP.

De afname van het oppervlak van de oorspronkelijke zandbodem heeft een evenredige afname van de leefruimte tot gevolg voor met name bodemvissen (zoals verschillende soorten platvis en ponen). Maar net zoals de afname van het oppervlak van de oorspronkelijke zandbodem te verwaarlozen is, is ook de afname van de leefruimte voor bodemvissen te verwaarlozen. De kwaliteit van de habitat zal daarentegen verbeteren (zie verderop).

Het plaatsen van funderingen voor windturbines komt neer op de introductie van hard substraat. Hierdoor wordt een nieuw milieu gecreëerd dat ter plekke nog niet bestond, met een heel andere flora en fauna dan op en in zacht substraat zoals zand en slib [Van Moorsel *et al.*, 1991; Van Moorsel 1994]. Als gevolg van de plaatsing van een windturbine is de toename van het oppervlak hard substraat vele malen groter dan de afname van het oppervlak zandig substraat. De toename van het oppervlak aan hard substraat is groter naarmate de waterdiepte groter is. De relatieve toename van het oppervlak kan worden uitgedrukt door middel van  $4d/\varnothing$ , waarbij  $d$  staat voor de waterdiepte en  $\varnothing$  voor de diameter van de buispaal. Bij een paaldiameter van 4,5 meter ter hoogte van de zeebodem en een waterdiepte van 20 meter bedraagt de relatieve toename van het substraatvlak een factor 18.

Zodra de aanleg van het windpark voltooid is, fungeren de fundaties als kunstmatig rif en trekken deze typerende hard-substraatsoorten aan. Bij offshore windparken die elders aangelegd zijn, is hier onderzoek naar gedaan. De monitoringsresultaten van de Deense windparken Horns Rev en Nysted geven deze toename van hard-substraatsoorten ook aan [Leonhard & Pedersen, 2005]. Ook werd bij Horns Rev ten opzichte van het referentiegebied een toename van de dichtheden van de meest voorkomende soorten aangetroffen [Bech *et al.*, 2005].

Aan de fundaties van de windturbines groeien tweekleppigen, zoals mosselen, en andere fauna, zoals zakpijpen. Ook wieren groeien aan de funderingspalen aan. Daardoor kan gesteld worden dat na aanleg van het windpark de diversiteit van de flora en fauna in het gebied zal toenemen.

Veel soorten zullen echter niet van nature voorkomen in zandige litorale bodems. Toch kunnen deze soorten niet als gebiedsvreemd worden beschouwd. De larven van dergelijke hard-substraatsoorten komen voor in het water. Bij het ontbreken van de juiste ondergrond kunnen ze niet koloniseren. Wanneer dergelijk substraat wel voorkomt, zoals bij scheepswrakken, groeien dergelijke objecten binnen enkele jaren vol met deze organismen. In de Oosterschelde en de Grevelingen komen veel van deze soorten ook voor.

Voor de mate en soort van aangroei is het type substraat van belang: de aard van het materiaal (staal, beton) en de eventuele aanwezigheid van een sokkel of bestortingen rond de windturbines.

Van boven naar beneden ontstaan een spatzone, 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.

De opofferingsanodes zullen invloed hebben op de aangroei. Niettemin is van andere offshore installaties op de Noordzee, die ook zijn uitgerust met anodes voor kathodische bescherming, bekend dat de voedselrijkdom in de directe omgeving van de ondersteuningsconstructies hoog is [Van Moorsel, 1999]. Dit resulteert plaatselijk in een verhoging van de biodiversiteit.

Door onderzoek aan de begroeiing van scheepswrakken [e.g. Van Moorsel *et al.*, 1991] en kunstmatige riffen [e.g. Van Moorsel, 1994] in de Noordzee, bestaat een redelijk beeld van het bodemleven dat zich op de windturbines kan vestigen.

Diergroepen die op zandbodems vrijwel ontbreken, zoals sponzen, hydropoliepen, zeeanemonen en zeepokken, kunnen zich in groten getale ontwikkelen. Een aantal van deze soorten of de door hen gevormde structuren vormt op hun beurt een ondergrond of leefomgeving voor weer andere vastzittende soorten. Tussen en op deze soorten worden vrij kruipende organismen, zoals naaktslakken, zeesterren, krabben en kreeften aangetroffen, die of 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) ontwikkelde zich voordat de pijlers schoon gemaakt werden een laag mosselen van 8 tot 10 centimeter. De mechanische verwijdering van aangroei vindt meestal jaarlijks plaats tot op een diepte van 8 tot 10 meter. Daaronder vindt dit minder frequent plaats 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 van 5 tot 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/m<sup>2</sup> 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 boorplatforms 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 getijdenzone van ongeveer 1,5 meter aanwezig is, ontwikkelt zich een litorale zone waarin vastzittende wieren voorkomen. Opvallend zijn de dikke lagen mosselen. Op scheepswrakken en kunstmatige riffen werden nooit volwassen mosselen aangetroffen.

Dit is deels te verklaren door de aanwezigheid van de zeester (*Asterias rubens*), die zich vanaf de zandbodem makkelijk op deze objecten kan begeven om zich daar te goed te doen aan de mosselen.

In de getijdenzone kan de zeester zich niet goed handhaven door de golven en omdat zij voor bijvoorbeeld meeuwen als voedsel dient. Bovendien zal het voor de zeester moeilijk zijn om tegen lange verticale structuren, zoals pijlers, op te kruipen.

Wanneer zich eenmaal een laag mosselen in de getijdenzone heeft gevormd, kan deze laag zich geleidelijk uitbreiden tot op diepten waarop de mossel zich niet kan ontwikkelen. Mosselen hechten zich met byssusdraden aan het substraat. De laagdikte die zich ontwikkelt, is afhankelijk van het type substraat. Op een slechte verflaag of roestig metaal verdwijnen mosselen eerder dan op beton. Een ruw oppervlak biedt waarschijnlijk extra goede aanhechtingsmogelijkheden. Zonder onderhoud zal de mossellaag uiteindelijk zo dik worden dat de krachten op de byssusdraden door het gewicht van de mosselen en de kracht van de golven te groot worden. De laag zal in delen loslaten en op de zeebodem terecht komen, zodat zeesterren en andere organismen daar een rijk gedekte dis aantreffen. Filterfeeders zoals mosselen ontdoen het langsstromende water van een deel van plankton en seston (het zwevend dood organisch en anorganisch materiaal).

Concluderend kan gesteld worden dat op het onderwatergedeelte van een windturbine een totaal andere levensgemeenschap te verwachten is dan op een zandbodem. Omdat een windturbine dóór het wateroppervlak heen steekt, ontwikkelt zich waarschijnlijk een dikke laag mosselen in de getijdenzone en in de zone direct daaronder. De oorspronkelijke zandfauna blijft ook aanwezig. Vermoedelijk zullen de aantallen en biomassa bodemdieren toenemen, maar niet sterk veranderen qua diversiteit.

#### 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 het harde substraat ophouden. Diverse vissoorten, zoals de zeedonderpad (*Myoxocephalus scorpius* en *Enophrus bubalis*), de snotwolf (*Cyclopterus lumpus*) en geep (*Belone belone*), gebruiken hard substraat in de getijdenzone en in ondiep water om hun eieren af te zetten. De laatste twee soorten zijn daarbij alleen in bepaalde seizoenen te verwachten.

Soorten die zich meer in de buurt van harde substraten ophouden, zoals bijvoorbeeld bij de pijlers van de Zeelandbrug, zijn harder (*Chelon* spp.) en zeebaars (*Dicentrarchus labrax*). Het is echter onbekend of deze soorten dat ook zullen doen in open zee bij de funderingspalen van windpark Q4-WP.

Door het verbod op commerciële visserij rond en in het windpark zullen de negatieve effecten op bentische organismen als gevolg van het omwoelen van de bodem door visnetten verdwijnen. Het windpark zal daarbij als een vluchtplaats (refugium) dienen. Het windpark is naar verwachting echter niet groot genoeg en niet op de voor de vissen geschikte locaties (bijvoorbeeld paaiplaatsen) om van invloed te zijn op grootte van de populaties. Vissen zullen op zeker moment toch uit het plangebied trekken. De kans dat vissen vervolgens worden opgevisst is erg groot, gezien de visserijdruk op de zuidelijke Noordzee. Voorts is bekend dat vissers graag dicht rond beschermde gebieden vissen, juist omdat zich daar de grotere exemplaren vis ophouden.

De aangroei op wrakken en kunstriffen vormt voor de meeste vissoorten waarschijnlijk geen belangrijke reden voor het samenscholen. De biomassa is weliswaar hoog, maar deze wordt voor een groot deel gevormd door zeeanemonen, die nauwelijks in aanmerking komen als voedselbron voor vissen [Van Moorsel *et al.*, 1991].

Als de aangroei voornamelijk uit mosselen bestaat, kunnen zich daartussen wormen, zoals zeerupsen, ophouden die wel als voedselbron kunnen dienen. Of de mosselen zelf ook vissen uit het omringende water aantrekken is niet bekend. Naarmate de mossel groter wordt, wordt in het algemeen ook een betere bescherming tegen predatie bereikt.

Samenscholingen bij de windturbines van vissoorten zoals de steenbolk, harder en zeebaars kunnen een aantrekkende werking hebben op zeehonden. Omdat kabeljauwachtigen (met name wijting) een belangrijke voedselbron voor de bruinvis kunnen vormen [Addink, 2000] is het mogelijk dat de aanwezigheid van steenbolk ook tot verhoogde concentraties van de bruinvis leidt.

Monitoring van visvoorkomens bij windpark Horns Rev laat gemengde resultaten zien. Er werden zowel meer grote als meer kleine vissen waargenomen met akoestische metingen, maar dit was wel afhankelijk van het tijdstip waarop gemeten werd [Hvidt *et al.*, 2005]. Met deze akoestische methode kon geen rustende of ingegraven platvis worden waargenomen. Verschillende soorten spiering (alle kortlevende en snelgroeiende vissoorten) bleken binnen het plangebied in twee jaar tijd met 300 procent te zijn toegenomen. Buiten het windpark was de dichtheid met 30 procent afgenomen [Jensen *et al.*, 2004].

### ***Geluid en trillingen van windturbines***

Of windturbines ook in de zeebodem trillingen veroorzaken die hinderlijk zijn voor de omgeving is afhankelijk van het type windturbine, de bodemgesteldheid en de gevoeligheid van de omgeving voor trillingen.

Windturbines produceren verschillende typen mechanische trillingen:

- Laagfrequente trillingen  
Deze hangen samen met de passage van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast. Tijdens de exploitatie van het windpark zal het geproduceerde geluid tussen de 100 en 150 dB liggen, afhankelijk van het type windturbine en de windsnelheid. Hogere frequenties kunnen mogelijk ontstaan door interferentie van deze trillingen met geluid uit de gondel.
- Hoogfrequente trillingen  
Deze hangen samen met de draaiende onderdelen van de generator in de gondel, de interactie van wind met de gehele windturbine (met name het aerodynamische geluid van de rotortippen), golven die tegen de mast slaan, de beweging van zand en water langs de mast en organismen die op de windturbines voorkomen (in dit specifieke geval met name het sluiten van kleppen van de mossel).

De bladen van de windturbine zullen aerodynamisch lawaai produceren als gevolg van de beweging door de lucht. Dit geluid zal via de lucht het water ingaan. Wanneer de rotatiesnelheid van de rotor van de windturbine stijgt, zal ook het aerodynamische geluid toenemen. De beweging van lucht langs de gehele structuur inclusief de rotorbladen en de hydrodynamische krachten van de golven zullen structurele trillingen veroorzaken.

Daarnaast zullen trillingen voortkomen uit mechanische trillingen die in de gondel worden geproduceerd. De trillingen van de gondel hangen af van de graad van mechanische verbetering van het omzettingsproces van de windenergie. Omdat het verminderen van deze trillingen resulteert in een efficiency verbetering zal het totale systeem steeds verder geoptimaliseerd worden. Niettemin is het waarschijnlijk dat de trillingen met het ouder worden van de windturbine als gevolg van slijtage van onderdelen toe zullen nemen.

Het niveau van trillingen zal ook met toenemende windsnelheid stijgen aangezien de krachten op de mechanische delen toenemen.

Elk van deze mechanismen zal afhankelijk zijn van het ontwerp en de kwaliteit van elke windturbine.

De generatie van geluid en transmissiemechanismen suggereren dat het bereikte geluidsniveau veroorzaakt door een windturbine beïnvloed wordt door een aantal factoren zoals de lokale windsnelheid, de geluidssnelheid, de diepte van de waterkolom, de ruwheid van de zee en de geologie van het zeebed. Van deze factoren zullen de windsnelheid, de geluidssnelheid en de ruwheid van het zeeoppervlak afhangen van weersomstandigheden. De diepte van de waterkolom zal afhangen van het tij.

De geluidsproductie kan in principe op drie manieren worden overgedragen aan het water, namelijk direct via de mast en fundatie en indirect vanuit de lucht via het grensvlak van lucht en water en via de bodemstructuur. Bij toenemende windsnelheden zal als gevolg van de min of meer constante draaisnelheid, de frequentie van het geluid door wiekpassage niet veranderen. De intensiteit van mastgeluid kan echter wel toenemen.

Een deel van de geluiden uit de gondel zal een hogere intensiteit en frequentie krijgen. De hogere intensiteit gaat echter gepaard met een toename van het achtergrondgeluid, doordat bij sterkere wind ook de waterbeweging en, afhankelijk van de diepte, ook het zandtransport zullen toenemen.

Om een goede inschatting te kunnen maken van de effecten van onderwatergeluid door windturbines is het noodzakelijk dat na realisatie van het windpark de resultaten van metingen van onderwatergeluid worden ingepast in een reeds bestaand overzicht van geluidsspectra van andere activiteiten [bijvoorbeeld Richardson *et al.*, 1995].

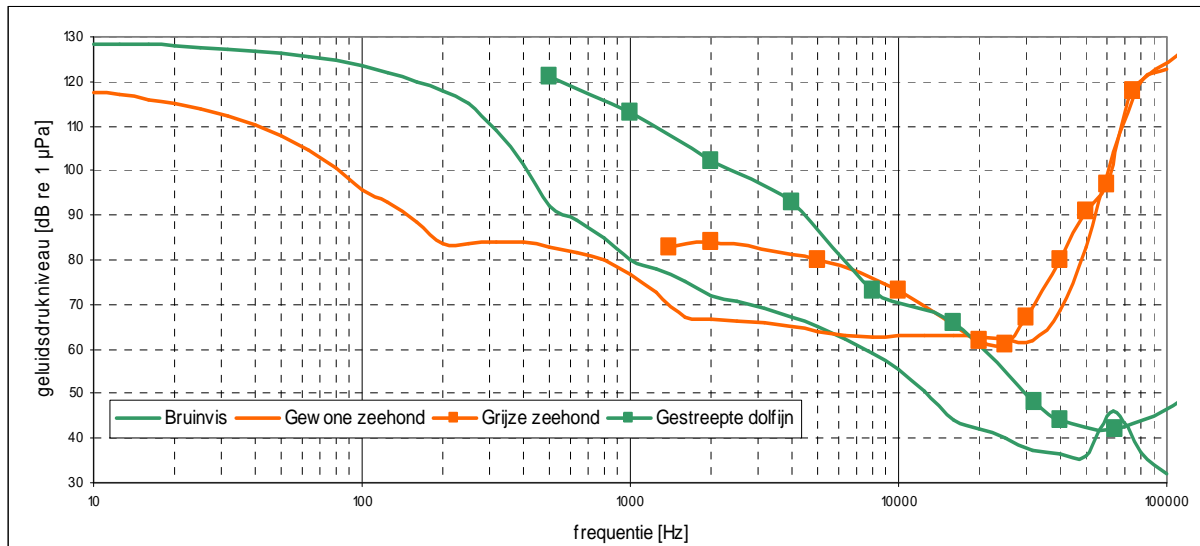
Onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Om zich te handhaven dienen deze soorten doelmatig te reageren op roofvijanden en prooien. Daarnaast moet aandacht worden besteed aan de voortplanting. Bij al deze levensfuncties en gedragingen kan geluid een rol spelen. Zo maken walvissen en dolfijnen gebruik van ultrasone sonar om een prooi op te sporen of obstakels te lokaliseren en worden lagere frequenties gebruikt voor sociale interacties: het communiceren binnen een groep of tussen groepen [Richardson *et al.*, 1995].

Vissen kunnen geluid maken om een vijand af te schrikken of partners te lokken en kunnen het gebruiken om in schoolverband te zwemmen. Met name in relatief troebele (kust)wateren kan geluid een belangrijke rol spelen. Om in te schatten of het geluid van windturbines het gedrag van vissen en zeezoogdieren beïnvloedt, kan het windturbinegeluid worden vergeleken met de gehoorrens van deze organismen. Daarnaast kan onderwatergeluid van windturbines worden vergeleken met de frequentie en sterkte van geluiden, die door deze organismen worden geproduceerd (vocalisatie). Tenslotte kan er een verband worden gelegd tussen het (vermijdings)gedrag en geluid.

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

Hieronder zijn de audiogrammen opgenomen van de in het plangebied aanwezige soorten. Hieruit blijkt dat de bruinvis en de gewone zeehond gevoeliger voor geluid zijn dan respectievelijk de gestreepte dolfijn en de grijze zeehond. Deze eerstgenoemde soorten zijn dan ook meegenomen in de berekeningen in het model (zie bijlage Onderwatergeluid voor verdere details).

**Figuur 10.6 Audiogrammen van verschillende soorten zeezoogdieren met omringend geluid als referentie**



Naar Nedwell *et al.*, 2004

Gezien het relatieve belang van de bruinvis in dit deel van de Noordzee zijn hier enkele gegevens over het gehoor van de bruinvis opgenomen. Uit onderzoek is gebleken dat het gehoor van bruinvissen geluiden waarneemt tussen de 100 Hz en 180 kHz [Kastelein, 2000]. De hoogste gevoeligheid ligt daarbij tussen de 10 en 150 kHz bij een geluidsdruk van 30 dB re 1 µPa. Voor echolocatie (hoogfrequent) gebruiken bruinvissen frequenties tussen de 120 en 150 kHz.

Uit de modelberekeningen blijkt dat het geluid van de geplande windturbines voor bruinvissen alleen op zeer korte afstand van de windturbines hoorbaar is. Voor de gewone zeehond zal dit geluid tot op ruim 10 kilometer hoorbaar zijn, maar niet op een zodanig geluidsdrumniveau dat dit leidt tot een gedragsreactie.

Na in gebruik name van het Deense offshore windpark Horns Rev gaven zeehonden geen andere dichtheid binnen het windpark te zien dan buiten het windpark. Bruinvissen gaven direct na in gebruik name een snelle terugkomst in aantallen te zien. Bij het Deense offshore windpark Nysted gaven bruinvissen na enkele jaren een terugkeer in aantallen te zien. In 2004 (het eerste jaar waarin windpark Nysted operationeel was) was het aantal bruinvissen in het gebied nog steeds een factor vijf lager dan voor aanleg van het windpark. De bruinvissen die in het gebied aanwezig waren, lieten geen verschil zien in gedrag met de situatie vóór aanleg van het windpark. Het is onbekend waardoor de bruinvissen bij Nysted minder snel terugkeerden dan aanvankelijk werd verwacht [NERI, 2005b].

#### **Andere effecten van het windpark**

Andere effecten van het windpark tijdens de exploitatie bestaan uit energieverliezen wanneer de windturbines onderhoud nodig hebben, defecten aan de kabels en aanvaringen en aandrijvingen tussen schepen onderling en van schepen met windturbines. Bij dit laatste kunnen olie en chemicaliën vrijkomen. Kleine olielekages kunnen verzameld worden door het werkschip ter plaatse. Toch zal de hoeveelheid olie die in een worst case scenario kan weglekken waarschijnlijk geen merkbaar effect hebben op het aquatische milieu.

Indien alleen olie gelekt wordt uit de windturbine en dus niet uit het schip, bestaat dit ten hoogste uit 250 liter minerale olie en 100 liter dieselolie.



Bij een aanvaring/aandrijving tussen een schip en een windturbine kan milieuschade ontstaan, omdat bunkerolie, ladingolie en/of chemicaliën afkomstig uit het schip vrij kunnen komen. Dit zal tijdelijk grote gevolgen kunnen hebben voor het lokale onderwaterleven en de vogels. In hoofdstuk 11 Scheepvaartveiligheid wordt hier nader op ingegaan.

### **Onderhoud van het windpark**

Het instandhouden en onderhouden van de windturbines zal hoofdzakelijk tot enig verkeer in het gebied leiden, maar dit verkeer zal niet verschillen van dat van vissersvaartuigen en schepen die momenteel in het plangebied varen. Voor de aanleg en verwijdering van het windpark is extra werkverkeer nodig. Dit zorgt voor een extra belasting en een (licht) verhoogd risico van aanvaringen tussen schepen onderling. De meeste onderhoudswerkzaamheden vinden binnen in de windturbines plaats. Het onderwaterleven zal slechts een storend effect ondervinden wanneer extern onderhoud (bijvoorbeeld aan de rotorbladen) nodig is.

Tenslotte is sprake van de geluidsproductie onder water door de onderhoudsvaartuigen. Dit zal echter nauwelijks als een verhoging van de geluidsproductie ten opzichte van de reguliere scheepvaart kunnen worden aangemerkt, temeer niet omdat het gebied wordt gesloten voor overige scheepvaart. Per saldo ontstaat een afname van geluid door scheepvaart.

## **10.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving**

### **10.4.1 Effecten per fase**

De aanleg van het windpark en van de kabelverbinding naar land zullen effect hebben op het zeebed. Dit effect zal optreden door twee activiteiten, te weten: het heien van de fundaties voor de windturbines en het transformatorstation en het jet-trenchen van de kabel.

De effecten van deze activiteiten op het zeebed zullen minimaal zijn in vergelijking met de natuurlijke variatie van het zeebed. Het betreft hier een tijdelijke verstoring, waarna de bodemfauna zich weer herstelt. De activiteiten zullen leiden tot een geringe verhoging (door kabelaanleg) tot zeer sterke verhoging (door heien) van de geluidsniveaus onder water. Beide betreffen tijdelijke verstoringen.

Hierdoor zal tijdelijk een gebied van ca. 970 tot 3.330 vierkante kilometer ongeschikt worden als leefgebied voor vooral de bruinvis en in mindere mate de zeehond. Met name het geluid van het heien kan gemitigeerd worden door te kiezen voor het seizoen waarin weinig zeezoogdieren aanwezig zijn in het plangebied en door het treffen van extra maatregelen.

Tijdens de exploitatie van het windpark zullen de fundaties delen van het oppervlak van het zeebed beslaan, maar daar tegenover staat dat zij het gebied van nieuwe habitat voorzien. De fundaties, inclusief stortsteen, zullen door introductie van dit hard substraat drie dimensioneel gezien een groter oppervlak bieden voor onderwaterleven. Hard-substraatsoorten zullen zich vestigen op de funderingspaal en de erosiebescherming. De fundaties nemen een (zeer klein) deel van het bodemoppervlak in beslag, waardoor habitat voor de bodemfauna verloren gaat. Deze effecten zullen naar verwachting niet significant zijn. De verwachting is daarentegen dat dichtheden van zacht-substraatsoorten kunnen toenemen.

Het windpark zal na aanleg als refugium fungeren, wat als een positief effect beschouwd moet worden. Het plangebied zal grosso modo een toename van benthos en vissen te zien geven.

### 10.4.2 Effecten op de diverse levensvormen

In tabel 10.6 is aangegeven wat de huidige situatie is, wat de verwachte effecten op de diverse levensvormen onderwater zijn en of deze significant zijn.

**Tabel 10.6 Mogelijke effecten op aanwezige natuurwaarden**

Soorten	Huidige Situatie*	3 MW BASISVARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfase)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>0</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>0</sub> )	50 (kustzone)	- (geluid)	0	Nee
Soorten	Huidige Situatie*	3 MW COMPACTE VARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfase)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	-/- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	-/- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	-/- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	-/- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>0</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	-/- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>0</sub> )	50 (kustzone)	-/- (geluid)	0	Nee

\* Voor de zeehonden betreft het de Nederlandse populatie, voor de bruinvis en de witsnuitdolfijn gaat het om de populatie in de gehele Noordzee.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* Significante effecten worden niet verwacht, maar zijn niet uit te sluiten. Hier wordt nader op ingegaan in de locatiespecifieke passende beoordeling.

**Vervolg tabel 10.6**

Soorten	Huidige Situatie*	4,5 MW BASISVARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfasen)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	0/- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	0/- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	0/- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	0/- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>o</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	0/- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>o</sub> )	50 (kustzone)	0/- (geluid)	0	Nee
Soorten	Huidige Situatie*	4,5 MW COMPACTE VARIANT		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent (gebruiksfasen)	Mogelijk significant ?
Gewone Zeehond (NL populatie)	3.500	- (geluid)	0	Nee***
Grijze Zeehond (NL populatie)	1.500	- (geluid)	0	Nee***
Bruinvis (Noordzee populatie)	350.000	- (geluid)	0	Nee***
Witsnuitdolfijn (Noordzee populatie)	7.500	- (geluid)	0	Nee***
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m <sup>2</sup> )	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (H <sub>o</sub> )	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (H <sub>o</sub> )	50 (kustzone)	- (geluid)	0	Nee

\* Voor de zeehonden betreft het de Nederlandse populatie, voor de bruinvis en de witsnuitdolfijn gaat het om de populatie in de gehele Noordzee.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* Significante effecten worden niet verwacht, maar zijn niet uit te sluiten. Hier wordt nader op ingegaan in de locatiespecifieke passende beoordeling.

Zoals hieruit blijkt, zijn de effecten tijdens de gebruiksfase op het onderwaterleven ter plaatse van het windpark niet significant. Voor de onderwaterfauna mag worden gesteld dat de aanwezigheid van een windpark positief effect heeft, aangezien zowel de bodemdieren als vissen in aantallen zullen toenemen. Voor zeehonden en bruinvissen kan dit, zij het een beperkte, maar positieve bijdrage aan hun overleving vormen (permanent effect). Wat betreft de tijdelijke effecten, kan de aanleg van het windpark (het heien van de monopalen in de zeebodem) een negatief effect hebben op vissen en zeezoogdieren (gehoorschade).

Bij het bepalen van de effecten op de diverse levensvormen worden verschillende maatstaven gehanteerd, namelijk dichtheden (voor alle levensvormen), biomassa (met name bij macrobenthos) en functies (voor alle levensvormen).

Op de locatie van windpark Q4-WP is de flora en fauna in het zeebed schaars. Het effect op het zeebed, waarin zich macrobenthos en bodemleven bevindt, is zeer beperkt. Het totale verlies aan zeebodem zal maximaal 0,2 procent van de bodemfauna in het windpark beïnvloeden (zie ook hoofdstuk 9 Morfologie en hydrologie). Daartegenover staat dat zich in het gebied nieuwe flora- en faunagemeenschappen gaan vestigen op en tussen de fundaties van de windturbines.

Het windpark kan de verspreiding van vissen in het gebied op verschillende manieren beïnvloeden. De hoeveelheid voedsel voor vissen zal, zoals uit voorgaande blijkt, niet in grote mate aangetast worden. Uit beschikbare monitoringstudies blijkt dat vissen aangetrokken worden tot fysieke structuren op het zeebed, zoals de fundaties van een windpark.

Onderwatergeluid van windturbines en elektromagnetische velden van de kabels hebben een lokaal effect op de verspreiding van vis, maar over de werkelijke omvang van de (negatieve) effecten bestaan nog onduidelijkheden.

Van de effecten op zeezoogdieren is met name de bruinvis van belang. De effecten van de aanleg, de exploitatie en de verwijdering van het windpark zijn zeer lokaal van aard en zullen (mede op basis van de huidige kennis uit monitoring rapportages) de verspreiding van de soort in de Noordzee niet blijvend beïnvloeden. Het is zeer aannemelijk dat de zeezoogdieren, die een nadelig effect van de aanleg ondervinden, het gebied tijdelijk mijden. Het betreft veelal nieuwsgierige soorten, die na de aanleg weer terugkeren in het gebied. Bij monitoring van en onderzoeken aan buitenlandse offshore windparken is geen habitatverlies waargenomen. Wat de effecten van onderwatergeluid en magnetische velden zullen zijn, kan met minder zekerheid voorspeld worden. Op grond van de wetenschappelijke onderzoeken die hiernaar gedaan zijn, lopen de meningen uiteen over de effecten op zeezoogdieren. Ervaringen uit monitoring en nader onderzoek zullen hierover op termijn duidelijkheid moeten verschaffen. De mate van verstoring zal afhankelijk zijn van een aantal factoren: hoogte en soort geluid, reikwijdte van het geluid, gevoeligheid van zeezoogdieren voor het betreffende geluid, de oppervlakte waar geluid wordt geproduceerd, uitwijkmogelijkheden en de specifieke eigenschappen van het individu (leeftijd, geslacht, ervaring, etc.).

### **Conclusie**

Bij de afweging van de overall effecten moet in het oog gehouden worden dat bestaande activiteiten zoals visserij en scheepvaart momenteel impact hebben op het plangebied. Door de ontwikkeling van een windpark verdwijnen deze effecten uit het betreffende gebied. Het gebied wordt gesloten voor visserij en niet-windparkgerelateerde scheepvaart.

Het is de vraag of de negatieve effecten van het gebruik van het windpark die van deze huidige andere activiteiten overstijgt, mede omdat de belangrijkste effecten (als gevolg van de aanleg) tijdelijk van aard zijn en omdat gedurende de exploitatie van het windpark voornamelijk positieve effecten optreden.

Op basis van de huidige kennis kan de conclusie getrokken worden dat er enige effecten van onderwatergeluid op het onderwaterleven tijdens de aanleg van het windpark zijn. In hoeverre deze effecten significant zijn, zal worden toegelicht in de locatiespecifieke passende beoordeling.

Ten opzichte van de huidige situatie zijn er positieve effecten als gevolg van de aanleg en exploitatie van het windpark. Het gebied krijgt een refugiumfunctie. Er worden grotere aantallen vissen in het gebied verwacht evenals een toename van biomassa en aantallen van bodemdieren. Daarnaast neemt de soortendiversiteit in het gebied toe.

Tijdens de aanleg en wellicht de eerste jaren zijn effecten te verwachten van het onderwatergeluid op zeezoogdieren en dan meer op bruinvissen en eventueel witsnuitdolfijn, dan op zeehonden.

Voor wat betreft de effectvoorspelling van onderwatergeluid, trillingen en magnetische velden bestaan onzekerheden en is nader onderzoek en lange termijn monitoring nodig.

In bijlage 3 en bijlage 4 wordt uitgebreider ingegaan op de effecten van elektriciteitskabels en onderwatergeluid op het onderwaterleven.

### **10.5 Mitigerende maatregelen**

De effecten van het windpark op het onderwaterleven zijn zowel positief als negatief. De positieve effecten kunnen met aanvullende maatregelen versterkt worden. De negatieve effecten kunnen beperkt worden door het treffen van mitigerende maatregelen.

#### ***Instellen van een refugium***

Het instellen van een refugium door het sluiten van het plangebied voor visserij, kan als mitigerende maatregel beschouwd worden. Een refugium kan de natuurwaarden op een locatie versterken. Dat betekent in beginsel dat het voor het onderwaterleven een voordeel kan zijn wanneer een offshore windpark op een ecologisch waardevolle locatie wordt gerealiseerd.

#### ***Geluid en trillingen***

Geconstateerd is dat het heien van de monopalen van de windturbines met een dieselblok de hoogste en potentieel meest schadelijke geluidsdrukniveaus veroorzaakt. Mogelijkheden om deze geluidsdrukniveaus te verlagen dan wel de effecten daarvan te voorkomen, zijn met name:

- Bellengordijnen  
Door het toepassen van een zogenaamd bellengordijn rond de plaats waar wordt geheid, zouden reducties van de totale, breedbandige, geluidsniveaus met 3 tot 5 dB haalbaar zijn [Würsig *et al.*, 2000]. Andere auteurs [onder andere Nedwell *et al.*, 2004] melden daarentegen een zeer gering effect.
- Omhullen funderingspalen  
Door het omhullen van de funderingspalen met een schuimlaag wordt het geluid waarmee geheid wordt, direct gedempt. Met deze methode kan het geluid met 5 tot 25 dB (afhankelijk van de frequentie) gedempt worden. Nog betere resultaten worden behaald wanneer een huls bestaande uit een schuimlaag tussen twee polyesterlagen gebruikt wordt [Elmer, 2007].

- Intrillen  
In het algemeen wordt aangenomen dat het intrillen lagere geluidsdrukkniveaus veroorzaakt dan inslaan. Getallen hierover, in de vorm van op basis van geluidsmetingen bepaalde bronsterkten, zijn echter in de literatuur niet bekend. [Nedwell *et al.*, 2003] rapporteert een meting op een afstand van circa 420 meter waarbij het signaal vanwege het intrillen niet boven het achtergrondniveau van 120 dB re 1  $\mu$ Pa uitkwam. Gerasch *et al.* schat dat het intrillen van de monopalen tot 30 dB lagere geluidsdrukkniveaus ten opzichte van het heien leidt. De voor het geluid maatgevende frequentie is daarnaast bij intrillen ook nog belangrijk lager dan bij heien. Die lagere frequentie zal in het ondiepe water onder de afsnijfrequentie liggen. Maar afhankelijk van met name de bodemgesteldheid kan het nodig zijn om voor het laatste stuk toch nog over te gaan op heien. In dat geval wordt het effect van intrillen alsnog geheel teniet gedaan.
- Ontwerp  
De geluidsemisatie wordt onder meer bepaald door de energie waarmee wordt geheid. Om te voorkomen dat er overbodig veel energie wordt gebruikt om de monopalen te plaatsen, moet het te gebruiken heiblok zorgvuldig worden afgestemd op de monopalen en op de bodemsamenstelling.
- Operationeel  
Door een zogeheten zachte start, waarbij wordt begonnen met een laag vermogen dat steeds verder wordt opgevoerd, krijgen de aanwezige vissen en zeezoogdieren de kans om zich te verwijderen uit het gebied voordat schadelijke geluidsniveaus bereikt worden.
- Het gebruik van akoestische afschrikmiddelen  
Akoestische afschrikmiddelen (pingers en sealscarers: onderwater waarschuwingssystemen die een bepaald geluid afgeven om er voor te zorgen dat zeezoogdieren afgeschrikt worden voordat er met heien begonnen wordt) kunnen ingezet worden. Hiermee kunnen zeezoogdieren afgeschrikt worden van de directe nabijheid van de bouwlocatie. Aanwezige bruinvissen worden met pingers tot op ongeveer 125 meter verjaagd [Laake *et al.*, 1998; Culik *et al.*, 2001]. Wanneer in het plangebied meerdere van deze akoestische alarmen worden ingezet, is de kans dat de dieren zich voor aanvang van het heien uit het plangebied verwijderd hebben, vergroot. Tijdens de aanleg van Horns Rev is gebruik gemaakt van deze pingers en sealscarers. Er dient echter wel meer onderzoek gedaan te worden naar de precieze effecten van pingers. Meer hierover staat in hoofdstuk 6 Leemten in kennis en aanzet monitoring- en evaluatieprogramma.
- Monitoring  
Het gebied waar wordt geheid kan kort voor de aanvang van het heien worden gecontroleerd op de aanwezigheid van zeezoogdieren. Deze controle kan visueel worden uitgevoerd door waarnemers<sup>1</sup>. Dat betekent dat alleen kan worden geheid bij goed zicht: alleen bij daglicht, bij een rustige zee en niet bij mist. Daarnaast kunnen zogenaamde POD's<sup>2</sup> worden ingezet.

In de exploitatiefase worden er vanwege onderwatergeluid geen negatieve effecten op de mariene natuur verwacht.

---

<sup>1</sup> Echter, bruinvissen komen vrijwel nooit geheel of voor een groot deel boven water. Het dier komt alleen even boven om te ademen, waarbij meestal niet meer dan het bovenste deel van de rug met de rugvin zichtbaar is. Daarbij komt dat ze klein zijn. Het waarnemen van bruinvissen op zee, al helemaal bij enige golfslag, is daardoor moeilijk.

<sup>2</sup> Porpoise detectors. Deze detecteren de klikgeluiden en dus de aanwezigheid van o.a. bruinvissen.

Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet meer beschouwd.

***Aanleg kabel en aanlandingspunt***

Er worden vanwege onderwatergeluid geen negatieve effecten op de mariene natuur verwacht van het leggen van de kabel in de zeebodem en het aanleggen van het aanlandingspunt. Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet beschouwd.

De mitigerende maatregelen om de effecten op het onderwaterleven te beperken, zijn samengevat in tabel 10.7.

***Tabel 10.7 Samenvattend overzicht van mitigerende maatregelen om de effecten op het onderwaterleven te beperken***

criterium	Maatregel
Hard substraat	Substraatoppervlak aanpassen
Geluid en trillingen	Bellengordijn rond heilocatie
	Omhullen funderingspalen tijdens heien om het geluid te dempen
	Akoestische afschrikmiddelen om zeezoogdieren tijdens aanleg te weren (pingers en sealscarers)
	Intrillen in plaats van inheien
	Zachte start met laag vermogen
	Geluidarme hei-installatie gebruiken
	Monitoring aanwezigheid zeezoogdieren en uitstel heiwerkzaamheden bij aanwezigheid

## 11 SCHEEPVAARTVEILIGHEID

### 11.1 Aanpak scheepvaartveiligheid

De effecten van het voorgenomen windpark op scheepvaart en veiligheid zijn een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming. Dit wordt met name veroorzaakt door de milieugevolgen die een ramp op zee kan hebben. Recente voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen, die in 2002 zijn opgetreden bij scheepsrampen aan de Noordkust van Spanje (de enkelwandige olietanker Prestige) en de zuidoostkust van Engeland (de Tricolor). De potentiële effecten met betrekking tot scheepvaart en veiligheid worden in hoofdlijnen bepaald door de volgende factoren:

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

In dit hoofdstuk wordt hierop nader ingegaan.

### ***Aanpak MARIN***

In dit hoofdstuk wordt de veiligheidsstudie voor het offshore Windpark Q4-WP beschreven, die MARIN heeft uitgevoerd [Van Iperen & Van der Tak, 2008]. Hierbij worden de effecten op de scheepvaart door de aanwezigheid van het windpark gekwantificeerd. De berekeningen worden uitgevoerd voor twee inrichtingsvarianten.

De opbouw van dit hoofdstuk is anders dan van de meeste andere hoofdstukken, waar eerst de huidige situatie en autonome ontwikkeling is beschreven, waarna vervolgens via toetsingscriteria de effecten zijn beschreven en beoordeeld. De systematiek van effectbepaling van MARIN leent zich hier echter minder goed voor.

Paragraaf 11.2 bevat de doelstelling van de MARIN studie. In paragraaf 11.3 is de opzet van de veiligheidsstudie geschetst, welke informatie nodig is en waar deze informatie vandaan komt. Deze paragraaf bevat geen windpark specifieke gegevens. De resultaten van de veiligheidsstudie voor Windpark Q4-WP zijn vermeld in paragraaf 11.4. In paragraaf 11.5 wordt ingegaan op maatregelen, die het risico voor de scheepvaart kunnen verkleinen. Paragraaf 11.6 bevat de conclusie. Ook wordt in deze paragraaf de meest gunstige inrichtingsvariant genoemd. In paragraaf 11.7 worden de effecten vertaald naar een relatieve beoordeling.

### 11.2 Doelstellingen

Onderscheid kan worden gemaakt in twee doelstellingen.

1. Het bepalen van de effecten voor de scheepvaart voor één inrichtingsvariant van het Windpark Q4-WP. Deze effecten worden als volgt gekwantificeerd:
  - de kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar;
  - de milieueffecten in termen van uitstroom van bunkerolie en ladingolie als gevolg van een aanvaring met een windturbine;
  - persoonlijk letsel in termen van het verwachte aantal doden als gevolg van een aanvaring met een windturbine.
2. Het schatten van de effecten voor de scheepvaart als gevolg van het windpark, maar buiten het plangebied van het windpark.



### 11.3 Werkwijze

#### 11.3.1 SAMSON

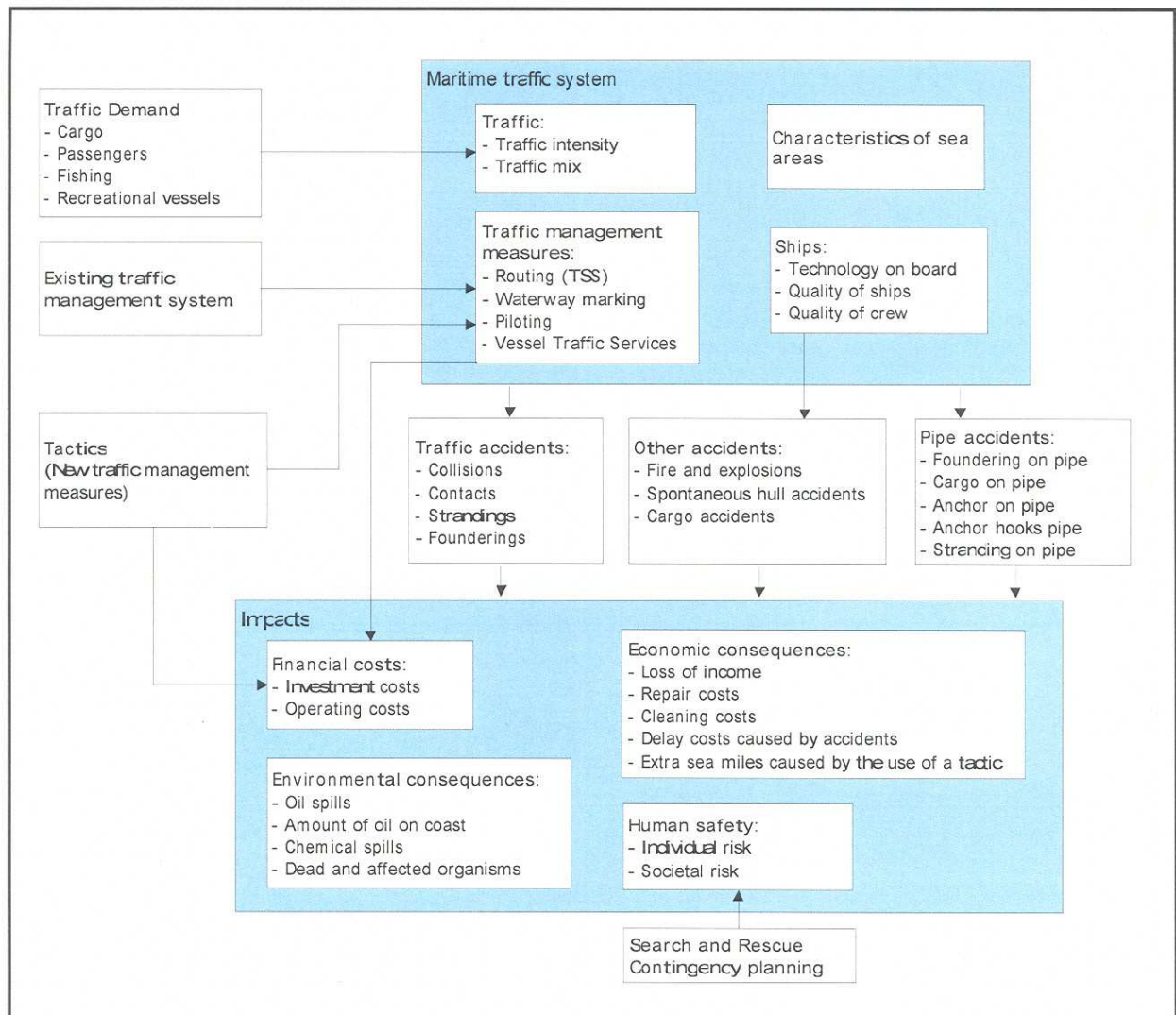
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten, die met het model bepaald kunnen worden, bestaan uit:

- aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten;
- omgevaren afstand en gerelateerde kosten;
- emissie van milieugevaarlijke stoffen;
- consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is door MARIN ontwikkeld voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (thans Directoraat-Generaal Transport en Luchtvaart) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een algemene beschrijving van het model kan worden gevonden in Van der Tak & De Jong [1996].

In de executive summary van POLSSS, Policy for Sea Shipping Safety [Walker *et al.*, 1998] wordt beschreven op welke wijze SAMSON gebruikt is om de kosten en gevolgen van een groot aantal beleidsmaatregelen te voorspellen.

In figuur 11.2 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model. Vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechts boven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte enz.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalsmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de subblokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.

**Figuur 11.2** Systeendiagram SAMSON

### 11.3.2 Effect van het windpark

De aanleg van het windpark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door het toekomstige windpark, zal in de toekomst zijn route moeten verleggen en het windpark op minimaal 500 meter afstand moeten passeren. Dit betekent dat dit schip *hinder* ondervindt van het windpark. Er zijn echter meer gevolgen. Omdat het schip een andere route neemt, krijgen de scheepvaartroutes buiten het windpark een (misschien fractioneel) hogere intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal ontmoetingen en dus ook het aantal ongevallen toeneemt.

Er treden echter ook nieuwe typen ongevallen op, namelijk *aanvaringen* en *aandrijvingen* met een windturbine van het windpark. In SAMSON worden dit soort ongevallen aangeduid met respectievelijk *ramming* en *drifting contacts*:

- Een ramming (aanvaring) is het gevolg van een navigatiefout, wanneer de navigator van een schip, dat op ramkoers ligt met een windturbine van het windpark, niet of te laat reageert. Een navigatiefout kan verschillende oorzaken hebben, zoals onwetendheid, het niet zien van het windpark, het niet aanwezig zijn op de brug, onwel worden en niet kunnen reageren etc. De snelheid bij de aanvaring is hoog.

- Een drifting (aandrijving) treedt op wanneer een schip door een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is. In eerste instantie zal men proberen voor anker te gaan, maar indien dit niet mogelijk is, is het schip overgeleverd aan wind, golven en stroom. Een driftend schip kan vervolgens tegen een windturbine van het windpark komen zonder dat men dit aan boord kan voorkomen. De aanvaring is dwarsscheeps en de snelheid gering.

Deze ongevallen komen voort uit het scheepvaartverkeer rondom het windpark en behoeven niet noodzakelijkerwijs tot de groep schepen beperkt te blijven die door het gebied van het windpark voeren, toen dat er nog niet was.

Om de effecten van het windpark op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 m passeren. Door de grootte van het windpark wordt de verkeersafwikkeling duidelijk beïnvloed door het windpark. Voor de locatie van het windpark is daarom een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon is ingebracht. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart. Op basis van de nieuwe verkeersdatabase wordt een complete risicoanalyse uitgevoerd. Dit houdt in dat het *veranderde* risico voor de scheepvaart wordt bepaald ten gevolge van de veranderingen in de verkeersafwikkeling rond het windpark. Daarboven wordt het door het windpark geïntroduceerde nieuwe risico, namelijk de kans op een aanvaring met het windpark bepaald.

### 11.3.3 Model invoer en uitgangspunten

De volgende uitgangspunten, zijnde aannames, modelinput en parameters, worden voor de berekeningen gehanteerd.

#### 11.3.3.1 Verkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte.

De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het "niet-routegebonden" verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardij schepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

#### ***Routegebonden verkeer***

Het routegebonden verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels in de Nederlandse Economische Exclusieve Zone beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste verbindingen tussen havens omvatten.

De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes worden bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden toe te wijzen aan deze links. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd's Marine Intelligence Unit (voorheen Lloyd's Maritime Information Services) verzameld. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van alle scheepsreizen van het jaar 2004.

Bij het samenstellen van de verkeersdatabase 2004 is rekening gehouden met de autonome ontwikkeling van windparken, dus zijn de locaties Q7-WP en het NSW al meegenomen bij het bepalen van de routes en is tevens rekening gehouden met het toekomstige verkeersscheidingsstelsel in Rotterdam dat naar verwachting in gebruik is wanneer het windpark gebouwd wordt.

Voor de locatie wordt een aangepaste verkeersdatabase 2004 gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het routegebonden verkeer niet door de desbetreffende windparklocatie vaart. De aanvaar/aandrijf kansen voor de windturbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de locatie van het windpark is vrijgemaakt.

### ***Niet-routegebonden verkeer***

Het niet-routegebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Enerzijds omdat Lloyd's deze informatie niet verzamelt, maar ook omdat het gedrag van dit verkeer op zee duidelijk anders is. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden dat dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. De gemiddelde dichtheid in 8 bij 8 km gridcellen komt uit het Verkeers Onderzoek Noordzee Visuele Identificatie (VONNOVI). VONNOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het routegebonden verkeer en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het niet-routegebonden verkeer.

Tijdens een VONNOVI-vlucht wordt een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai vaart, ziet, worden de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later worden andere scheepskenmerken toegevoegd en worden alle waarnemingen verwerkt.

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheden op basis van de VONNOVI-vluchten van 1999-2001. Het overgrote deel van de niet-routegebonden scheepvaart bestaat uit vissers.

Het gedrag van het niet-routegebonden verkeer is moeilijk te voorspellen, omdat er geen gegevens over dit gedrag beschikbaar zijn.

De grootste groep binnen het niet-routegebonden verkeer vormen de vissers. Op de ruwweg 30.000 km<sup>2</sup> in de Nederlandse EEZ tussen 52° en 54° NB, dus al leen het deel waar de windparken liggen, geeft een afname van de ruimte van 70 km<sup>2</sup> voor 1.000 MW geïnstalleerd vermogen (200 windturbines van 5 MW (maximumvariant) of 333 windturbines van 3 MW (minimum variant)) een vermindering van de beschikbare ruimte voor het niet-routegebonden verkeer van 0,23%. Het niet-routegebonden verkeer op minder ruimte geeft een hogere intensiteit op van 0,23%. Per oppervlakte eenheid zullen hierdoor 0,46% meer aanvaringen onderling plaatsvinden (kwadratisch met de intensiteit), maar in een zeegebied dat met 0,23% is afgenomen, dus in totaal zullen er 0,23% meer aanvaringen plaatsvinden tussen niet-routegebonden verkeer onderling. Een zelfde betoog kan opgezet worden voor de groep tussen het niet-routegebonden en routegebonden verkeer.

Dit leidt tot dezelfde toename van de 0,23%. Natuurlijk kan het lokaal rond het windpark met veel meer procenten toenemen, maar dit betekent dan wel dat de 0,23% in een heel groot gebied niet meer geldig is. De hier genoemde 0,23% lijkt verder overschat omdat het meeste niet-routegebonden verkeer, met name de recreatievaart, veel dichters langs de kust vaart (zie rapport "Het scheepvaartverkeer op de Noordzee 1999-2001 gezien vanuit de lucht"). De verkeersintensiteit van niet-routegebonden verkeer is bij Windpark Q4-WP laag.

Het gedrag van het routegebonden verkeer is goed voorspelbaar na de aanleg van het windpark, maar dat van het niet-routegebonden verkeer niet. Daarom is het effect van het windpark op het niet-routegebonden verkeer niet beter te kwantificeren. Bovendien is deze 0,23% per jaar veel kleiner dan het aantal aanvaringen/aandrijvingen van schepen met het windpark zelf. Voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen in combinatie met Windpark Q4-WP varieert de aanvaar/aandrijfkans van 0,02 procent tot 0,14 procent per jaar (zie tabel 15.27 in Hoofdstuk 15 Cumulatieve effecten).

#### Supplyvaart

De supplyvaart verzorgt de bevoorrading van de platforms. Ze onderscheiden zich van de vissers en recreatievaart omdat de bestemming vaak vast ligt. IJmuiden en Den Helder zijn supply bases. Er is relatief veel supplyvaart. Deze vaart gedraagt zich direct buiten de havens veel meer als routegebonden vaart. De supplyvaart is dan ook uit het niet-routegebonden verkeer gehaald en op extra links aan de routestructuur van de routegebonden schepen toegevoegd.

#### **11.3.3.2 Gebruikte modellen**

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van het windpark te kwantificeren op de locatie van het windpark wordt het aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald, hiervoor worden de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van het windpark voor de scheepvaart buiten de windpark locatie te schatten, wordt het risiconiveau met en zonder het windpark vergeleken. Om het "algemene" risiconiveau vast te stellen, worden de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Contact met een platform
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Contact met een pier
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Stranden
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

### 11.3.4 Gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving.

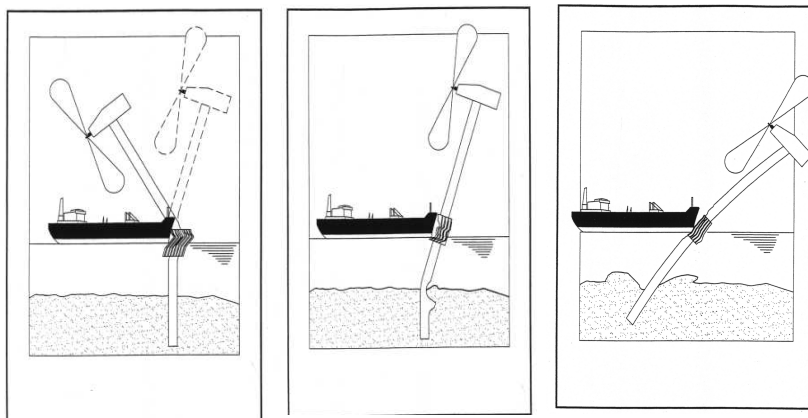
Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen, is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie welke maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met elkaar of een object komen. Uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype met de daarbij behorende kansen van optreden.

#### 11.3.4.1 Schade aan windturbine en schip

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie van de energie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van de windturbines is onderzocht [Barentse, 2000] Hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie dissipeert. Voor de verdere analyse van de gevolgschade worden de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden:

- **Knikken;** de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vastzitten. Ten slotte valt de windturbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de windturbine richting het schip valt, kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen.
- **Scharnieren;** de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de "bevestiging" op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omvergeduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.

**Figuur 11.3** *Figuren van de verschillende bezwijkvormen*



Welke van deze beide bezwijkvormen optreedt, is alleen op basis van een dynamische berekening vast te stellen. Experts hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen.

Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten, heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel ingeval van knikken altijd op het schip valt.

In tabel 11.1 wordt een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook wordt in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschadetabel, die ook in de veiligheidsstudie voor het NSW is gebruikt. Het bovenste deel van tabel 11.1 geldt wanneer de turbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1.000 GT kan dit optreden (kans 10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1.600 GT. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij de frontale en de frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar geen ernstige schade ("Geen" in tabel 11.1) optreden in het ladinggedeelte van het schip. De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf, waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot, waar lek raken geen uitstroom tot gevolg heeft, omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaiierende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt.

Bij aandrijving van een windturbine wordt geen milieuschade verwacht, omdat de windturbine zodanig is opgebouwd dat er geen uitsteeksels zijn die de huid van het tegen de windturbine drijvende schip beschadigen.

Persoonlijk letsel en milieuschade is voor een aanvaring/aandrijving alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in tabel 11.1).

Wel komt er een zeer geringe hoeveelheid olie in het water van de windturbine zelf wanneer deze omvalt of bezwijkt. De verontreiniging bestaat uit 250 liter minerale olie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met de SAMSON-categorie ladingolie) en maximaal 100 liter dieselolie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met SAMSON-categorie bunkerolie).

**Tabel 11.1** *Bezwijkingsvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de windturbine en het schip*

Bezwijkvormen	Scheepsgrootte	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenships (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aandeel	Beschadiging		Aandeel	Beschadiging		Aandeel	Beschadiging		Aandeel	Beschadiging	
Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip			
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1.000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1.000-1.600	5%	Gos Mos <sup>1</sup>	Dek	0%	Ja	Geen						
	1.600-10.000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10.000-30.000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30.000-60.000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60.000-100.000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	> 100.000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
Scharnieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1.000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1.000-1.600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1.600-10.000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10.000-30.000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30.000-60.000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60.000-100.000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100.000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

#### 11.3.4.2 Milieuschade

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix, die is samengesteld uit het onderzoek uitgevoerd voor het NSW.

Dit is een “worst case” benadering. Wanneer nu de kans op een olie-uitstroom en de hoeveelheid uitstroom een belemmering zouden vormen voor het al dan niet bouwen van offshore windparken dan verdient deze schadematrix verdere aandacht.

De volgende kanttekeningen kunnen bij deze modellering worden gemaakt:

- De uitstroom van ladingolie en bunkerolie kan optreden nadat een schip groter dan 1000 GT tegen een windturbine aandrijft en er een gat in de scheepshuid wordt aangenomen. In de praktijk zal de windturbine niet vol (centraal) geraakt worden maar met de voor- of achterkant van het schip, waardoor een deel van de botsingsenergie wordt omgezet in een rotatie van het schip.
- Het gebruik van een monopaal zonder uitsteeksels (een aanvaringsvriendelijke monopaal) zal minder vaak tot een gat in de scheepshuid leiden dan een tripod of een monopaal met een platform met andere attributen.

<sup>1</sup> GosMos = Gondel op Schip en Mast op Schip na plastische vervorming



- Bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk en de autonome ontwikkeling is dat deze enkelwandige olietankers uitgefaseerd worden en worden vervangen door dubbelwandige tankers. De kans dat er een gat in een ladingtank zal ontstaan bij een aandrijving van een windturbine is bij een dubbelwandige tanker kleiner. Dit betoog gaat niet op voor de kans op een uitstroom van bunkerolie, omdat de meeste andere schepen niet dubbelwandig zijn uitgevoerd en de brandstoftank dus meestal enkelwandig is uitgevoerd. Dit betekent dat vooral de kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend. De frequentie voor de uitstroom van bunkerolie zal niet veel afnemen.

In studies voor Duitse en Deense windparken wordt door de Germanischer Lloyd AG aangenomen dat iedere aandrijving en aanvaring leidt tot een gat in de scheepshuid met daaruit mogelijk een uitstroom. Det Norske Veritas veronderstelt alleen een mogelijke uitstroom na een aandrijving, maar laat niet iedere aandrijving tot een uitstroom leiden.

Dit lijkt op de aanname zoals in de NSW-schadematrix (tabel 11.1) is verwerkt, waarin iedere aandrijving van een schip boven 1.000 GT tot een gat leidt, maar of dit vervolgens ook tot een uitstroom leidt hangt af van waar het schip wordt geraakt, of het een lading of ballasttank betreft en of het schip geladen is.

Door de technische universiteit Hamburg-Harburg zijn ook berekeningen uitgevoerd, waarbij is aangetoond dat er geen gat zal ontstaan in de ladingtank bij een dubbelwandig schip.

Gezien de ontbrekende praktijkgevallen blijft een conservatieve benadering van de olie-uitstroom gewenst. Wel mag geconcludeerd worden dat de uitstroom van ladingolie door de invoering van de dubbelwandige tankers bij aandrijvingen van windturbines beduidend minder kan zijn dan met de huidige worst case NSW-schadematrix wordt berekend.

#### **11.3.4.3 Bepalen persoonlijk letsel**

Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende milieuschade in termen van persoonlijk letsel en milieuschade is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worst case benaderingen.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenlagen per scheepstype en grootte gemaakt:

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in tabel 11.1 ). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het worst case scenario dat de mast altijd op het schip valt.
- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worst case benaderingen, namelijk:
  - De mast valt geheel op het schip. Bij het schampen zal echter de mast vaak schuin over het dek kantelen en hierbij slechts geringe schade aanrichten.
  - Het oppervlak van de mast inclusief het volledige rotorblad wordt meegenomen, dus alsof de windturbine al draaiend intact op het dek valt.
- Vermenigvuldiging met de kans dat iemand zich bevindt op het beschadigde gedeelte. De kans dat een persoon zich ergens aan dek bevindt wordt op 10% geschat.

In werkelijkheid is deze kans veel kleiner, aangezien vrijwel alleen bij vissersschepen bemanning aan dek te vinden is, maar deze groep zit vrijwel niet in de groep schepen die de mast doet knikken. Deze 10% bevat ook de mensen die indirect worden getroffen door het doorwerken van de dekschade tot de ruimtes daaronder waarin personen aanwezig zijn.

- Vermenigvuldiging met het aantal personen aan boord, immers de kans is voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel door vallende mensen door de klap zelf is niet gemodelleerd, ook niet voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig vernield wordt. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen ook onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

### 11.3.5 Effecten voor de scheepvaart

Het gebied van het windpark indien het eenmaal gebouwd is, vormt een "verboden" gebied voor alle scheepvaart (met uitzondering van reparatie/onderhoudsvaartuigen). Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan voor de bouw van het windpark (vergelijk figuur 11.4 en figuur 11.5). Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark. Het kan zijn dat op sommige locaties de verkeersintensiteit toeneemt en op andere juist af. De verschuiving van de verkeersintensiteit heeft effect op de "algemene" veiligheid van de scheepvaart.

In de POLSSS (POLicy for Sea Shipping Safety) studie [Walker *et al.*, 1998] voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (DGG) is gebruik gemaakt van een scorekaart voor het weergeven van effecten voor de scheepvaart van maatregelen. De aanwezigheid van het windpark heeft invloed op de verkeersafwikkeling en heeft daardoor effect op de veiligheid voor de scheepvaart. Vanuit de POLSSS-scorekaart is de windpark-scorekaart afgeleid door een aantal (voor het windpark) nauwelijks ter zake doende items te verwijderen.

#### **Scorekaart**

De resultaten voor de situatie met een windpark worden steeds vergeleken met de nulsituatie voor het windpark, de zogenaamde autonome situatie. De autonome situatie is hier de verkeersafwikkeling zonder het windpark voor het jaar 2004. Voor het bepalen van de autonome verkeersdatabase is rekening gehouden met de aanleg van het windpark Q7-WP en het NSW.

Voor ieder item van de scorekaart wordt het totaal resultaat voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone gegeven voor de situatie met het windpark. Van ieder item wordt ook het effect van het windpark bepaald, dus het resultaat van de situatie met het windpark minus de situatie zonder windpark. Om een idee te vormen van wat het effect van het windpark betekent, wordt de procentuele verandering van de situatie met het windpark ten opzichte van de autonome situatie gegeven.

De scorekaart bevat de volgende items:

#### Algemeen

Per scheepstype wordt het gemiddeld aantal aanwezige schepen in de EEZ gegeven. Omdat de mogelijkheid bestaat dat schepen moeten "omvaren" door de aanwezigheid van het windpark, betekent dit dat het schip "langer" op zee is en dus het gemiddeld aantal aanwezige schepen toeneemt.

### Veiligheid

- Het aantal schepen (routegebonden en niet-routegebonden) dat per jaar betrokken is bij een aanvaring tussen schepen;
- Het aantal strandingen per jaar door een navigatiefout (rammen);
- Het aantal strandingen per jaar door een motorstoring (driften);
- Het aantal aanvaringen tegen een platform door een navigatiefout (rammen);
- Het aantal aandrijvingen tegen een platform door een motorstoring (driften);
- Het aantal schepen dat gemiddeld per jaar zinkt;
- Het verwachte aantal incidenten per jaar, waarbij door de externe omstandigheden (zeegang) een gat in de huid kan ontstaan, waardoor mogelijk olie in zee kan stromen;
- Het verwachte aantal ongevallen per jaar met brand en/of een explosie aan boord;
- Totaal aantal ongevallen per jaar.

### Economisch effect

Door de aanwezigheid van het windpark kan het zijn dat schepen moeten "omvaren", dit brengt extra kosten met zich mee. Als economisch effect van het windpark worden de totale kosten voor alle afgelegde zeemijlen per jaar gegeven.

## **11.4 Effectbeschrijving**

De resultaten van de verschillende varianten worden gegeven in verschillende tabellen in bijlage 5. Voor iedere variant is eenzelfde set tabellen gegeven. In de tekst in dit hoofdstuk wordt alleen verwezen naar de tabellen voor de basisvariant (3 MW). Iedere variant begint met een figuur met de lay-out en de nummering van de windturbines. De routegebonden schepen worden in de tabellen verkort weergegeven met "R-schepen" en de niet-routegebonden schepen worden aangeduid met "N-schepen".

### **11.4.1 Locatie en inrichtingsvarianten**

Voor Q4-WP is het effect op de scheepvaart voor twee inrichtingsvariant onderzocht, namelijk:

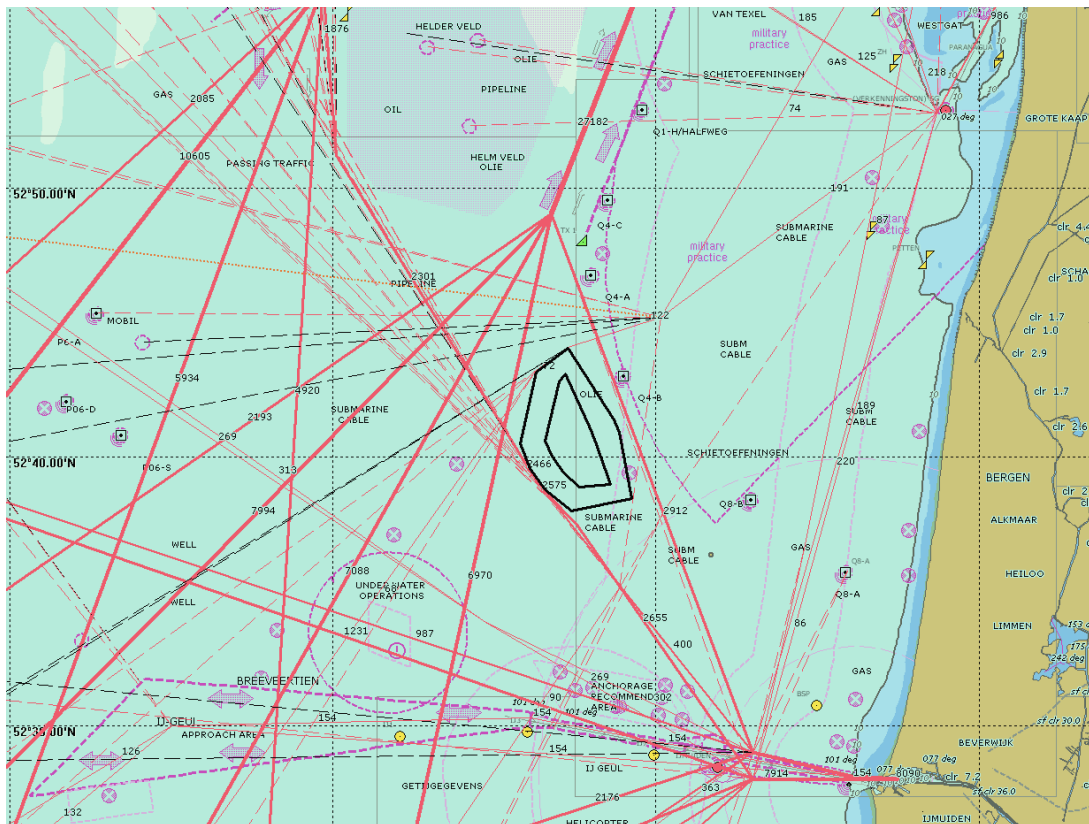
- Een variant met 40 turbines van 3 MW en 1 High Voltage Station, verder aangeduid met Q4\_3.0MW;
- Een variant met 24 turbines van 4,5 MW en 1 High Voltage Station, verder aangeduid met Q4\_4.5MW.

In figuur 11.4 is Windpark Q4-WP weergegeven met de verkeersdatabase voor 2004, waarbij de locatie nog niet vrijgemaakt is. In figuur 11.5 wordt de verkeersdatabase getoond waarbij de locatie Q4-WP vrijgemaakt is.

In figuur 11.4 en 11.5 zijn twee gebieden getekend. Het binnenste gebied is getrokken over de buitenste windturbines van de 3 MW variant. Het buitenste gebied is een gebied op een afstand van 1 zeemijl van de buitenste turbines.

**Figuur 11.4 Verkeersbeeld bij windparklocatie Q4-WP in de huidige situatie**



**Figuur 11.5 De windparklocatie Q4-WP vrijgemaakt van scheepvaartverkeer**

#### 11.4.2 Aanvaar/aandrijf frequenties

Door de aanwezigheid van het windpark is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee namelijk de kans dat een schip tegen een van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON model. Voor deze berekeningen is de verkeersdatabank gebruikt voor 2004 waarbij de windparklocatie is vrijgemaakt van verkeer (zie figuur 11.5). De resultaten van deze berekening wordt gegeven in het aantal mogelijke aanvaringen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

Bij het bepalen van de frequenties is rekening gehouden met de extra aandrijfkans (door routegebonden schepen) als gevolg van de verhoogde storingskans nabij de aanloop van een haven. Door de ligging van het windpark Q4-WP nabij IJmuiden is het effect hiervan vrij groot. Het totaal aantal aandrijvingen per jaar door routegebonden schepen neemt door de extra storingskans nabij de aanloop van een haven (in dit geval IJmuiden) met 7,2 % toe.

In tabel A1-1 en tabel A2-1 van bijlage 5 staan de aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine. Voor het gemak zal in het vervolg soms alleen worden verwezen worden naar het tabelnummer van de eerste variant. In tabel A1-2 in bijlage 5 staat het totaal verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar voor het gehele windpark, inclusief het High Voltage Station.

Tabel A1-1 en tabel A2-1 volgt dat de buitenste windturbines, vooral die aan de noordwestelijke rand, een grotere aanvaringskans hebben. De turbines op de noordelijke en westelijke hoek hebben de hoogste aanvaringskans (respectievelijk turbines 1 en 22 voor de eerste variant, zie figuur A1-1 in Bijlage 5). De meest centraal gelegen turbines hebben de kleinste aanvaringskans.

De kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar is bepaald voor de twee inrichtingsvarianten. Tabel 11.2 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines (en het high voltage station) in het windpark Q4-WP. De variant met de 4,5 MW turbines geeft het kleinste risico, aangezien deze variant minder turbines bevat. Gezien het grote verschil in het aantal windturbines was dat ook te verwachten. Maar wanneer er slechts weinig turbines op de locatie worden gebouwd, kan dit betekenen dat er niet economisch met de beschikbare oppervlakte wordt omgegaan.

Om die reden is in tabel 11.3 de aanvaar/aandrijfkans bepaald per verwachte energieopbrengst van de varianten in MWh. Deze getallen moeten dus geminimaliseerd worden om het risico per energieopbrengst te minimaliseren. Op basis van deze tabel is er een voorkeur voor de 4,5 MW windturbines, waarvoor het risico per MWh op 64% ligt van het risico bij gebruik van de 3 MW windturbines.

Tenslotte worden in tabel 11.4 de aanvaar/aandrijffrequenties per km<sup>2</sup> gegeven. De oppervlakte is bepaald door de uiterste windturbines van de variant met elkaar te verbinden. De oppervlakte van een variant wijkt daardoor iets af van de oppervlakte elders genoemd in dit MER.

**Tabel 11.2** *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)*

Inrichtings-variant <b>Q4-WP</b>	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	18,01	465200	40	0,004641	0,012317	0,018168	0,002692	0,037818
4,5 MW	17,51	456000	24	0,002868	0,008011	0,011139	0,001706	0,023724

**Tabel 11.3** *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)*

Inrichtings-variant <b>Q4-WP</b>	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	18,01	465200	40	9,98E-09	2,65E-08	3,91E-08	5,79E-09	8,13E-08
4,5 MW	17,51	456000	24	6,29E-09	1,76E-08	2,44E-08	3,74E-09	5,20E-08

**Tabel 11.4** *Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km<sup>2</sup> voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)*

Inrichtings-variant <b>Q4-WP</b>	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / km <sup>2</sup>		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / km <sup>2</sup>		Totaal per jaar / km <sup>2</sup>
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	18,01	465200	40	0,000258	0,000684	0,001009	0,000149	0,002100
4,5 MW	17,51	456000	24	0,000164	0,000458	0,000636	0,000097	0,001355

### 11.4.3 Gevolgschade

#### 11.4.3.1 Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden; schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De frequentie van ieder type schade aan het schip is gegeven in tabel A1-3 in bijlage 5. De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen.

De onderlinge vergelijking vindt plaats in paragraaf 11.4.3.3 bij de behandeling van de bunker en olie-uitstroom.

#### 11.4.3.2 Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden: geen schade, de windturbine kan scheef gaan staan, de windturbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen. De frequentie van deze verschillende typen voor het gehele windpark gesommeerd is gegeven in tabel A1-4 in de bijlage 5.

Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie bepaald worden op het moment van "impact". De verdeling van de aanvaar/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergie niveaus zijn gegeven in tabel A1-5 (bijlage 5). Uit deze tabel volgt dat bij de 3 MW variant ongeveer 55% van de contacten met turbines door driften wordt veroorzaakt, en 45% door rammen. Verder blijkt dat het voor ruim 60% routegebonden schepen betreft.

Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties. De grafiek moet als volgt worden afgelezen. Elk punt op een lijn geeft de frequentie per jaar (x-as) dat de kinetische energie hoger zal zijn dan een bepaalde waarde (y-as).

#### 11.4.3.3 Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. In tabel A1-6 wordt de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende uitstroom volumeklassen. In tabel A1-7 wordt de frequentie van uitstroom van ladingolie gegeven. In tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar is voor de twee varianten in tabel 11.5 gegeven. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald. Deze bedraagt voor de 3 MW variant 956 jaar ( $= 1/(0,000948+0,000098)$ ).

De gemiddelde uitstroom van afgerond  $0,2 \text{ m}^3$  ladingolie voor de variant van 3 MW in tabel 11.5 dient alleen als vergelijking. Een gemiddelde van afgerond  $0,2 \text{ m}^3$  ieder jaar geeft een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van  $200 \text{ m}^3$  eens in de 1.000 jaar. In bijlage 5 is daarom in tabel A1-6 en tabel A1-7 de verdeling van het uitstroomvolume over de verschillende klassen gegeven.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor de gehele Exclusieve Economische Zone (EEZ) toegevoegd [Koldenhof & Van der Tak, 2004]. In tabel 11.6 zijn de waarden van tabel 11.5 als percentage van het totaal in de EEZ gegeven. Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ voor de 3 MW variant toegenomen met 0,21% ( $= (0,000948+0,000098) / (0,353402+0,148723) * 100\%$ ).

In tabel 11.7 zijn de uitstroombrequenties gegeven per MWh. De kans op een uitstroom omgerekend naar de frequentie per km<sup>2</sup> wordt gegeven in tabel 11.8.

**Tabel 11.5 Uitstroombkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie**

Variant Q4-WP	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Eens in de ... jaar
3 MW	0,000948	1055	0,343	0,000098	10160	0,208	956
4,5 MW	0,000581	1721	0,209	0,000060	16571	0,127	1559
EEZ	0,353402	2,8	68,04	0,148723	6,7	1499,5	2

**Tabel 11.6 Uitstroom van bunkerolie en ladingolie als percentage van de uitstroom op het EEZ**

Variant Q4-WP	Bunkerolie		Ladingolie	
	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
3 MW	0,27%	0,50%	0,07%	0,01%
4,5 MW	0,16%	0,31%	0,04%	0,01%
EEZ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

**Tabel 11.7 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh**

Variant Q4-WP	Energie- opbrengst [MWh]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup> per MWh	Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup> per MWh
3 MW	465200	2,04E-09	7,37E-07	2,12E-10	4,47E-07
4,5 MW	456000	1,27E-09	4,59E-07	1,32E-10	2,79E-07

**Tabel 11.8 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km<sup>2</sup>**

Variant Q4-WP	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per km <sup>2</sup>	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup> per km <sup>2</sup>	Frequentie per km <sup>2</sup>	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup> per km <sup>2</sup>
3 MW	18,01	0,000053	0,019042	0,000005	0,011535
4,5 MW	17,51	0,000033	0,011957	0,000003	0,007274

De uitstroom vertoont hetzelfde beeld als het aanvaar/aandrijfrisico. Per MWh is de milieuschade bij 4,5 MW windturbines kleiner dan bij de 3 MW variant. Het gebruik van de 4,5 MW windturbines is dan ook veel gunstiger en wordt nog gunstiger wanneer naar het economisch gebruik van de oppervlakte wordt gekeken.

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico.



In tabel A1-9 in bijlage 5 worden de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico. De uitstroom van chemicaliën geeft hetzelfde beeld als de uitstroom van olie.

#### **11.4.3.4 Persoonlijk letsel**

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip vallen. In tabel A1-10 is voor de 3 MW variant een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een chemicaliën tanker, een ferry of een gastanker de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt. Voor de frequenties wordt verwezen naar de detailtabellen in bijlage 5.

#### ***Beoordeling van het risico***

Er bestaan geen echte normen voor het risico op zee maar voor het afschatten van de externe veiligheid is aansluiting gezocht bij de risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen, zoals beschreven in [Kamerstuk 24611, 1995-1996].

Voor een windpark liggen alle contouren voor het individuele risico op het water zodat altijd aan de (eventuele) norm voor het individueel risico wordt voldaan.

In Kamerstuk 24611 [1995-1996] is een oriënterende waarde voor het groepsrisico gegeven van  $10^{-4}$  per jaar per kilometer route (vaarweg) voor een ramp met minstens 10 slachtoffers. Het is overigens de vraag of deze norm toegepast mag worden, want het gaat hier om slachtoffers van de vervoerders (die het ongeval veroorzaken) en niet om slachtoffers in de directe omgeving van de route. Toch is deze oriënterende waarde gebruikt voor het beoordelen van het groepsrisico. Bij de 3 MW inrichtingsvariant is de kans op meer dan 10 doden gelijk aan  $1/42.790$  per jaar (zie tabel A1-10). Het windpark heeft een lengte van ongeveer 8,2 km (gemeten langs de oostelijke kant), dus per kilometer vaarweg is de kans  $2,85 \cdot 10^{-6}$ . Gezien de "worst case" benadering mag geconcludeerd worden dat het overlijdensrisico geen echte rol speelt bij de keuze van de inrichtingsvariant.

Bij het gebruik van de 4,5 MW windturbine is het gemiddelde aantal doden per incident waarbij een dodelijk slachtoffer valt wel iets groter, namelijk 2,63 tegenover 2,02 dodelijke slachtoffers voor de 3 MW windturbines. Dit verschil wordt veroorzaakt door het feit dat de 4,5 MW windturbine groter is en dus een groter oppervlakte beslaat wanneer de windturbine op het dek valt.

#### **11.4.4 Effecten voor de scheepvaart**

Tabel 11.9 geeft het effect van het windpark op de scheepvaartongevallen buiten het windpark, door de verandering van de vaarroutes. De tabel toont dat het effect verwaarloosbaar is. De grootste verandering treedt op bij het rammen en driften tegen een platform. Dit wordt veroorzaakt doordat het verkeer op een andere afstand van de nabij het windpark gelegen platforms zal gaan varen.

**Tabel 11.9 Scoretabel voor de effecten van het Windpark Q4-WP voor de scheepvaart**

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele EEZ na aanpassing van het verkeer bij Q4-WP	Effect windpark t.o.v. autonome situatie	Relatieve effect van het windpark t.o.v. autonome situatie
<b>Algemeen</b>				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's	aantal	0,492	0,0000	0,00%
Chemicaliën tankers	aantal	19,545	0,0010	0,01%
Olietankers	aantal	9,252	0,0000	0,00%
Gas tankers	aantal	5,287	0,0000	0,00%
Bulkers	aantal	11,638	0,0000	0,00%
Unitised	aantal	31,076	0,0010	0,00%
General Dry Cargo	aantal	70,496	0,0050	0,01%
Passenger schepen + conv. ferries	aantal	3,694	0,0000	0,00%
High Speed Ferries	aantal	0,274	0,0000	0,00%
Overig	aantal	5,085	0,0010	0,02%
Totaal routegebonden	aantal	156,839	0,0080	0,01%
Totaal niet routegebonden	aantal	194,149	0,0000	0,00%
<b>Veiligheid</b>				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	10,520	0,0000	0,00%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6,370	-0,0010	-0,02%
Stranding als gevolg van motor storing	aantal/jaar	1,420	-0,0004	-0,03%
Rammen van platform na navigatiefout	aantal/jaar	0,267	0,0000	-0,01%
Driften tegen platform na motorstoring	aantal/jaar	0,048	0,0000	-0,01%
Zinken	aantal/jaar	1,426	0,0000	0,00%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0,000	0,0000	
Brand/Explosie	aantal/jaar	0,000	0,0000	
Totaal	aantal/jaar	20,052	-0,0014	-0,01%
<b>Economische effect</b>				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / year	1236,832	0,0000	0,00%

## 11.4.5 Het effect van het werkverkeer op het risico

### 11.4.5.1 Aanleg

De aanlegfase van het windpark duurt een jaar. In de periode van een half jaar varen dan dagelijks enkele schepen (maximaal vijf) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. In een gebied bij Rotterdam is het aandeel van 5 bewegingen op 100 vertrekkende schepen per dag kleiner dan voor een haven als IJmuiden/Amsterdam waar zo'n 25 schepen per dag vertrekken. Het relatieve effect op de scheepvaartveiligheid is dus bij Rotterdam kleiner dan bij IJmuiden, maar aan de andere kant is het absolute effect op de verkeersveiligheid bij Rotterdam weer groter. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard.

Vermoedelijk zal IJmuiden de uitvalsbasis voor het Windpark Q4-WP worden. Vanuit IJmuiden naar het plangebied Q4-WP is het ongeveer 1 uur varen. Voor alle bewegingen per jaar dus 2 (heen + terug) x 5 (reizen/dag) x 180 (dagen in een periode van 6 maanden) x 1 uur varen = 1.800 vaaruren voor de aanleg.

Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0,2 schip (= 1.800 vaaruren/(365 x 24 uren in een jaar)) op een totaal van 300 varende schepen. Aangezien de bouw maar een half jaar duurt, is de verhoging gedurende dit deel van het jaar 0,4 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 0,26% hoger dan normaal. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0,13%.

#### **11.4.5.2 Onderhoud**

Tijdens de periode dat het windpark in bedrijf is (ongeveer 20 jaar) zullen reparatie- en onderhoudswerkzaamheden worden uitgevoerd. De verwachting is dat voor deze werkzaamheden aanzienlijk minder scheepvaartbewegingen noodzakelijk zijn dan in de aanleg- of verwijderingsfase. Geconstateerd werd in de vorige paragraaf over de aanleg van het windpark, dat het toegenomen scheepvaartverkeer door Q4-WP maar voor erg beperkte toename zorgt van het aantal scheepsongevallen, anders dan aanvaringen. Het toegenomen scheepvaartverkeer door onderhouds- en reparatiewerkzaamheden in Q4-WP verhoogt de kans op scheepsongevallen anders dan aanvaringen, maar in zeer geringe mate.

#### **11.4.5.3 Verwijdering**

Voor de verwijdering van het park zijn dezelfde effecten te verwachten als bij de aanleg van het park.

#### **11.4.6 Radardekking van de Nederlandse havens**

Windpark Q4-WP valt buiten de radardekking van de Nederlandse havens. Zowel de radar van IJmuiden, Rotterdam en Scheveningen bereiken het windpark niet.

#### **11.4.7 Kruisende scheepvaart**

In paragraaf 11.4.7.1 zijn voor alle inrichtingsvarianten de figuren opgemaakt, die aangeven hoeveel schaduwstukken van een bepaalde grootte optreden op het traject van 8 nm tot aan het kruispunt. In paragraaf 11.4.7.2 is het extra aantal aanvaringen geschat, veroorzaakt door de zichtbelemmering door het windpark.

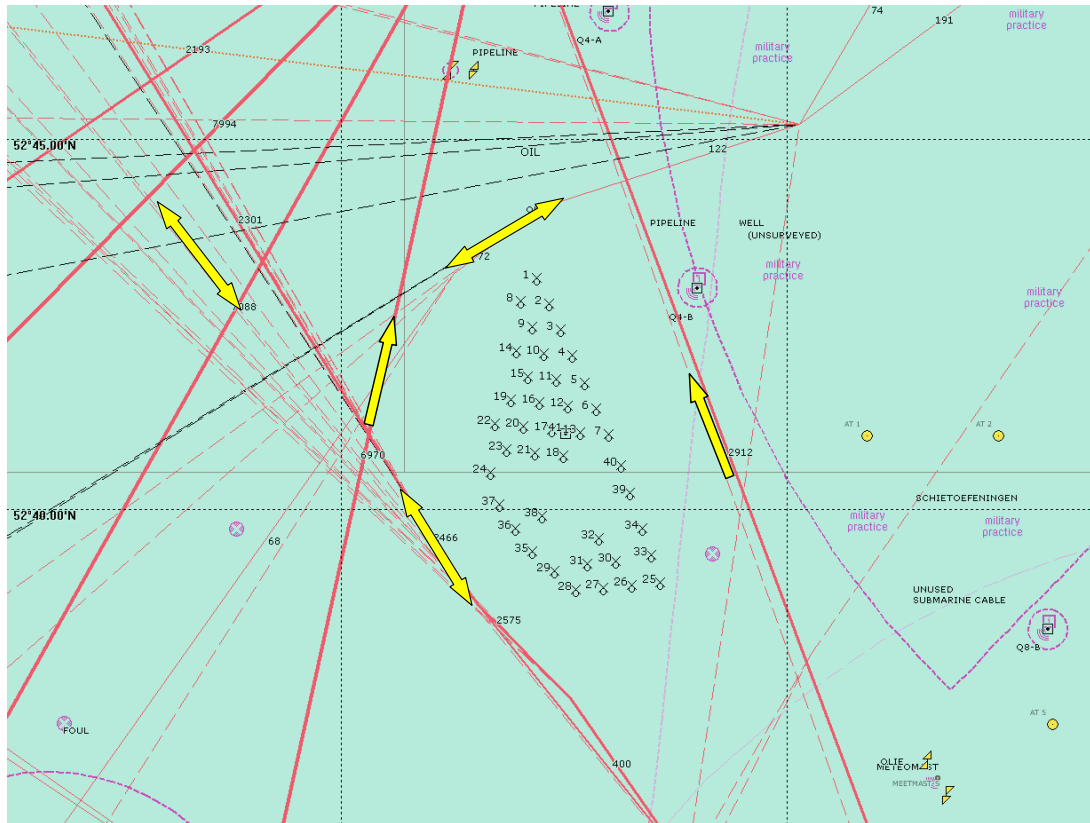
##### **11.4.7.1 Vergelijking opstellingen voor de varianten**

Figuur 11.6 toont de scheepvaartlinks in de buurt van het Windpark Q4-WP waarbij het windpark vrijgemaakt is. Op de figuur is met pijlen de algemene richting aangegeven waarin de schepen varen die zich op de verschillende links bevinden. Uit de figuur volgt dat er aan de noordzijde van het park twee kruisingen van routes zijn, waar het windpark een zichtbelemmering kan vormen. Dit zijn de kruisingen waar de drukke noordwaartse routes richting het scheidingstelsel aan respectievelijk de west- en oostzijde van het park de minder drukke route ten noorden van het park kruisen. Vooral bij de kruising ten noordoosten van het park zou hinder van het park kunnen worden ondervonden. Voor deze kruising zijn de schaduwstukken bepaald voor een schip dat ten noorden van het park oostwaarts vaart en een schip kruist dat ten oosten van het park noordwaarts vaart. De schaduwstukken zijn voor de twee inrichtingsvarianten bepaald. Hierbij is ervan uitgegaan dat de kruisende schepen het park tot op 500 meter naderen. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 11.7 tot en met figuur 11.10 voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart.

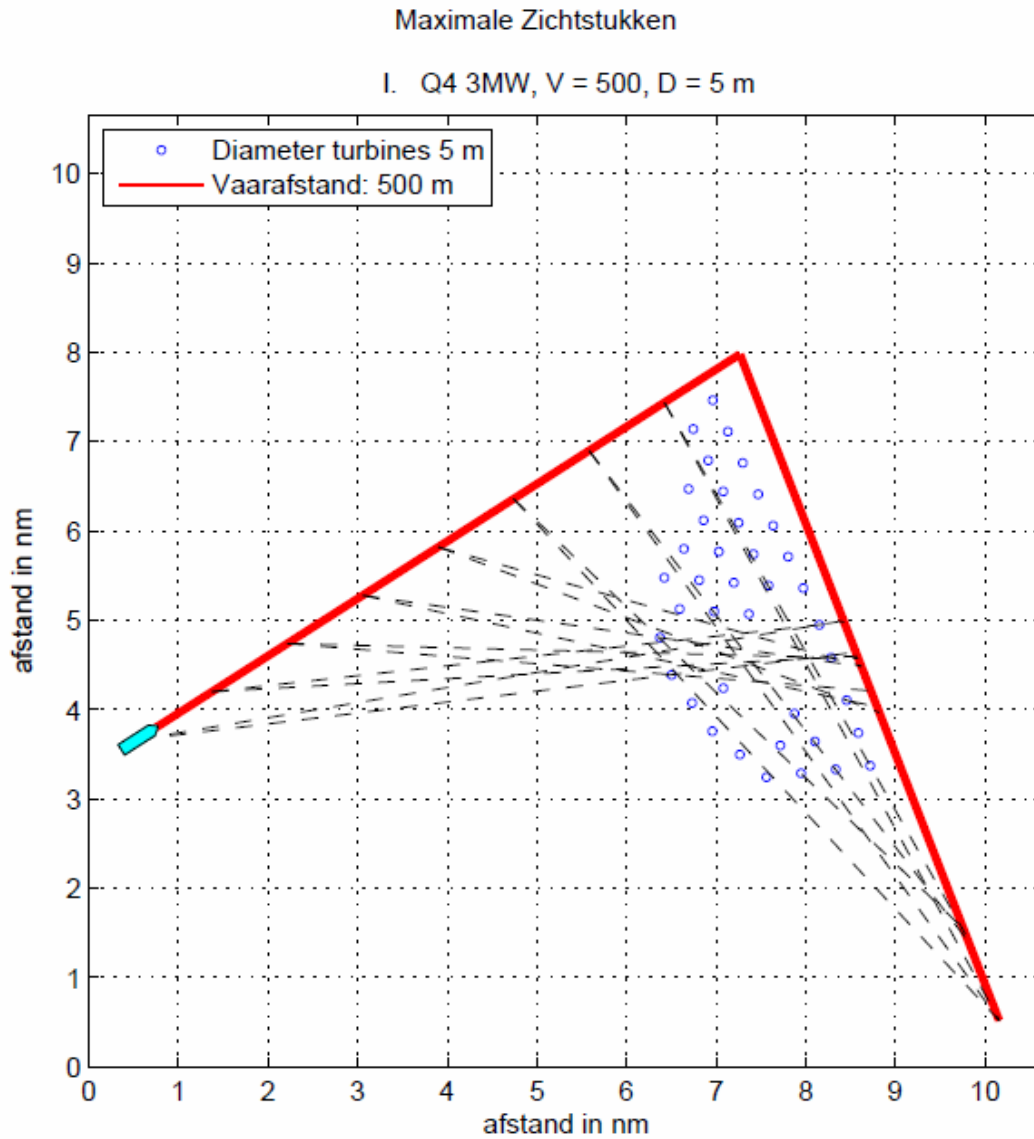
De figuren tonen dat er zich voor beide varianten geen schaduwstukken groter dan 30 meter zijn. Voor beide varianten ligt het maximale schaduwstuk op meer dan 4,5 nm van het kruispunt. Het laatste schaduwstuk bij nadering van het kruispunt ligt voor beide varianten op ongeveer 0,8 nm van het kruispunt. Het betreft hier een schaduwstuk van minder dan 20 meter.

In paragraaf 11.4.8 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.

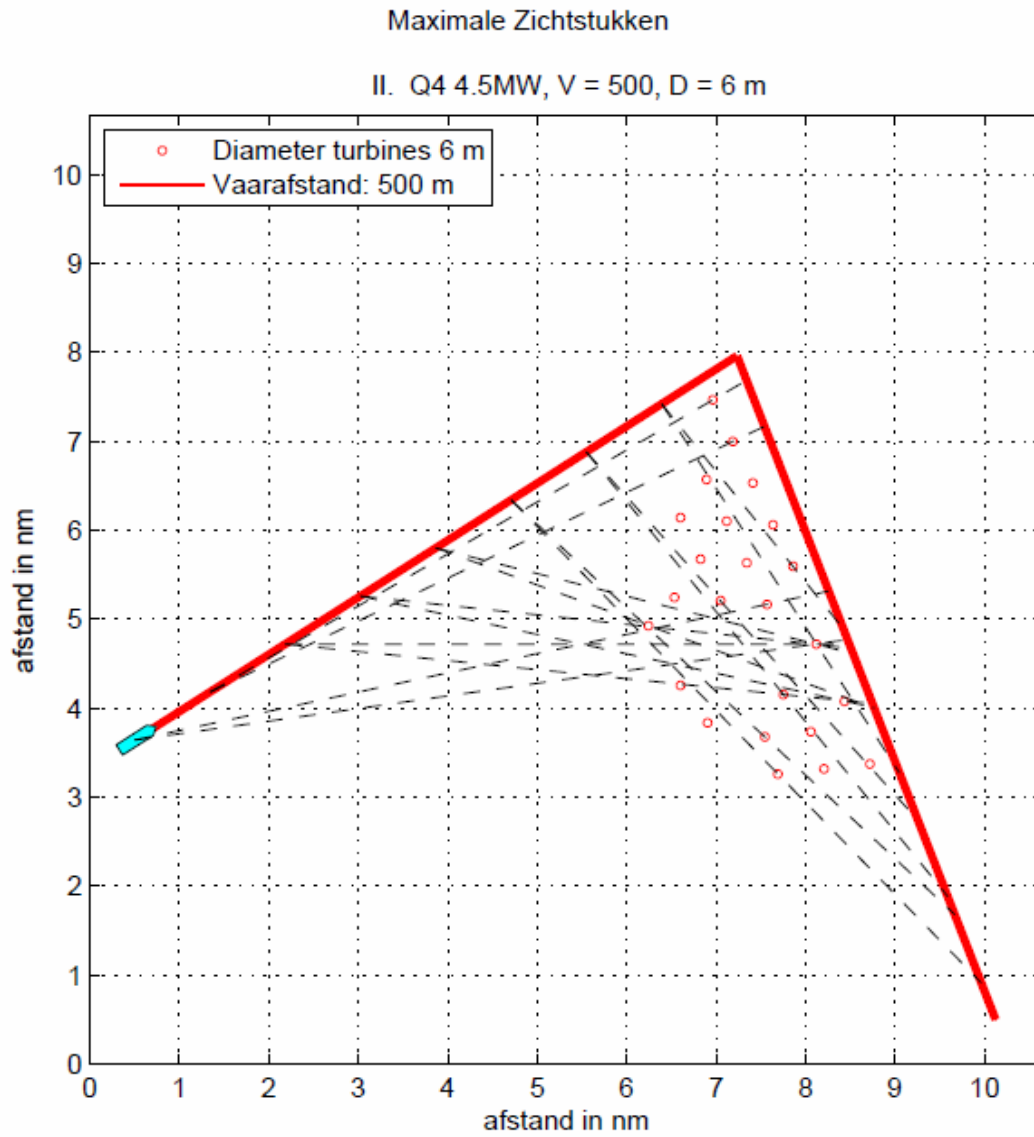
**Figuur 11.6 Verkeersafwikkeling bij Q4-WP**



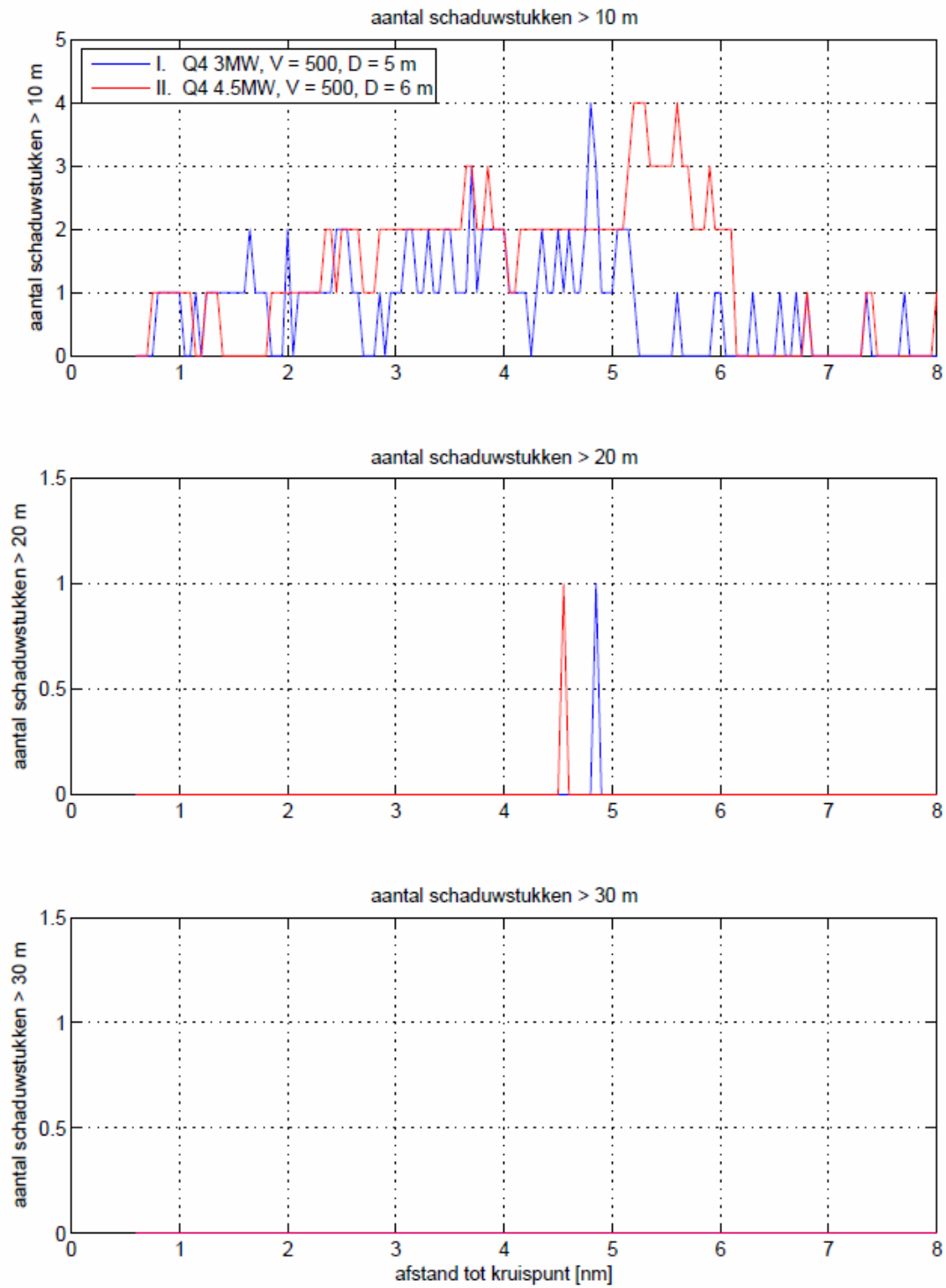
**Figuur 11.7** *Kruising tussen routegebonden verkeer ten noorden van de 3 MW variant van Q4-WP*



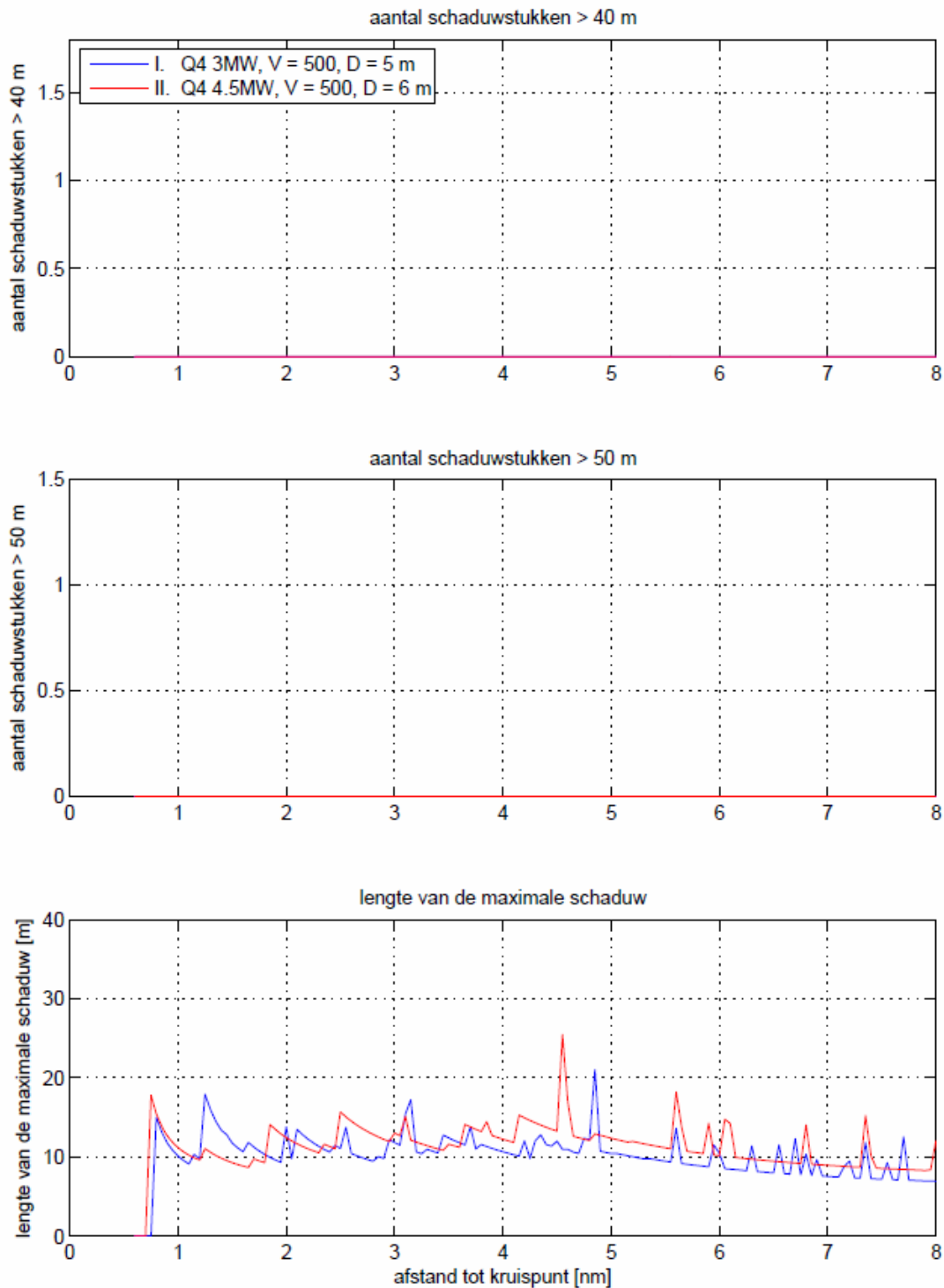
**Figuur 11.8** *Kruising tussen routegebonden verkeer ten noorden van de 4,5 MW variant van Q4-WP*



**Figuur 11.9** Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor oostwaarts routegebonden verkeer kruisend ten noordoosten van het windpark met noordwaarts varende routegebonden verkeer



**Figuur 11.10** Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor oostwaarts routegebonden verkeer kruisend ten noordoosten van het windpark met noordwaarts varende routegebonden verkeer

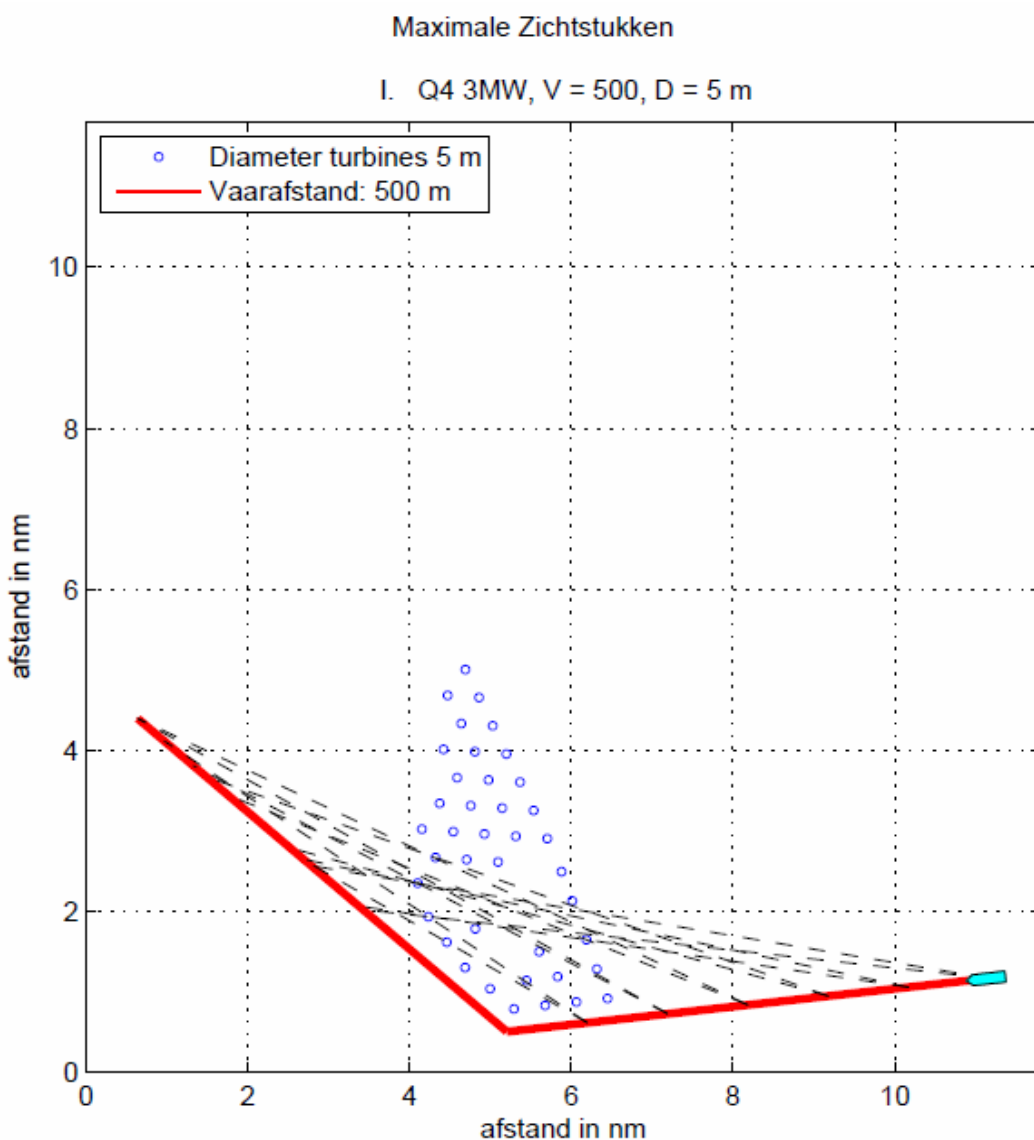


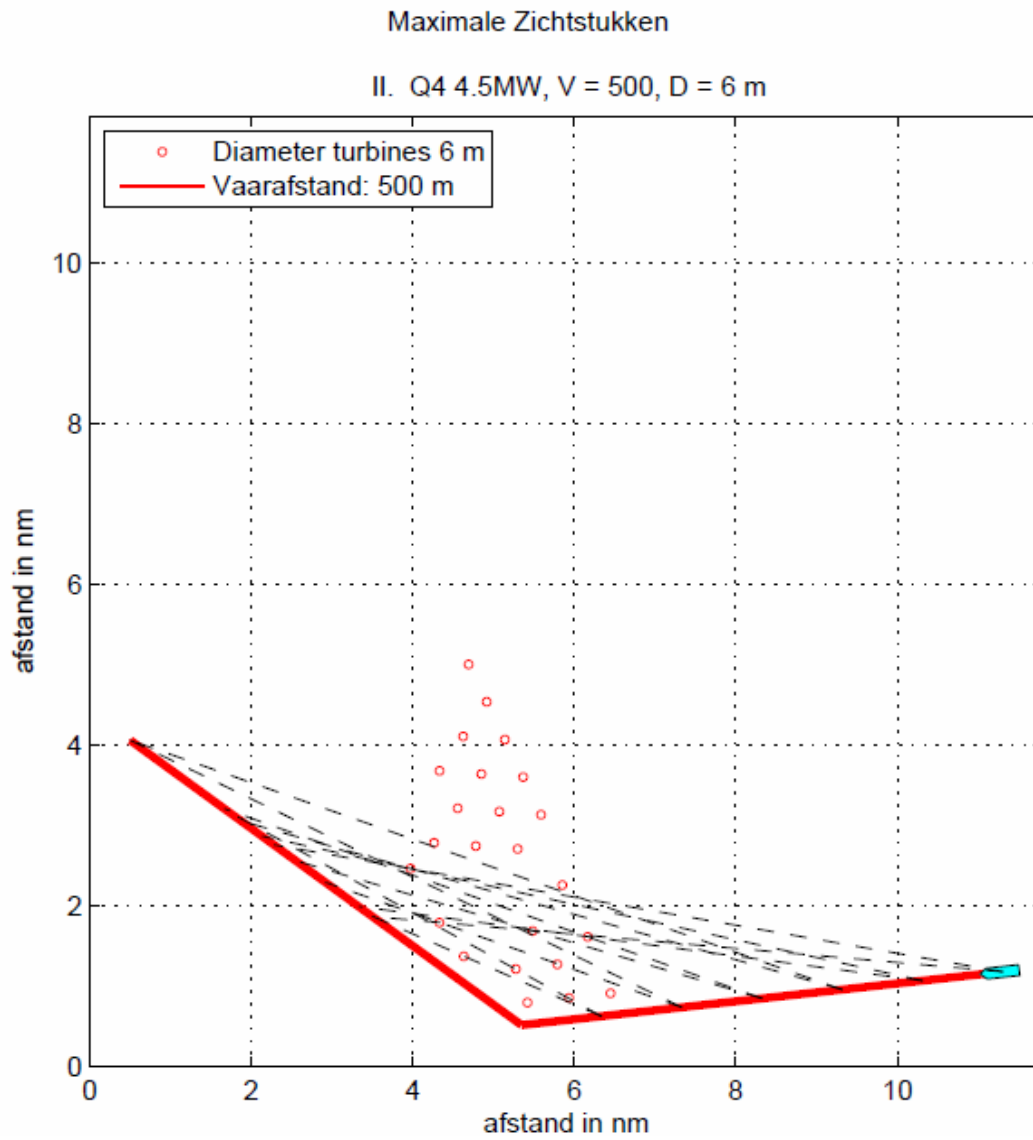


Voor een kruising tussen twee niet-routegebonden schepen is gekeken naar de zuidelijke hoek van het windpark. Voor een schip dat langs de zuidkant van het park westwaarts vaart zijn de schaduwstukken bepaald voor een kruising met een schip dat langs de zuidkant van het park zuidoostwaarts vaart. Beide schepen varen op 500 meter langs het park. In figuur 11.11 tot en met figuur 11.14 zijn de figuren gemaakt voor deze situatie.

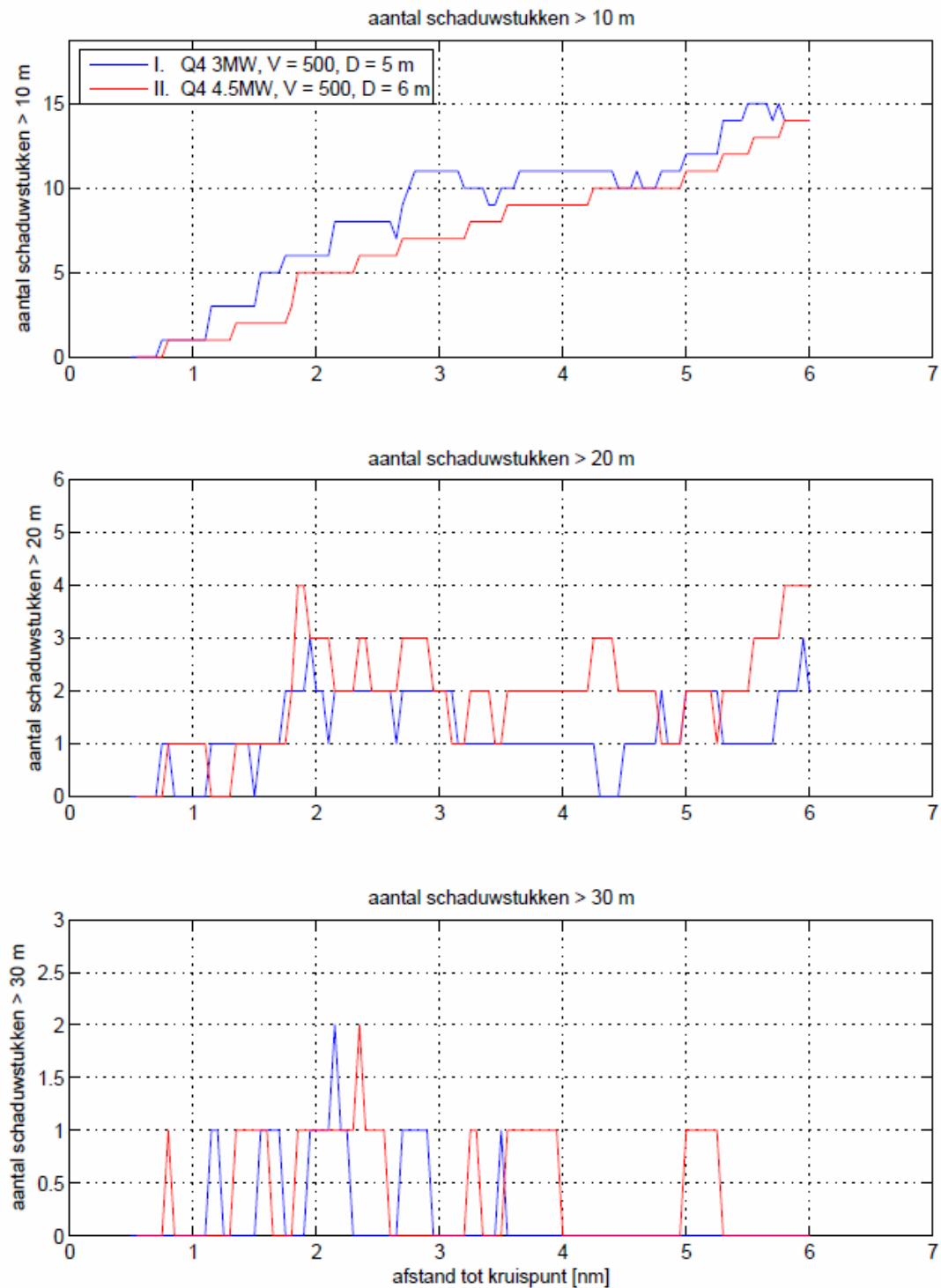
De figuren tonen dat er voor deze situatie tot op ongeveer 0,75 nm van het kruispunt schaduwstukken zijn. Voor de 4,5 MW variant is het schaduwstuk op 0,75 nm van het kruispunt groter dan 30 meter. Een groter schaduwstuk (>40 meter) bevindt zich voor de 3 MW variant op 1,5 nm van het kruispunt en voor de 4,5 MW variant op 1,3 nm.

**Figuur 11.11 Niet-routegebonden verkeer kruisend voor de 3 MW variant**

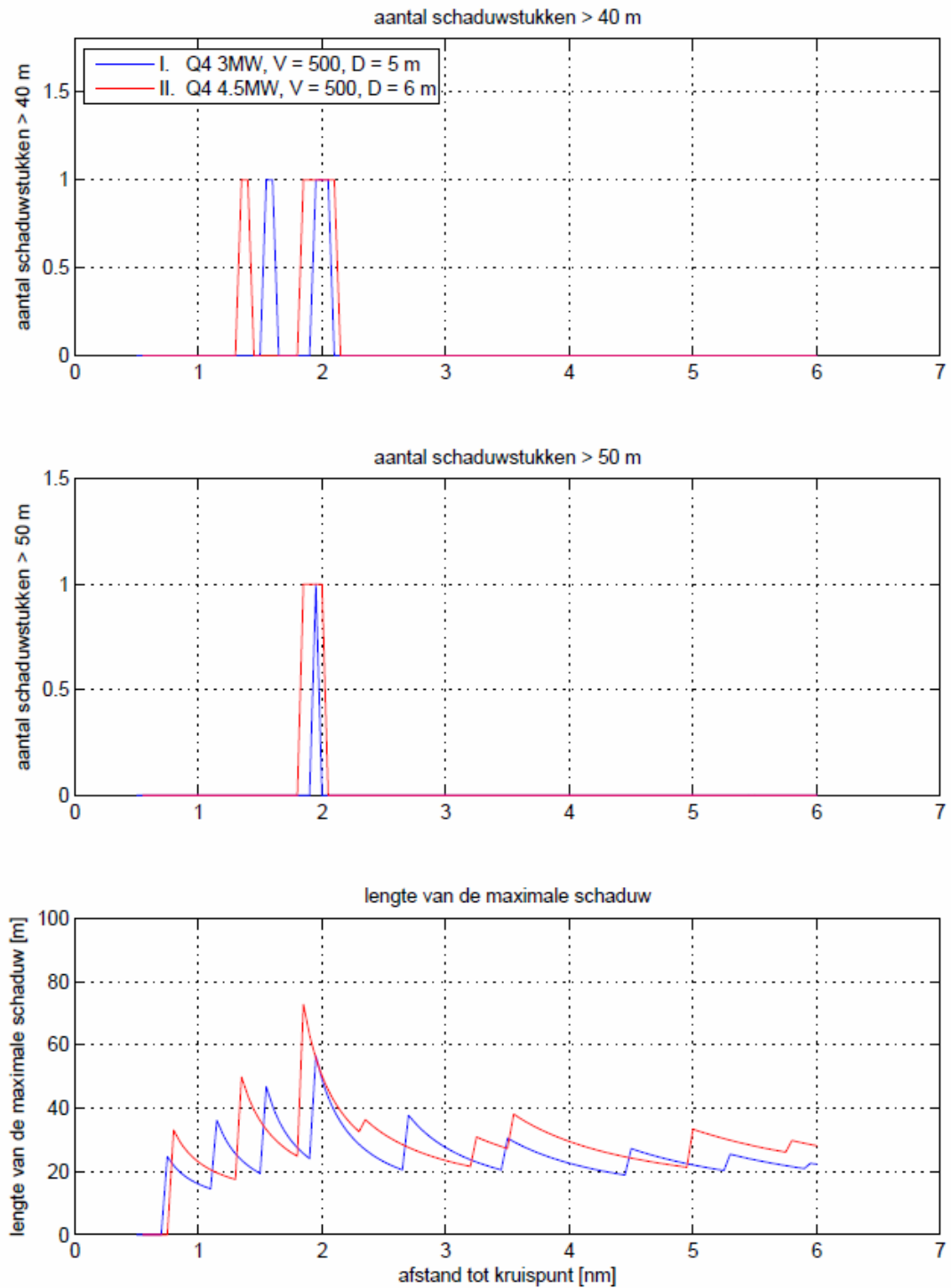


**Figuur 11.12 Niet-routegebonden verkeer kruisend ten zuiden van de 4,5 MW variant**

**Figuur 11.13** Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor niet-routegebonden kruisend verkeer



**Figuur 11.14** Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor niet-routegebonden kruisend verkeer



#### 11.4.8 Extra aanvaringen door zichtbelemmering

In figuur 11.6 is de verkeersafwikkeling voor de locatie Q4-WP gegeven. De meest kritische situatie zal zich voordoen aan de noordoostkant van het windpark. In de figuren zijn de verkeersstromen voor het routegebonden verkeer getekend, maar een moeilijke ontmoetingssituatie kan zich ook voordoen tussen een routegebonden schip (koopvaardij) en een niet-routegebonden schip (meestal visser) of tussen twee niet-routegebonden schepen. Voor een niet-routegebonden schip is de zichtkwesitie wel hetzelfde, maar een visser heeft veel minder ruimte nodig om een aanvaring te voorkomen. De verplichte 500 m afstand is ruim voldoende voor een noodmanoeuvre, welke natuurlijk zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

In tabel 11.10 is de extra kans op een aanvaring door de belemmering van het zicht bepaald op basis van berekeningen en een aantal aannames. In het linkerdeel staat het resultaat van de modelberekening zonder de zichtbeperking door het windpark mee te nemen. De tabel geeft dat er 0,0423 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden, ofwel een aanvaring eens in de 24 jaar. De “overtaking” en “head-on” aanvaringen zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat voor dit type aanvaring geen extra risico door het park optreedt. De tabel geeft ook aan tussen welke scheepstypen deze aanvaring verwacht wordt. Voor de niet-routegebonden vaart is aangenomen dat de dichtheid rondom het park twee keer zo groot wordt omdat deze schepen dicht langs het park zullen varen.

In het rechterdeel van de tabel wordt het extra aantal aanvaringen als volgt geschat. Alleen de ontmoetingen tussen kruisende schepen waarbij het windpark zich tussen de schepen bevindt zijn extra gevaarlijk. Dit percentage is voor iedere gridcel geschat, zie tabel 11.10 in de kolom “fractie moeilijk door windpark”. Aan de zuidkant en westkant van het windpark Q4-WP is er geen probleem omdat er steeds een open hoek met kruisend verkeer aanwezig is. Alleen aan de noordwestkant zijn er ontmoetingen tussen de oost gaande verkeersstroom naar Den Helder en de noord gaande verkeersstroom naar het Texel-stelsel, waarbij het windpark in de zichthoek staat. Er is een verhoogd risico in dit gebied bij 50% van de kruisende ontmoetingen.

Aangenomen wordt dat 10% dicht langs het park vaart en in moeilijkheden kan komen. Voor de niet-routegebonden schepen wordt aangenomen dat er meer schepen (20%) vlak langs het park varen omdat het windpark voor deze schepen meer een obstakel vormt.

Er wordt een factor toegepast om de extra ongevalsgevoeligheid, gegeven een moeilijke ontmoeting, mee te nemen. Deze factor is 3 voor een ontmoeting tussen twee routegebonden schepen, 2,25 voor een ontmoeting tussen een routegebonden schip en een niet-routegebonden schip en 1,5 voor een ontmoeting tussen twee niet-routegebonden schepen. Feitelijk zou deze factor moeten variëren met de inrichtingsvariant, maar gezien de resultaten van paragraaf 11.4.7.1 is het verschil tussen de inrichtingsvarianten minimaal.

**Tabel 11.10 Risico en extra risico voor kruisend verkeer**

Type aanvaring	zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer				toegepaste factoren			extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
	R-schepen	N-schepen	aantal aanvaringen per jaar	aanvaringen eens in de .. jaar	fractie moeilijk door windpark	fractie met kleine afstand	extra factor voor kans op aanvaring gegeven een ontmoeting	
Tussen twee routegebonden schepen	0,0208	0	0,0104	96	50%	10%	3	64164
Een routegebonden schip met een niet-routegebonden schip	0,0152	0,0152	0,0152	66	25%	20%	2,25	1051
Tussen twee niet-routegebonden schepen	0	0,0333	0,0167	60	25%	20%	1,5	2402
Totaal			0,0423	24				723

**Conclusie**

De schatting resulteert in een extra aanvaring als gevolg van het windpark eens in de 723 jaar. De betrouwbaarheid van dit resultaat is niet groot omdat de gebruikte factoren en aannames arbitrair zijn, maar het toont wel aan dat de extra kans op een aanvaring klein is.

**11.5 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving**

In tabel 11.11 en 11.12 zijn de belangrijkste resultaten samengevat van het onderzoek naar de verkeersveiligheid voor de verschillende varianten. Tabel 11.11 is het meest illustratief voor de keuze van de variant. De variant met de 4,5 MW windturbines is het meest gunstig, omdat het benodigde aantal windturbines kleiner is en daardoor de kans op een aanvaring/aandrijving kleiner is. Per geïnstalleerd vermogen is er een voorkeur voor de 4,5 MW turbines, waarvoor het risico per MWh op 64% ligt van het risico bij gebruik van de 3 MW turbines.

Om een zo hoog mogelijk rendement per oppervlakte te behalen is een inrichting met zoveel mogelijk 4,5 MW windturbines het meest aantrekkelijk. Bij de keuze van zoveel mogelijk 4,5 MW windturbines in Q4-WP of een andere locatie moet de absolute veiligheid of de veiligheid per MWh voor Q4-WP vergeleken worden met die van andere locaties (met behulp van tabel 11.12). Wanneer de energieopbrengst per oppervlakte eenheid een belangrijk criterium is, scoren de compacte varianten beter. De 4,5 MW compacte variant is het meest gunstig.

**Tabel 11.11 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten**

Inrichtings-variant Q4-WP	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen	
3 MW	18,01	465200	40	0,004641	0,012317	0,018168	0,002692	0,037818
4,5 MW	17,51	456000	24	0,002868	0,008011	0,011139	0,001706	0,023724

**Tabel 11.12 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten**

Inrichtings-variant Q4-WP	Oppervlakte [km <sup>2</sup> ]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / MWh		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / MWh		Totaal per jaar / MWh
				R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen	
3 MW	18,01	465200	40	9,98E-09	2,65E-08	3,91E-08	5,79E-09	8,13E-08
4,5 MW	17,51	456000	24	6,29E-09	1,76E-08	2,44E-08	3,74E-09	5,20E-08

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Er wordt dan ook ruimschoots aan de criteria voor het extern risico, zowel het individueel als het groepsrisico, voldaan.

Voor bunkerolie en ladingolie samen is de kans op een uitstroom in de EEZ toegenomen met 0,21% voor de 3 MW variant.

De gemodelleerde uitstroom van olie is een worst case benadering. Doordat het percentage tankers met een dubbele huid toeneemt, zal de kans op een uitstroom van olie na een aandrijving met een windturbine afnemen.

Op basis van de resultaten en conclusies zoals beschreven in voorgaande paragraaf, kunnen de volgende relatieve effectbeoordelingen gegeven worden aan de verschillende inrichtingsvarianten:

**Tabel 11.13 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid**

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Risico op aanvaringen en aandrijvingen	-	--	0/-	-

**Tabel 11.14 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid, per MWh**

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Risico op aanvaring en aandrijvingen per MWh	-	-	0/-	0/-

Uit de effectbeoordeling blijkt dat de 3 MW compacte variant vanwege zijn relatief grote dichtheid van de windturbines relatief gezien het slechtste scoort.

Wanneer gekeken wordt naar de effecten per eenheid energieopbrengst, dan scoren de 4,5 MW varianten het best. Deze varianten hebben relatief een gering aantal turbines nodig om een grote hoeveelheid energie op te wekken. Bij vergelijking van de effecten per energieopbrengst is er geen significant verschil tussen de basisvariant en de compacte variant.

## **11.6 Mitigerende Maatregelen**

Om scheepvaartveiligheid te vergroten kunnen een aantal maatregelen genomen worden. Een adequate berichtgeving over de locatie van het windpark maakt deze bekend bij overige gebruikers van de Noordzee. Door het aanbrengen van extra markeringen rond het windpark wordt de zichtbaarheid van het windpark voor de scheepvaart vergroot. Ook de grootte, vorm en oriëntatie van het windpark (parallel aan de overheersende vaarrichting) kunnen de scheepvaartveiligheid vergroten. Daarnaast kunnen het gebruik van AIS en de inzet van sleepboot De Waker aanvaringen en aandrijvingen voorkomen. Deze mitigerende maatregelen worden in de volgende paragrafen nader uitgewerkt. Ook worden de mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer uitgewerkt.

### **11.6.1 Gebruik van AIS**

Sinds 1 januari 2005 hebben alle schepen boven 300 GT (ongeveer 55 m) een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen ontvangen en hiermee is de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend.

AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, biedt dan ook extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien. Te meer daar AIS niet verstoord wordt door het windpark. De verwachting is dat AIS, vooral wanneer AIS wordt geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug de veiligheid op zee zal bevorderen. De verwachting is dat daardoor de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%. Deze reductie volgt uit het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten.

Het is de verwachting dat in de toekomst steeds meer kleinere schepen, waaronder vissers, met een AIS-transponder gaan varen, waardoor het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot wordt.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een hele kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

### **11.6.2 Inzet van De Waker**

Zoals uit de berekeningen volgt, geeft aandrijven het grootste risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Met deze processen is in de berekening rekening gehouden.

Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een sleepboot. De Waker is een sleepboot van de overheid die naar een drifter wordt gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht.



De Waker kan dus een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt sterk af van de positie van De Waker op het moment van de melding. De thuishaven van de Waker is Den Helder en bij windkracht vanaf 5 Beaufort ligt de Waker op wacht in het Texel verkeersscheidingsstelsel.

De plaats van De Waker bij het verkeersscheidingsstelsel is echter gebaseerd op het huidige gevaar van een drifter met het oog op de offshore olie- en gasplatforms. Wanneer er veel windparken gebouwd gaan worden zou de positie van De Waker bij slecht weer kunnen veranderen. Om deze reden is De Waker niet in de standaardberekening opgenomen.

Om een inschatting te maken van het effect van de aanwezigheid van De Waker op de aanvaarfrequenties van het windpark, is een korte aanvullende berekening gemaakt waarbij de inzet van De Waker vanuit Den Helder (bij 0-4 Bft) of het verkeersscheidingsstelsel (vanaf 5 Bft) is meegenomen. De Waker reduceert alleen het aantal aandrijvingen.

In tabel 11.15 zijn de aandrijffrequenties met en zonder De Waker naast elkaar gezet.

**Tabel 11.15 Aandrijffrequenties voor het windpark met en zonder de inzet van De Waker**

	aandrijffrequentie		Procentuele verandering als gevolg van de aanwezigheid De Waker
	Zonder De Waker	Met De Waker	
3 MW	0,020860	0,010160	-51,30%
4,5 MW	0,012850	0,006235	-51,48%

De Waker reduceert het aantal aandrijvingen met ruim 51%. Deze 51% loopt op tot 70% voor een windpark vlakbij de positie van De Waker bij een windkracht vanaf 5 Beaufort.

Wanneer zeer veel windparken op de Noordzee gebouwd gaan worden, zal de meest gunstige locatie voor De Waker waarschijnlijk opnieuw bepaald worden, waardoor de berekende reductie zou kunnen veranderen. Ook is het mogelijk dat meerdere ETV's (Emergency Towing Vessels) zullen worden ingezet.

### 11.6.3 Mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer

De meest effectieve maatregel is om de afstand van het passerende verkeer tot het windpark te vergroten. De wettelijke afstand is 500 meter.

Het plaatsen van een boei op grotere afstand helpt niet, omdat de scheepvaart in de praktijk aan weerszijden van een boei passeert indien er niet werkelijk gevaar dreigt. Een andere manier om de afstand tot het passerende verkeer te vergroten is:

- het park kleiner te maken
- het instellen van "traffic lanes" (verkeersstelsels) bij het windpark.

De eerste maatregel helpt alleen wanneer het verkeer door de meest waarschijnlijke verkeersafwikkeling op basis van herkomst en bestemming dan verder van het windpark passeert, maar niet wanneer het verkeer met een kleiner wordend windpark mee schuift.

Voor Q4-WP betekent dit dat de eerste optie beperkt helpt, omdat een deel van de verkeersstromen mee schuiven wanneer er turbines aan de buitenkant van het park worden weggehaald. De maatregel geldt ook minder voor niet-routegebonden schepen die vlak langs het park zullen blijven varen.

Voor de tweede optie zal niet zo gauw gekozen worden omdat men internationaal het aantal verplichte verkeersstelsels zo klein mogelijk wil houden. Er moet dus een goede reden zijn om ergens een stelsel in te voeren om het bij de IMO te kunnen verantwoorden. Het instellen van een verplicht stelsel nabij een windpark lijkt daarom geen reële optie.

## 12 STRAALPADEN, RADAR EN Vliegverkeer

### 12.1 Inleiding

Het luchtruim voor de Nederlandse kust wordt gebruikt voor communicatieverbindingen en luchtverkeer. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke effecten van het offshore Windpark Q4-WP op communicatieverbindingen als straalpaden en radar en de verschillende typen luchtverkeer. Hiervoor zijn direct betrokken instanties geconsulteerd.

### 12.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

#### 12.2.1 Straalpaden

Voor de beschrijving van straalpaden en mogelijke invloed van windturbines op straalpaden is gebruik gemaakt van het Handboek Risicozonering Windturbines [Rademakers *et al.*, 2002] en de mondeling verstrekte informatie van KPN Vast Net te Apeldoorn. Zij zijn de beheerder van het straalpaden netwerk in Nederland, inclusief het Continentaal Plat.

Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen verloopt via verschillende kanalen zoals glasvezelkabels en zogenaamde straalpaden. Voor de toepassing van windenergie zijn deze straalpaden, die gezien kunnen worden als een denkbeeldige rechte lijn tussen twee zend-/ontvangstinstallaties, van belang. De routes van de straalpaden zijn dusdanig gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan, omdat deze de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken. Er wordt onderscheid gemaakt tussen beschermde en onbeschermde straalpaden.

#### ***Beschermde straalpaden (vaste telefonie en radio- en tv-signalen)***

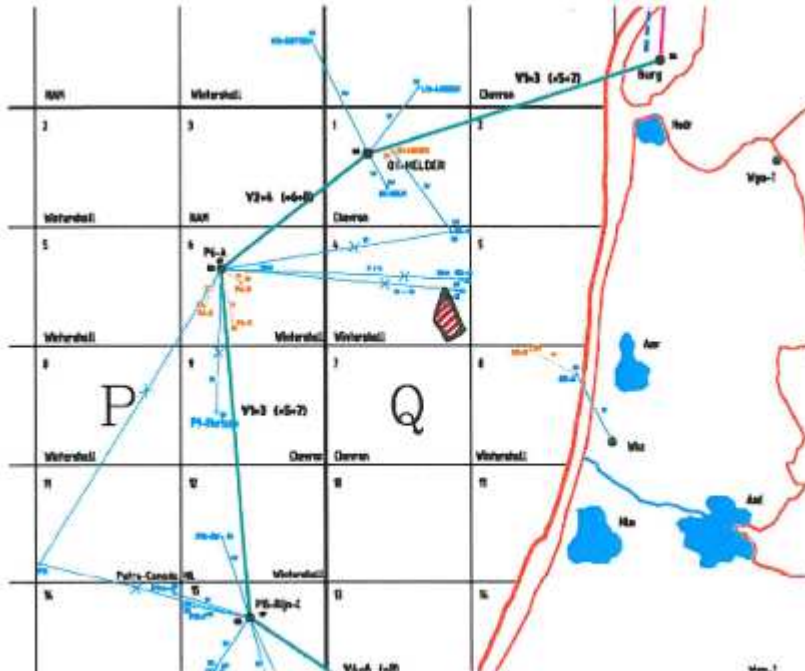
Het beschermde straalpaden netwerk is in handen van KPN Telecom Netwerkdiensten en is hoofdzakelijk in gebruik voor het transport van radio- en tv-signalen. KPN maakt zelf steeds minder gebruik van dit netwerk en gebruikt in toenemende mate glasvezels voor het vaste telefoonverkeer. Recent wordt dit netwerk ook gebruikt door derden. In de nabije toekomst zal Defensie eveneens gebruik maken van dit net. Om een gegarandeerde beschikbaarheid van 99,9% te realiseren, dienen bouwwerken en installaties op een zekere afstand van het straalpad te staan. De afstand voor relatief kleine installaties zoals windturbines, is daarbij kleiner dan voor bijvoorbeeld flatgebouwen.

In figuur 12.1 is te zien dat Windpark Q4-WP dicht bij twee van de beschermde straalpaden ligt.

#### ***Onbeschermde straalpaden (mobiele telefonie)***

Onbeschermde straalpaden worden gebruikt voor het mobiele telefoonverkeer. Voor dit type straalpaden gelden geen beperkingen voor het plaatsen van windturbines. Eventuele verstoring van signalen door een windturbine is eenvoudig te ondervangen door het plaatsen van een extra zender en ontvanger op de mast van deze windturbine.

**Figuur 12.1** Ligging straalpaden in de omgeving van Windpark Q4-WP (Bron: NAM, 2006. TRA-NE-CP-01 (persoonlijk contact NAM))

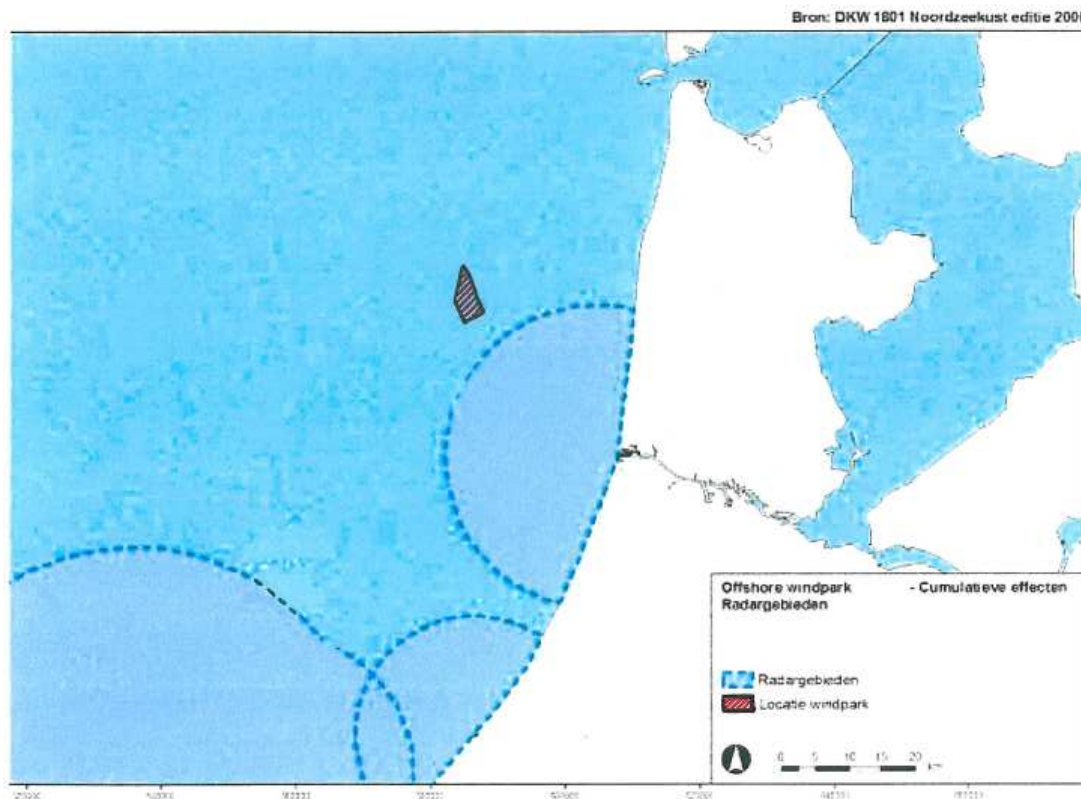


### 12.2.2 Radar

HITT is de leverancier van circa 80% van alle radarsystemen die langs de Noordzeekust zijn geplaatst (voor de Hollandse kust zijn behoudens bij Scheveningen alle walradarsystemen door HITT geleverd). Zij zijn als leverancier van deze systemen goed op de hoogte van het radarbereik, mogelijke effecten van verstoring van radar en de mogelijkheden om nadelige gevolgen op te heffen (mitigatie). Daarnaast is gebruik gemaakt van de radarstudie, die is uitgevoerd in het kader van het NSW [TNO, 2003].

Langs de Hollandse kust staan verschillende radarposten. De radarposten met het grootste bereik staan opgesteld voor de kust bij Rotterdam en bij IJmuiden, met het oog op de scheepvaartverkeersbegeleiding voor de Rotterdamse respectievelijk de Amsterdamse haven (Vessel Traffic Management System, kortweg VTS). Het bereik van deze radarposten is maximaal circa 50 km (circa 30 zeemijlen). Ter hoogte van Scheveningen staat ook een radarpost. Deze radar heeft een kleiner bereik. De radarposten met hun bereik staan aangegeven in de 1800-serie (blad 1801) van de Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren van de Koninklijke Marine [Koninklijke Marine, 2006].

De ligging van het park ten opzichte van de radargebieden is weergegeven in figuur 12.2. Hierin is te zien dat het windpark geheel buiten het radargebied valt.

**Figuur 12.2 Radarposten langs de Hollandse kust en hun bereik**

### 12.2.3 Vliegverkeer

Het luchtruim boven de Noordzee wordt gebruikt voor verschillende vormen van vliegverkeer. In het kader van dit MER is nagegaan welke soorten vliegverkeer voorkomen en of er gezien de ligging van locatie Q4-WP een effect verwacht mag worden.

Het vliegverkeer boven de Noordzee bestaat uit de overvliegende burgerluchtvaart naar de luchthavens van Schiphol en Rotterdam en uit divers lokaal verkeer. Een specifiek aandachtspunt is de bereikbaarheid van mijnbouwinstallaties op de Noordzee, rekening houdend met de aanwezigheid van zogenaamde Helicopter Protected Zones, Helicopter Traffic Zones en Helicopter Main Routes.

Voor het aspect vliegverkeer is contact opgenomen met de Inspectie van Verkeer en Waterstaat (IVW) en de Kustwacht. De verkregen informatie is gebruikt bij de beschrijving van mogelijke effecten op het vliegverkeer. Hieronder is een toelichting gegeven op de verschillende soorten vliegverkeer.

#### **Burgerluchtvaart**

Een deel van het vliegverkeer naar de luchthavens van Rotterdam en Schiphol maakt gebruik van het luchtruim boven de Noordzee. Naarmate de vliegtuigen dichterbij de luchthavens komen, neemt de vlieghoogte af. In figuur 12.3 zijn de verschillende zones van de aanvliegroutes aangegeven. In de eerste zone (TMA2 Schiphol en TMA3 Rotterdam) is de vlieghoogte tenminste circa 1 km boven zeeniveau.

In de volgende zone, de tweede zone bij het naderen van de luchthavens (TMA1 Schiphol en TMA2 Rotterdam), is de vlieghoogte tenminste circa 500 m. Volgens IVW [IVW, 2006] wordt niet verwacht dat offshore windparken op zee, waaronder Q4-WP, invloed hebben op het commerciële vliegverkeer.

### ***Militaire luchtvaart***

De militaire luchtvaart maakt voor haar oefeningen gebruik van zogenaamde laagvliegzones. Deze zones zijn aangegeven in figuur 12.3 (gearceerde gebieden). Wat betreft militair vliegverkeer kan worden geconstateerd dat locatie Q4-WP niet in of nabij een laagvliegzone ligt.

Militaire vliegtuigen vliegen in de praktijk soms laag over delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn. De realisatie van locatie Q4-WP kan betekenen dat ter hoogte van deze locatie restricties zullen gaan gelden wat betreft het laagvliegen van militaire vliegtuigen.

De marine luchthaven Valkenburg is de meest nabij gelegen militaire luchthaven. Het kabinet besloot dat per 1 januari 2005 een einde komt aan het militair gebruik van het Marinevliegkamp en sinds 1 juli 2006 is de vliegbasis gesloten. Het gebied zal beschikbaar komen voor andere functies zoals woningbouw.

### ***Kustwacht***

De Kustwacht coördineert de dienstverlening aan en handhaving van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Daarvoor maakt zij onder andere gebruik van laagvliegende vliegtuigen. De routes en vlieghoogtes van deze vliegtuigen zijn afgestemd op de op zee aanwezige installaties, zoals boorplatforms. De Kustwacht kan gebruik maken van een vlieghoogte tot 1000 voet [IVW, 2006].





**Ontsluiting van boorplatforms**

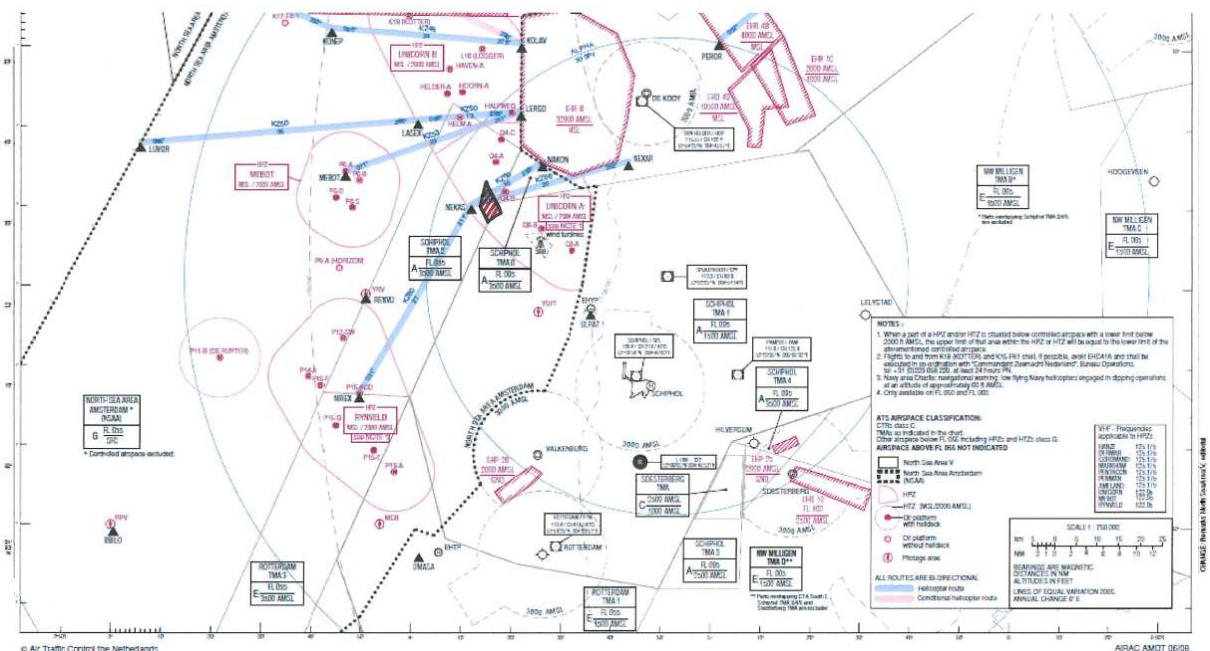
Voor de ontsluiting van de olie- en gasplatforms op de Noordzee worden helikopters gebruikt. Deze vliegen relatief laag over de zee om goederen en personeel naar de boorplatforms te brengen. De overheid heeft vaste helikopterroutes aangewezen, die de helikopters moeten volgen om van en naar de platformen te vliegen. Dit zijn de zogenaamde Helicopter Main Routes (HMR), die een vlieghoogte hebben van 1500 tot 3000 voet. Doorgaans hebben HMR's een breedte van 2 nautische mijlen aan beide zijden van de omschreven routes.

Rond offshore platformen zijn zones ingesteld waar helikopters gebruik kunnen maken van een vlieghoogte tot 2000 voet, dit zijn de zogenaamde Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ). Rond ieder platform is een HTZ ingesteld ten behoeve van de aankomst- en vertrekmanoeuvres van helikopters. Een HTZ bestrijkt een gebied met een straal van 5 nautische mijlen rond het platform. Daarnaast zijn HPZ's ingesteld rond één of meerdere platformen, waarvan het verkeer tussen die platformen gebruik kan maken. De afmeting van een HPZ is dusdanig dat die in ieder geval de afzonderlijke HTZ's omvat.

In figuur 12.4 is de ligging van het windpark en de dichtstbijzijnde platformen weergegeven. In de figuur is te zien dat het windpark in een HPZ en HTZ ligt. Ook ligt het windpark in een helikopterroute. Hier wordt op ingegaan in paragraaf 12.3.3.

Er bestaat een mogelijkheid dat helikoptertraffic van de route afwijkt. Bijvoorbeeld bij het uitvoeren van een noodprocedure, waarbij een noodlanding op zee moet worden gemaakt. Ook bij Search and Rescue (SAR) acties bij platformen kan het windpark een beperkte belemmering vormen voor helikoptertraffic. In dat geval kunnen windturbineparken een negatieve invloed hebben op het veilig uitvoeren van dergelijke procedures en acties.

**Figuur 12.4 Ligging offshore platformen**



Bron: [www.ais-netherlands.nl](http://www.ais-netherlands.nl)



### **Recreatieve luchtvaart**

Boven de Noordzee is recreatieve luchtvaart zoals sportvliegtuigen en luchtballons toegestaan, mits deze zich houdt aan de geldende voorschriften.

Dit houdt onder andere in dat de recreatieve luchtvaart rekening moet houden met de op de Noordzee aanwezige installaties en veiligheidszones. Het aantal vliegbewegingen van de recreatievaart is beperkt.

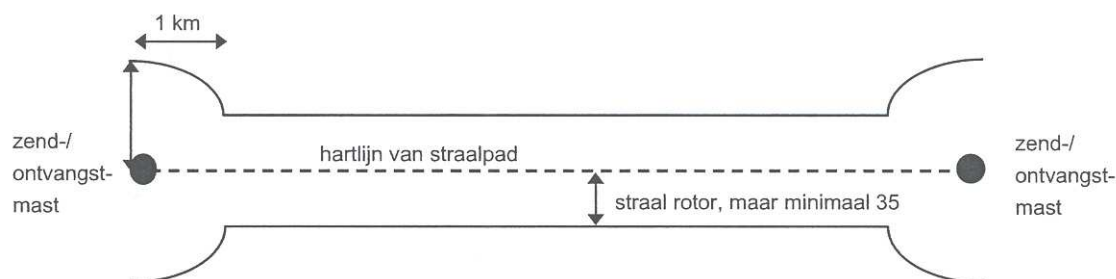
## **12.3 Effectbeschrijving**

### **12.3.1 Straalpaden**

Voor de beschrijving van het effect van het windpark op straalpaden wordt één toetsingscriterium gehanteerd: verstoring effect op straalpaden. Of er verstoring optreedt, hangt af van de afstand van de windturbines tot het straalpad. In het algemeen geldt in Nederland dat, om verstoring te voorkomen, de afstand tussen de hartlijn van een windturbinemast en de hartlijn van een beschermd straalpad groter moet zijn dan de rotorstraal, met een minimum van 35 meter [Rademakers *et al.*, 2002]. Dat betekent dat rotorbladen van (grote) windturbines ten hoogste door de helft van het "centrale deel" van het straalpad mogen draaien. Binnen een straal van 1 km van een zend/ontvangstinstallatie, dient de afstand van de tip van het rotorblad tot aan de hartlijn van het straalpad 35 meter te zijn. De afstand van de hartlijn windturbinemast tot de hartlijn zend/ontvangstmast is in de directe omgeving van zend/ontvangstinstallatie dus gelijk aan de straal van de rotor vermeerderd met 35 m.

In figuur 12.5 is dit schematisch aangegeven, waarbij de schaalverdeling in verticale richting relatief is uitvergroot. Binnen de getrokken lijnen mogen géén windturbines staan.

**Figuur 12.5 Minimale vrije zones rond straalpaden**



In die gevallen waar twee of meer windturbines van één (gepland) windpark met een deel van de rotorbladen binnen de 35 meter lijnen komen, dient goedkeuring te worden verkregen van KPN Telecom Netwerkdiensten. Zij beoordelen dan of plaatsing alsnog is toegestaan.

KPN Vast Net (afdeling Straalverbindingen) heeft aangegeven dat zij voor een windpark op zee in hun richtlijnen willen afwijken van de richtlijnen (zoals hiervoor beschreven), wat betreft de afstand van de windturbine tot de hartlijn van de straalverbinding. KPN hanteert hiervoor als uitgangspunt dat op zee de rotortip van een windturbine minimaal 50 meter buiten de hartlijn van een straalpad moet liggen (i.p.v. 35 meter op land) vanwege o.a. de reflecties, die op zee kunnen optreden en de toegepaste frequentieband(en).

Het straalpad van platform P6A naar platform Q4A passeert het geplande windpark aan de noordzijde. Het straalpad van platform P6A naar platform Q4B, welke iets dichterbij ligt, passeert alle windturbines van Q4-WP aan de noordzijde op een afstand van tenminste 250 meter van de meest noordelijke turbine.

Geen van de windturbines bevindt zich binnen een afstand van minder dan 50 meter van de hartlijn, waardoor geen verstorend effect op het straalpad kan optreden.

### 12.3.2 Radar

Gezien het bereik van de radarposten langs de Noordzeekust betekent dit dat windpark Q4-WP geheel buiten het bereik van radarsystemen ligt. Het windpark kan wel een effect hebben op scheepsradar.

Een offshore windpark kan twee negatieve effecten hebben op een radarsysteem [TNO, 2003]:

- Schaduwwerking;
- multipath/bouncing (ook wel het flipperkasteffect genoemd).

#### ***Mogelijke gevolgen schaduwwerking***

Schaduwwerking is veruit het belangrijkste effect dat een windpark op radar kan hebben. Wanneer een windpark binnen het bereik van een radar wordt gesitueerd, dan treedt achter dit windpark een schaduw op. Dat wil zeggen een gebied waar de radar niet kan kijken.

Schaduwwerking heeft een negatief effect op de gereguleerde scheepvaart. Afhankelijk van de verkeersintensiteit op scheepvaartroutes kan het ontstaan van blinde vlekken achter de windparken vanuit het oogpunt van verkeersbegeleiding (VTS) een probleem vormen. Schaduwwerking is echter relatief eenvoudig op te heffen door het plaatsen van één of meerdere steunradars, zodanig dat de schaduw wordt opgeheven.

Een tweede negatief effect van de schaduwwerking van een windpark is dat schepen vanaf de Noordzee onder dekking van de schaduw ongezien voor de radar tot dicht op de Nederlandse kust kunnen komen. Een schip kan hierdoor ongezien naar een windpark varen en zich er achter verschuilen. Dit is een belangrijk gegeven voor de Kustwacht, die onder meer tot taak heeft om terrorisme tegen te gaan. Vanuit het oogpunt van terrorismebestrijding dient te worden voorkomen dat schepen ongezien de Nederlandse kust kunnen benaderen en daar, bijvoorbeeld door middel van een olielozing, een milieuramp veroorzaken. Dit is met name voor de Rotterdamse en Amsterdamse haven een risico. Ook dit effect is op te heffen door de plaatsing van één of meerdere steunradars op de windturbines.

Aangezien het Windpark Q4-WP geheel buiten het bereik van radarposten ligt, treedt schaduwwerking niet op.

#### ***Mogelijke gevolgen multipath***

Multipath is een effect dat in de praktijk in een aantal situaties kan optreden. In een normale situatie wanneer een radarsignaal een object (bijvoorbeeld een schip) raakt, wordt het signaal in dezelfde lijn teruggereflecteerd richting de radar. Het kan echter voorkomen dat het radarsignaal eerst één of meerdere windturbinemasten raakt en daarna pas een schip. Hierdoor ontstaat een onjuist radarbeeld, waarbij een schip zich op het radarscherm op een bepaalde locatie lijkt te bevinden, maar zich in werkelijkheid op een andere locatie (dichterbij) bevindt.

### 12.3.3 Vliegverkeer

Windpark Q4-WP ligt onder de aanvliegroutes naar Schiphol en Rotterdam. Aangezien de vlieghoogte ter plaatse van het park significant groter is dan de hoogte van de windturbines, wordt geen negatief effect verwacht op de burgerluchtvaart.

Het windpark ligt wel in een HTZ en een HPZ rond offshore platforms. Het windpark ligt niet tussen twee of meerdere platforms in deze zone, maar aan de rand ervan. Bij het NSW speelt dezelfde situatie. Daarom mag verwacht worden dat een windpark op deze locatie geen significante belemmering vormt voor het helikopterverkeer. Het windpark ligt ook in HMR's. Dit hoeft geen belemmering te zijn omdat helikopters van en naar de platforms hun vliegroute of -hoogte beperkt hoeven aan te passen.

Indien helikopterverkeer afwijkt van de vaste routes, bijvoorbeeld voor een noodprocedure, kan het windpark een negatief effect hebben. De kans dat dit optreedt, is zodanig klein dat het niet wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Er wordt geen effect verwacht van het windpark op de militaire luchtvaart, op vluchten van de Kustwacht en op recreatieve luchtvaart, omdat deze vluchten worden afgestemd op de op de Noordzee aanwezige installaties en hun veiligheidszones.

#### 12.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving

Windpark Q4-WP heeft geen verstorende werking op de aanwezige straalpaden rond het plangebied.

Het windpark zal niet leiden tot een verstoring van het kustradarsysteem, omdat het windpark geheel buiten het radargebied ligt. Er kunnen wel effecten optreden op scheepsradar, maar deze effecten kunnen geheel worden gemitigeerd (zie paragraaf 12.5).

Er worden geen negatieve effecten van het windpark verwacht op de burgerluchtvaart, militaire luchtvaart, Kustwacht en recreatieve luchtvaart. De vlieghoogte van de burgerluchtvaart is voldoende hoog. Wel ligt het windpark in een HPZ, HTZ en in helikopterroutes. De overige luchtvaart wordt afgestemd op de op de Noordzee aanwezige installaties en hun veiligheidszones.

**Tabel 12.1 Effectbeoordeling straalpaden, radar en vliegverkeer**

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
<i>Effect op straalpaden</i>	0	0	0	0
<i>Effect op radar</i>				
Effect op kustradar	0	0	0	0
Effect op scheepsradar	0	0	0	0
<i>Effect op vliegverkeer</i>				
Effect op burgerluchtvaart	0	0	0	0
Effect op helikopterverkeer	0/-	0/-	0/-	0/-
Effect op militaire luchtvaart	0	0	0	0
Effect op Kustwacht	0	0	0	0
Effect op recreatieve luchtvaart	0	0	0	0

#### 12.5 Mitigerende maatregelen

##### ***Straalpaden***

Aangezien het windpark niet verstorend werkt op straalpaden, zijn geen mitigerende maatregelen nodig.

##### ***Radar***

##### ***Schaduwwerking***

Het optreden van schaduwwerking bij scheepsradars kan relatief eenvoudig worden opgeheven door plaatsing van één of meerdere steunradars op de windturbines.

Softwarematig kan ook schaduwwerking worden aangepakt. De gevoeligheid van de scheepsradars kan lager worden gezet, waardoor dubbele schijndoelen worden verminderd. Een gevolg hiervan is dat kleinere schepen niet of minder goed waar te nemen zijn, wat nadelig is bij bijvoorbeeld SAR operaties.

#### Multipath

Multipath is minder eenvoudig op te heffen. De Nederlandse Kustwacht onderzoekt of de sensoren van de verschillende radarsystemen langs de Nederlandse kust gekoppeld kunnen worden. Technisch is dit goed uitvoerbaar.

Door HITT wordt een dergelijke koppeling ook gezien als een aanzienlijk technische verbetering. Op deze wijze kan met behulp van zogenaamde "multi-sensor fusion" het multipath effect worden gemitigeerd.

Wanneer bij realisatie van een offshore windpark één of meer steunradars bij het windpark worden geplaatst om schaduwwerking op te heffen, kunnen deze radars door middel van koppeling met andere radarsystemen ook worden ingezet om het multipath effect op te heffen. Omdat de inrichting van het windpark en de opstelling van de windturbines nauwelijks invloed heeft op de mate van radarverstoring, is een wijziging van de opstelling geen zinvolle mitigerende maatregel.

#### ***Vliegverkeer***

Bij realisatie zal het offshore windpark moeten worden opgenomen in de boeken en kaarten voor het luchtverkeer, zodat bij het opstellen van een vluchtplan rekening kan worden gehouden met het windpark. Met deze maatregel zal de veiligheid ter plaatse van Windpark Q4-WP nagenoeg gelijk zijn aan de huidige situatie.

Vanwege de vlieghoogte binnen HMR's (1.500 tot 3.000 voet) is het verplaatsen van deze routes in principe niet nodig. Het hoogteverschil ten opzichte van de windturbines is voldoende groot. Aangezien het mogelijk is dat helikopterterverkeer van de route afwijkt, kan het wenselijk zijn om helikopterterroutes te verplaatsen. De kans bestaat echter dat de bereikbaarheid van offshore mijnbouw installaties daardoor in het geding komt.

Wanneer helikopterterverkeer bij het uitvoeren van een noodprocedure een noodlanding op zee moet maken of bij Search and Rescue (SAR) acties bij platforms, kan het windpark een beperkte belemmering vormen voor helikopterterverkeer. In deze situaties kunnen de windturbines tijdelijk stilgezet worden.

## 13 ANDERE GEBRUIKSFUNCTIES

### 13.1 Inleiding

Bij de locatiekeuze van het windpark zijn de kaart “Overzicht gebruik Noordzee” van Rijkswaterstaat [V&W, 2007] en de richtlijnen van Rijkswaterstaat voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute [V&W, 2004b] als uitgangspunt genomen. Op de kaart “Overzicht gebruik Noordzee, kaart I” zijn diverse gebruiksfuncties aangegeven, zoals scheepvaartroutes, clearways, kabels en leidingen, olie- en gasplatforms, zandwingebieden, stortgebieden en militaire gebieden. Ook zijn de reeds vergunde en inmiddels gebouwde offshore windparken NSW en Q7-WP hierop aangegeven.

De hiervoor genoemde gebieden zijn uitgesloten als locatie voor een (nieuw) windpark. Ook gelden veelal veiligheidszones rond bestaande offshore installaties, kabels en leidingen. Dit neemt niet weg dat het windpark of het kabeltracé tussen het windpark en de kust andere gebruiksfuncties op de Noordzee kunnen beïnvloeden.

In dit hoofdstuk is voor de belangrijkste gebruiksfuncties aangegeven of en in welke mate deze worden beïnvloed door het windpark. De effecten van het windpark op de scheepvaart zijn beschreven in hoofdstuk 11 Scheepvaartveiligheid en blijven daarom in dit hoofdstuk buiten beschouwing. Op de effecten van het windpark op Vogel- en Habitatrichtlijngebieden wordt ingegaan in hoofdstuk 16.

In de volgende paragrafen wordt per gebruiksfunctie ingegaan op de huidige situatie en de wijze waarop deze functie eventueel wordt beïnvloed door het Windpark Q4-WP.

### 13.2 Visserij

Het windpark kan de visserij zowel direct als indirect beïnvloeden. Van directe beïnvloeding is sprake als het oppervlak aan visgronden wordt verminderd. Als indicatie voor de ligging van visgronden buiten de 12-mijlszone kan de verspreiding van de vissersvloot worden gehanteerd. De ligging van visgronden biedt ook globaal inzicht in de gevolgen van het windpark voor de bereikbaarheid van deze visgronden. Het windpark kan er namelijk toe leiden dat de vaartijd van schepen naar visgronden toeneemt, omdat schepen om het windpark moeten varen.

Indirecte effecten kunnen ontstaan door bijvoorbeeld veranderingen in stromingspatronen, veranderingen in de morfologie of door het ontstaan van nieuwe paaigebieden en kinderkamers voor diverse vissoorten. Voor de visserij is het van belang dat het huidige stromingspatroon in de Noordzee zo min mogelijk wordt gewijzigd. Veranderingen in het stromingspatroon kunnen namelijk de kinderkamerfunctie voor jonge vis en het transport van larven beïnvloeden. Zoals is beschreven in hoofdstuk 9 Morfologie en hydrologie heeft het windpark geen of slechts een verwaarloosbaar klein effect op het stromingspatroon en de morfologie.

Het windpark kan ook positieve gevolgen hebben voor de visserij. Omdat het windpark en de veiligheidszone rond het windpark worden afgesloten voor scheepvaart en visserij, kan het gebied dienen als refugium/oase en eventueel broedkamer voor het onderwaterleven (zie hoofdstuk 10 Onderwaterleven). In dit gebied kan bodemleven zich goed ontwikkelen. Dit biedt een voedselbron voor vissen. Het windpark kan ook een functie hebben als paaigebied en ontwikkelingsgebied voor vissen.

### 13.2.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Visserij vindt op de hele Noordzee plaats. De praktijk is dat overal wordt gevestigd, behalve daar waar het verboden is in verband met de ruimtelijke scheiding met andere functies, bijvoorbeeld bij offshore platforms en in opgroeigebieden van jonge vis. Het toekomstbeeld is een gezonde bedrijfstak, die op een ecologisch verantwoorde en efficiënte manier gebruik maakt van de zee [V&W, 1998a].

Bij vissersschepen wordt onderscheid gemaakt tussen schepen met een motorvermogen kleiner dan 300 pk en schepen met een motorvermogen groter dan 300 pk. Binnen de 12-mijlszone en in de Duitse Bocht is vissen alleen toegestaan voor boten met een motorvermogen van minder dan 300 pk. Deze schepen vissen in de kustzone voornamelijk op tong, schol en garnalen. Schelpdiervissers zijn vooral actief in de Voordelta. Vissersschepen met een vermogen groter dan 300 pk mogen alleen buiten de 12-mijlszone vissen. Voor deze vissersschepen zijn vooral de boomkor en spanzegen van belang. De visserij-intensiteiten in de Noordzee verschillen per gebied en per seizoen. De Nederlandse visserijvloot is voornamelijk actief in het zuidelijke en oostelijke deel van de Noordzee.

Sinds 2002 daalt het aantal kotters. Met name het aantal grote boomkorschepen (> 2.000 pk) neemt steeds verder af, in 2003 met circa 23%. De afname van het aantal schepen hangt samen met de daling van de vangstrechten. Sinds 1995 zijn de vangstrechten met circa 40% afgenomen [IDON, 2005]. De verwachting is dat het aantal vissersschepen de komende jaren verder zal afnemen.

Het geplande windpark ligt in ICES vak 34/F4. Uit onderzoek van het RIVO [2000] blijkt dat in dit ICES vak de boomkor het belangrijkste visserijtype is (zie tabel 13.1). Met de boomkor wordt voornamelijk gevestigd op platvissoorten zoals schol, tong, schar, tarbot en griet. In ICES vak 34/F4 wordt circa 54% van het totale aantal zeedagen gevestigd door de boomkorvisserij. Daarnaast is ook de spanzegen bodem (21% van het totale aantal zeedagen) van belang.

**Tabel 13.1 Gemiddeld aantal zeedagen per jaar (in de periode 1995 - 1999) per visserij type, per pk klasse en per ICES vak**

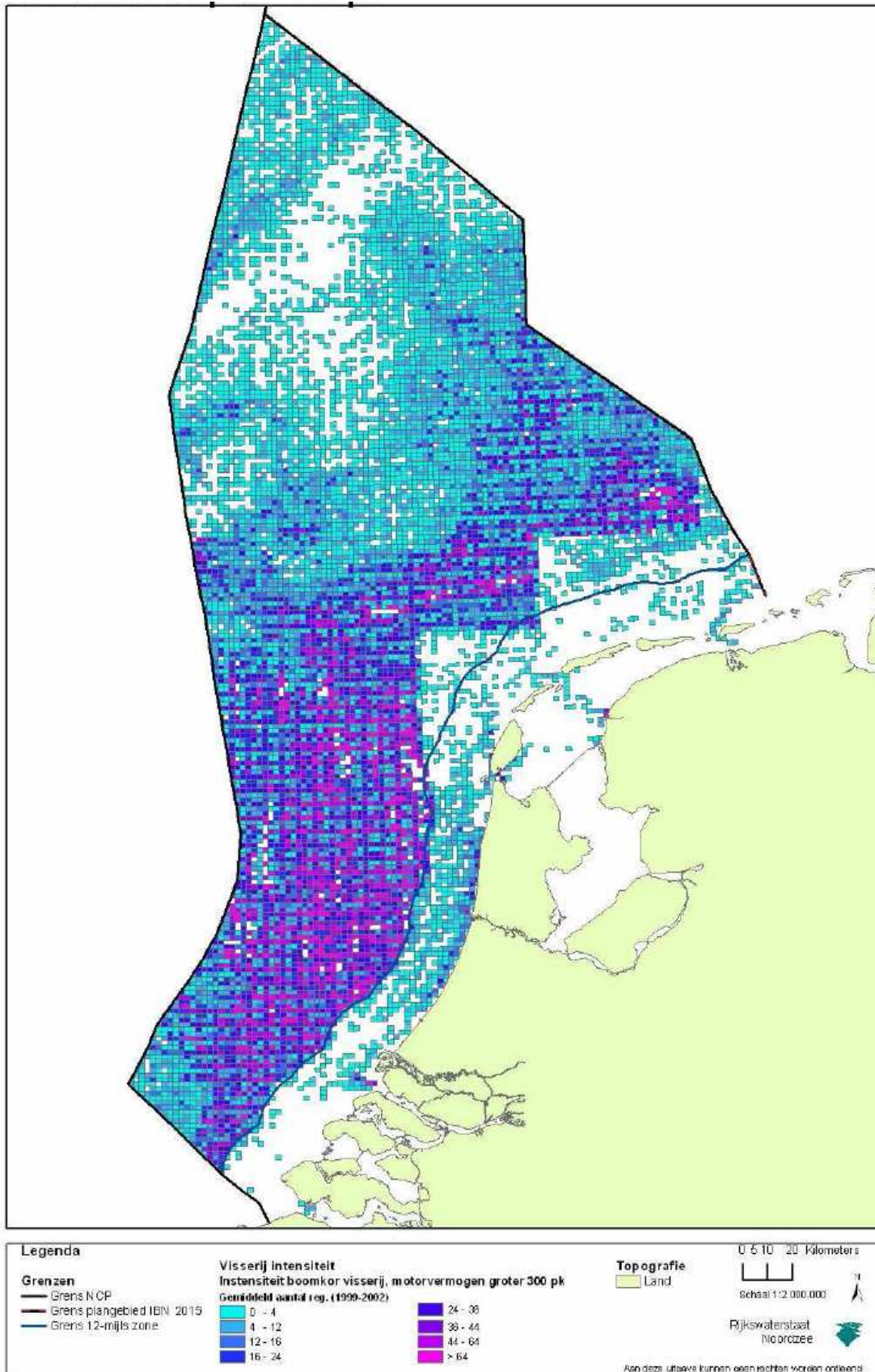
Soort visserij	pk klasse	ICES vak		
		33/F3	33/F4	34/F4
Staand want	225 - 300	252	147	357
	> 300	0		0
Bordentrawl bodem	225 - 300	128	377	238
	> 300	6	22	30
Bordentrawl water	225 - 300	4	5	11
	> 300	13	0	2
Spanzegen bodem	225 - 300	6	92	132
	> 300	13	244	462
Spanzegen water	225 - 300		0	3
	> 300	18	5	40
Schotse zegen	225 - 300			10
	> 300	3	0	4
Boomkor	225 - 300	884	1.355	991
	> 300	2.232	116	535
Divers onbekend	225 - 300	1	5	3

Wanneer gekeken wordt naar het aantal schepen per visserij type dat in ICES vak 34/F4 heeft gevist, blijkt dat 34/F4 de boomkorvisserij het belangrijkste type visserij is, gevolgd door de bordentrawl bodem en staand want (tabel 13.2).

**Tabel 13.2 Gemiddeld aantal vissende schepen per jaar (periode 1995-1998) per visserij type, pk klasse en per ICES vak**

Soort visserij	pk klasse	ICES vak		
		33/F3	33/F4	34/F4
Staand want	225-300	22,0	15,2	29,6
	> 300	0,2	0,0	0,2
Bordentrawl bodem	225-300	16,8	38,2	31,0
	> 300	1,4	5,0	7,2
Bordentrawl water	225-300	1,4	1,4	1,0
	> 300	1,2	0,2	2,6
Spanzegen bodem	225-300	2,6	10,0	13,8
	> 300	5,6	13,6	15,0
Spanzegen water	225-300	0,0	0,2	0,8
	> 300	4,6	2,0	7,2
Schotse zegen	225-300	0,0	0,0	1,8
	> 300	0,6	0,2	0,8
Boomkor	225-300	49,8	67,2	76,2
	> 300	66,2	29,8	57,4
Divers onbekend	225-300	0,4	1,0	1,2

De visserij-intensiteit van boomkorschepen groter dan 300 pk is weergegeven in figuur 13.1.

**Figuur 13.1** Visserij-intensiteit Nederlandse boomkorschepen groter dan 300 pk



### 13.2.2 Effecten van de inrichting

Het door de Nederlandse boomkorvissers in de Noordzee beviste gebied is circa 171.500 km<sup>2</sup> [RIVO, 2000]. Dit gebied omvat zowel het NCP (circa 57.000 km<sup>2</sup>) als gebieden daarbuiten. De bouw van het windpark leidt ertoe dat een gebied van circa 31 km<sup>2</sup> (inclusief de veiligheidszone van 500 m) wordt afgesloten voor de scheepvaart. Door de realisatie van het windpark gaat circa 0,018% van het beviste oppervlak verloren.

Bevissing vindt echter niet overal op het NCP in gelijke mate plaats. Dit komt omdat vissen specifieke habitats hebben en niet in de hele Noordzee worden aangetroffen. Dit betekent dat, als rekening wordt gehouden met specifieke habitats (onder meer waterdiepte en sedimentkorrelgrootte), het verlies aan specifieke visgronden groter kan zijn. Wanneer uitsluitend wordt gekeken naar gebieden met een diepte van 15 à 25 meter en met een sedimenttype van fijn tot middelgrof zand (circa 17% van het NCP [RIVO, 2000]), dan blijkt dat circa 0,32% van deze gebieden verloren gaat.

Het verlies aan visgronden zal een geringe toename van de visserijdruk op de overige vergelijkbare visgronden tot gevolg hebben. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip kleiner worden. Hoewel het effect moeilijk is te kwantificeren, zal het effect naar verwachting gering zijn [RIVO, 2000].

Het windpark kan er toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen van de haven naar de visgronden toeneemt, omdat vissersschepen moeten omvaren. De eventuele toename van vaartijd is moeilijk in te schatten, maar zal naar verwachting, zeker in vergelijking tot de totaal gevaren afstand, beperkt zijn.

De effecten van het windpark op de visserij worden, gezien het beperkte oppervlak dat wordt gesloten voor de visserij, neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

### 13.2.3 Effecten van aanleg en verwijdering

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben geen gevolgen voor de visserij, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepsbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering is zeer klein in verhouding tot het normale scheepvaartverkeer. De visserij wordt hierdoor niet belemmerd. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

### 13.2.4 Effecten van het kabeltracé naar de kust

#### ***Gebruik elektriciteitskabels***

De aanwezigheid van de elektriciteitskabels legt geen beperkingen op aan de sleepnetvisserij boven of in de omgeving van het kabeltracé. De kabels worden vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust tenminste 1 meter diep ingegraven. In het resterende gedeelte tot aan de kust worden de kabels tenminste 3 meter diep ingegraven. Deze ingraafdiepte is voldoende om beschadiging door boomkorvissers te voorkomen. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

#### ***Aanleg, onderhoud en verwijdering elektriciteitskabels***

Tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering van de elektriciteitskabels naar de kust kan de scheepvaart tijdelijk worden gehinderd. Deze eventuele hinder is echter van korte duur. Het effect op de visserij is nihil. Hoewel de tracélengte bij de verschillende aanlandingsvarianten verschilt, heeft dit geen onderscheidend effect.

De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

### 13.3 Militaire gebieden

Ruim 7% van het Nederlands deel van de Noordzee (circa 4.200 km<sup>2</sup>) heeft een militaire bestemming. Er zijn gebieden voor schietoefeningen, vlieg oefeningen en voor oefeningen met mijnen. Ook zijn er enkele munitiestortplaatsen, waar in het verleden oude munitie is gestort. Op de kaart 'Overzicht gebruik Noordzee' [V&W, 2007] zijn deze gebieden aangeduid als: militair gebied in het kader van het mijnbouwbesluit, militair vlieggebied, militair oefengebied en munitiegebied. Wanneer er geen oefeningen worden gehouden, maken, indien mogelijk, ook visserij en (niet-routegebonden) scheepvaart gebruik van sommige militaire gebieden [IDON, 2005]. Het gebruik van militaire terreinen op het NCP verandert in de komende jaren naar verwachting niet [IDON, 2005]. Vanwege het intensieve ruimtegebruik op de Noordzee is verplaatsing van deze activiteiten vrijwel niet mogelijk [V&W, 1998a]. Het Ministerie van Defensie is wel van plan om twee schietterreinen te sluiten van waaruit nu over zee geschoten wordt. Dit heeft echter nauwelijks gevolgen voor de omvang van onveilige gebieden op zee. Door de toenemende ruimtedruk op de Noordzee krijgt gecombineerd gebruik van oefengebieden steeds meer aandacht, bijvoorbeeld door militair gebied tijdelijk open te stellen voor zandwinning [IDON, 2005].

Bij de locatiekeuze voor het windpark is rekening gehouden met de aanwezigheid van gebieden met een militaire bestemming. Deze gebieden zijn op voorhand uitgesloten. Ook het kabeltracé en de tracévarianten doorkruisen deze gebieden niet.

Het dichtstbijzijnde gebied met een militaire bestemming ligt circa 4 km van het plangebied verwijderd. Het gaat om de militaire schietzone Petten (zie figuur 13.2). Het windpark, het kabeltracé en de tracévarianten hebben geen invloed op dit gebied. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

### 13.4 Olie- en gaswinning

Op de Noordzee ligt een groot aantal gebieden waarvoor concessies zijn verleend voor de opsporing en/of winning van olie en/of gas. In deze gebieden staan ongeveer 165 productieplatforms, waarvan het merendeel voor de winning van gas. Op tien locaties wordt olie gewonnen, waarvan op een enkele locatie olie én gas. Enkele van deze platforms liggen in de kustzee, het grootste deel bevindt zich echter op het centrale deel van het NCP. De gewonnen olie en gas wordt via pijpleidingen naar land getransporteerd. Rond de platforms wordt een veiligheidszone van 500 m gehanteerd. Binnen deze zone is scheepvaart niet toegestaan.

Door uitputting van productiegebieden, die al sinds de jaren '70 of '80 in productie zijn, neemt het aantal platforms op het NCP het komende decennium af. De komende jaren is de netto afname nog beperkt, omdat ongeveer vijftien nieuwe productielocaties in gebruik zullen worden genomen. Er resteren nog 55 locaties waar olie en/of gas voorkomt. Het is onzeker of deze locaties ooit in gebruik zullen worden genomen [IDON, 2005]. Het in productie nemen van deze locaties is afhankelijk van het toekomstige investeringsklimaat en de olieprijs.

Bij het zoeken naar een geschikte locatie voor het windpark is rekening gehouden met bestaande, vergunde en geplande platforms. Rond deze platforms geldt een veiligheidszone van 500 meter. Windpark Q4-WP ligt in een gebied waarvoor een concessie is verleend, namelijk aan Wintershall.

Er zijn geen (tijdelijk of definitief) verlaten boorgaten aanwezig in het plangebied. Binnen het concessiegebied staan drie platforms waar olie en/of gas wordt gewonnen. In figuur 13.2 zijn de platforms en andere gebruiksfuncties in en rond het plangebied aangegeven.

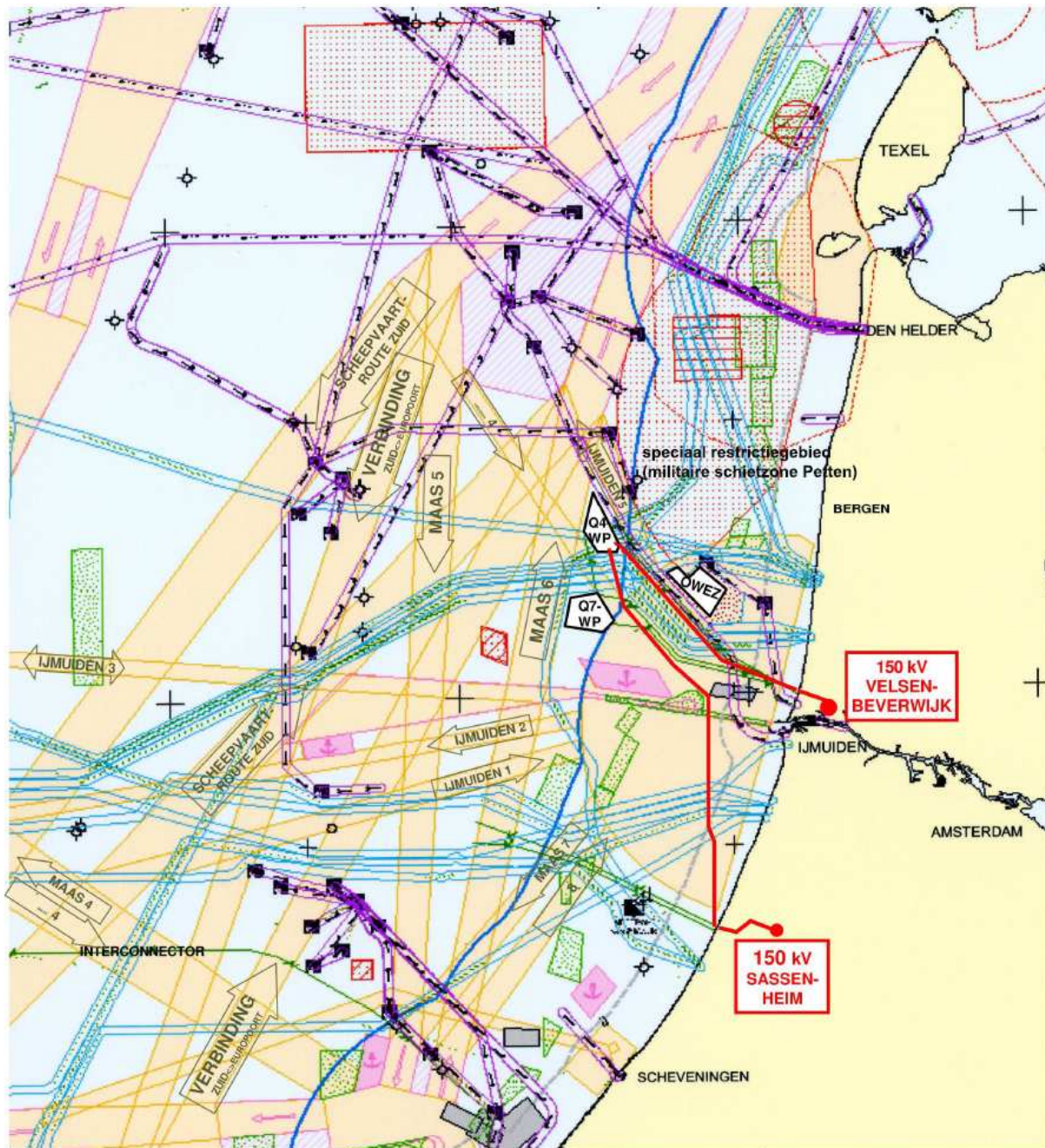
Uit de figuur blijkt dat binnen het windpark geen onder de zeebodem gelegen (tijdelijk of definitief) verlaten boorgaten liggen. Het windpark kan in de toekomst dus geen belemmering vormen indien de concessiehouders ter plaatse van het windpark activiteiten wensen te ondernemen. Uitwinning van de concessies is naar verwachting vanaf de bestaande platforms mogelijk. In nader overleg met de concessiehouders kan bepaald worden of bij de inrichting van het windpark maatregelen getroffen kunnen en moeten worden om toekomstige uitwinning van de concessie niet te belemmeren.

Het eventuele effect wordt neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

Het kabeltracé kruist diverse kabels en leidingen. Dat geldt ook voor beide varianten. Kruising van kabels en leidingen komt op meer plaatsen voor en vormt geen beperking voor het gebruik.

Het eventuele effect wordt neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

**Figuur 13.2** Kaart offshore activiteiten Nederlands Continentaal Plat



**OFFSHORE WINDPARK Q4-WP  
OVERZICHTSKAART LOCATIE &  
KABELTRACÉS & GEBRUIKSFUNCTIES**

### 13.5 Zand-, grind- en schelpenwinning

Op de Noordzee mogen zand, grind en schelpen worden gewonnen. Grindwinning vindt momenteel niet plaats. Schelpenwinning vindt vooral plaats in de buitendelta's en zeegaten van de Waddenzee en voordelta's, waar maximaal 40.000 m<sup>3</sup> per jaar mag worden gewonnen [IDON, 2005]. Zandwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijne en in de vaargeulen (Euromaasgeul en IJgeul). Diepe zandwinning is toegestaan vanaf 2 km zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijne. Momenteel wordt jaarlijks ongeveer 30 miljoen m<sup>3</sup> zand gewonnen [IDON, 2005]. Hiervan wordt 20 miljoen m<sup>3</sup> gebruikt voor ophoogzand en 15 miljoen m<sup>3</sup> voor de kustverdediging (vooroever- of suppletiezand). Scenarioberekeningen in het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (RON) laten zien dat tot 2020 jaarlijks gemiddeld 29 miljoen m<sup>3</sup> zand nodig is voor ophoging en ongeveer 12 miljoen m<sup>3</sup> per jaar voor suppletie. Voor de Zeeuwse kust ligt een reserveringsgebied voor de winning van beton- en metselzand. Winning van beton- en metselzand is op korte termijn niet te verwachten. Dit zand bevindt zich in diepere lagen in de bodem en is alleen rendabel te winnen in combinatie met de winning van de daarboven gelegen zandlagen. Bij de aanleg van de Tweede Maasvlakte is de komende jaren nog eens 300 miljoen m<sup>3</sup> extra ophoogzand nodig. Voor de winning van dit zand is een zoekgebied gereserveerd van circa 1.400 km<sup>2</sup>. Het zoekgebied beslaat een halve cirkel met een straal van 30 km vanaf Hoek van Holland.

Bij de locatiekeuze is rekening gehouden met de gebieden voor de winning van zand, schelpen en grind. Deze gebieden zijn bij de locatiekeuze uitgesloten. Ook het kabeltracé en de tracévarianten doorkruisen deze gebieden niet. Het zoekgebied voor zandwinning voor de Tweede Maasvlakte ligt op meer dan 50 km afstand van het plangebied. De dichtstbijzijnde zandwingebieden liggen op circa 12,5 km afstand van het plangebied. Het dichtstbijzijnde schelpenwingebied ligt voor de kust van Texel.

Het windpark en het kabeltracé hebben geen invloed op deze gebieden (effectbeoordeling: 0). Er is geen verschil tussen de varianten

### 13.6 Baggerstort

Bagger wordt op zee gestort in zogeheten verdiepte loswallen. Dit zijn kuilen, die in de zeebodem zijn gegraven en waarin de bagger wordt gestort. Langs de kust ligt een drietal baggerstortlocaties: Noord-West, de verdiepte loswal voor Rotterdam en een locatie ten noorden van de pier bij IJmuiden. Het kabeltracé en de tracévarianten doorkruisen geen baggerstortlocaties.

Het windpark en het kabeltracé hebben geen invloed op deze gebieden (effectbeoordeling: 0). Er is geen verschil tussen de varianten

### 13.7 Kabels en leidingen

#### ***Bestaande kabels en leidingen binnen het windpark***

Door het windpark Q4-WP lopen twee bestaande telecomkabels, te weten de UNKL14 kabel en de TAT-14 kabel. Realisatie van het windpark kan van invloed zijn op de mogelijkheden voor onderhoud en reparatie van deze en andere bestaande kabels en leidingen. De vaartuigen voor onderhoud en reparatie hebben een zekere manoeuvreerruimte nodig. Bij onderwaterwerkzaamheden gaan de vaartuigen voor anker, de ankerdraden kunnen hierbij enkele honderden meters naar voren en achteren worden uitgezet.

Om te voorkomen dat nieuw aan te leggen offshore windparken belemmeringen vormen voor het onderhoud aan bestaande kabels en leidingen, heeft Rijkswaterstaat richtlijnen opgesteld [V&W, 2004b]. Eén van de richtlijnen heeft betrekking op de onderhoudszone langs kabels en leidingen.

Langs bestaande kabels en leidingen dient een onderhoudszone van 500 tot 1.000 meter (aan één zijde 500 m en aan de andere zijde 1.000 m) vrij te worden gehouden. In deze zone mogen geen windturbines worden geplaatst. Hierbij is rekening gehouden bij de opstelling van de windturbines. De turbines zijn zo geplaatst, dat aan één zijde van beide kabels een zone van 1.000 meter vrijgelaten is en aan de andere zijde een zone van 500 meter (zie ook alinea "Aanwezigheid van bestaande telecomkabels in het geplande windpark" van paragraaf 4.1).

In overleg met de eigenaren en beheerders van deze telecomkabels zal bekeken worden welke praktische afspraken gemaakt kunnen worden voor eventuele werkzaamheden aan de telecomkabels binnen het windpark. Enerzijds zal de kans op beschadiging van de telecomkabel afnemen doordat (vissers)schepen niet meer het windparkgebied mogen bevaren en bevissen. Anderzijds dienen bij een onverhoopte schade aan een telecomkabel goede afspraken te worden gemaakt over de wijze van kabelzoeken (of er betere mogelijkheden zijn dan kabelzoeken met een sleepanker) en het ankeren van het reparatieschip.

Bij dit overleg kunnen ook de mogelijkheden besproken worden om deze telecomkabels op kosten van het windpark te verleggen buiten het windpark.

#### ***Bestaande kabels en leidingen kruisend met het kabeltracé naar de kust***

Het kabeltracé en de tracévarianten kruisen een aantal kabels. Het tracé naar het aanlandingspunt IJmuiden, de voorkeursvariant, kruist zeven keer een in gebruik zijnde telecomkabel, één keer een verlaten telecomkabel, een gasleiding, een olieleiding en drie elektriciteitskabels. De verlaten telecomkabel zal plaatselijk worden verwijderd.

De tracévariant naar het aanlandingspunt bij Noordwijk kruist tien keer een in gebruik zijnde telecomkabel. Het tracé kruist geen olie- of gasleiding, maar wel één elektriciteitskabel.

In hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit en varianten is de wijze waarop de bestaande kabels en leidingen zullen worden gekruist, beschreven.

Bij de aanleg en het gebruik van het windpark en het kabeltracé naar de kust zal rekening worden gehouden met aanwezige kabels en leidingen en vergunde en gereserveerde tracés. Kruising van kabels en leidingen komt op meer plaatsen voor en vormt geen beperking voor het gebruik. Effecten worden dus niet verwacht.

Het effect wordt neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Er is geen verschil tussen de varianten.

### **13.8 Recreatie**

Langs de kust vinden diverse vormen van recreatie plaats. Bezoekers van het strand maken gebruik van de zone rond de laagwaterlijn. Vormen van watersport als surfen, kite-surfen en deltavliegen maken gebruik van de zone vlak onder de kust. De sportvisserij vindt plaats vanaf strand, zeedijk en vanaf boten. De recreatievaart en ook de chartervaart maken voornamelijk gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden en Hoek van Holland worden ook oversteken gemaakt naar Engeland.

Voor de recreatie langs de kust en in de duinen zijn de zichtbaarheid en het geluid van het park van belang. Het windpark zal gezien de afstand tot de kust (circa 24 km) niet hoorbaar zijn vanaf de kust. De zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is behandeld in hoofdstuk 8 Landschap.

Hieruit blijkt dat het windpark het grootste deel van de tijd niet zichtbaar zal zijn vanaf de kust. Over beleving van een offshore windpark door recreanten is nog weinig bekend. Dit aspect zal onder meer in het kader van het MEP-NSW nader worden onderzocht. Daarbij dient bedacht te worden dat het NSW aanzienlijk dichterbij de kust geplaatst is dan Windpark Q4-WP.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten te dicht bij het windpark komen. Het windpark en een veiligheidszone van 500 meter rond het windpark is gesloten voor alle scheepvaart, dus ook recreatievaart. Overigens is het risico voor de windturbines zeer beperkt ten opzichte van de risico's als gevolg van scheepvaart in het algemeen (zie hoofdstuk 11 Scheepvaartveiligheid). Recreatievaartuigen hebben kleinere afmetingen, een lagere massa en een grotere wendbaarheid.

Het voor de recreatievaart beschikbare zeegebied wordt door de aanwezigheid van het windpark beperkt. Dit effect is echter verwaarloosbaar.

De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Er is geen verschil tussen de varianten.

### **13.9 Cultuurhistorie en archeologie**

Gebieden of objecten, die van cultuurhistorisch of archeologisch belang zijn, worden cultuurhistorische waarden genoemd. Conform het Verdrag van Malta dienen eventueel aanwezige cultuurhistorische waarden zoveel mogelijk beschermd en behouden te worden.

Ter plaatse van het windpark en het bijbehorende kabeltracé zal het veelal gaan om scheepswrakken. Voor zover bekend liggen er in het plangebied geen scheepswrakken. De Noordzee-Atlas geeft een lage verwachting voor de vondst van cultuurhistorische waarden in het plangebied [V&W, 2004c].

Voorafgaand aan de aanleg van het windpark en het kabeltracé vindt een geotechnisch bodemonderzoek plaats. Uit dit onderzoek komt naar voren of en zo ja, waar zich eventuele scheepswrakken en objecten bevinden. Aan de hand van deze gegevens kan eventueel de exacte positionering van een windturbine of het kabeltracé aangepast worden aan aanwezige cultuurhistorische waarden. Belangrijke waarden in de zeebodem worden op deze wijze ontzien.

Wanneer tijdens het bodemonderzoek cultuurhistorische waarden worden aangetroffen, zal dit worden gemeld aan het Bevoegd Gezag en aan de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek. In overleg met het Bevoegd Gezag wordt besloten op welke wijze de cultuurhistorische waarden zo goed mogelijk kunnen worden behouden.

De effecten van het windpark worden neutraal beoordeeld (0). Dat geldt voor alle varianten.

De effecten van het kabeltracé en de tracévarianten worden neutraal beoordeeld (0) omdat rekening gehouden wordt met eventuele cultuurhistorische waarden die worden gevonden.

### **13.10 Mosselzaad invanginstallaties**

Recent zijn enkele experimenten met mosselzaad invanginstallaties (MZI) opgezet. Dit zijn installaties bestaande uit kabels, netten en boeien, waar mosselzaad zich aan kan hechten. Op basis van de uitkomst van dit onderzoek zal het Kabinet in 2007/2008 besluiten of en onder welke voorwaarden in de Nederlandse kustwateren en/of de Noordzee ruimte gereserveerd kan worden voor commerciële toepassing van MZI's.

In het kader van de planontwikkeling van het project Offshore Windpark Q7-WP is in 2002/2003 onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van een MZI bij dit windpark. Wanneer tussen de ondersteuningsconstructies van vier windturbines kweekstroken worden bevestigd, wordt een jaarlijkse opbrengst van 2 à 3 miljoen kg mosselzaad verwacht.



Het ligt in de bedoeling om bij windpark Q7-WP een proefproject met een MZI uit te gaan voeren. De MZI zal worden bevestigd aan de ondersteuningsconstructie van twee of meer windturbines. Dit proefproject zal meer informatie moeten verschaffen over de mogelijkheden en de effecten van MZI's bij offshore windparken. Het invangen van mosselzaad in offshore windparken vormt een aanvulling op conventionele vormen van mosselzaadwinning en betekent een ontlasting voor de mosselzaadwinning in kwetsbare gebieden, zoals bijvoorbeeld de Waddenzee.

Er zijn geen effecten te verwachten van het voorgenomen windpark op MZI's, die elders in de EEZ worden aangelegd.

### 13.11 Overige ontwikkelingen in zee

#### ***Tweede Maasvlakte***

In 2008 is gestart met de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Ter compensatie wordt een zeereservaat van 245.550 hectare in de Voordelta gerealiseerd (figuur 13.3). Binnen het zeereservaat zal een aantal beperkingen gelden voor menselijke ingrepen, zodat natuurlijke processen zich ongestoord kunnen ontwikkelen.

De kleinste afstand van het zeereservaat tot het plangebied bedraagt circa 70 km.

De realisatie van de Tweede Maasvlakte zal invloed hebben op het stromingspatroon en daarmee ook het sedimenttransport langs de kust. De verwachting is dat dit effect geen gevolgen heeft in het plangebied.

Het windpark, het kabeltracé en de tracévarianten hebben geen invloed op de Tweede Maasvlakte en het zeereservaat (effectbeoordeling: 0).

**Figuur 13.3** *Het zeereservaat*



#### ***Near Shore Windpark (thans OWEZ)***

Het NSW is gebouwd voor de kust van Egmond aan Zee op circa 8 – 15 km uit de kust in water met een diepte van circa 18 – 20 meter (MSL). Het NSW bestaat uit 36 windturbines elk met een vermogen van 3 MW. Als gevolg van de grote onderlinge afstand worden geen effecten verwacht voor het NSW als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Q4-WP, het kabeltracé of de tracévarianten (effectbeoordeling: 0).

#### ***Offshore Windpark Q7-WP***

Offshore Windpark Q7-WP is gebouwd op ruim 23 km uit de kust voor IJmuiden in water met een diepte van circa 20 - 28 meter (MSL). Q7-WP bestaat uit 60 windturbines elk met een vermogen van 2 MW.



Als gevolg van de grote onderlinge afstand worden geen effecten verwacht voor Offshore Windpark Q7-WP als gevolg van de aanleg en het gebruik van Windpark Q4-WP, het kabeltracé of de tracévarianten (effectbeoordeling: 0).

### **Overige offshore windparken**

Er zijn een groot aantal initiatieven voor de realisatie en exploitatie van offshore windparken buiten de 12-mijls zone in de EEZ. Het plangebied voor enkele initiatieven overlapt met dat van andere initiatieven. Op dit moment is nog niet duidelijk welke offshore windparken en in welke volgorde deze gerealiseerd zullen gaan worden.

Het Ministerie van Economische Zaken streeft ernaar dat tot 2010 naast Q7-WP en het NSW nog 450 MW aan offshore windparken wordt gerealiseerd. Dit betekent dat waarschijnlijk tot 2010 slechts twee of drie offshore windparken gerealiseerd kunnen worden.

Omdat de locatie van deze windparken nog niet bekend is, is ook nog niets te zeggen over een eventueel effect op een of meer van deze windparken als gevolg van de aanleg en exploitatie van Windpark Q4-WP.

### **13.12 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving**

Uit de voorgaande effectbeschrijving blijkt dat er vrijwel geen effecten optreden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. Dit komt met name doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties op de EEZ en in de omgeving van het plangebied.

**Tabel 13.3 Effectbeoordeling gebruiksfuncties**

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
<b>Effecten windpark</b>				
<i>Gebruik windpark</i>				
Visserij	0	0	0	0
Militaire gebieden	0	0	0	0
Olie- en gaswinning	0	0	0	0
Zand- en schelpenwinning	0	0	0	0
Baggerstort	0	0	0	0
Kabels en leidingen	0	0	0	0
Recreatie	0	0	0	0
Cultuurhistorie/archeologie	0	0	0	0
Overige ontwikkelingen	0	0	0	0
<i>Aanleg en verwijdering windpark</i>	0	0	0	0
<i>Onderhoud windpark</i>	0	0	0	0
<b>Effecten kabeltracé</b>				
<i>Gebruik kabel</i>	0	0	0	0
<i>Aanleg en verwijdering kabel</i>	0	0	0	0
<i>Onderhoud kabel</i>	0	0	0	0

### **13.13 Mitigerende maatregelen**

Bij geen van de toetsingscriteria treden significante effecten op. Er is dan ook geen aanleiding voor mitigerende maatregelen.

## 14 ENERGIEOPBRENGST EN VERMEDEN EMISSIES

### 14.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de energieopbrengst en de daarmee samenhangende vermeden emissies. Ook wordt inzicht gegeven in de aspecten duurzaamheid en energiebalans.

### 14.2 Energieopbrengst

De energieopbrengst van een windpark op een specifieke locatie hangt af van een groot aantal factoren. De belangrijkste factoren zijn het windklimaat, de omgevingsgesteldheid (orografie en ruwheid van het landschap), de vermogenskarakteristiek van de windturbines en het parkeffect. Deze factoren worden voor Windpark Q4-WP hierna besproken. Daarnaast speelt nog een aantal andere factoren een rol, zoals niet-beschikbaarheid van de windturbines, de ruwheid van het rotorblad, beschikbaarheid van het elektriciteitsnet waarop wordt ingevoed en transportverliezen tijdens het energietransport naar het aansluitpunt met het landelijk hoogspanningsnet.

#### ***Windklimaat op zee***

Het windklimaat in het Nederlandse deel van de Noordzee wordt sterk bepaald door overtrekkende depressies, de luwte die Engeland introduceert en de luwte van de Nederlandse kust zelf. In de praktijk betekent dit, dat in de eerste 10 kilometer vanaf de kust de windsnelheid sterk zal toenemen, waarna de toename afvlakt.

Om inzicht te krijgen in de langjarig gemiddelde windsnelheid ter plaatse van het plangebied zou ter plaatse met een windsnelheidsmeter (anemometer) die op ashoogte wordt geplaatst in een meetmast, gedurende langere tijd gemeten moeten worden. Dit zou betekenen dat op de locatie al meerdere jaren een windmeetmast zou hebben moeten staan. In de praktijk maakt men vrijwel altijd gebruik beschikbare langjarige meetgegevens van andere locaties, welke omgerekend worden naar de locatie Q4-WP.

#### ***Gebruikte winddata***

Over het windklimaat op land is vrij veel bekend. Over het windklimaat boven zee zijn minder gegevens bekend. Voor het windklimaat boven zee geldt, net als voor het windklimaat op land, dat sprake is van een horizontale en verticale structuur in de wind. Op land is de ruimtelijke verdeling goed bekend, omdat data beschikbaar zijn van een groot aantal meetstations. Ook over de verticale opbouw van de wind boven land is veel bekend, onder meer uit data van hoge windmeetmasten zoals bij Petten en Cabauw. Van een aantal meetstations op zee zijn langjarige meetgegevens beschikbaar. Het gaat hierbij echter veelal om metingen verricht op lagere hoogtes dan voor windenergie van belang is. Er is veel minder bekend over de verticale opbouw van de wind boven zee. Bij de omrekening van de data van de meetstations op zee naar het verwachte windaanbod op de ashoogte van offshore windturbines moet dus een conservatieve benadering worden gevolgd.

Daarnaast is voor het berekenen van de verwachte energieopbrengst van Windpark Q4-WP gebruik gemaakt van de winddata van de meetmast van het NSW. Deze mast bevindt zich op ongeveer 15 km uit de kust voor Egmond aan Zee. De meetmast meet de windsnelheid onder meer op 70 m en 116 m. Met behulp van de gebruikelijke omrekenmethodiek zijn de windgegevens die over één jaar zijn verzameld, vertaald naar een langjarig gemiddeld windaanbod.

Door gebruik te maken van de windmeetmast van het NSW zijn meer gegevens bekend over het verticale windprofiel en over de windsnelheid op ashoogte.

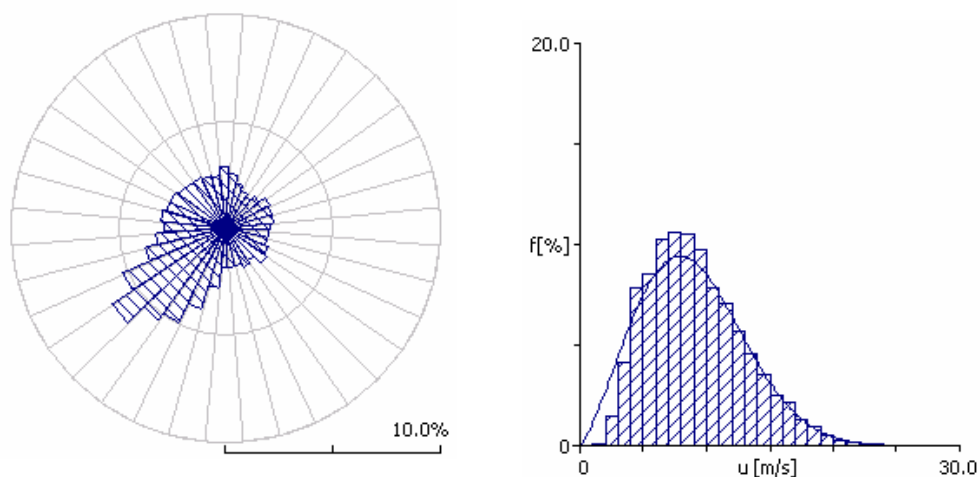
Daarnaast moeten de gegevens van de windmeetmast van het NSW vertaald worden naar de locatie Q4-WP (de horizontale structuur van de wind boven zee). In Coelingh *et al.* [1996] is een inschatting gemaakt van de ruimtelijke variatie van de wind. Als maximale waarde voor de windsnelheid op ashoogte (70 meter) en op de locatie volgt hieruit een langjarig gemiddelde windsnelheid van 9,4 m/s. Op basis van andere methodieken is voor Windpark Q4-WP een langjarig gemiddelde windsnelheid berekend van 9,1 m/s op ashoogte. Deze waarde valt binnen de standaarddeviatie van de met behulp van de meetmast van het NSW gemeten windkarakteristieken.

Hoewel de verwachting is dat het windaanbod op de locatie Q4-WP iets hoger (circa 3%) is dan op de locatie van het NSW, is dit verschil op basis van de beschikbare gegevens, niet exact te berekenen. Om die reden is er voor gekozen uit te gaan van een conservatieve benadering voor het windaanbod op de locatie Q4-WP.

### **Windkarakteristiek**

Het windaanbod wordt meestal beschreven met een Weibull-verdeling (kansverdeling). De Weibull-verdeling wordt beschreven met twee factoren. De schaalparameter (A) en de vormparameter (k). De windroos beschrijft de windrichtingverdeling over 36 sectoren. In de onderstaande figuur zijn de windroos en Weibull-verdeling weergegeven. Deze zijn afkomstig van de uit de met de meetmast van het NSW verzamelde meetgegevens en het daaruit afgeleide windklimaat.

**Figuur 14.1 Windroos en frequentie distributie van de berekende langjarig gemiddelde windsnelheid op de locatie van het NSW**



De gevonden Weibull factoren  $k$  en  $A$  op een ashoogte van 70 m zijn respectievelijk 2,31 [-] en 10,1 [m/s].

Voor het berekenen van de energieopbrengst voor verschillende ashoogten zijn de gegevens uit tabel 14.1 gebruikt.

**Tabel 14.1 Windsnelheid en Weibull factoren voor verschillende ashoogten**

	Hoogte [m]	Windsnelheid [m/s]	Weibull A-factor [m/s]	Weibull k-factor
3 MW windturbine	65	9,0	10,1	2,4
4,5 MW windturbine	80	9,2	10,4	2,4

**De WAsP WindPRO methode**

Bij de energieopbrengstberekening wordt gebruik gemaakt van het standaard stromingsmodel, dat is gebaseerd op de Europese windatlas. Dit model is beschikbaar in de vorm van het software programma Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP). Met dit programma kan het verwachte langjarig gemiddelde windaanbod op een locatie berekend worden. De berekening is gebaseerd op winddata, die afkomstig zijn van drie meetstations op de Noordzee: Meetpost Noordwijk, Meetpost Eurogeul en K13. Vervolgens kan met behulp van het software programma WindPro voor verschillende windturbines en gebruikmakend van het berekende windaanbod de verwachte energieproductie berekend worden. Daarbij is voor de 3 MW varianten gebruik gemaakt van de vermogenskarakteristiek van de Vestas V90-3.0 MW offshore windturbine. Voor de 4,5 MW varianten is gebruik gemaakt van een voorlopige vermogenskarakteristiek van een prototype Vestas V120-4,5 MW, zoals die door de fabrikant onder voorbehoud is afgegeven. In de onderstaande tabel is voor de 3 MW basisvariant de verwachte langjarig gemiddelde netto energieopbrengst berekend.

**Tabel 14.2 Berekening netto energieopbrengst 3 MW basisvariant**

	Correctie (%)	Opbrengst (MWh/jaar)
Bruto energieopbrengst 3 MW basisvariant		540.000
Parkeffect (is reeds verwerkt in de bruto energieopbrengst)	(-7,2%)	
Beschikbaarheid windturbines	-8,0%	
Elektrische verliezen	-3,5%	
Aan/uit switch gedrag bij hoge windsnelheden	-1,0%	
Stilstand als gevolg van ijsvorming en bladonderhoud	-1,0%	
Onderhoud aan hoogspanningsstation	-0,5%	
Niet beschikbaar aansluiting op landelijk net	-0,5%	
Netto energieopbrengst 3 MW basisvariant		465.200

De belangrijkste correctiefactor op de bruto energieopbrengst is het parkeffect. Deze wordt door WindPro berekend op basis van een standaard empirisch model. Een tweede belangrijk effect waarvoor is gecorrigeerd, is de niet-beschikbaarheid van de windturbines (8%). Het gaat hierbij om niet-beschikbaarheid ten gevolge van storingen. Dit percentage is afhankelijk van het type windturbine en de wijze van monitoring en beheer, onderhoud en de contractuele afspraken met betrekking tot het verhelpen van storingen. Het hier vermelde percentage van 8% wordt ook gehanteerd voor het NSW en wordt als conservatief beschouwd.

De derde verliesfactor heeft te maken met verliezen tijdens het transport van elektriciteit van de windturbines naar het hoogspanningsstation, de transformatie in het hoogspanningsstation naar 150 kV en het transport naar de kust naar het aansluitpunt met het landelijk hoogspanningsnet.

Om de transportverliezen over de relatief lange verbinding naar de kust en het aansluitpunt met het landelijk net te beperken, wordt gebruik gemaakt van een transportspanning van 150 kV.

Andere verliesfactoren zijn stilstand als gevolg van ijsafzetting op de rotorbladen en onderhoud aan de rotorbladen, de hysteresis die optreedt wanneer de windturbines worden afgeschakeld vanwege hoge windsnelheden, onderhoud aan het offshore hoogspanningsstation en het niet beschikbaar zijn van het landelijk net ter plaatse van de aansluiting en/of het niet beschikbaar zijn van deze aansluiting.

Op deze wijze is ook voor de andere inrichtingsvarianten de verwachte langjarige gemiddelde netto energieopbrengst berekend. De gehanteerde correctiefactoren zijn, met uitzondering van het parkeffect, hetzelfde als bij de 3 MW basisvariant. In tabel 14.3 zijn het parkeffect en de verwachte langjarige gemiddelde netto energieopbrengst per inrichtingsvariant weergegeven.

**Tabel 14.3 Parkeffect en netto energieopbrengst per variant**

Varianten	Parkeffect	Netto energieopbrengst (MWh/jaar)	
		Windpark	Per km <sup>2</sup>
3 MW basisvariant	7,2%	465.200	23.900
3 MW compacte variant	14,1%	651.300	33.400
4,5 MW basisvariant	6,2%	456.000	23.400
4,5 MW compacte variant	11,9%	760.000	39.000

Uit tabel 14.3 blijkt dat de netto energieopbrengst van de inrichtingsvarianten sterk verschilt. Het verschil in netto energieopbrengst tussen de varianten wordt in belangrijke mate bepaald door de onderlinge afstand tussen de windturbines en minder door het vermogen van de windturbine (3 MW of 4,5 MW). Bij de compacte variant is de netto energieopbrengst ongeveer 30% tot 40% hoger dan bij de basisvariant. Dit komt doordat meer windturbines op hetzelfde oppervlak worden geplaatst.

De 4,5 MW compacte variant heeft de hoogste netto energie opbrengst (760.000 MWh/jr) en de 4,5 MW basisvariant de laagste (456.000 MWh/jr). Ook als gekeken wordt naar efficiënt ruimtegebruik, dat wil zeggen de netto energieopbrengst per eenheid van ruimte, is de netto energieopbrengst van de compacte varianten ongeveer 30% tot 40% hoger dan de basisvarianten.

### 14.3 Vermeden emissies

Het windpark levert onder andere een bijdrage aan de reductie van de emissies van CO<sub>2</sub> (broeikasgas) en NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> (verzurende stoffen). Ook komt bij de productie van elektrische energie door middel van windenergie geen koelwater vrij, zoals bij thermische centrales wel het geval is. Productie van elektriciteit door middel van windenergie draagt bij aan de besparing van aardgas. Aardgas kan dan worden gebruikt voor meer hoogwaardige toepassingen.

De bijdrage aan de reductie van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> is recht evenredig met de netto energieopbrengst. In tabel 14.4 zijn de vermeden emissies CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> weergegeven voor het windpark en per vierkante kilometer. De reductie is berekend aan de hand van het huidige gebruik van brandstoffen bij Nederlandse elektriciteitscentrales.

Hierbij zijn de volgende kengetallen gehanteerd: 71,2 kg CO<sub>2</sub>/GJ [SenterNovem, 2004], 0,07 kg NO<sub>x</sub>/GJ en 0,02 kg SO<sub>2</sub>/GJ [Seebregts & Volkers, 2005].

Voor het rendement van de Nederlandse elektriciteitscentrales is uitgegaan van 42,9% [SenterNovem, 2004].

De vermeden emissies zijn bij de compacte varianten (3 MW en 4,5 MW) het hoogst. Dit hangt samen met de hogere netto energieopbrengst bij de compacte varianten. De verschillen tussen 3 MW en 4,5 MW windturbines zijn relatief beperkt.

Bij de compacte varianten (3 MW en 4,5 MW) zijn de vermeden emissies 30% tot 40% hoger dan bij de basisvarianten (3 MW en 4,5 MW).

De 4,5 MW compacte variant scoort het beste. De vermeden emissies zijn bij deze inrichtingsvariant het hoogst. Dit geldt ook als gekeken wordt naar de vermeden emissies per km<sup>2</sup>. Het verschil met de 3 MW compacte variant is niet heel groot.

**Tabel 14.4 Vermeden emissies**

Varianten	Vermeden CO <sub>2</sub> emissie (ton/jr)		Vermeden NO <sub>x</sub> emissie (ton/jr)		Vermeden SO <sub>2</sub> emissie (ton/jr)	
	Windpark	Per km <sup>2</sup>	Windpark	Per km <sup>2</sup>	Windpark	Per km <sup>2</sup>
3 MW basisvariant	279.300	14.300	275	14	130	7
3 MW compacte variant	391.000	20.100	384	20	182	9
4,5 MW basisvariant	273.700	14.000	269	14	128	7
4,5 MW compacte variant	456.200	23.400	448	23	213	11

#### 14.4 Toetsing aan beleidsdoelstellingen ten aanzien van duurzame energie

In diverse beleidsdocumenten zijn doelstellingen geformuleerd ten aanzien van duurzame energie en de reductie van CO<sub>2</sub>. De belangrijkste doelstellingen zijn weergegeven in tabel 14.5.

**Tabel 14.5 Overzicht doelstellingen ten aanzien van duurzame energie**

Beleid	Doelstelling
Nota Ruimte (2005)	In 2020 6.000 MW geïnstalleerd windturbinevermogen op zee
Evaluatienota Klimaatbeleid (2005)	Reductie CO <sub>2</sub> 40 megaton/jaar
EU richtlijn Duurzame Energie (2001/77/EG)	In 2010 dient 9% van het elektriciteitsverbruik te bestaan uit duurzaam opgewekte elektriciteit
Derde Energienota (1996)	In 2020 dient 10% van het totale energiegebruik duurzaam te worden opgewekt en 1,7% van het totale energiegebruik uit windenergie
Regeringsbeleid (2006)	In 2020 dient 20% van het totale energiegebruik duurzaam te worden opgewekt.

In tabel 14.6 wordt de bijdrage van Windpark Q4-WP aan de diverse doelstellingen weergegeven. Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan de elektriciteits- en energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2004. Toen bedroeg het elektriciteitsverbruik in Nederland 108.526 GWh en het energieverbruik 920.563 GWh.

Windpark Q4-WP levert een aanzienlijke bijdrage aan de doelstellingen ten aanzien van duurzame elektriciteit (9% in 2010) en energie (1,7% windenergie in 2020).

Ten aanzien van duurzame elektriciteit is de bijdrage, afhankelijk van de variant, 4,7 à 7,8 %. Voor duurzame energie is deze bijdrage 2,9 à 4,9 %. De feitelijke bijdragen zullen lager uitkomen, doordat in 2010 resp. 2020 het elektriciteits- en energieverbruik hoger zal zijn.

**Tabel 14.6 Bijdrage Windpark Q4-WP aan doelstellingen**

Varianten	6.000 MW windenergie vermogen op zee	reductie CO <sub>2</sub> 40 megaton/jaar	9% duurzame elektriciteit	1,7% van de totale energiegebruik dient met windenergie te worden opgewekt
Basisvariant 3 MW	2,0% (120 MW)	0,7% (0,28 Mton/jr)	4,8 % (465 GWh/jr)	3,0 % (465 GWh/jr)
Compacte variant 3 MW	2,8 % (168 MW)	1,0 % (0,39 Mton/jr)	6,7 % (651 GWh/jr)	4,2 % (651 GWh/jr)
Basisvariant 4,5 MW	1,8 % (117 MW)	0,7 % (0,27 Mton/jr)	4,7 % (456 GWh/jr)	2,9 % (456 GWh/jr)
Compacte variant 4,5 MW	3,0% (180 MW)	1,2 % (0,46 Mton/jr)	7,8 % (760 GWh/jr)	4,9 % (760 GWh/jr)

**Variatie in elektriciteitsproductie**

De elektriciteitsproductie van een windpark op zee is afhankelijk van het windaanbod. Om te kunnen voldoen aan de vraag, moet naast andere, regelbaar vermogen in hetzelfde net beschikbaar zijn. Dit kan zijn regelbaar biomassa gestookt vermogen, waterkracht vermogen of conventioneel vermogen. Dit vermogen noemt men het reservevermogen. Bij een bepaalde hoeveelheid vermogen aan windenergie (op zee) moet een fractie reservevermogen beschikbaar zijn. De hoeveelheid reservevermogen is onder meer afhankelijk van het totaal opgestelde windvermogen, de geografische spreiding en de verhouding tussen windenergie op land en windenergie op zee. In een ECN studie [De Vries *et al.*, 2005] wordt voor de Nederlandse situatie uitgegaan van 1.450 MW windvermogen op land en 480 MW windvermogen op zee. Bij deze waarden is 98 MW aan reservevermogen nodig.

Overigens dient bij elke centrale een bepaalde hoeveelheid reservevermogen beschikbaar gehouden te worden om in geval van niet-beschikbaarheid aan de vraag te kunnen voldoen.

**14.5 Duurzaamheid en energiebalans****Energiebalans**

Een andere maat voor de duurzaamheid van windenergie is de Life Cycle Analyse (LCA). Hierbij wordt de hoeveelheid primaire energie die nodig is voor de fabricage, de installatie, het onderhoud en uiteindelijk de verwijdering van een windpark vergeleken met de hoeveelheid primaire energie die gedurende de levensduur van het windpark wordt bespaard door de elektriciteit die met de windturbines wordt geproduceerd. Deze verhouding is afhankelijk van het type windturbine en het heersende windklimaat.

Vestas heeft in 2005 een LCA uitgevoerd voor een offshore windpark bestaande uit 100 stuks Vestas V90 - 3.0 MW offshore windturbines [Vestas, 2005]. In deze LCA is rekening gehouden met de windturbines, de parkbekabeling, het offshore hoogspanningsstation, de kabels naar de kust en de aansluiting op het landelijk elektriciteitsnet.

In de LCA is onderscheid gemaakt in vier fasen:

1. De fabricagefase: Dit omvat het hele proces van het winnen van grondstoffen tot en met de fabricage van de onderdelen en de assemblage van de windturbine, maar ook van de kabels en het hoogspanningsstation.
2. De transport- en bouwfase: Dit omvat het hele proces van transport van de onderdelen naar de bouwlocatie en de aanleg en installatie van het windpark, de parkbekabeling en het hoogspanningsstation op de locatie en de aanleg van de kabel naar de kust en de aansluiting op het landelijk net.

3. De exploitatiefase: Dit omvat de periode van 20 jaar waarin het windpark wordt geëxploiteerd en onderhouden.
4. De verwijderingsfase: Dit betreft de fase van demontage en afvoer van het windpark en recycling van de onderdelen en materialen.

De energieconsumptie tijdens deze fasen is weergegeven in tabel 14.7.

**Tabel 14.7 De energieconsumptie tijdens de levenscyclus van een V90-3.0 MW windturbine [Vestas, 2005]**

Fase	Energieconsumptie per 3 MW windturbine
Fabricagefase	12.255 MWh
Transport en bouwfase	477 MWh
Exploitatiefase	117 MWh
Verwijderingsfase	- 4.751 MWh
Totale energieconsumptie	8.098 MWh

Uit tabel 14.7 blijkt dat het verbruik van primaire energie tijdens de fabricagefase het grootst is. Deze fase heeft dus ook de grootste invloed op milieu. Dit wordt onder meer veroorzaakt door het energieverbruik tijdens de winning van ijzer voor de productie van stalen onderdelen. Bij de productie van kunststof onderdelen (zoals de rotorbladen) wordt gebruik gemaakt van ruwe olie. Ook dat heeft invloed op het milieu. De invloed van het transport en de bouw is beperkt. Hier komt de belangrijkste bijdrage van het energieverbruik van de voertuigen en vaartuigen tijdens het transport en de bouw. Tijdens de exploitatiefase is het energieverbruik zeer beperkt. Het energieverbruik wordt vrijwel geheel bepaald door het energieverbruik van de werkschepen. De verwijderingsfase heeft een positieve invloed omdat circa 80% van het materiaal van de windturbines en kabels kan worden hergebruikt. De winning van nieuwe grondstoffen wordt hierdoor beperkt.

Uitgaande van de 3 MW basisvariant produceert één 3 MW offshore windturbine gedurende de exploitatieduur van 20 jaar (465.200 MWh/jr : 40 windturbines =) 11.630 MWh/jr. De hoeveelheid energie, die nodig is om het windpark te fabriceren, aan te leggen, exploiteren en onderhouden en te verwijderen, wordt dus in (8.098 : 11.630 =) 0,7 jaar geproduceerd door het windpark. Dit betekent dat de primaire energie, die nodig is om het offshore windpark te fabriceren, aan te leggen, exploiteren en onderhouden en te verwijderen, na circa 8,5 maanden energetisch is terugverdiend. De uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> als gevolg van de fabricage, het transport en de bouw, het onderhoud en de verwijdering van een offshore windpark is verwaarloosbaar ten opzichte van de hoeveelheid emissies, die gedurende de hele levensduur vermeden wordt.

Hierbij past één kanttekening. Bovenstaande conclusie is gebaseerd op de LCA gegevens van Vestas. Hierbij is uitgegaan van een offshore windpark op circa 14 km uit de kust in water met een diepte van 10 meter. Windpark Q4-WP ligt echter op 24 km uit de kust in water met een diepte van 20 tot 25 meter. De funderingsconstructie van de windturbines is als gevolg van de grotere waterdiepte aanzienlijk langer en zwaarder. Ook het kabeltracé naar de kust is langer.

Wanneer als gevolg hiervan het materiaalgebruik van de funderingspalen twee keer zo groot is en van de kabelverbinding 2 keer zo groot is, zal het primaire energieverbruik evenredig hoger zijn. Uitgaande van een zeer conservatieve benadering neemt het primaire energiegebruik in dat geval met 50% toe.



Dat zou betekenen dat de energetische terugverdientijd van het windpark niet 8,5 maanden, maar 12,5 maanden bedraagt. Op de totale levensduur van 20 jaar is dit nog altijd een zeer gunstige verhouding.

### ***Duurzaamheid***

Vrijwel alle onderdelen van een windturbine zijn recyclebaar. Na de verwijdering van het windpark kan ook de locatie weer volledig in de oorspronkelijke staat worden teruggebracht. De funderingspalen worden verwijderd tot een diepte van ten minste 6 meter onder de zeebodem.

De meeste materialen kunnen hergebruikt worden. Alleen de glasvezel versterkte rotorbladen zijn niet goed te recyclen. Oude versnipperde rotorbladen worden momenteel slechts gebruikt voor laagwaardige toepassingen zoals grondstof voor 'Amsterdammertjes' of toeslagmateriaal in beton. Aan meer hoogwaardige vormen van hergebruik en aan het gebruik van natuurlijke vezels, zoals hout, wordt onderzoek verricht [Beurskens & Van Kuik, 2004].

## 15 CUMULATIEVE EFFECTEN

### 15.1 Inleiding

In de richtlijnen is specifiek aandacht besteed aan de wijze waarop cumulatieve effecten in beeld moeten worden gebracht. De richtlijnen geven aan dat *"het MER inzicht dient te verschaffen in de cumulatieve effecten van meerdere windturbineparken tezamen en de bijdrage van het onderhavige park daarvan"*. Verder geven de richtlijnen aan dat *"bij de bepaling van de cumulatieve effecten een reële uitgangssituatie dient te worden gehanteerd, rekening houdend met het subsidiebeleid van het Ministerie van Economische Zaken"*. Dit beleid geeft aan dat op dit moment zicht is op subsidiëring van een (nieuw) vermogen van circa 450 MW tot 2010. De richtlijnen geven aan dat *"redenerend vanuit een worst-case situatie dit uitmondt in een situatie waarbij ten minste 1.000 MW aan windturbinevermogen op zee is opgesteld op de dichtstbijzijnde (bekende) locaties in de buurt van het onderhavige alternatief. Het vermogen van het eigen initiatief maakt daarbij onderdeel uit van deze 1.000 MW"*.

Bovenstaande houdt in dat een aantal zogenaamde "cumulatieve scenario's" moeten worden ontwikkeld, dat bestaat uit een groep locaties waar het eigen initiatief onderdeel van uitmaakt. De volgende scenario's dienen te worden opgesteld:

- Een zogenaamd gebundeld scenario bestaande uit locaties die zo dicht mogelijk bij het eigen initiatief zijn gelegen;
- Een zogenaamd versnipperd scenario bestaande uit locaties die zo ver mogelijk uit elkaar liggen binnen een gebied met een straal van 150 kilometer.

Verder heeft het Bevoegd Gezag de volgende spelregels meegegeven voor het samenstellen van de scenario's:

- NSW en Q7-WP zijn vergunde activiteiten en dienen daarom altijd meegenomen te worden. De genoemde 1.000 MW (gebundeld scenario) dient achtereenvolgens opgebouwd te worden uit:
  - eigen initiatief;
  - dichtstbijzijnde initiatieven;
  - als NSW en Q7-WP bij de dichtstbijzijnde parken behoren, worden deze beschouwd als onderdeel van de 1.000 MW;
  - Als NSW en Q7-WP NIET bij de dichtstbijzijnde parken behoren, worden deze toegevoegd aan de 1.000 MW. In dat geval worden dus cumulatieve effecten berekend voor meer dan 1.000 MW.
- Voor het versnipperde scenario geldt dezelfde systematiek:
  - eigen initiatief;
  - initiatieven zo ver mogelijk van het eigen initiatief verwijderd;
  - als NSW en Q7-WP bij de zo ver mogelijk verwijderde parken behoren, worden deze beschouwd als onderdeel van de 1.000 MW;
  - als NSW en Q7-WP NIET bij de zo ver mogelijk verwijderde parken behoren, worden deze toegevoegd aan de 1.000 MW. In dat geval worden de cumulatieve effecten berekend voor meer dan 1.000 MW.

Aan de hand van bovenstaande spelregels heeft E-Connection invulling gegeven aan de cumulatieve scenario's. Deze zijn in paragraaf 15.2 gepresenteerd.

## 15.2 De scenario's en hun locaties

Op basis van de in paragraaf 15.1 genoemde uitgangspunten zijn een aantal cumulatieve scenario's samengesteld. Daarbij zijn de volgende keuzecriteria gehanteerd:

- voor de vier inrichtingsvarianten is een gebundeld en een versnipperd scenario samengesteld. In totaal zijn er acht scenario's;
- bij het bepalen van het vermogen van de locaties die niet het eigen initiatief vormen is conform richtlijnen het uitgangspunt gehanteerd van "*een zo reëel mogelijke inrichting*". Als basis is hiervoor gehanteerd de voorgenomen activiteit met bijhorend vermogen, zoals deze in de Startnotities van betreffende locaties is gepresenteerd. Van deze locaties zijn bijbehorende coördinaten uit deze Startnotities overgenomen. Alleen de locaties die reeds nader zijn uitgewerkt en waarvoor een vergunningaanvraag inclusief MER is opgesteld, zijn gebaseerd op de voorgenomen activiteit en bijhorend vermogen en coördinaten, zoals die in deze MER-en worden gepresenteerd.

In tabel 15.1 worden de cumulatieve scenario's voor Windpark Q4-WP gepresenteerd.

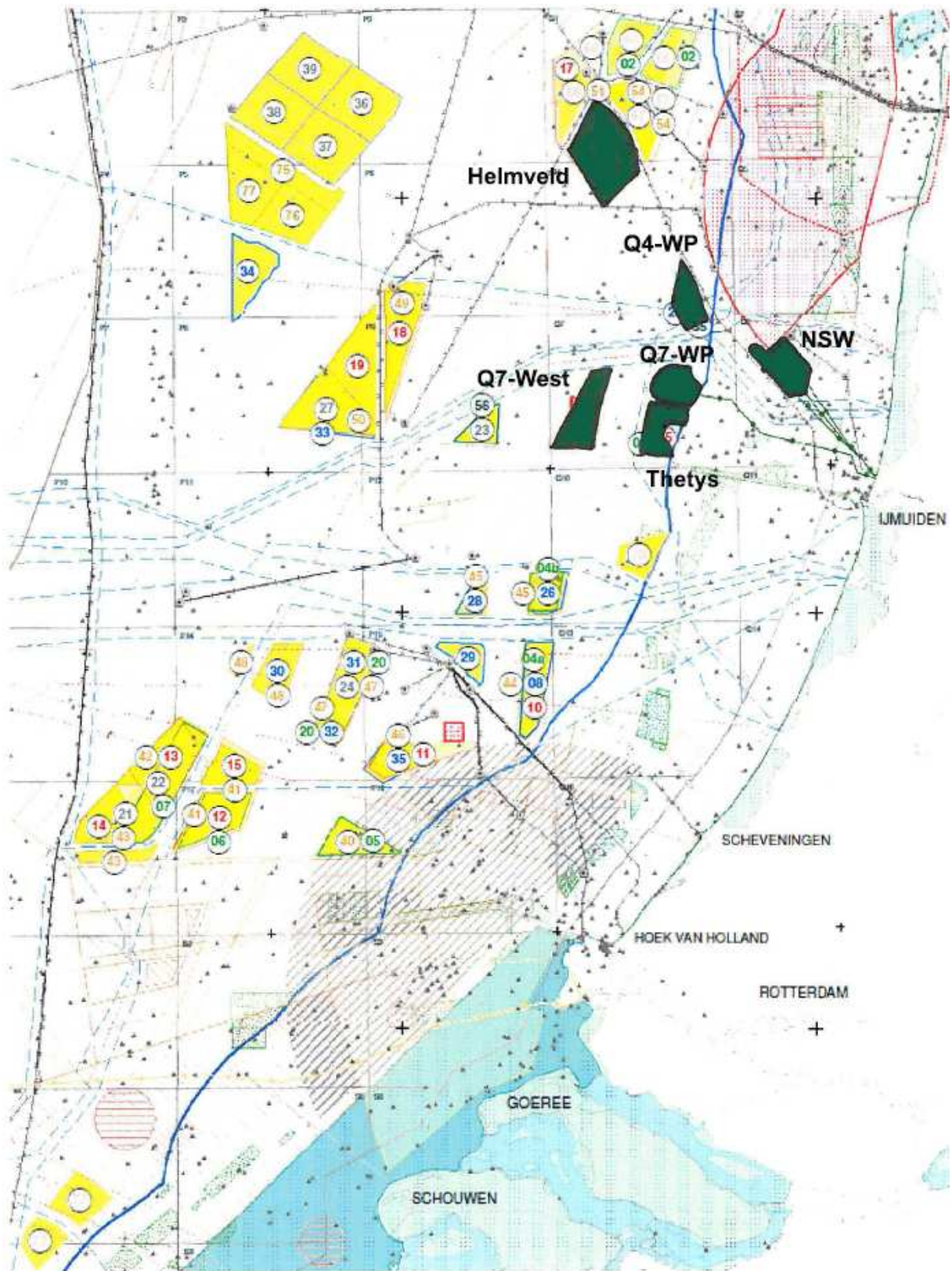
**Tabel 15.1 Cumulatieve scenario's voor Windpark Q4-WP**

Gebundelde scenario's Q4-WP			
3 MW basisvariant	Aantal MW	3 MW compacte variant	Aantal MW
Q4-WP	120	Q4-WP	168
Q7-WP	120	Q7-WP	120
NSW	108	NSW	108
Thetys	62	Thetys	62
Helmveld	493	Helmveld	493
Q7-West	245	Q7-West	245
<b>Totaal</b>	<b>1.148</b>	<b>Totaal</b>	<b>1.196</b>
4,5 MW basisvariant	Aantal MW	4,5 MW compacte variant	Aantal MW
Q4-WP	108	Q4-WP	180
Q7-WP	120	Q7-WP	120
NSW	108	NSW	108
Thetys	62	Thetys	62
Helmveld	493	Helmveld	493
Q7-West	245	Q7-West	245
<b>Totaal</b>	<b>1.136</b>	<b>Totaal</b>	<b>1.208</b>

Versnipperde scenario's Q4-WP			
3 MW basisvariant	Aantal MW	3 MW compacte variant	Aantal MW
Q4-WP	120	Q4-WP	168
Den Helder III	400	Den Helder III	400
Schaar	328	Schaar	328
Hopper	405	Hopper	405
<b>Subtotaal</b>	<b>1253</b>	<b>Subtotaal</b>	<b>1301</b>
NSW	108	NSW	108
Q7-WP	120	Q7-WP	120
<b>Totaal</b>	<b>1481</b>	<b>Totaal</b>	<b>1529</b>
4,5 MW basisvariant	Aantal MW	4,5 MW compacte variant	Aantal MW
Q4-WP	108	Q4-WP	180
Den Helder III	400	Den Helder III	400
Schaar	328	Schaar	328
Hopper	405	Hopper	405
<b>Subtotaal</b>	<b>1241</b>	<b>Subtotaal</b>	<b>1313</b>
NSW	108	NSW	108
Q7-WP	120	Q7-WP	120
<b>Totaal</b>	<b>1469</b>	<b>Totaal</b>	<b>1541</b>

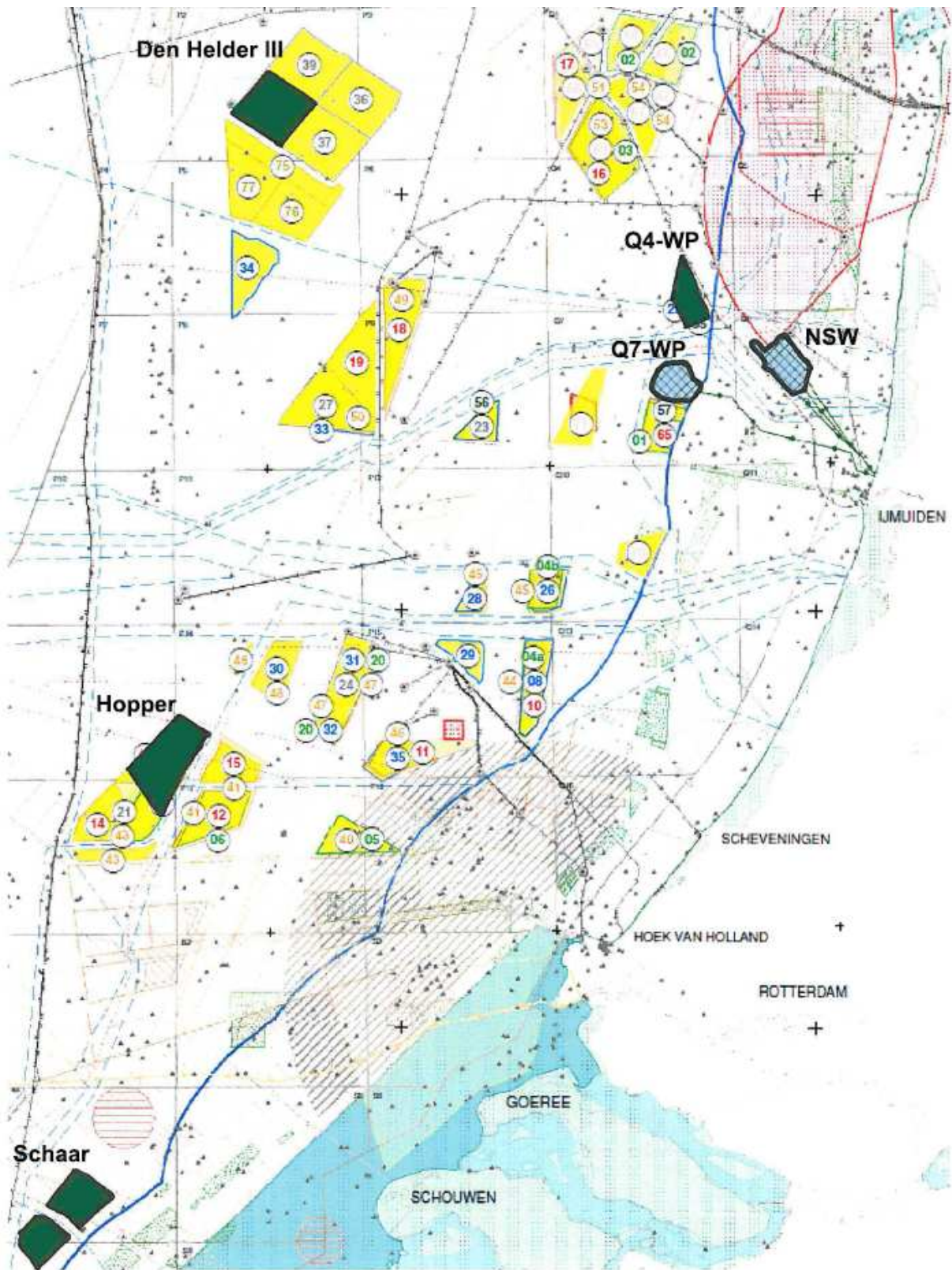
In figuur 15.1 worden de locaties van de windparken in het gebundelde scenario weergegeven. De versnipperde scenario's zijn weergegeven in figuur 15.2.

**Figuur 15.1** Gebundeld scenario – Q4-WP alle varianten





**Figuur 15.2** Versnipperd scenario – Q4-WP alle varianten



Achtereenvolgens worden de cumulatieve effecten behandeld voor vogels, zeezoogdieren, vissen, benthos, overige effecten natuur en milieu, geomorfologie en scheepvaartveiligheid. Hierbij worden de volgende tabellen gehanteerd die afkomstig zijn uit de richtlijnen voor dit MER, waarin aangegeven wordt welke gebruiksfuncties mogelijk kunnen cumuleren (de vet én niet vetgedrukte 'x-en').

**Tabel 15.2** Mogelijke cumulatieve effecten van offshore windparken

	Mosselzaad invang installaties	Offshore mijnbouw	Zand- en grindwinning	Baggerstort	Munitiestort gebieden	Militaire activiteiten en oefenterreinen	Scheepvaart	Tweede Maasvlakte	Kabels	Pijpleidingen	Beroeps- en sportvissersrij	Luchtverkeer	Telecommuni- catie	Schelpwin- ning
<b>Vogels</b>														
Sterfte door botsingen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Habitatverlies t.g.v. verstoring	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-	x
Habitatverlies t.g.v. omvliegen	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Fitness trekvogels t.g.v. barrièrewerking	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<b>Zeezoogdieren</b>														
Gezondheidseffecten aanleg	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Habitatverlies t.g.v. verstoring (zeehonden)	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	-	-	x
Habitatverlies t.g.v. verstoring (walvisachtigen)	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	-	-	x
Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<b>Vissen</b>														
Gezondheidseffecten aanleg	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Habitatverlies t.g.v. verstoring	-	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	-	x	x
Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<b>Benthos</b>														
Directe schade	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Habitatverlies door verandering	-	x	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<b>Overige effecten</b>														
Refugium effect (uitsluiting)	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oase-effect (hard substraat)	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-

'x' betekent dat er mogelijk sprake is van interactie tussen het windpark en de aanwezige gebruiksfuncties voor het betreffende aspect/ soort (in de rijen van de tabel)

'-' betekent dat de interactie tussen het windpark en een bepaalde gebruiksfunctie voor het betreffende aspect niet van belang is

Vet gedrukt betekent dat de interactie belangrijk is, niet vet gedrukt dat de interactie minder belangrijk is.





### 15.3 Gebundeld scenario

#### 15.3.1 Vogels

##### ***Sterfte door botsingen***

Naast Q4-WP afzonderlijk kunnen ook andere windparken effecten opleveren op vogels die sterven door botsingen met windturbines. Het “gebundeld scenario” gaat uit van een gebundeld voorkomen van verschillende windparken (zie hiervoor). Indien we uitgaan van een vergelijkbaar effect gestandaardiseerd per 1.000 MW, dan zullen in een *worst-case* scenario 11.463 (compacte variant 4,5 MW) tot 14.109 (compacte variant 3 MW) slachtoffers per jaar vallen, indien alle parken inclusief NSW en Q7 worden meegerekend.

In de tabellen 15.4 tot en met 15.11 staan de aantallen aanvaringslachtoffers uitgedrukt in aantallen vogelslachtoffers per jaar en als percentage van de natuurlijke mortaliteit van de vogels. De berekeningen voor deze tabellen zijn uitgevoerd voor de totale effecten van het cumulatieve gebundelde scenario en niet gestandaardiseerd per 1.000 MW.

De aanvaringslachtoffers zijn uitgesplitst per toegevoegd park naar de basis- en compacte varianten met de 3 MW turbines en met de 4,5 MW turbines. Voor de windparken NSW en Q7-WP zijn afzonderlijke berekeningen uitgevoerd, analoog zoals die zijn verricht voor Q4-WP afzonderlijk. Uitgangsgegevens zijn de dimensies van de parken en de turbines zoals die momenteel gerealiseerd zijn en worden en vogeldichtheden (voor beide parken) zoals die weergegeven zijn in tabel 2 van hoofdstuk 7 Vogels. In het kort: in het NSW (ook wel OWEZ genoemd) staan 36 turbines met een vermogen van 3 MW, een ashoogte van 70 meter, en een rotordiameter van 90 meter. Het NSW heeft een langste zijde van 9 km. Windpark Q7-WP heeft 60 turbines van 2 MW, met een ashoogte van 59 meter, en een rotordiameter van 80 meter. De grootste breedte van het park (oost-west doorsnede) is 5 kilometer.

De nabijheid van het NSW, Q7-WP en Q4-WP tot de Duinen van Petten en het Zwanenwater geeft kans op aanvaringslachtoffers voor de kleine mantelmeeuw die vanaf de broedkolonies in de duinen van Noord-Holland op zee foerageert. De kleine mantelmeeuwen uit de populatie op Texel foerageren vaker ten noorden en oosten van Texel dan ten zuiden en westen (satellietonderzoek SOVON, zie SOVON [website]). De kans dat de vogels uit deze populatie in de windparken in het gebundeld scenario foerageren en daarmee de kans op aanvaringslachtoffers uit deze populaties is derhalve kleiner dan wanneer de vogels *ad random* zouden foerageren.

Als we de cumulatieve berekening voor de meest kwetsbare soort doen (kleine mantelmeeuw, inclusief de niet broedende exemplaren) dan komen we op percentages van 1,25 tot 1,60 additionele mortaliteit op de natuurlijke mortaliteit voor respectievelijk de 4,5 MW basisvariant en de 3 MW compacte variant. Uitgedrukt als percentage van de biogeografische populatie zijn deze percentages respectievelijk 0,25 tot 0,32 procent.

Voor de jan van gent liggen de percentages additionele mortaliteit tussen de 0,89 en 1,20 procent voor de 4,5 MW basisvariant en 3 MW compacte variant. Als percentage van de biogeografische populatie is dit 0,06 tot 0,07 procent. Voor alle overige soorten liggen de cumulatieve percentages additionele mortaliteit ruim onder de 1 procent.

Indien alleen het NSW en Q7 worden meegenomen dan zijn de effecten op de additionele mortaliteit voor de kleine mantelmeeuw en de jan van gent aanzienlijk lager: 0,44 tot 0,55 procent voor de kleine mantelmeeuw en 0,17 tot 0,27 procent voor de jan van gent.

Interacties met andere gebruiksfuncties die botsingen kunnen opleveren, zijn er niet.

**Tabel 15.4** *Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP basisvariant 3 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	114	140	346	449
Jan van gent	54.000	115	154	463	617
Ganzen en zwanen	100.900	19	20	28	32
Overige eenden	2.655.000	18	19	25	28
Grote stern	24.000	35	38	62	73
Visdief/Noordse stern	225.000	77	83	136	161
Steltlopers	4.462.650	8	8	12	13
Landvogels	197.900.000	841	888	1.256	1.439
Noordse stormvogel	168.000	20	30	107	146
Drieteenmeeuw	1.680.000	1.604	2.188	6.831	9.138
Zilvermeeuw	440.000	283	306	492	584
Kleine mantelmeeuw	180.000	875	1.021	2.182	2.759
Grote mantelmeeuw	94.000	159	175	301	363
Stormmeeuw	360.000	280	287	339	365
Jagers	3.500	3	4	4	5

**Tabel 15.5** *Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP compacte variant 3 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	134	160	366	469
Jan van gent	54.000	145	184	493	647
Ganzen en zwanen	100.900	19	20	29	33
Overige eenden	2.655.000	19	19	25	28
Grote stern	24.000	38	41	64	75
Visdief/Noordse stern	225.000	82	88	141	167
Steltlopers	4.462.650	8	9	12	14
Landvogels	197.900.000	877	924	1.292	1.474
Noordse stormvogel	168.000	28	37	115	153
Drieteenmeeuw	1.680.000	2.056	2.640	7.283	9.590
Zilvermeeuw	440.000	301	324	510	602
Kleine mantelmeeuw	180.000	988	1.134	2.295	2.872
Grote mantelmeeuw	94.000	171	187	313	375
Stormmeeuw	360.000	285	292	344	370
Jagers	3.500	4	4	5	5

**Tabel 15.6** *Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	99	119	279	359
Jan van gent	54.000	92	122	363	482
Ganzen en zwanen	100.900	18	19	25	28
Overige eenden	2.655.000	18	18	23	25
Grote stern	24.000	34	36	54	63
Visdief/Noordse stern	225.000	73	78	119	139
Steltlopers	4.462.650	8	8	11	12
Landvogels	197.900.000	814	850	1.136	1.278
Noordse stormvogel	168.000	14	22	82	112
Drieteenmeeuw	1.680.000	1.265	1.718	5.325	7.117
Zilvermeeuw	440.000	269	287	432	503
Kleine mantelmeeuw	180.000	790	904	1.805	2.253
Grote mantelmeeuw	94.000	150	162	260	308
Stormmeeuw	360.000	276	281	322	342
Jagers	3.500	3	3	4	5

**Tabel 15.7** *Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	123	143	303	382
Jan van gent	54.000	127	158	398	517
Ganzen en zwanen	100.900	19	20	26	29
Overige eenden	2.655.000	18	19	23	26
Grote stern	24.000	36	39	57	66
Visdief/Noordse stern	225.000	79	84	124	145
Steltlopers	4.462.650	8	8	11	12
Landvogels	197.900.000	856	892	1.178	1.320
Noordse stormvogel	168.000	23	31	91	121
Drieteenmeeuw	1.680.000	1.791	2.245	5.852	7.644
Zilvermeeuw	440.000	290	308	453	524
Kleine mantelmeeuw	180.000	922	1.035	1.937	2.385
Grote mantelmeeuw	94.000	164	176	274	323
Stormmeeuw	360.000	282	287	328	348
Jagers	3.500	3	4	4	5

**Tabel 15.8 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP basisvariant 3 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in percentage additionele mortaliteit per jaar**

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	0,07	0,08	0,20	0,26
Jan van gent	54.000	0,21	0,28	0,86	<b>1,14</b>
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,03	0,03
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,15	0,16	0,26	0,30
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,04	0,06	0,07
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,01	0,02	0,06	0,09
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,10	0,13	0,41	0,54
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,07	0,11	0,13
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,49	0,57	<b>1,21</b>	<b>1,53</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,17	0,19	0,32	0,39
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,09	0,10
Jagers	3.500	0,10	0,10	0,13	0,14

**Tabel 15.9 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP compacte variant 3 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in percentage additionele mortaliteit per jaar**

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	0,08	0,09	0,21	0,27
Jan van gent	54.000	0,27	0,34	0,91	<b>1,20</b>
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,03	0,03
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,16	0,17	0,27	0,31
Visdief/Noordse stern	225.000	0,04	0,04	0,06	0,07
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,02	0,02	0,07	0,09
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,12	0,16	0,43	0,57
Zilvermeeuw	440.000	0,07	0,07	0,12	0,14
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,55	0,63	<b>1,27</b>	<b>1,60</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,18	0,20	0,33	0,40
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,10	0,10
Jagers	3.500	0,10	0,10	0,13	0,14

**Tabel 15.10** *Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in percentage additionele mortaliteit per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	0,06	0,07	0,16	0,21
Jan van gent	54.000	0,17	0,23	0,67	0,89
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02	0,03
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,14	0,15	0,23	0,26
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,03	0,05	0,06
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,01	0,01	0,05	0,07
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,08	0,10	0,32	0,42
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,07	0,10	0,11
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,44	0,50	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,16	0,17	0,28	0,33
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,09	0,10
Jagers	3.500	0,10	0,10	0,12	0,13

**Tabel 15.11** *Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Q4-WP compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West in percentage additionele mortaliteit per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/j)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Thetys	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld	Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West
Alkachtigen	171.000	0,07	0,08	0,18	0,22
Jan van gent	54.000	0,24	0,29	0,74	0,96
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,03	0,03
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,15	0,16	0,24	0,27
Visdief/Noordse stern	225.000	0,04	0,04	0,06	0,06
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,01	0,02	0,05	0,07
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,11	0,13	0,35	0,46
Zilvermeeuw	440.000	0,07	0,07	0,10	0,12
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,51	0,58	<b>1,08</b>	<b>1,33</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,17	0,19	0,29	0,34
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,09	0,10
Jagers	3.500	0,10	0,10	0,12	0,13

***Habitatverlies ten gevolge van verstoring***

Habitatverlies ten gevolge van verstoring op vogels kan naast Q4-WP mogelijk ook optreden door andere windparken, mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, militaire activiteiten en oefenterreinen, scheepvaart, Tweede Maasvlakte, beroeps- en sportvisserij, luchtverkeer en schelpenwinning. Het gebundeld scenario zal qua verstoring vooral een effect hebben op soorten die bekend staan om hun vermijdingsgedrag bij windturbines, zoals eenden.

Voor deze groep is het verlies aan habitat ook het meest relevant, omdat zij voor hun voedsel aangewezen zijn op het voorkomen van schelpdieren in de kustzones. Aangezien de belangrijkste schelpdierbestanden voor de kust van de Waddeneilanden en Noord-Holland liggen, en ook dicht onder de kust (waar ook de grootste concentraties eenden voorkomen en de schelpdierenbestanden bereikbaar zijn voor de eenden) zal de bijdrage van Q4-WP aan de cumulatieve effecten van het gebundeld scenario weinig invloed hebben en geen belangrijk effect hebben op de populaties van deze groep vogels. Bovendien ligt Q4-WP zo ver van de kust verwijderd dat effecten van dit windpark op eenden nihil zullen zijn.

Q4-WP zal geen significante bijdrage leveren aan de cumulatieve effecten van mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw, baggerstort, militaire activiteiten en oefenterreinen, scheepvaart, Tweede Maasvlakte, beroeps- en sportvisserij en luchtverkeer op habitatverlies van vogels ten gevolge van verstoring.

Wat betreft de beschermde broedende vogelsoorten zal geen cumulatief effect optreden ten aanzien van de broedende sterns. Deze hebben hun broedkolonies in het Haringvliet en op de Wadden. Hun actieradius is maximaal 50 kilometer en daarmee is de kans dat ze in het plangebied voor de windturbines van Q4-WP foerageren verwaarloosbaar klein; immers deze ligt op meer dan 50 km van hun broedgebieden. De kleine mantelmeeuw kan tot op grotere afstand van de broedkolonie op zee foerageren, tot op enkele honderden kilometers, alhoewel bij voorkeur er in de broedtijd natuurlijk niet verder gevlogen wordt dan noodzakelijk is. De kans dat een kleine mantelmeeuw ter plaatse van het windpark zal foerageren is zeer klein en verlies van foerageerhabitat is derhalve te verwaarlozen. Indien de broedende mantelmeeuwen verder foerageren, zal het park een verlies van foerageerhabitat kunnen vormen en zal er dus een zekere mate van cumulatie kunnen optreden met de andere nabij gelegen parken. De inschatting is echter dat deze bijdrage zeer beperkt is vanwege de afstand van de planlocatie tot de kust. Het is niet eenvoudig de bijdrage van Q4-WP voor de kleine mantelmeeuw te kwantificeren, maar uitgaande van wat voor lokaal verblijvende soorten optreedt (zie alinea hieronder) zal het cumulatieve effect zeer beperkt zijn en zeker onder de 1 procent van de totale populatie blijven. Als we ervan uitgaan dat het aandeel van broedende exemplaren in de op het plangebied aanwezige exemplaren evenredig is met aandeel in de Nederlandse populatie op de kust, dan zal het dus ook onder de 1 procent van de broedpopulatie blijven.

Ten aanzien van de cumulatieve aantallen verstoorde vogels geldt dat voor NSW en Q7 aparte berekeningen zijn gemaakt, omdat de vogelsoorten en hun dichtheden hier bekend zijn (zie tabel 2, hoofdstuk 7 Vogels). Voor de overige parken is een vergelijkbaar effect als voor Q4-WP aangenomen. In het geval van de gebundelde variant is dit zeer aannemelijk, daar de betreffende windparken dicht bij elkaar liggen en dus redelijkerwijs vergelijkbare dichtheden te verwachten zijn.

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 15.12.

**Tabel 15.12 Cumulatief effect versterking voor Q4-WP in combinatie met NSW/Q7, Thetys, Helmveld en Q7-West, uitgedrukt in aantallen en in percentages van de biogeografische en de NCP-populatie**

Vogelsoort	Biogeografische populatie (aantal)		NCP-populatie (aantal)		Met NSW/Q7			Met NSW/Q7 Thetys			Met NSW/Q7 Thetys Helmveld			Met NSW/Q7 Thetys Helmveld Q7-West		
	aantal	% biog. pop	aantal	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop
Alkachtigen	1.900.000	0,03	545	0,03	0,33	0,04	0,45	748	0,04	0,45	1.136	0,06	0,68	1.434	0,08	0,86
Jan van Gent	900.000	0,03	228	0,03	0,99	0,04	<b>1,53</b>	352	0,04	<b>1,53</b>	551	0,06	<b>2,39</b>	714	0,08	<b>3,10</b>
Grote stern	160.000	0,02	26	0,02	0,27	0,02	0,31	29	0,02	0,31	39	0,02	0,41	46	0,03	0,48
Visdief/ Noordse Stern	1.500.000	0,00	50	0,00	0,02	0,00	0,02	55	0,00	0,02	70	0,00	0,02	79	0,01	0,03
Noordse stormvogel	2.800.000	0,00	111	0,00	0,26	0,01	0,42	179	0,01	0,42	333	0,01	0,77	443	0,02	1,03
Drieteenmeeuw	8.400.000	0,00	101	0,00	0,10	0,00	0,16	158	0,00	0,16	330	0,00	0,34	442	0,01	0,46
Zilvermeeuw	2.200.000	0,01	260	0,01	0,83	0,01	0,93	293	0,01	0,93	391	0,02	<b>1,24</b>	455	0,02	<b>1,44</b>
Kleine mantelmeeuw	900.000	0,03	256	0,03	0,60	0,04	0,75	322	0,04	0,75	518	0,06	<b>1,20</b>	646	0,07	<b>1,50</b>
Grote mantelmeeuw	470.000	0,02	108	0,02	0,63	0,03	0,72	124	0,03	0,72	173	0,04	<b>1,01</b>	206	0,04	<b>1,19</b>
Stormmeeuw	1.800.000	0,01	92	0,01	0,55	0,01	0,57	95	0,01	0,57	105	0,01	0,63	112	0,01	0,67
Jagers	35.000	0,00	1	0,00	0,06	0,00	0,08	2	0,00	0,08	3	0,01	0,13	3	0,01	0,16



Voor ter plaatse verblijvende soorten is in hoofdstuk 7 Vogels berekend dat het sterkste verstoringseffect van Q4-WP optreedt bij de alkachtigen en de jan van gent (0,02% van de populaties). In het gebundeld scenario treedt het grootste effect op bij de alkachtigen en de jan van gent met beiden 0,08 procent van de biogeografische populatie. Voor de overige soorten zal de verstoring minder zijn. Ten opzichte van de NCP-populatie treedt het sterkste effect op bij de jan van gent met een percentage van 3,10 procent. Ook bij de zilvermeeuw, de kleine mantelmeeuw en de grote mantelmeeuw komen deze percentages boven de 1 procent met respectievelijk 1,44, 1,50 en 1,19 procent.

Bij de parken die in de cumulatie zijn meegenomen is de oppervlakte circa 8 keer de oppervlakte van windpark Q4-WP. Door de nabije ligging van de parken Q7-WP, NSW, Thetys, Helmveld en Q7-West overlappen de verstoringengebieden van de windparken gedeeltelijk (bijvoorbeeld verstoring tot op 4 kilometer afstand voor de jan van gent: de afstand tussen de parken Q7-WP en Q7-West is al kleiner dan 4 kilometer). Er is dus een worst case scenario aangenomen waardoor de aantallen en percentages in tabel 15.12 lager uitvallen wanneer de oppervlakte zónder de overlappende gebieden berekend zou zijn.

In onderstaande tabel is het habitatverlies ten opzichte van het totale NCP berekend voor de windparken. Hierbij is wederom geen rekening gehouden met het overlappen van verstoringengebieden door een aantal windparken. Dit betekent dat er een overschatting van het habitatverlies is gemaakt. De oppervlakte van het NCP is 57.273 km<sup>2</sup>.

**Tabel 15.13 Habitatverlies ten opzichte van NCP, gebundeld scenario**

Vogelsoort	Verstorings-afstand	Q4-WP	NSW	Q7-WP	Thetys	Helmveld	Q7-West	Totaal (km <sup>2</sup> )	Aandeel habitatverlies NCP %
Alkachtigen	2	79	81	53	58	111	85	467	0,82
Jan van Gent	4	159	158	117	124	199	163	920	<b>1,61</b>
Overige eenden	1	47	53	30	34	77	55	296	0,52
Grote stern	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Visdief/ Noordse stern	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Noordse stormvogel	1	47	53	30	34	77	55	296	0,52
Drieteenmeeuw	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Zilvermeeuw	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Kleine mantelmeeuw	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Grote mantelmeeuw	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Stormmeeuw	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28
Jagers	0	20	30	14	16	49	32	161	0,28

Voor de jan van gent bedraagt het habitatverlies ten aanzien van het NCP voor het cumulatieve scenario van windpark Q4-WP 1,61 procent. Echter, de cumulatieve scenario's gaan uit van meer dan 1.100 MW aan windparken op zee. Indien uitgegaan wordt van 1.000 MW komt het percentage, afhankelijk van de inrichtingsvariant, uit op 1,33 tot 1,41 % voor het geplande windpark. Dit percentage ligt nog steeds boven de 1 procent, maar is minder hoog.

***Barrièrewerking voor foeragerende vogels***

Barrièrewerking voor foeragerende vogels kan naast Q4-WP mogelijk ook optreden door andere windparken, mosselzaadinvanginstallaties, offshore mijnbouw en de Tweede Maasvlakte. De categorie vogels die hier last van zou kunnen ondervinden zijn de (visetende) kustbroedvogels die in de kustwateren foerageren voor voedsel en migrerende vogels.

Het is niet goed bekend in welke mate vogels gebruik maken van de route waarop de gebundelde parken zijn gepland om naar foerageerplekken te vliegen. In hoofdstuk 7 Vogels van het MER is berekend dat omvliegen voor Q4-WP een behoorlijke omweg is in vergelijking met rechtdoor vliegen (een factor 2 tot 2,5 op de schaal van het park zelf).

De reden waarom dit niet als significant werd gekenmerkt was de grote afstand tot de kust of de gehele trekroute. Deze afstand is te groot om voor vogels een probleem te kunnen vormen.

Het is mogelijk dat de clustering van parken wordt gezien als een enkel obstakel, waardoor het omvliegen relatief minder energie kost dan bij de parken apart (zoals bij het versnipperd scenario). Foeragerende vogels kunnen hun foerageergebied verplaatsen of ondervinden weinig hinder van de windturbines.

Het habitatverlies als gevolg van omvliegen kan als beperkt negatief worden gekenmerkt voor zowel kustvogels als trekvogels (landvogels, steltlopers en zwanen).

Overige activiteiten, zoals de Tweede Maasvlakte, olie- en gasplatforms en mosselzaadinvanginstallaties zullen zeer beperkt tot geen rol spelen in het verlies van habitat voor voedsel. De offshore platforms zijn relatief kleine objecten in vergelijking met het windpark en spelen dus geen rol van betekenis.

De mosselzaadinvanginstallaties zullen voor deze groep vogels evenmin verlies van habitat betekenen. De Tweede Maasvlakte ligt te ver van het windpark, zodat het windpark geen extra obstakel vormt voor dezelfde vogels als waarvoor de Tweede Maasvlakte dat zou zijn.

***Fitness trekvogels ten gevolge van barrièrewerking***

Effecten op fitness van trekvogels ten gevolge van barrièrewerking kan naast Q4-WP ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en de Tweede Maasvlakte. De barrièrewerking van het gebundelde windpark zal voor trekvogels zeer beperkt zijn. In de eerste plaats trekken vogels op grotere hoogte dan de turbines over, namelijk boven de 200 meter [Krijgsveld *et al.*, 2005]. Voor het deel dat lager vliegt, zal een obstakel op deze afstand vanaf de kust weinig betekenis hebben. De meeste trek vindt plaats langs de kust en als gestuwde trek optreedt, dan wordt de breedte van de trekzone nog sterker beperkt tot de kustzone.

In het scenario waarbij de trekroute geheel over het gebundelde windpark komt te liggen, zal het voor deze vogels een relatief kleine omweg zijn op het geheel aan trekafstand. Dit scenario is echter minder waarschijnlijk, omdat dan de geconcentreerde trek precies over de gebundelde windparken komt te liggen. Geconcentreerde trek vindt plaats bij opvallende geografische structuren zoals kusten. Als dergelijke structuren ontbreken, oriënteren vogels zich meer op wind en zon. Afsnijden van bochten komt voor (Duitse Bocht, Hollandse Kust) en er steken verschillende soorten over van de Wadden naar de Wash en van Noorwegen, Zweden en Denemarken naar Groot-Brittannië. Geen van deze logische routes komen over Q4-WP en het is dus onwaarschijnlijk (maar niet onmogelijk) dat er een geconcentreerde trekroute over het windpark ligt. Overigens zullen dit soort omwegen wel een effect hebben op de zwakkere exemplaren, die door deze omweg net teveel energie verspillen.

Echter, omdat dit scenario niet bepaald realistisch is, kan worden aangenomen dat dergelijke effecten nauwelijks optreden. Het cumulatief effect van het gebundeld scenario wordt als beperkt negatief beoordeeld.

Een cumulatief effect van de Tweede Maasvlakte en/of de offshore platforms is hier niet te verwachten. Offshore platforms liggen voor de meeste noord-zuid trekkende vogels te ver van de kust. Vogels die van Nederland naar Engeland oversteken, kunnen neerstrijken op platforms, maar zullen de platforms niet als een grote barrière beschouwen.

Een cumulatief effect van de platforms is dus niet te verwachten. De Tweede Maasvlakte ligt te ver van het windpark om een cumulatief effect op de langs de kust trekkende vogels te kunnen hebben.

### **15.3.2 Zeezoogdieren**

#### ***Gezondheidseffecten aanleg***

Effecten op zeezoogdieren tijdens de aanleg van Q4-WP kunnen mogelijk cumuleren met effecten van andere windparken, offshore mijnbouw en militaire activiteiten en oefenterreinen. Bij de aanleg van een groter, gebundeld windpark zullen de geluidseffecten van heien de voornaamste bron van verstoring zijn. Hierbij zal het geluidsniveau over een groter gebied waarschijnlijk zodanig zijn dat bruinvissen en zeehonden er hinder van ondervinden.

Als zeezoogdieren binnen een aantal kilometer vanaf een heistelling aanwezig zijn, dan kan een plotseling hoog geluidsdrukkniveau schade aan hoorzintuigen en weefsel van de dieren veroorzaken. Langzaam opvoeren van het heiniveau kan dus essentieel voor de dieren zijn om te kunnen ontsnappen. Dit zal tijdens de aanleg onderzocht moeten worden.

Indien alle parken tegelijkertijd worden aangelegd in de gebundelde variant, kan een groot gebied met een hoog niveau van onderwatergeluid ontstaan dat sterk verstorend is voor zeezoogdieren. De omvang van het door onderwatergeluid verstoorte gebied zal in de gebundelde variant niet dertien keer zo groot zijn als het gebied dat ontstaat door de aanleg van Q4-WP, omdat in de gebundelde variant de verstoorte gebieden van de parken Q4-WP, Thetys, Helmveld en Q7-West elkaar overlappen. Als we uitgaan van een zes keer zo groot gebied (NSW en Q7 zijn dan beide reeds gebouwd), dan varieert dit gebied van 1.400 tot 4.100 km<sup>2</sup>, bij respectievelijk een radius waarbij vluchtgedrag optreedt van 15 kilometer en 30 kilometer, dat bij een gemiddelde dichtheid van 0,4 bruinvissen per vierkante kilometer neerkomt op circa 560 tot 1.640 verstoorte bruinvissen. Dit betreft dan respectievelijk 2,5 procent en 7,2 procent van het oppervlak van het NCP (0,2 en 0,7 procent van de Noordzee) en 0,2 tot 0,5 procent van de Noordzeepopulatie (6 tot 16 procent van de NCP-populatie).

#### ***Habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratierouten***

Effecten op het habitatverlies van zeezoogdieren ten gevolge van blokkeren van migratierouten kunnen mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en de Tweede Maasvlakte. Voor een windpark midden op de Noordzee of een cluster ervan, is het niet waarschijnlijk dat migratierouten van bruinvis of zeehond worden geblokkeerd. De migratierouten van zeehonden langs de Hollandse kust worden door het gebruik van de parken niet geblokkeerd. Cumulatieve effecten zijn niet te verwachten, omdat de effecten van de windparken op dit vlak zeer klein en waarschijnlijk verwaarloosbaar zijn. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de effecten van het windpark op migratierouten.

***Habitatverlies ten gevolge van verstoring (aanwezigheid)***

Effecten op het habitatverlies van zeezoogdieren ten gevolge van verstoring kunnen ook optreden door andere windparken, mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, militaire activiteiten en oefenterreinen, scheepvaart, Tweede Maasvlakte, beroeps- en sportvisserij en schelpenwinning.

Zoals eerder aangegeven is het geluidsdrukniveau waarbij gedragsverandering optreedt voor zeezoogdieren alleen op zeer kleine afstand van de parken (ordegrootte 1 kilometer) merkbaar. Gezien de ervaringen bij Nysted en Horns Rev is 100 procent herstel na aanleg niet zeker. Daarom wordt rekening gehouden met een beperkt verlies van habitat tijdens aanwezigheid.

***Mitigerende maatregelen***

De onbekendheid met de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren benadrukken het feit dat er bij aanleg van windparken bij voorkeur niet verschillende parken tegelijkertijd dienen te worden aangelegd, er maximaal gemitigeerd dient te worden en een voldoende monitorings- en evaluatieplan wordt opgezet en uitgevoerd.

De mitigerende maatregelen voor zeezoogdieren zijn beschreven in hoofdstuk 10 Onderwaterleven. Ten aanzien van de cumulatieve effecten met activiteiten zoals van de marine, gas- en olie exploratie en ander geofysisch onderzoek met bijvoorbeeld *airguns* is het niet met zekerheid uit te sluiten dat geen significante effecten optreden.

Het kennisniveau is simpelweg niet voldoende om een oordeel op basis van *expertjudgement* te kunnen doen. Het is dus van groot belang, zeker in het licht van toenemende activiteiten (zandwinning, scheepvaart, windparken) op zee die geluid produceren, dat hier meer kennis verzameld wordt.

Onderzoek naar de mate van geluid, reacties van verschillende zeezoogdieren (en ook vissen) op grote geluidsbronnen, maar ook op toenemend achtergrondgeluid is hard nodig om deze lacune in kennis op te vullen.

**15.3.3 Vissen*****Gezondheidseffecten aanleg***

Gezondheidseffecten op vissen tijdens de aanleg van Q4-WP kunnen mogelijk cumuleren met effecten van andere windparken, offshore mijnbouw en militaire activiteiten en oefenterreinen. De effecten komen overeen met die zijn beschreven in de paragraaf over gezondheidseffecten van zeezoogdieren tijdens de aanleg, maar dan in afgezwakte mate, omdat de populaties van vis vele malen groter zijn dan die van zeezoogdieren en over het algemeen veerkrachtiger na ingrepen zijn (hogere reproductie en groeisnelheid). Het optreden van cumulatieve effecten is denkbaar. Alhoewel significante effecten niet worden verwacht, kan het niet worden uitgesloten dat negatieve effecten zullen optreden. Indirecte, lange termijn effecten van bijvoorbeeld subletale weefselbeschadiging door hoge geluidsniveaus zijn nog slecht onderzocht.

***Habitatverlies ten gevolge van verstoring***

Effecten op het habitatverlies van vissen ten gevolge van verstoring kunnen mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, militaire activiteiten en oefenterreinen, scheepvaart, Tweede Maasvlakte, kabels, beroeps- en sportvisserij, telecommunicatie en schelpenwinning.

Geconstateerd kan worden uit hoofdstuk 10 Onderwaterleven dat er geen habitatverlies optreedt voor vissen; dit is ook niet te verwachten bij het gebundelde scenario van windparken. Er zijn derhalve geen cumulatieve effecten te verwachten. Van een groter windpark, of meer parken, wordt een sterkere refugiumfunctie verwacht, zodat een positief effect op de visbiomassa in het gebied waarschijnlijker is. Dit kan leiden tot hogere concentraties van (grotere) vis ter plaatse van de windparken. De configuratie en de omvang van de parken is zeer waarschijnlijk niet zo gunstig dat er een positief effect op populatieniveau kan optreden.

#### ***Habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratierouten***

Effecten op het habitatverlies van vissen ten gevolge van blokkeren van migratierouten door een windpark is onwaarschijnlijk. De invloed van windparken op stroming en substraat zijn verwaarloosbaar klein. Dit geldt ook voor de barrièrewerking. Er is derhalve geen effect te verwachten op vissen die van paaigebied naar opgroeigebied trekken of omgekeerd. Passieve verplaatsing van eieren en larven wordt niet beïnvloed. Cumulatieve effecten zijn niet te verwachten. Dit onderwerp komt nader aan de orde in de locatiespecifieke passende beoordeling.

#### **15.3.4 Benthos**

##### ***Directe schade***

Directe schade aan benthos kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en telecomunicatie. De directe schade aan benthos ontstaat door bezetting van zandige bodem door palen en funderingen. Door het windpark Q4-WP gaat maximaal 0,04 km<sup>2</sup> aan oppervlak verloren (zie hoofdstuk 9 Morfologie en hydrologie).

Wanneer dit voor de parken in het gebundeld scenario berekend wordt, gaat maximaal 0,32 km<sup>2</sup> aan oppervlak verloren wanneer dit omgerekend wordt naar de oppervlakte in het cumulatieve gebundeld scenario (0,04 km<sup>2</sup> / oppervlakte Q4-WP \* oppervlakte gebundeld scenario = 0,32 km<sup>2</sup>). Dit komt overeen met 0,0006 % van het oppervlak van het NCP. Een offshore productieplatform heeft afmetingen van 78 m x 68 m [Karman *et al.*, 1999]. Bij 165 platforms gaat hierdoor een gebied van 0,88 km<sup>2</sup> verloren. Dit komt overeen met 0,002 % van het oppervlak van het NCP. Er ligt circa 2.500 km aan pijpleidingen en 4.000 km aan kabels op het NCP [Noordzeeloket, website]. Bij kabels en pijpleidingen vindt verstoring alleen plaats tijdens de aanleg [zie o.a. bijlage 3 van het MER en N.V. Nederlandse Gasunie, 2004]. Aangezien deze kabels en leidingen al zijn aangelegd, ontstaat hierdoor geen schade aan het benthos.

Het oppervlak, zeker ten opzichte van het totaal aan substraat, is te verwaarlozen. Het vrijwaren van het gebied door bodemversturende activiteiten zoals visserij of zandwinning zal eerder een positief effect hebben op het benthos. Cumulatieve effecten zijn niet te verwachten.

##### ***Habitatverlies door verandering***

Habitatverlies van benthos door verandering kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw, baggerstort en de Tweede Maasvlakte. De invloed van windparken op stroming en substraat zijn verwaarloosbaar klein. Wel wordt een hard substraat geïntroduceerd waardoor een kenmerkende hard-substraatfauna zich zal vestigen. Deze zal echter geen effecten hebben op de oorspronkelijke fauna, die door uitsluiting van bodemversturende activiteiten zoals visserij en zandwinning eerder vooruit zal gaan. Er zijn daarom dan ook geen negatieve cumulatieve effecten te verwachten.

### 15.3.5 Overige effecten natuur en milieu

#### ***Refugium effect (uitsluiting)***

Het refugiumeffect kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw en munitiestortgebieden. Het refugiumeffect van een groter oppervlak aan windparken zal groter zijn. Gezien de ervaringen bij andere windparken en offshore platforms is het te verwachten dat de biomassa aan vis en bodemdieren zal toenemen. Het is niet waarschijnlijk dat dit ook een effect heeft op het bestandsniveau van vissoorten. Daarvoor is vermoedelijk meer oppervlak nodig en een betere configuratie van visserijvrije gebieden. Licht positief cumulatieve effecten kunnen optreden met de offshore platforms die ook een refugiumfunctie hebben.

#### ***Oase-effect (hard substraat)***

Het oase-effect kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en de Tweede Maasvlakte. Door de introductie van hard substraat kan zich een voor dit substraat typische fauna vestigen. Een extra voedselbron kan een aantrekkende werking hebben op vis, en daardoor de refugiumfunctie versterken. Eenzelfde effect treedt op bij de offshore platforms. Er zijn geen negatieve effecten van hard-substraatfauna te verwachten. Er treedt geen competitie voor ruimte op, omdat hard-substraatfauna immers niet in zandige bodems terecht zal komen.

Ook treedt er geen competitie voor voedsel op met de oorspronkelijke bodemfauna; er is in het nabije bodemwater genoeg voedsel voorhanden. De oorspronkelijke bodemfauna is in zijn productie niet beperkt door de hoeveelheid aanwezig voedsel, maar door de beschikbaarheid op een bepaald moment. In het algemeen zijn getijde, wind en bacteriële afbraakprocessen hierin sturend en niet de competitie met andere meercelligen.

### 15.3.6 Geomorfologie

#### ***Verlies aan areaal van geomorfologische structuren en verandering in bodemsamenstelling***

Verlies aan areaal van geomorfologische structuren en verandering in bodemsamenstelling kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, Tweede Maasvlakte, kabels, pijpleidingen, beroeps- en sportvisserij en schelpenwinning. Het verlies aan areaal van geomorfologische structuren, zoals zandgolven en zandduinen, ten gevolge van de aanleg van het offshore windpark en de aanlandingskabel is minimaal (0,0001% van het NCP door het windpark (zie hoofdstuk Morfologie en hydrologie)). Door de kabels gaat geen areaal verloren: verwacht wordt dat na aanleg de structuren zich weer kunnen herstellen.

Geomorfologische structuren zijn dynamisch en hebben een voortplantingssnelheid (migratiesnelheid) van enkele meters per jaar. Voor aanvang van de aanleg van het windpark en de kabel zal nader onderzoek moeten worden verricht naar de exacte ligging van deze structuren en de ligging ervan ten opzichte van de geplande turbines en de kabel. Afhankelijk van deze ligging zullen de bodemstructuren afgevlakt moeten worden om fundaties aan te leggen voor de turbines.

Het totaal beïnvloede oppervlak van het gehele windpark Q4-WP is 0,04 vierkante kilometer. In het cumulatieve gebundeld scenario is het beïnvloede oppervlak van de windparken Q4-WP, Thetys, Helmveld, Q7-West en NSW en Q7-WP 0,32 km<sup>2</sup> wat overeenkomt met 0,0006 procent van het NCP (zie paragraaf 15.3.4). Ook het effect op de bodemsamenstelling is verwaarloosbaar. Op basis hiervan zijn de effecten op geomorfologische structuren en de bodemsamenstelling dan ook niet significant te noemen. Cumulatieve effecten in relatie tot andere gebruiksfuncties zijn niet te verwachten.

### 15.3.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de cumulatieve effecten van Q4-WP in combinatie met andere windparken van de gebundelde variant én met overige gebruiksfuncties. De overige gebruiksfuncties die zijn beschouwd zijn in tabel 15.2 en 15.3 genoemd.

**Tabel 15.14** Overzicht cumulatieve effecten gebundelde variant

Aspect	Effecten	Q4-WP	Q4-WP Q7-WP en NSW	Q4-WP Q7-WP en NSW Thetys	Q4-WP Q7-WP en NSW Thetys Helmveld	Q4-WP Q7-WP en NSW Thetys Helmveld Q7-West	Met overige gebruiksfuncties
Vogels	Sterfte door botsingen	0/-	0/-	-	-	-	-
	Verstoring	0	0/-	-	-/--	-/--	0/-
	Habitatverlies	0	0	0/-	-	-	0/-
	Barrièrewerking	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0
Zeezoogdieren	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-	-/--	-/--	-/--
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (zeehonden)	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (walvisachtigen)	0	0	0/-	0/-	0/-	0
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0	0
Vissen	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. verstoring	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0	0
Benthos	Directe schade	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies door verandering	0	0	0	0	0	0
Overige effecten	Refugium effect (uitsluiting)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
	Oase-effect (hard substraat)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Geomorfologie	Verlies aan areaal van geomorfologische structuren	0	0	0	0	0	0
	Verandering in bodemsamenstelling	0	0	0	0	0	0

0 geen of verwaarloosbaar klein effect

+ positief effect

- beperkt negatief effect

-- sterk negatief effect (kan voor een enkele soort zijn)

## 15.4 Versnipperd scenario

### 15.4.1 Vogels

#### ***Sterfte door botsingen***

Naast het geplande windpark kunnen ook andere windparken effecten opleveren voor vogels die sterven door botsingen met windturbines. Het versnipperde scenario gaat uit van een verspreid voorkomen van verschillende windparken (zie hiervoor). Indien we uitgaan van een vergelijkbaar effect gestandaardiseerd per 1.000 MW dan is de schatting dat er tussen de 11.445 (compacte variant 4,5 MW) en 14.226 (basisvariant 3 MW) slachtoffers per jaar vallen voor het versnipperd scenario van Windpark Q4-WP; NSW en Q7-WP meegerekend.

In de tabellen 15.15 tot en met 15.22 staan de absolute aantallen en de percentages additionele mortaliteit uitgesplitst per toegevoegd park naar de vier varianten met de 3 MW turbines en de 4,5 MW turbines. De berekeningen voor deze tabellen zijn uitgevoerd voor het totale cumulatieve versnipperde scenario en zijn niet gestandaardiseerd per 1.000 MW. De scenario's bestaan uit 1.469 tot 1.541 MW, wat een flinke overschrijding betekent van de 1.000 MW die door het Bevoegd Gezag gesteld is. De getallen in tabel 15.15 tot en met 15.18 zijn gebruikt voor de Samenvattende MER-tabellen aan het eind van hoofdstuk 5. Voor de windparken NSW en Q7 zijn afzonderlijke berekeningen uitgevoerd, analoog aan die verricht voor Q4-WP. Dezelfde uitgangsggegevens zijn gehanteerd als in het gebundeld scenario.

Net als in het gebundeld scenario geeft de nabijheid van het NSW, Q7-WP en Q4-WP tot de Duinen van Petten en het Zwanenwater kans op aanvaringsslachtoffers voor de kleine mantelmeeuw die vanaf de broedkolonies in de duinen van Noord-Holland op zee foerageert. Het windpark Helmveld ligt op ruim 40 kilometer ten zuidwesten van de kolonies op Texel. De kleine mantelmeeuwen uit de populatie op Texel foerageren vaker ten noorden en oosten van Texel dan ten zuiden en westen (satellietonderzoek SOVON, zie SOVON [website]). De kans dat de vogels uit deze populatie in de windparken in het versnipperd scenario foerageren en daarmee de kans op aanvaringsslachtoffers uit deze populaties is derhalve kleiner dan wanneer de vogels *ad random* zouden foerageren.

Als we de cumulatieve berekening voor de kleine mantelmeeuw, de meest kwetsbare soort, uitvoeren, komen we op 1,59 tot 2,03 procent additionele mortaliteit op de natuurlijke mortaliteit voor de 4,5 MW basisvariant en de 3 MW compacte variant. Voor de jan van gent liggen deze percentages tussen de 1,19 en 1,59 procent, ook voor de 4,5 MW basisvariant en de 3 MW compacte variant. Wanneer dit omgerekend wordt naar 1.000 MW, is er een additionele sterfte voor de kleine mantelmeeuw van 1,08 tot 1,33 procent en voor de jan van gent van 0,81 tot 1,04 procent. Dit is nog steeds een negatief effect, maar minder sterk.

Alle overige soorten of soortgroepen hebben een additionele sterfte van minder dan 1 procent. Dergelijke effecten zijn beperkt negatief. Indien alleen het NSW en Q7 worden meegenomen (totaal 123 MW + 228 MW = 351 MW), dan zijn de cumulatieve effecten voor de kleine mantelmeeuw en de jan van gent aanzienlijk lager: 0,44 tot 0,55 en respectievelijk 0,17 tot 0,27 procent.

Interactie met andere gebruiksfuncties die botsingen kunnen opleveren, zijn er niet.



**Tabel 15.15** *Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP basisvariant 3 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	114	281	419	588
Jan van gent	54.000	115	366	572	826
Ganzen en zwanen	100.900	19	25	31	37
Overige eenden	2.655.000	18	23	27	32
Grote stern	24.000	35	54	70	89
Visdief/Noordse stern	225.000	77	119	154	197
Steltlopers	4.462.650	8	11	13	16
Landvogels	197.900.000	841	1.140	1.385	1.687
Noordse stormvogel	168.000	20	83	134	198
Drieteenmeeuw	1.680.000	1.604	5.371	8.460	12.274
Zilvermeeuw	440.000	283	433	557	709
Kleine mantelmeeuw	180.000	875	1.817	2.589	3.543
Grote mantelmeeuw	94.000	159	261	345	448
Stormmeeuw	360.000	280	322	357	400
Jagers	3.500	3	4	5	6

**Tabel 15.16** *Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP compacte variant 3 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	134	302	439	608
Jan van gent	54.000	145	396	602	856
Ganzen en zwanen	100.900	19	26	31	38
Overige eenden	2.655.000	19	23	27	32
Grote stern	24.000	38	57	72	91
Visdief/Noordse stern	225.000	82	124	159	202
Steltlopers	4.462.650	8	11	13	16
Landvogels	197.900.000	877	1.176	1.421	1.723
Noordse stormvogel	168.000	28	90	142	205
Drieteenmeeuw	1.680.000	2.056	5.823	8.912	12.726
Zilvermeeuw	440.000	301	451	575	728
Kleine mantelmeeuw	180.000	988	1.930	2.702	3.656
Grote mantelmeeuw	94.000	171	273	357	460
Stormmeeuw	360.000	285	327	362	405
Jagers	3.500	4	4	5	6

**Tabel 15.17** *Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	99	229	336	467
Jan van gent	54.000	92	287	447	645
Ganzen en zwanen	100.900	18	23	27	33
Overige eenden	2.655.000	18	21	24	28
Grote stern	24.000	34	48	60	75
Visdief/Noordse stern	225.000	73	106	133	166
Steltlopers	4.462.650	8	10	12	14
Landvogels	197.900.000	814	1.046	1.237	1.472
Noordse stormvogel	168.000	14	63	103	153
Drieteenmeeuw	1.680.000	1.265	4.191	6.591	9.554
Zilvermeeuw	440.000	269	386	482	601
Kleine mantelmeeuw	180.000	790	1.522	2.122	2.863
Grote mantelmeeuw	94.000	150	229	294	374
Stormmeeuw	360.000	276	309	336	369
Jagers	3.500	3	4	4	5

**Tabel 15.18** *Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	123	252	359	491
Jan van gent	54.000	127	322	482	680
Ganzen en zwanen	100.900	19	24	28	34
Overige eenden	2.655.000	18	22	25	29
Grote stern	24.000	36	51	63	78
Visdief/Noordse stern	225.000	79	112	139	172
Steltlopers	4.462.650	8	10	12	14
Landvogels	197.900.000	856	1.088	1.278	1.513
Noordse stormvogel	168.000	23	72	112	161
Drieteenmeeuw	1.680.000	1.791	4.718	7.117	10.080
Zilvermeeuw	440.000	290	407	503	622
Kleine mantelmeeuw	180.000	922	1.654	2.253	2.994
Grote mantelmeeuw	94.000	164	243	308	389
Stormmeeuw	360.000	282	315	342	375
Jagers	3.500	3	4	5	5

**Tabel 15.19** *Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP basisvariant 3 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in percentage additionele mortaliteit per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	0,07	0,16	0,24	0,34
Jan van gent	54.000	0,21	0,68	<b>1,06</b>	<b>1,53</b>
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,03	0,04
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,15	0,23	0,29	0,37
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,05	0,07	0,09
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,01	0,05	0,08	0,12
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,10	0,32	0,50	0,73
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,10	0,13	0,16
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,49	<b>1,01</b>	<b>1,44</b>	<b>1,97</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,17	0,28	0,37	0,48
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,09	0,10	0,11
Jagers	3.500	0,10	0,12	0,14	0,16

**Tabel 15.20** *Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP compacte variant 3 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in percentage additionele mortaliteit per jaar*

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	0,08	0,18	0,26	0,36
Jan van gent	54.000	0,27	0,73	<b>1,11</b>	<b>1,59</b>
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,03	0,03	0,04
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,16	0,24	0,30	0,38
Visdief/Noordse stern	225.000	0,04	0,06	0,07	0,09
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,02	0,05	0,08	0,12
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,12	0,35	0,53	0,76
Zilvermeeuw	440.000	0,07	0,10	0,13	0,17
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,55	<b>1,07</b>	<b>1,50</b>	<b>2,03</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,18	0,29	0,38	0,49
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,09	0,10	0,11
Jagers	3.500	0,10	0,12	0,14	0,16

**Tabel 15.21 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in percentage additionele mortaliteit per jaar**

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	0,06	0,13	0,20	0,27
Jan van gent	54.000	0,17	0,53	0,83	<b>1,19</b>
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,03	0,03
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,14	0,20	0,25	0,31
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,05	0,06	0,07
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,01	0,04	0,06	0,09
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,08	0,25	0,39	0,57
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,09	0,11	0,14
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,44	0,85	<b>1,18</b>	<b>1,59</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,16	0,24	0,31	0,40
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,09	0,09	0,10
Jagers	3.500	0,10	0,11	0,13	0,14

**Tabel 15.22 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Q4-WP compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper in percentage additionele mortaliteit per jaar**

Vogelsoort	Natuurlijke mortaliteit (#/jr)	Met NSW/Q7	Met NSW/Q7 Den Helder III	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar	Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper
Alkachtigen	171.000	0,07	0,15	0,21	0,29
Jan van gent	54.000	0,24	0,60	0,89	<b>1,26</b>
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,03	0,03
Overige eenden	2.655.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Grote stern	24.000	0,15	0,21	0,26	0,32
Visdief/Noordse stern	225.000	0,04	0,05	0,06	0,08
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,01	0,04	0,07	0,10
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,11	0,28	0,42	0,60
Zilvermeeuw	440.000	0,07	0,09	0,11	0,14
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,51	0,92	<b>1,25</b>	<b>1,66</b>
Grote mantelmeeuw	94.000	0,17	0,26	0,33	0,41
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,09	0,10	0,10
Jagers	3.500	0,10	0,12	0,13	0,15

***Habitatverlies ten gevolge van verstoring***

Ten opzichte van het gebundeld scenario zijn er in het versnipperd scenario een paar verschillen met betrekking tot verstoring. In het versnipperd scenario hebben de verschillende inrichtingsvarianten meer vermogen en een groter oppervlak dan in het gebundeld scenario. Daarnaast heeft de andere verdeling van de windparken in de Zuidelijke Bocht een beperkt veranderd effect omdat de verspreiding en dichtheden van vogels anders zijn dan in het gebundeld scenario.

Voor de beschermde broedende vogelsoorten, zoals de kleine mantelmeeuw en de grote stern, is de situatie in het versnipperd scenario niet wezenlijk anders dan in het gebundeld scenario.

Voor vogelsoorten die alleen op zee foerageren zoals jan van gent, alkachtigen of de drieteenmeeuw vormt elk windpark een potentieel obstakel en verlies van foerageerhabitat. Wat dat betreft is het verschil tussen het gebundeld scenario en het versnipperd scenario verwaarloosbaar klein.

Voor de berekening van de aantallen verstoorde vogels is dezelfde methode toegepast als in het gebundeld scenario. Voor NSW en Q7 zijn aparte berekeningen gemaakt, omdat de vogelsoorten en hun dichtheden hier bekend zijn (zie tabel 2, hoofdstuk 7 Vogels). Voor de overige parken is een vergelijkbaar effect als voor Q4-WP aangenomen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de dichtheden in de verschillende parken kunnen verschillen, maar het voert hier te ver om voor elk park een andere dichtheid aan te houden. De hieronder berekende waarden zijn dus indicaties voor de aantallen verstoorde vogels, maar aangenomen wordt dat zij de realiteit benaderen.

De resultaten in aantallen verstoorde vogels en in percentage van de biogeografische en de NCP populatie zijn weergegeven in tabel 15.23.

**Tabel 15.23 Cumulatief effect versterking voor Q4-WP in combinatie met NSW/Q7, Den Helder III, Schaar en Hopper uitgedrukt in aantallen en in percentages van de biogeografische en NCP-populatie**

Vogelsoort	Biogeografische populatie (aantal)		NCP-populatie (aantal)		Met NSW/Q7			Met NSW/Q7 Den Helder III			Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar			Met NSW/Q7 Den Helder III Schaar Hopper		
	aantal	% biog. pop	aantal	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop	aantal	% biog. pop	% NCP pop
Alkachtigen	1.900.000	0,03	545	0,33	166.000	0,05	0,57	940	0,05	0,80	1336	0,07	0,80	1731	0,09	<b>1,04</b>
Jan van Gent	900.000	0,03	228	0,99	23.000	0,05	<b>1,86</b>	429	0,05	<b>2,74</b>	630	0,07	<b>2,74</b>	831	0,09	<b>3,61</b>
Grote stern	160.000	0,02	26	0,27	9.500	0,02	0,38	36	0,02	0,48	46	0,03	0,48	56	0,04	0,59
Visdief/ Noordse Stern	1.500.000	0,00	50	0,02	286.000	0,00	0,02	65	0,00	0,03	80	0,01	0,03	95	0,01	0,03
Noordse stormvogel	2.800.000	0,00	111	0,26	43.000	0,01	0,62	267	0,01	0,98	423	0,02	0,98	579	0,02	<b>1,35</b>
Drieteenmeeuw	8.400.000	0,00	101	0,10	97.000	0,00	0,28	276	0,00	0,46	451	0,01	0,46	626	0,01	0,65
Zilvermeeuw	2.200.000	0,01	260	0,83	31.500	0,02	1,14	360	0,02	1,46	460	0,02	1,46	560	0,03	<b>1,78</b>
Kleine mantelmeeuw	900.000	0,03	256	0,60	43.000	0,05	<b>1,06</b>	456	0,05	<b>1,53</b>	656	0,07	<b>1,53</b>	856	0,10	<b>1,99</b>
Grote mantelmeeuw	470.000	0,02	108	0,63	17.200	0,03	0,92	158	0,03	<b>1,21</b>	208	0,04	<b>1,21</b>	258	0,05	<b>1,50</b>
Stormmeeuw	1.800.000	0,01	92	0,55	16.600	0,01	0,61	102	0,01	0,67	112	0,01	0,67	122	0,01	0,73
Jagers	35.000	0,00	1	0,06	2.000	0,01	0,11	2	0,01	0,16	3	0,01	0,16	4	0,01	0,21

Voor ter plaatse verblijvende soorten is in hoofdstuk 7 Vogels berekend dat het sterkste verstoringseffect van Q4-WP optreedt op de alkachtigen en de jan van gent (circa 0,02% van de populaties). In het versnipperd scenario is het grootste effect te verwachten op de alkachtigen, jan van gent en kleine mantelmeeuw met respectievelijk 0,09, 0,09 en 0,10 procent van de biogeografische populatie. Voor de overige soorten zal het verlies lager zijn. Ten opzichte van de NCP-populatie treedt het grootste effect op bij de jan van gent met 3,61 %, gevolgd door de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, noordse stormvogel, de grote mantelmeeuw en de alkachtigen. Voor de overige soorten blijft het aantal verstoorde vogels onder de 1 procent van de NCP-populatie.

Bij de parken die in de cumulatie zijn meegenomen is de oppervlakte bijna 11 keer zo groot als dat van het geplande windpark. Ook bestaan de parken die zijn meegenomen in het versnipperd scenario uit meer dan 1.000 MW. Voor 1.000 MW aan windparken op het NCP ligt het aantal verstoorde vogels lager.

Voor de versnipperde variant gaat het verlies van randeffecten van nabijgelegen windparken niet op. In verband met onbekenden in deze berekening dienen de in de tabel genoemde getallen sterk indicatief te worden gezien, maar wel correct als het gaat om orde-grootte van het effect.

In tabel 15.24 is het habitatverlies ten opzichte van het NCP berekend voor de windparken. Voor de jan van gent bedraagt het habitatverlies ten aanzien van het NCP voor het cumulatieve versnipperde scenario van windpark Q4-WP 1,81 procent. Echter, de cumulatieve versnipperde scenario's gaan uit van 1.469 tot 1.541 MW aan windparken op zee. Indien uitgegaan wordt van 1.000 MW komt het percentage, afhankelijk van de inrichtingsvariant, uit op 1,17 tot 1,23 procent voor het geplande windpark.

**Tabel 15.24 Habitatverlies ten opzichte van NCP, versnipperd scenario**

Vogelsoort	Verstorings-afstand km	Q4-WP	NSW	Q7-WP	Den Helder III	Schaar	Hopper	Totaal	Aandeel habitatverlies NCP %
Alkachtigen	2	79	81	53	113	113	113	552	0,96
Jan van gent	4	159	158	117	201	201	201	1037	<b>1,81</b>
Overige eenden	1	47	53	30	78	78	78	364	0,64
Grote stern	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Visdief/Noordse stern	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Noordse stormvogel	1	47	53	30	78	78	78	364	0,64
Drieteenmeeuw	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Zilvermeeuw	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Kleine mantelmeeuw	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Grote mantelmeeuw	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Stormmeeuw	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37
Jagers	0	20	30	14	50	50	50	214	0,37

#### **Barrièrewerking voor foeragerende vogels**

Het omvliegen voor het versnipperd scenario zal niet wezenlijk anders zijn dan voor het gebundeld scenario. Het is mogelijk dat bij het versnipperd scenario vogels meer moeten omvliegen dan in het gebundeld scenario, omdat in het laatste geval de windparken als een enkel obstakel worden gezien.

Overige activiteiten zoals Tweede Maasvlakte, olie- en gasplatforms en mosselzaadvanginstallaties zullen zeer beperkt tot geen rol spelen in verlies van habitat voor voedsel. De offshore platforms zijn relatief kleine objecten in vergelijking met het windpark en spelen dus geen rol van betekenis. De mosselzaadvanginstallaties zullen voor deze groep vogels evenmin verlies van habitat betekenen. De Tweede Maasvlakte ligt te ver van het windpark, zodat het windpark geen extra obstakel vormt voor dezelfde vogels als waarvoor de Tweede Maasvlakte dat wel zou zijn.

#### ***Fitness trekvogels ten gevolge van barrièrewerking***

De barrièrewerking van het versnipperde windpark voor trekvogels, al of niet in cumulatie met andere activiteiten dan de windparken, zal even beperkt zijn als voor het gebundelde windpark. Ook in dit geval is het effect beperkt negatief.

### **15.4.2 Zeezoogdieren**

#### ***Gezondheidseffecten aanleg***

In het versnipperde scenario zijn meer turbines gepland dan in het gebundelde scenario. Derhalve is over een langere periode onderwatergeluid te verwachten bij de aanleg van deze varianten.

Daar waar in de gebundelde variant overlapping van de door onderwatergeluid verstoorte gebieden optreedt, is dit afwezig in de versnipperde variant. Dit betekent dat in het versnipperde scenario het verstoorte gebied groter is dan in het gebundelde scenario. Indien alle parken tegelijkertijd worden aangelegd in de versnipperde variant, kan een groot gebied met een hoog niveau van onderwatergeluid ontstaan dat sterk verstoring is voor zeezoogdieren. Aangezien NSW en Q7-WP reeds gebouwd zijn, varieert dit gebied van bijna 4.400 tot ruim 14.200 km<sup>2</sup>, bij respectievelijk een radius waarbij vluchtgedrag optreedt van 15 kilometer en 30 kilometer, dat bij een gemiddelde dichtheid van 0,4 bruinvissen per vierkante kilometer neerkomt op circa 1.750 tot 5.700 verstoorte bruinvissen. Dit betreft dan respectievelijk 7,6 procent en 24,8 procent van het oppervlak van het NCP (0,8 en 2,5 procent van de Noordzee) en 17,5 tot 56,8 procent van de NCP-populatie (0,5 tot 1,6 procent van de Noordzeepopulatie).

#### ***Habitatverlies ten gevolge van verstoring (aanwezigheid)***

Evenals bij de gebundelde variant geldt dat bij de versnipperde variant windparken vooral bij de aanleg verstoring werken voor zeezoogdieren. Het verstoring geluidsniveau is alleen op zeer korte afstand van het windpark merkbaar. Gezien de ervaringen bij Nysted en Horns Rev is 100 procent herstel na aanleg niet zeker. Daarom dient voorlopig rekening te worden gehouden met een beperkt verlies van habitat tijdens aanwezigheid.

De andere geluidsbronnen, zoals geofysisch onderzoek naar olie en gas of naar de ondergrond voor plaatsing van turbines of oefeningen van de marine, mogen niet leiden tot onaanvaardbare geluidsniveaus voor zeezoogdieren. Los van het noodzakelijke onderzoek naar de omvang en effecten van deze geluidsniveaus van aanleg en exploitatie, dient er maximale mitigatie plaats te vinden.

#### ***Habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratierouten***

Het geluid tijdens de aanleg van de windparken zal worden gegenereerd over andere delen van de Noordzee, waarbij aanvullend op de gebundelde variant overlast voor zeehonden te verwachten is in het zuidelijk deel van het gebied, bij het plangebied Schaar. Door de nabijheid tot de Voordelta kan de aanleg van het park Schaar leiden tot verstoring van zeehonden in en nabij de Voordelta.



Hierbij is het, in combinatie met windpark Hopper, niet ondenkbaar dat migratierouten tijdelijk geblokkeerd worden. De bijdrage van Q4-WP aan dit effect zal vanwege de afstand waarop deze parken zich bevinden, echter zeer klein zijn. Het geluid zal wel hoorbaar zijn, dus bij gelijktijdige aanleg wel bijdragen aan het totaal aan geluid, maar de geringe bijdrage geeft een zeer beperkt cumulatief effect. Het is echter belangrijk dat additionele effecten van onderwatergeluid vermeden worden. In principe kan de overlast door de aanleg op dezelfde manieren gemitigeerd worden als in de gebundelde variant.

#### **15.4.3 Vissen**

##### ***Gezondheidseffecten aanleg***

Gezondheidseffecten op vissen tijdens de aanleg van het geplande windpark kunnen mogelijk cumuleren met effecten van andere windparken, offshore mijnbouw en militaire activiteiten en oefenterreinen. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

##### ***Habitatverlies ten gevolge van verstoring***

Effecten op het habitatverlies van vissen ten gevolge van verstoring kunnen mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, militaire activiteiten en oefenterreinen, scheepvaart, Tweede Maasvlakte, kabels, beroeps- en sportvisserij, telecommunicatie en schelpenwinning. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

##### ***Habitatverlies ten gevolge van blokkeren migratierouten***

Effecten op het habitatverlies van vissen ten gevolge van blokkeren van migratierouten kunnen mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en de Tweede Maasvlakte. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

#### **15.4.4 Benthos**

##### ***Directe schade***

Directe schade aan benthos kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en telecommunicatie. De effecten van de versnipperde variant zijn nauwelijks anders dan de effecten van de gebundelde variant. In het versnipperd scenario gaat 0,43 km<sup>2</sup> aan zandig substraat verloren, wat overeenkomt met circa 0,001 % van het NCP. De effecten van platforms en kabels en leidingen zijn gelijk aan het gebundeld scenario.

##### ***Habitatverlies door verandering***

Habitatverlies van benthos door verandering kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw, baggerstort en de Tweede Maasvlakte. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

#### **15.4.5 Overige effecten natuur en milieu**

##### ***Refugiumeffect (uitsluiting)***

Het refugiumeffect kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw en munitiestortgebieden. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

**Oase-effect (hard substraat)**

Het oase-effect kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en de Tweede Maasvlakte. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

**15.4.6 Geomorfologie*****Verlies aan areaal van geomorfologische structuren en verandering in bodemsamenstelling***

Verlies aan areaal van geomorfologische structuren en verandering in bodemsamenstelling kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, mosselzaadinstallaties, offshore mijnbouw, zand- en grindwinning, baggerstort, Tweede Maasvlakte, kabels, pijpleidingen, beroeps- en sportvisserij en schelpenwinning. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant.

In het cumulatieve versnipperd scenario is het beïnvloede oppervlak van de windparken Q4-WP, Den Helder III, Schaar, Hopper, NSW en Q7-WP 0,43 vierkante kilometer. Dit is maar een fractie (0,001 procent) van het totaal Nederlands Continentaal Plat van 57.273 vierkante kilometer. Er zijn geen significante effecten te verwachten.

**15.4.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving**

In tabel 15.25 is een overzicht gegeven van de cumulatieve effecten van het geplande windpark in combinatie met andere windparken van de versnipperde variant én met overige gebruiksfuncties. De overige gebruiksfuncties die zijn beschouwd zijn in tabel 15.2 en 15.3 genoemd.

**Tabel 15.25** *Overzicht cumulatieve effecten versnipperde variant*

Aspect	Effecten	Q4-WP	Q4-WP Den Helder III	Q4-WP Den Helder III Schaar	Q4-WP Den Helder III Schaar Hopper	Q4-WP Den Helder III Schaar Hopper NSW en Q7-WP	Met overige gebruiksfuncties
Vogels	Sterfte door botsingen	0/-	0/-	-	-	-/--	-
	Verstoring	0	0/-	-	-/--	-/--	0/-
	Habitatverlies	0	0	0/-	-	-	-
	Barrièrewerking	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0
Zeezoogdieren	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-/--	--	--	-/--
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (zeehonden)	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (walvisachtigen)	0	0	0/-	0/-	0/-	0/-
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0	0
Vissen	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. verstoring	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0	0
Benthos	Directe schade	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies door verandering	0	0	0	0	0	0
Overige effecten	Refugium effect (uitsluiting)	+	+	+	+	+	+
	Oase-effect (hard substraat)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Geomorfologie	Verlies aan areaal van geomorfologische structuren	0	0	0	0	0	0
	Verandering in bodemsamenstelling	0	0	0	0	0	0

0 geen of verwaarloosbaar klein effect

+ positief effect

- beperkt negatief effect

-- sterk negatief effect

## 15.5 Scheepvaartveiligheid

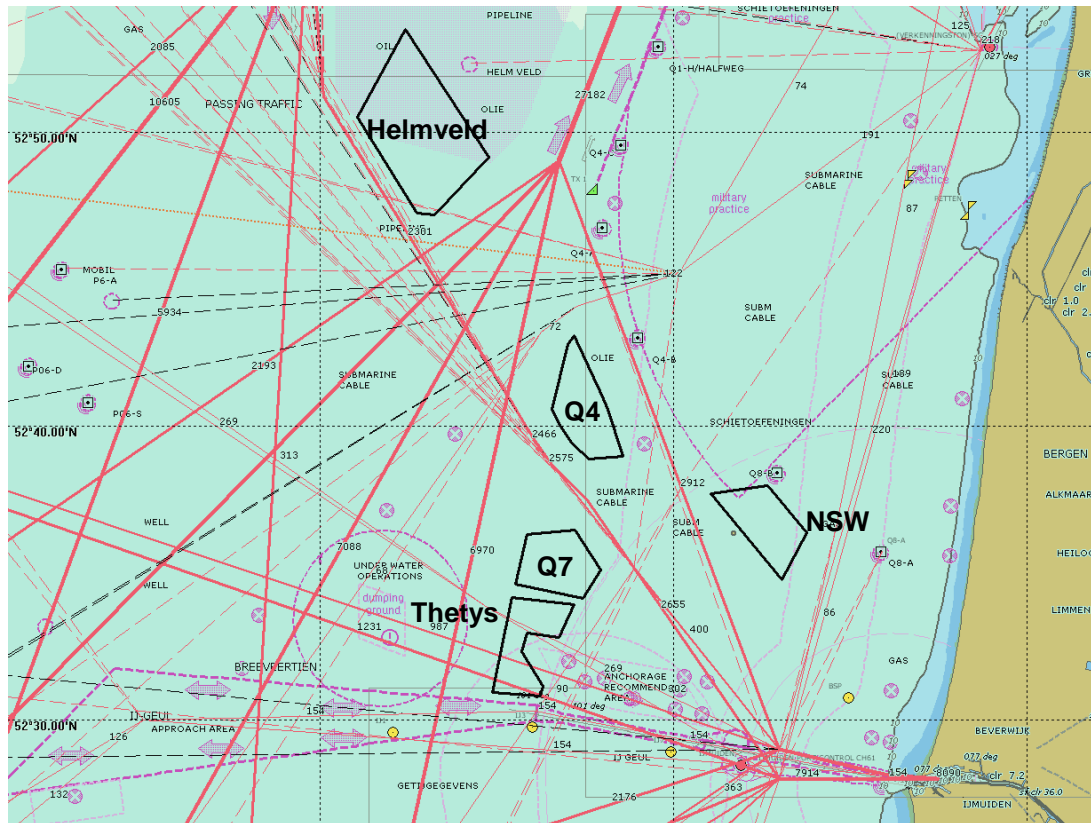
### 15.5.1 Inleiding

De cumulatieve effecten voor de veiligheid van de scheepvaart worden hier apart behandeld. Dit vanwege het feit dat er een onderscheid gemaakt wordt qua windturbines, maar niet qua clustering van windparken. Het uitgangspunt bij de beschrijving van de cumulatieve effecten op scheepvaartveiligheid is de gebundelde variant, waarbij twee scenario's worden onderscheiden conform de richtlijnen voor dit MER:

- en minimumvariant, waarbij alle in beschouwing genomen windparken met 3 megawatt turbines worden uitgerust met een dichtheid van 4,8 turbines per vierkante kilometer en
- een maximumvariant, waarbij Q4-WP met 4,5 MW turbines wordt uitgerust, en de overige in beschouwing genomen windparken met 5 megawatt turbines worden uitgerust met een dichtheid van  $3/5 \times 4,8 = 2,88$  turbines per vierkante kilometer.

Bij de bepaling van de cumulatieve effecten wordt uitgegaan van het onderhavige windpark, realisatie van windparken in de nabijheid van Q4-WP met een gezamenlijk vermogen van ten minste 1.000 megawatt en de maximaal mogelijke energieopbrengst van de beschikbare ruimte, dus maximale bezetting van de beschikbare oppervlakte. In deze paragraaf is gebruik gemaakt van het onderzoek naar scheepvaartveiligheid van MARIN [Van Iperen & Van der Tak, 2008]. Voor het bepalen van de cumulatieve effecten van een aantal windparken samen is het eigenlijk nodig om te weten wat de inrichting van al deze parken is. Dit is echter vooralsnog niet bekend en daarom wordt uitgegaan van de uiterste begrenzings van de locaties van de windparken met de twee genoemde varianten. De parken die worden meegenomen bij het bepalen van de cumulatieve effecten zijn Q7-WP, NSW, Thetys en Helmveld. Bij het bepalen van het cumulatieve effect wordt voor de andere windparken uitgegaan van de uiterste begrenzings van de locatie. Voor de parken die nog niet vergund zijn, wordt gerekend met een volledige bezetting van het gebied. Daarbij wordt uitgegaan van 4.8 windturbines per vierkante kilometer bij de minimumvariant (3 megawatt) en 2.88 turbines per vierkante kilometer bij de maximumvariant (5 megawatt). Op deze wijze is het gezamenlijke vermogen van Q4-WP, Q7-WP, NSW, Thetys en Helmveld ruim 1.200 megawatt.

**Figuur 15.3** *Parken die zijn meegenomen bij de berekening van cumulatieve effecten voor scheepvaartveiligheid*



Het effect van een windpark op de scheepvaartveiligheid wordt vooral bepaald door:

- aanvaringen en aandrijvingen met een windturbine;
- de kans op uitstroom van lading- of bunkerolie;
- verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen vanwege de hogere concentratie scheepvaartverkeer op de routen langs de windparken;
- de mogelijke omweg ten gevolge van de aanwezigheid van de windparken, welke leidt tot economische verliezen en een verhoogde kans op een ongeval door de langere route.

Uit de studie van Van der Tak [2001] blijkt dat het cumulatieve effect van ruimteclaims in de Noordzee minimaal is. Het gaat hierbij om de veiligheid van de scheepvaart als gevolg van de aanwezigheid van de ruimteclaims (zoals windparken), genoemd achter de laatste twee aandachtspunten hierboven (verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen en de mogelijke omweg ten gevolge van de aanwezigheid van de windparken). Deze effecten blijven in dit hoofdstuk verder buiten beschouwing, aangezien het effect minimaal is en niet meer dan een paar procent uitmaakt. De eerste twee aandachtspunten (aanvaringen en aandrijvingen met een windturbine en de kans op uitstroom van bunkerolie) worden echter wel meegenomen en komen hierna aan bod.

### 15.5.2 Minimumvariant

De minimumvariant gaat uit van de bezetting van 3 megawatt turbines in de parken Q7-WP, NSW, Thetys en Helmveld. Q4-WP heeft vier alternatieven. In het onderliggende onderzoek [Van Iperen & van der Tak 2008] zijn echter twee inrichtingsalternatieven doorgerekend voor Q4-WP, de twee basisvarianten:

- Een variant met 40 turbines van 3 megawatt
- Een variant met 24 turbines van 4,5 megawatt

#### **Q4-WP 3 megawatt / andere parken met 3 megawatt turbines**

In tabel 15.26 wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op aanvaring, aandrijving en kans op uitstroom per jaar weergegeven.

**Tabel 15.26 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling**

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_3MW	40	120	0,0046	0,0123	0,0182	0,0027	0,0378	0,0010	0,0087
Q7-WP	60	120	0,0056	0,0098	0,0241	0,0039	0,0434	0,0014	0,0117
NSW	36	99	0,0011	0,0044	0,0082	0,0030	0,0167	0,0006	0,0056
Thetys	55	165	0,0097	0,0118	0,0208	0,0039	0,0461	0,0012	0,0075
Helmveld	240	720	0,0194	0,0221	0,1027	0,0098	0,1540	0,0057	0,0079

In tabel 15.27 worden de resultaten van tabel 15.26 cumulatief weergegeven

**Tabel 15.27 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling**

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_3MW	40	120	0,0046	0,0123	0,0182	0,0027	0,0378	0,0010	0,0087
Q4_3MW + Q7-WP	100	240	0,0103	0,0221	0,0423	0,0066	0,0812	0,0024	0,0102
Q4_3MW + Q7-WP + NSW	136	339	0,0113	0,0265	0,0505	0,0095	0,0979	0,0030	0,0089
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys	191	504	0,0210	0,0383	0,0713	0,0135	0,1441	0,0042	0,0084
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	431	1224	0,0404	0,0603	0,1740	0,0233	0,2980	0,0099	0,0081
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,0330	0,0493	0,1422	0,0191	0,2435	0,0081	0,0081

**Tabel 15.28** *Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het gebundeld scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_3MW	40	120	215,5	81,2	55,0	371,5	26,4	956,0	114,7
Q4_3MW + Q7-WP	100	240	97,3	45,3	23,6	152,4	12,3	408,2	98,0
Q4_3MW + Q7-WP + NSW	136	339	88,1	37,8	19,8	104,8	10,2	333,0	112,9
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys	191	504	47,6	26,1	14,0	74,1	6,9	236,0	118,9
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	431	1224	24,8	16,6	5,7	42,9	3,4	100,9	123,6
Gemiddeld per 1000 MW		1000	30,3	20,3	7,0	52,5	4,1	123,6	123,6

Indien van de drie parken de totale vermogens worden opgeteld, dan komt dit neer op 1.224 megawatt. Om initiatieven op de Noordzee te kunnen vergelijken op cumulatieve effecten is tevens in twee van de bovenstaande tabellen het gemiddelde berekend per 1.000 megawatt. Hierbij is rekening gehouden met het aantal megawatt per park en is een factor 1000/1.224 toegepast (totaal aantal megawatt van de parken gedeeld door 1.000 megawatt).

**Q4-WP 4,5 megawatt / andere parken met 3 megawatt turbines**

Ook wanneer Q4-WP wordt uitgevoerd met 4,5 megawatt turbines is eenzelfde overzicht te geven. In tabel 15.29 wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op aanvaring, aandrijving en kans op uitstroom per jaar weergegeven.

**Tabel 15.29** *Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_4,5MW	24	108	0,0029	0,0080	0,0111	0,0017	0,0237	0,0006	0,0059
Q7-WP	60	120	0,0056	0,0098	0,0241	0,0039	0,0434	0,0014	0,0117
NSW	36	99	0,0011	0,0044	0,0082	0,0030	0,0167	0,0006	0,0056
Thetys	55	165	0,0097	0,0118	0,0208	0,0039	0,0461	0,0012	0,0075
Helmveld	240	720	0,0194	0,0221	0,1027	0,0098	0,1540	0,0057	0,0079

**Tabel 15.30** *Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_4,5MW	24	108	0,0029	0,0080	0,0111	0,0017	0,0237	0,0006	0,0059
Q4_4,5MW + Q7-WP	84	228	0,0085	0,0178	0,0353	0,0056	0,0671	0,0020	0,0090
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW	120	327	0,0096	0,0222	0,0435	0,0086	0,0838	0,0026	0,0079
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys	175	492	0,0192	0,0340	0,0643	0,0125	0,1300	0,0038	0,0078
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	415	1212	0,0386	0,0560	0,1670	0,0223	0,2840	0,0095	0,0078
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,0319	0,0462	0,1378	0,0184	0,2343	0,0078	0,0078

Tabel 15.31 geeft hetzelfde weer als tabel 15.30, maar dan in de vorm van eens in de zoveel jaar.

**Tabel 15.31** *Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het gebundeld scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_4,5MW	24	108	348,7	124,8	89,8	586,2	42,2	1560,1	168,5
Q4_4,5MW + Q7-WP	84	228	117,6	56,3	28,3	179,4	14,9	489,1	111,5
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW	120	327	104,5	45,1	23,0	116,9	11,9	384,9	125,8
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys	175	492	52,0	29,4	15,6	80,0	7,7	260,9	128,4
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	415	1212	25,9	17,8	6,0	44,8	3,5	105,2	127,6
Gemiddeld per 1000 MW		1000	31,4	21,6	7,3	54,3	4,3	127,6	127,6

Tabel 15.32 geeft de resultaten van alle cumulatieve berekeningen weer voor de minimumvariant en is als conclusie voor de minimumvariant (andere parken ingericht met 3 MW windturbines) te zien. Q4-WP met 4,5 megawatt turbines levert minder kans op een aanvaring of aandrijving op dan Q4-WP met 3 megawatt turbines, voornamelijk vanwege het feit dat er minder turbines nodig zijn.



**Tabel 15.32** *Cumulatief effect voor Q4-WP, Q7-WP, NSW, Thetys en Helmveld, ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling*

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Q4-WP	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
3 MW	3 MW	0,0330	0,0493	0,1422	0,0191	0,2435	0,0081
4,5 MW	3 MW	0,0319	0,0462	0,1378	0,0184	0,2343	0,0078

**15.5.3 Maximumvariant**

De maximumvariant gaat uit van de bezetting van 5 megawatt-turbines in de parken Thetys en Helmveld. Q4-WP heeft vier alternatieven. In het onderliggende onderzoek [Van Iperen & Van der Tak 2008] zijn echter twee inrichtingsalternatieven doorgerekend voor Q4-WP, de twee basisvarianten:

- Een variant met 40 turbines van 3 megawatt
- Een variant met 24 turbines van 4,5 megawatt

**Q4-WP 3 megawatt / andere parken met 5 megawatt turbines**

In tabel 15.33 wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op aanvaring, aandrijving en kans op uitstroom per jaar weergegeven.

**Tabel 15.33** *Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_3MW	40	120	0,0046	0,0123	0,0182	0,0027	0,0378	0,0010	0,0087
Q7-WP	60	120	0,0056	0,0098	0,0241	0,0039	0,0434	0,0014	0,0117
NSW	36	99	0,0011	0,0044	0,0082	0,0030	0,0167	0,0006	0,0056
Thetys	33	165	0,0058	0,0071	0,0125	0,0024	0,0277	0,0007	0,0045
Helmveld	144	720	0,0116	0,0132	0,0616	0,0059	0,0924	0,0034	0,0047

**Tabel 15.34** *Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_3MW	40	120	0,0046	0,0123	0,0182	0,0027	0,0378	0,0010	0,0087
Q4_3MW + Q7-WP	100	240	0,0103	0,0221	0,0423	0,0066	0,0812	0,0024	0,0102
Q4_3MW + Q7-WP + NSW	136	339	0,0113	0,0265	0,0505	0,0095	0,0979	0,0030	0,0089
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys	169	504	0,0171	0,0336	0,0630	0,0119	0,1256	0,0037	0,0074
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	313	1224	0,0288	0,0468	0,1246	0,0178	0,2180	0,0071	0,0058
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,0235	0,0382	0,1018	0,0145	0,1781	0,0058	0,0058

Tabel 15.35 geeft hetzelfde weer als tabel 15.34, maar dan in de vorm van eens in de zoveel jaar.

**Tabel 15.35** *Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het gebundeld scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_3MW	40	120	215,5	81,2	55,0	371,5	26,4	956,0	114,7
Q4_3MW + Q7-WP	100	240	97,3	45,3	23,6	152,4	12,3	408,2	98,0
Q4_3MW + Q7-WP + NSW	136	339	88,1	37,8	19,8	104,8	10,2	333,0	112,9
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys	169	504	58,4	29,8	15,9	84,0	8,0	267,1	134,6
Q4_3MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	313	1224	34,8	21,4	8,0	56,2	4,6	140,0	171,3
Gemiddeld per 1000 MW		1000	42,5	26,2	9,8	68,7	5,6	171,3	171,3

**Q4-WP 4,5 megawatt /andere parken met 5 megawatt turbines**

Ook wanneer Q4-WP wordt uitgevoerd met 4,5 megawatt turbines is eenzelfde overzicht te geven. In tabel 15.36 wordt voor ieder windpark het aantal windturbines, het totale vermogen en de kans op aanvaring, aandrijving en kans op uitstroom per jaar weergegeven.

**Tabel 15.36** *Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_4,5MW	24	108	0,0029	0,0080	0,0111	0,0017	0,0237	0,0006	0,0059
Q7-WP	60	120	0,0056	0,0098	0,0241	0,0039	0,0434	0,0014	0,0117
NSW	36	99	0,0011	0,0044	0,0082	0,0030	0,0167	0,0006	0,0056
Thetys	33	165	0,0058	0,0071	0,0125	0,0024	0,0277	0,0007	0,0045
Helmveld	144	720	0,0116	0,0132	0,0616	0,0059	0,0924	0,0034	0,0047

**Tabel 15.37** *Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar	Kans op uitstroom per jaar per 1000 MW
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_4,5MW	24	108	0,0029	0,0080	0,0111	0,0017	0,0237	0,0006	0,0059
Q4_4,5MW + Q7-WP	84	228	0,0085	0,0178	0,0353	0,0056	0,0671	0,0020	0,0090
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW	120	327	0,0096	0,0222	0,0435	0,0086	0,0838	0,0026	0,0079
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys	153	492	0,0154	0,0292	0,0560	0,0109	0,1115	0,0033	0,0068
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	297	1212	0,0270	0,0425	0,1176	0,0168	0,2039	0,0067	0,0056
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,0223	0,0351	0,0970	0,0139	0,1682	0,0056	0,0056

Tabel 15.38 geeft hetzelfde weer als tabel 15.37, maar dan in de vorm van eens in de zoveel jaar.

**Tabel 15.38** *Cumulatief, kans op een aanvaring/aandrijving voor het gebundeld scenario in termen van eens in de zoveel jaar; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Windpark	Aantal turbines	Totaal MW	Een aanvaring (rammen) eens in .. jaar		Een aandrijving (driften) eens in .. jaar		Totaal eens in .. jaar	Kans op uitstroom eens in .. jaar	Kans op uitstroom per 1000 MW eens in de ... jaar
			R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen			
Q4_4,5MW	24	108	348,7	124,8	89,8	586,2	42,2	1560,1	168,5
Q4_4,5MW + Q7-WP	84	228	117,6	56,3	28,3	179,4	14,9	489,1	111,5
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW	120	327	104,5	45,1	23,0	116,9	11,9	384,9	125,8
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys	153	492	65,1	34,2	17,9	91,6	9,0	299,5	147,3
Q4_4,5MW + Q7-WP + NSW + Thetys + Helmveld	297	1212	37,0	23,5	8,5	59,5	4,9	148,4	179,8
Gemiddeld per 1000 MW		1000	44,9	28,5	10,3	72,1	5,9	179,8	179,8

**Tabel 15.39** *Cumulatief effect voor Q4-WP, Q7-WP, NSW, Thetys en Helmveld ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling*

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variante voor Q4-WP	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
3 MW	5 MW	0,0235	0,0382	0,1018	0,0145	0,1781	0,0058
4,5 MW	5 MW	0,0223	0,0351	0,0970	0,0139	0,1682	0,0056

#### 15.5.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving

Tabel 15.40 geeft de resultaten van alle cumulatieve berekeningen van de voorgaande tabellen, waarbij de risico's voor 1.000 megawatt geïnstalleerd vermogen uit de tabellen zijn overgenomen. Het toont aan dat de risico's bij gebruik van 5 megawatt turbines beduidend lager zijn, voornamelijk vanwege het feit dat er minder turbines nodig zijn.

**Tabel 15.40 Cumulatieve effecten voor Q4-WP met Q7-WP, NSW, Thetys en Helmveld**

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Q4-WP	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Q4_3MW	3 MW	0,0330	0,0493	0,1422	0,0191	0,2435	0,0081
Q4_4,5MW	3 MW	0,0319	0,0462	0,1378	0,0184	0,2343	0,0078
Q4_3MW	5 MW	0,0235	0,0382	0,1018	0,0145	0,1781	0,0058
Q4_4,5MW	5 MW	0,0223	0,0351	0,0970	0,0139	0,1682	0,0056

De verschillen tussen de varianten van Q4-WP zijn kleiner, doordat deze verschillen worden genivelleerd door de andere parken. Maar ook hier zijn bij de 4,5 megawatt turbines minder negatieve effecten te verwachten ten opzichte van de 3 megawatt turbines.

De uitstroomkansen voor 1.000 MW worden tot slot vergeleken met de uitstroomkansen in de hele EEZ, zijnde een gemiddelde van eens in de 2,8 jaar voor bunkerolie en eens in de 6,7 jaar voor ladingolie, dus samen een uitstroomkans van  $(1/2,8 + 1/6,7) = 0,50$  per jaar.

De cumulatieve uitstroomkans voor olie (teruggerekend voor 1000 MW) voor de minimumvariant bedraagt gemiddeld 0,0080 (zie tabel 15.40) per jaar en voor de maximumvariant 0,0057 per jaar, dus ongeveer 1,6 % bij gebruik van 3 MW windturbines en 1,1 % bij gebruik van 5 MW turbines. Op basis hiervan en op basis van de kans op aanvaringen en aandrijvingen kan gesteld worden dat de cumulatieve effecten minimaal zijn.

Door maatregelen als het inzetten van De Waker en/of andere sleepboten kan 51 procent van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 0,78 procent en 0,56 procent.

De kans op uitstroom in dit MER is een worst-case benadering, aangezien het percentage olietankers met een dubbele scheepshuid steeds groter wordt en de kans op uitstroom van ladingolie kleiner is dan gemodelleerd in SAMSON.

Voor de scheepvaartveiligheid betekent een aaneenschakeling van windparken dat het totale risico over het algemeen minder is dan de som van de risico's van de individuele parken, waarmee nu gerekend is. Dit komt omdat over het algemeen schepen door een ander park eerder verder weg van het eigen park zullen worden geleid dan dichterbij.

Het risico voor Q4-WP zou door de aanwezigheid van de parken Helmveld en Thetys vrijwel gelijk blijven, omdat de routes rond Q4-WP niet beïnvloed zullen worden door deze parken (zie figuur 15.3). Omdat Q7-WP en NSW reeds bestaan, is met deze parken al rekening gehouden in de routing.

Bij een gebundeld aantal windparken is de totale omweg meer dan de omweg van de individuele windparken.

Echter, door het vrijhouden van de clearways en het vroegtijdig anticiperen op de locatie van de windparken zijn de extra af te leggen zeemijlen verwaarloosbaar klein [Van der Tak, 2001]. Alleen voor sommige niet-routegebonden schepen die een missie/visgrond hebben vlak achter een windpark, kan een windpark hinderlijk in de weg liggen. Voor Q4-WP kan echter geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windparken in de cluster verwaarloosbaar is, aangezien deze windparken zodanig ver van Q4-WP af liggen dat schepen Q4-WP aan alle zijden kunnen passeren, zonder ook om een ander windpark te hoeven varen.

Een kanttekening bij de berekening van de cumulatieve effecten is dat geen rekening is gehouden met het extra risico van kruisende scheepvaart en het tijdelijk onmanoeuvrbaar zijn van schepen nabij een haven. Echter deze extra risico's zijn erg klein en niet significant te noemen.

## 16 SAMENVATTING EFFECTEN EN TOETSING AAN NATUURWETGEVING

### 16.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten op vogels en onderwaterleven, zoals beschreven in de hoofdstukken 7, 10 en 15, getoetst aan het beleid en de wet- en regelgeving voor natuur. Ook wordt een samenvatting van overige effecten gegeven.

De bescherming van natuurlijke en landschappelijke waarden is vastgelegd in het volgende beleid, wet- en regelgeving:

#### Nationaal

- Natuurbeschermingswet 1998
- Flora- en faunawet
- Nota Ruimte
- Integraal Beheersplan Noordzee 2015

#### Internationaal

- Vogel- en Habitatrichtlijn
- OSPAR-verdrag 1992

In de volgende paragrafen worden de verschillende toetsingskaders toegelicht en wordt de toetsing van de effecten uitgevoerd aan de hand van de geldende toetsingscriteria.

De gebiedsbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) is inmiddels geïmplementeerd in de Natuurbeschermingswet 1998 (NB-wet), die op 1 oktober 2005 van kracht is geworden. De werkingssfeer van de Natuurbeschermingswet is beperkt tot de 12-mijlszone. Wel dient rekening te worden gehouden met de externe werking op VHR-gebieden. Ook wordt uitbreiding van de werkingssfeer van de NB-wet tot het gehele NCP op korte termijn verwacht. Daarom wordt de bescherming op grond van de VHR en de Natuurbeschermingswet gezamenlijk behandeld.

Natura2000 gebieden vallen onder de Natuurbeschermingswet en in het kader hiervan wordt gekeken naar de instandhoudingsdoelstellingen die voor een aantal soorten gelden.

De soortenbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn is geïmplementeerd in de Flora- en faunawet. Deze wet is niet van toepassing buiten de 12-mijlszone. Daarom is op het NCP buiten de 12-mijlszone de directe werking van de soortenbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn van kracht, welke geïmplementeerd is in de Natuurbeschermingswet. Toetsing van soorten vindt dan ook plaats in het kader van de Natuurbeschermingswet.

De Flora- en Faunawet is echter wel van toepassing op het land en binnen de 12-mijlszone en geldt dus voor de laatste kilometers van het kabeltraject op zee en het traject op land.

De Nota Ruimte bevat het nationale ruimtelijk beleid. In de Nota zijn gebieden met bijzondere natuurwaarden aangewezen. Naast het beleid voor beschermingsgebieden conform de VHR bevat de Nota aanvullend beleid voor gebieden, die deel uitmaken van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De werkingssfeer van de Nota Ruimte strekt zich uit tot het hele NCP. Het Integraal Beheersplan Noordzee 2015 (IBN 2015) is een gebiedsspecifieke uitwerking van de Nota Ruimte voor de Noordzee. Deze beleidsmatige beschermingskaders worden dan ook gezamenlijk behandeld.

Het OSPAR-verdrag richt zich specifiek op de bescherming van het Noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan. Het verdrag vormt een aanvulling op de Vogel- en Habitatrichtlijn, die nog niet voorzag in speciale beschermingsgebieden op zee.

## 16.2 Gebiedsbescherming Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet

### 16.2.1 Inleiding

De Natuurbeschermingswet 1998 (NB-wet) bevat het wettelijk beschermingskader voor de aangewezen en aangemelde Vogel- en Habitatrichtlijngebieden (Speciale beschermingsgebieden of Natura2000 gebieden) en de in nationaal kader aangewezen Beschermd en Staatsnatuurmonumenten. Voor deze gebieden zijn specifieke instandhoudingsdoelen opgesteld, die worden vastgelegd in aanwijzingsbesluiten. Afronding hiervan wordt eind 2008 voorzien. Tot die tijd vormen de aanwijzingsbesluiten van de Vogelrichtlijngebieden en de Beschermd- of Staatsnatuurmonumenten en het gebiedendocument voor de aangemelde Habitatrichtlijngebieden de formele toetsingskaders. In het kader van afspraken in het OSPAR-verdrag bestaat het voornemen drie nieuwe beschermingsgebieden buiten de 12-mijlszone aan te wijzen. Vooruitlopend op de aanwijzing vallen deze gebieden onder de bescherming van de VHR/NB-wet.

### 16.2.2 Werkingsfeer

Het beschermingskader is van toepassing op duidelijk begrensde gebieden en op de natuurwaarden, op grond waarvan deze gebieden zijn c.q. worden aangewezen of aangemeld.

De huidige beschermingsgebieden, die in de wijde omgeving van het plangebied zijn aangewezen of aangemeld, zijn weergegeven in tabel 16.1 en figuur 16.1. In de wijde omgeving van het plangebied bevinden zich binnen de mogelijke beïnvloedingszone geen buitenlandse Natura2000 gebieden.

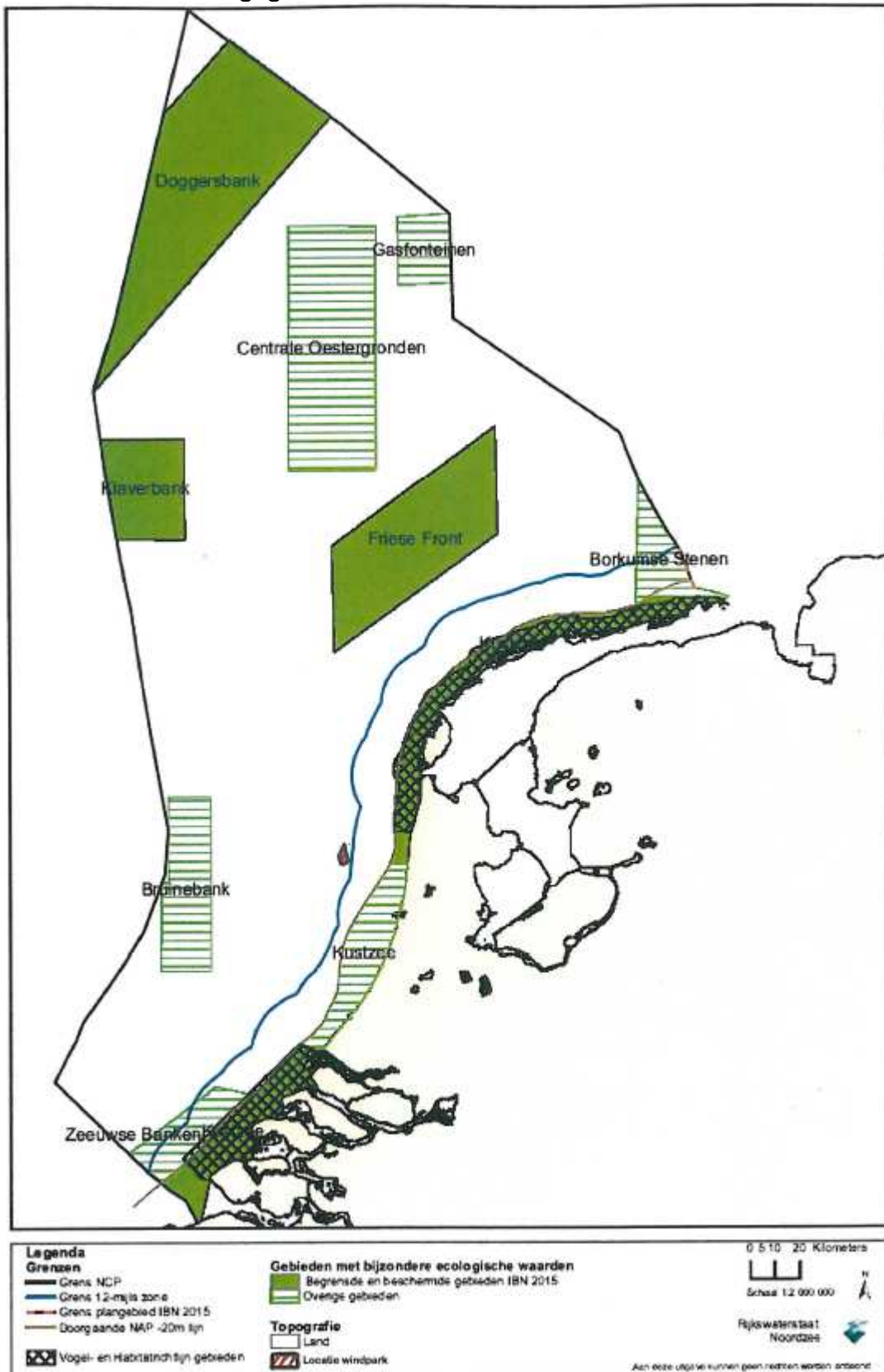
**Tabel 16.1** *Overzicht van de NB-wet gebieden in de omgeving van het plangebied*

Beschermingsgebied	Vogelrichtlijn	Habitatrichtlijn	Beschermd/Staatsnatuurmonument
Voordelta	X	X	
Noordzeekustzone	X		
Waddenzee	X	X	X
Kustduinen NH/ZH		X	X
Westerschelde	X	X	

De SBZ Voordelta strekt zich tussen de monding van de Westerschelde en Hoek van Holland zeewaarts uit tot aan de (rechtgetrokken) 20 m dieptelijn van de Noordzee, die zich circa 7,5 km uit de kust bevindt (figuur 16.1). De SBZ Noordzeekustzone strekt zich tussen de oostelijke waddeneilanden en Petten zeewaarts uit tot de 15 m dieptelijn op circa 3 mijl uit de kust (figuur 16.1). De SBZ Waddenzee beslaat de gehele Waddenzee inclusief delen van de Waddeneilanden. De SBZ's Kustduinen langs de Noord- en Zuid-Hollandse kust zijn zeewaarts begrensd door de laagwaterlijn. De SBZ Westerschelde wordt zeewaarts globaal begrensd door de lijn Vlissingen-Breskens.

De overheid is voornemens om buiten de 12-mijlszone de Natura2000 gebieden uit te breiden met de gebieden Doggersbank, Klaverbank en het Friese Front. Daarnaast wordt binnen de 12-mijlszone uitbreiding van de Noordzeekustzone voorgenomen zuidwaarts tot aan Bergen en zeewaarts tot aan de 20 m dieptelijn (IBN 2015). Formele aanwijzing van deze gebieden als Natura2000 gebied wordt verwacht in 2008 (figuur 16.1).

**Figuur 16.1 Bestaande en mogelijk in de toekomst aan te wijzen beschermingsgebieden**





**Tabel 16.2 Overzicht van beschermde soorten en habitats op het NCP (Exclusief vogels. Alle vogels zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn)**

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	OSPAR	VR-G	HR-G	HR-S
<b>Schelpdieren</b>					
Noordkromp	Artica islandica	(2)			
Purperslak	Nucella lapillus	(1)			
<b>Vissen</b>					
Fint	Alosa fallax			1	
Gevlekte Rog	Raja montagui	2			
Gobius couchi	Gobius couchi	X			
Kortsnuitzeepaardje	Hippocampus guttulatus	X			
Houting	Coregonus lavaretus oxyrinchus	(1)		1	X
Kabeljauw	Gadus morhua	(1),(2)			
Reuzenhaai	Cetorhinus maximus	X			
Rivierprik	Lampetra flaiatilis	(1)			
Steur	Acipenser sturio	(1)		(1)	X
Vleet	Dipturus batis	X			
Zalm	Salmo salar	(1)		X	
Langsnuitzeepaardje	Hippocampus hippocampus	X			
Zeeprik	Petromyzon marinus	1		1	
<b>Zoogdieren</b>					
Bruinvis	Phocoena phocoena			(2)	X
Dwergvinvis	Baleanoptera acutorostrata				X
Gewone dolfin	Delphinus delphis				X
Gewone zeehond	Phoca vitulina			1	
Griend	Globicephala melas				X
Grijze dolfin	Grampus griseus				X
Grijze zeehond	Halichoerus grypus			X	
Witflankdolfijn	Lagenorhynchus acutus				X
Witsnuitdolfijn	Lagenorhynchus albirostris				X
<b>Vogels</b>					
Dougalls stern	Sterna dougallii	X	X		
Dwergstern	Sterna albifrons		1		
Grauwe franjepoot	Phalaropus lobatus		X		
Grote mantelmeeuw	Larus marinus	(2)			
Grote stern	Sterna sandvicensis		1		
IJsduiker	Gavia immer		X		
Kuifduiker	Podiceps auritus		1		
Noordse stem	Sterna paradisaea		1		
Parelduiker	Gavia arctica		1		
Roodkeelduiker	Gavia stellata		1		
Stormvogeltje	Hydrobates pelagicus		X		
Visdief	Sterna hirundo		1		
Zwarte stern	Chilodnias niger		X		
Zwartkopmeeuw	Larus melanocephalus		X		

Habitats					
Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten		1		1	
Estuarium				1	
Oesterbank		(2)			
Permanent met zeewater van geringe diepte overstroemde zandbanken				(2) (1)	
Riffen					
Zeegras		1			
Zeepennen en gravende megafauna		(2)			

VR-G Soorten, waarvoor gebieden zijn of moeten worden aangewezen (bijlage I-soorten)

HR-G Habitats of soorten, waarvoor gebieden zijn of moeten worden aangewezen (bijlage II-soorten)

HR-S Soorten, die vallen onder de soortenbescherming van de Habitatrictlijn (bijlage IV-soorten)

1 Kwalificerende soort voor SBZ's in kustzone

(1) Kwalificerende soort voor nog nader aan te wijzen SBZ in kustzone

(2) 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.

### 16.2.3 Habitats en soorten

De natuurwaarden, waarop de aanwijzing van de Speciale Beschermingzones betrekking heeft, volgen uit de aanwijzings- en aanmeldingsdocumenten. In het kader van de VHR gaat het om zogeheten kwalificerende habitats of soorten. Voor de nieuw aan te wijzen gebieden zijn nog geen kwalificerende soorten of habitats vastgelegd. Voor de Beschermde of Staatsnatuurmonumenten gelden in het algemeen ruimere doelstellingen met betrekking tot kenmerkende natuurwaarden. Dergelijke gebieden komen echter niet voor binnen het potentiële beïnvloedingsgebied. In tabel 16.2 zijn de op het NCP voorkomende soorten en habitats weergegeven, die beschermd zijn in het kader van de gebiedsbescherming van de Vogel- en Habitatrictlijn (VR-G en HR-G).

### 16.2.4 Het toetsingskader

Met de inwerkingtreding van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn de beschermingsformules van de Vogel- en Habitatrictlijn (VHR) wettelijk verankerd. Hieruit vloeit voort de verplichting tot het aanvragen van een vergunning voor die activiteiten als gevolg waarvan negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten.

Het toetsingskader van de Natuurbeschermingswet 1998 kent de volgende procedure varianten:

1. Er is met zekerheid geen kans op negatieve effecten: geen vergunningplicht.
2. Er is een kans op negatieve effecten, maar zeker niet significant: vergunningaanvraag op grond van een verslechterings- en verstoringstoets.
3. Er is een kans op significante negatieve effecten: vergunningaanvraag op grond van een passende beoordeling (alternatiewoets + dwingende redenen van openbaar belang).

De stappen bij deze toetsing zijn:

1. Bestaat er zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied geen significante gevolgen zullen ondervinden?
2. Indien die zekerheid niet bestaat: Zijn er alternatieve oplossingen, waarbij met zekerheid gesteld kan worden dat geen significante gevolgen optreden?

3. Indien er sprake is van significante gevolgen voor de natuurlijke kenmerken en bij het ontbreken van alternatieven voor realisatie van de voorgenomen activiteit: Zijn er dwingende redenen van groot openbaar belang, die het project noodzakelijk maken?
4. Indien het project wordt uitgevoerd: Welke compenserende maatregelen worden getroffen?

Deze toetsing volgens de Natuurbeschermingswet 1998 betreft de significantie van de optredende effecten op de gunstige staat van instandhouding van kwalificerende soorten en habitats. Hierbij moet rekening worden gehouden met eventuele cumulatie als gevolg van de realisatie van andere plannen en projecten.

Onder de gunstige staat van instandhouding wordt conform de Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998 [LNV, 2005] verstaan:

De “staat van instandhouding” van een natuurlijke habitat wordt als “gunstig” beschouwd wanneer:

- Het natuurlijke verspreidingsgebied van de habitat en de oppervlakte van die habitat binnen dat gebied stabiel zijn of toenemen.
- De voor het behoud op lange termijn nodige specifieke structuur en functies bestaan en in de afzienbare toekomst vermoedelijk zullen blijven bestaan.
- De staat van instandhouding van de voor die habitat typische soorten gunstig is.

De “staat van instandhouding” van een soort wordt als “gunstig” beschouwd wanneer:

- Uit populatiedynamische gegevens blijkt dat de betrokken soort nog steeds een levensvatbare component is van de natuurlijke habitat waarin hij voorkomt, en dat vermoedelijk op lange termijn zal blijven.
- Het natuurlijke verspreidingsgebied van die soort niet kleiner wordt of binnen afzienbare tijd kleiner lijkt te zullen worden.
- Er een voldoende grote habitat bestaat en waarschijnlijk zal blijven bestaan om de populaties van die soort op lange termijn in stand te houden.

Over het begrip “significantie” is de wetgever minder duidelijk (Habitatrichtlijn artikel 6, lid 3. Beheer van Natura2000 gebieden, EG, 2000). Wat als een "significant" gevolg moet worden aangemerkt, is geen kwestie van willekeur. Ten eerste wordt de term in de richtlijn als een objectief begrip gehanteerd. De significantie mag niet op zodanige wijze worden gekwalificeerd, dat deze op arbitraire wijze kan worden geïnterpreteerd. Ten tweede is een consequente interpretatie van "significant" noodzakelijk om te garanderen, dat "Natura2000" als een coherent netwerk functioneert. Aan het begrip "significant" moet een objectieve inhoud worden gegeven. Tegelijk moet de significantie van effecten worden vastgesteld in het licht van de specifieke bijzonderheden en milieukenmerken van het beschermde gebied, waarop een plan of project betrekking heeft, waarbij met name rekening moet worden gehouden met de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied.

Het voorgaande impliceert dat aan het begrip significantie door de toetser op projectniveau invulling moet worden gegeven. In dit MER wordt de significantie beoordeeld aan de hand van een expert-judgement op basis van kwantitatieve en kwalitatieve informatie.

#### **16.2.5 Toetsing van de effecten**

De locatie Q4-WP ligt buiten de aangewezen en toekomstige beschermingszones. Dat betekent dat mogelijke effecten beperkt zijn tot de externe werking.

Aangezien, vooruitlopend op de ontwikkeling van een passend wettelijk kader en instandhoudingsdoelstellingen, voor de Noordzee de VHR van toepassing is verklaard op de gehele EEZ, betekent dit dat in principe alle vogels en zeezoogdieren onder een "vergelijkbaar" beschermingsregime staan. Hierbij is het voornaamste uitgangspunt: er mogen geen significante (negatieve) effecten plaatsvinden door (nieuwe) menselijke activiteiten op het Nederlands Continentaal Plat. Deze benaderingswijze is eveneens gevolgd in Dankers *et al.* [2003] bij het aanwijzen van vogelrichtlijngebieden op het NCP. Voor zeezoogdieren is de zaak vrij eenvoudig: de gewone zeehond en grijze zeehond zijn kwalificerende soorten voor Habitatrichtlijngebied Waddenzee en Voordelta. Deze soorten genieten dus bescherming vanwege externe werking. De zeehonden, de bruinvis en de witsnuitdolfijn staan op annex 4 van de Habitatrichtlijn en genieten dus strikte bescherming. Hieronder zal worden ingegaan op de toetsing van vogels en zeezoogdieren aan de instandhoudingsdoelstellingen zoals die momenteel vigerend zijn voor de Voordelta voor de zeezoogdieren en de hieronder genoemde kustgebieden voor de kleine mantelmeeuw.

Voor de op het NCP aanwezige habitattypen waarvoor bescherming is opgesteld, type nr. 1110: *permanent met zeewater overstroomde zandbanken*, zijn geen effecten te verwachten. Deze worden dan ook niet verder genoemd in de hierna uit te werken tabel.

Hetzelfde geldt overigens voor kenmerken waarop de GBEW zijn geselecteerd, met uitzondering van de vogels. Als te beschermen natuurwaarden voor de kustzone worden genoemd: vogels, concentraties van vissen, schelpdierbanken, zeezoogdieren. De hoeveelheden vis en schelpdieren worden in de tabel meegenomen als stapelvoedsel voor vogels en zeezoogdieren. De in de zuidelijke Noordzee aanwezige bodemdieren en vissen (met uitzondering van enkele diadrome soorten) kennen geen bescherming onder de VHR; de noordkromp en de kabeljauw staan wel als bedreigde diersoorten op de OSPAR lijst. Conform de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet is het opstellen van een tabel met dergelijke gedetailleerde, per SBZ opgestelde effectbeschrijving pas aan de orde in geval niet uitgesloten kan worden dat er significante effecten op soorten of habitats kunnen worden verwacht. In dit MER worden geen significante effecten op vogelsoorten of habitats verwacht. Aangezien voor de zeezoogdieren voor wat betreft de effecten van het onderwatergeluid op voorhand niet kan worden uitgesloten dat er significante effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen binnen de Natura2000 gebieden Voordelta, Noordzeekustzone en Waddenzee, zullen deze wel getoetst worden. Hier wordt in de locatiespecifieke passende beoordeling nader op ingegaan.

### **Algemene toetsing Noordzee**

In eerste instantie worden de effecten van het geplande windpark op de in dit MER vermelde faunagroepen getoetst aan de kaders zoals die op de Noordzee gelden buiten de territoriale wateren: de EHS/GBEW en de VHR. Hier wordt verder ingegaan op de effecten op de natuurwaarden die buiten de VHR vallen: bodemdieren en vissen. Vogels en zeezoogdieren worden getoetst aan de kaders zoals die gelden conform de VHR: in hoeverre wordt de gunstige staat van instandhouding aangetast. Deze toetsing wordt gedaan voor zowel de verschillende varianten van het geplande windpark alleen en voor een *worst-case scenario* in cumulatieve zin. Hierbij is gekeken naar de effecten op de gehele biogeografische populatie voor wat betreft de vogels, de Noordzee populatie voor de walvisachtigen en de dolfijnen en de Nederlandse populatie voor de zeehonden. Voor vissen en bodemdieren is een generieke inschatting gemaakt van het effect.

De beschrijving van de effecten zal hier niet verder worden toegelicht, deze is reeds gegeven in de hoofdstukken Vogels en Onderwaterleven van dit MER.

In onderstaande tabel zijn de effecten aangegeven zoals die zijn berekend per soort per variant van het geplande windpark Q4-WP. Waarden die boven de 0,1 procent komen zijn vet gedrukt. Dit is de grens waarboven effecten als niet verwaarloosbaar worden geïnterpreteerd.

**Tabel 16.3** *Overzicht mogelijke effecten op de in en rondom het plangebied Q4-WP aanwezige natuurwaarden*

	Soorten	Huidige situatie*	Basisvariant 3 MW			
			Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect sterfte permanent ***	Effect verstoring permanent <sup>α</sup>	Mogelijk significant?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,029	277	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	<b>0,140</b>	159	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,002	-	Nee
	Overige eenden	2.655.000	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,024	4	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,006	6	Nee
	Steltlopers	4.462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,011	94	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,067	70	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,010	40	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	<b>0,157</b>	80	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,033	20	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,004	4	Nee
Jagers	3.500	geen	0,007	0	Nee	
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Grijze zeehond (NL)	1.500	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	0	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	0	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	0	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	- (geluid)	0	0	Nee

\* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* eenheid: percentages additionele mortaliteit van de betreffende populatie.

\*\*\*\* significantie als gevolg van aanleg niet verwacht, maar niet uit te sluiten wegens kennis leemten en cumulatieve effecten andere activiteiten

<sup>α</sup> eenheid: aantallen vogels

Vervolg tabel 16.3

	Soorten	Huidige situatie*	Compacte variant 3 MW			
			Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect sterfte permanent ***	Effect verstoring permanent <sup>α</sup>	Mogelijk significant?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,041	277	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	0,195	159	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,003	-	Nee
	Overige eenden	2.655.000	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,033	4	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,008	6	Nee
	Steltlopers	4.462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,016	94	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,094	70	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,014	40	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	0,220	80	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,046	20	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,005	4	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,009	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	-/-- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Grijze zeehond (NL)	1.500	-/-- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	-/-- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	-/-- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	0	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	0	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	-/-- (geluid)	+ (refugium)	0	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	-/-- (geluid)	0	0	Nee

\* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* eenheid: percentages additionele mortaliteit van de betreffende populatie.

\*\*\*\* significantie als gevolg van aanleg niet verwacht, maar niet uit te sluiten wegens kennis leemten en cumulatieve effecten andere activiteiten

<sup>α</sup> eenheid: aantallen vogels

Vervolg tabel 16.3

	Soorten	Huidige situatie*	Basisvariant 4,5 MW			
			Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect sterfte permanent***	Effect verstoring permanent <sup>α</sup>	Mogelijk significant?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,021	277	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	0,098	159	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,001	-	Nee
	Overige eenden	2.655.000	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,016	4	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,004	6	Nee
	Stelllopers	4462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,008	94	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,047	70	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,007	40	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	<b>0,110</b>	80	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,023	20	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,002	4	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,005	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	0/- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Grijze zeehond (NL)	1.500	0/- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	0/- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	0/- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	0	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	0	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	0	Nee
Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	- (geluid)	0	0	Nee	

\* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* eenheid: percentages additionele mortaliteit van de betreffende populatie.

\*\*\*\* significantie als gevolg van aanleg niet verwacht, maar niet uit te sluiten wegens kennis leemten en cumulatieve effecten andere activiteiten

<sup>α</sup> eenheid: aantallen vogels

Vervolg tabel 16.3

	Soorten	Huidige situatie*	Compacte variant 4,5 MW			
			Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect sterfte permanent***	Effect verstering permanent <sup>α</sup>	Mogelijk significant?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,034	277	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	<b>0,163</b>	159	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,002	-	Nee
	Overige eenden	2.655.000	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,027	4	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,007	6	Nee
	Steltlopers	4462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,013	94	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,078	70	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,012	40	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	<b>0,183</b>	80	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,038	20	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,004	4	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,008	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Grijze zeehond (NL)	1.500	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	- (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	0	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	- (verwijdering soorten)	+ (hard substraat)	0	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	0	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	- (geluid)	0	0	Nee

\* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

\*\* asvrij drooggewicht/m<sup>2</sup>

\*\*\* eenheid: percentages additionele mortaliteit van de betreffende populatie.

\*\*\*\* significantie als gevolg van aanleg niet verwacht, maar niet uit te sluiten wegens kennis leemten en cumulatieve effecten andere activiteiten

<sup>α</sup> eenheid: aantallen vogels

Zoals uit bovenstaande tabellen blijkt, zijn de negatieve effecten het sterkst bij de compacte 3 MW variant van het geplande windpark en lopen voor de kleine mantelmeeuw en de jan van gent (het sterkst getroffen volgens de berekeningen) op tot respectievelijk 0,220 en 0,195 procent van de natuurlijke mortaliteit. De 1 procent grens kan als een eerste voor significantie van de effecten worden beschouwd. Voor alle vogelsoorten blijft de additionele mortaliteit van de populatie ruim onder de 1 procent, dat wil zeggen dat het geen schade berokkent aan de gunstige staat van de instandhouding van de populaties. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de effecten van het windpark op de vogelpopulaties uit de Natura2000-gebieden.



Voor de overige dieren en diergroepen zijn de effecten beperkt tot verstoring tijdens aanleg en verwijdering van het windpark. Hiervan zijn de effecten van het onderwatergeluid ten gevolge van het aanleggen van het windpark duidelijk negatief voor de bruinvis. Indien mitigerende maatregelen maximaal worden toegepast, nemen de negatieve effecten af. Bijvoorbeeld wanneer de funderingspalen ingetrild in plaats van geheid worden, kan het geluid volgens schatting met 30 dB verlaagd worden ten opzichte van heien [Gerasch *et al.*, jaartal onbekend]. Door het omhullen van de funderingspalen tijdens het heien wordt het geluid met 5 tot 25 dB gedempt [Elmer, 2007]. Voordat begonnen wordt met het aanbrengen van de funderingspalen, kunnen pingers en sealscarers worden ingezet. Hiermee worden aanwezige bruinvissen tot op ongeveer 125 meter verjaagd [Laake *et al.*, 1998; Culik *et al.*, 2001]. Wanneer in het plangebied meerdere van deze akoestische alarmen worden ingezet, is de kans dat de dieren zich voor aanvang van het heien uit het plangebied verwijderd hebben, vergroot. Daarbij komt dat het effect tijdelijk is, en dat herstel kan optreden (alhoewel tot 100 procent nog niet zeker is). In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de effecten van onderwatergeluid op het onderwaterleven.

Voor de onderwaterfauna kan worden gesteld dat de aanwezigheid van een windpark positief kan uitpakken, aangezien zowel de bodemdieren als vissen in aantallen zullen toenemen. Voor zeehonden en bruinvis kan dit, hoewel beperkt, een positieve bijdrage aan hun overleving vormen. Het is echter niet waarschijnlijk dat dit opvallende en dus goed meetbare veranderingen zijn. Daartoe zijn overige invloeden (zoals visserij) te groot en de omvang van het windpark te klein.

Voor een volledige toetsing dienen de cumulatieve effecten te worden meegenomen. In tabel 16.4 zijn de effecten op de natuurwaarden weergegeven inclusief de cumulatieve effecten zoals besproken en berekend voor de voorkeursvariant (de 3 MW basisvariant).

**Tabel 16.4 Effecten op natuurwaarden van windpark Q4-WP in cumulatie met andere windparken en overige activiteiten. Waarden boven 1% additionele mortaliteit voor de vogels zijn vet gedrukt.**

Soorten	Huidige situatie*	Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent** gebundeld scenario	Effect permanent** versnipperd scenario	Mogelijk significant?
Alkachtigen	171.000	geen	0,26	0,34	Nee
Jan van gent	54.000	geen	<b>1,14</b>	<b>1,53</b>	Nee***
Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,03	0,04	Nee
Overige eenden	2.655.000	geen	0,00	0,00	Nee
Grote stern	24.000	geen	0,30	0,37	Nee
Noordse stern	225.000	geen	0,07	0,09	Nee
Steltlopers	4462.650	geen	0,00	0,00	Nee
Landvogels	197.900.000	geen	0,00	0,00	Nee
Noordse stormvogel	168.000	geen	0,09	0,12	Nee
Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,54	0,73	Nee
Zilvermeeuw	440.000	geen	0,13	0,16	Nee
Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	<b>1,53</b>	<b>1,97</b>	Nee***
Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,39	0,48	Nee
Stormmeeuw	360.000	geen	0,10	0,11	Nee
Jagers	3.500	geen	0,14	0,16	Nee
Gewone zeehond (NL)	3.500	-- (geluid)	0/-	0/-	Nee***
Grijze zeehond (NL)	1.500	-- (geluid)	0/-	0/-	Nee***
Bruinvis (Noordzee)	350.000	-- (geluid)	0/-	0/-	Nee***
Witsnuitdolfijn	7.500	-- (geluid)	0/-	0/-	Nee***
Biomassa macrobenthos	12,5	-	0/+ (aangroei hard substraat)	0/+ (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	-	+ (hard substraat)	+ (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	+ (refugium)	+ (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	- (geluid)	Geen	Geen	Nee

\* Voor de vogels is de " huidige situatie " de natuurlijke mortaliteit van de populatie

\*\* Voor vogels bestaat het permanente effect uit de additionele mortaliteit op de natuurlijke sterfte van de populaties door de windparken. Bij het effect van het onderwatergeluid van het heien op de zeezoogdieren zijn NSW en Q7 niet meegeteld, omdat deze al zijn aangelegd.

\*\*\* Significantie wordt niet verwacht, maar is niet volledig uit te sluiten. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt hier nader op ingegaan.

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat een negatief effect (>1 procent van de additionele mortaliteit) niet kan worden uitgesloten op de kleine mantelmeeuw en de jan van gent indien circa 1.150 tot circa 1.480 megawatt aan windparken op het NCP wordt gerealiseerd. Deze vermogens zijn ver boven wat de m.e.r. commissie als grens voor de berekening van de cumulatieve effecten heeft gegeven in haar richtlijnen, daar is een limiet gesteld van 1.000 megawatt. Dit was in principe ook de opdracht van de MER: volgens de richtlijnen dienden de cumulatieve effecten te worden berekend voor een additioneel aantal windparken tot een maximum van 1.000 megawatt. De keuze van de windparken is in het geval van dit MER in een versnipperde en gebundelde variant ruim boven de 1.000 megawatt gekomen. Het gevonden effect in dit specifieke geval op de kleine mantelmeeuw is dus een onrealistische waarde, want berekend bij een maximaal bijna anderhalf zo hoog te realiseren vermogen aan windenergie op het NCP. Bij een realisatie van 1.000 megawatt op het NCP is het hoogste percentage additionele sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte voor de kleine mantelmeeuw ongeveer 1,3 procent, wel een negatief effect, maar minder sterk. Voor de jan van gent komt het percentage additionele mortaliteit per 1.000 MW op 1,0 procent. Ten aanzien van de vraag of dit effect als significant moet worden beoordeeld, is op voorhand een grens aangegeven van 1 tot 5 procent, afhankelijk van de betreffende soort. Bij een grens van 1 procent is hier (net) sprake van een mogelijk significant effect.

Er zijn redenen om de significantielat voor de kleine mantelmeeuw niet bij de 1 procent grens te leggen, maar hoger: de populatie van deze vogel is momenteel nogal omvangrijk. De kleine mantelmeeuw kan dus niet worden gekenmerkt als bedreigd of kwetsbaar. De kleine mantelmeeuw is daarnaast een zeer opportunistisch foeragerende soort. Uitgangspunt is derhalve dat de grens voor significantie eerder bij de 5 procent dient te liggen dan bij de 1 procent. De cumulatieve effecten op de kleine mantelmeeuw worden daarom in het geval van een te realiseren scenario van 1.000 megawatt voorlopig als niet significant gekenmerkt. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de cumulatieve effecten van windparken op de verschillende vogelpopulaties.

Wel dienen hoge percentages serieus te worden genomen. Bij de huidige stand van kennis over windparkeffecten op vogels zijn dergelijke hoge percentages aan mogelijke aanvaringsslachtoffers een aanwijzing dat er vrij snel een limiet aan het aantal turbines op het NCP en ook de Noordzee bereikt kan worden. Hierbij moeten we ook rekening houden met de windparken die door het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Denemarken zijn en worden gebouwd. Als deze op dezelfde populaties een negatief effect hebben als waar in dit MER mee gerekend is, dan kan deze grens eerder bereikt worden dan uit de cumulatieve berekeningen in dit MER zou blijken. Alhoewel recente resultaten bij Horns Rev (boven de Duitse Bocht) en Nysted (in de westelijke Oostzee) wijzen op lagere aantallen aanvaringsslachtoffers dan verwacht, zullen de resultaten vooral ook op een langere termijn beschouwd dienen te worden, voordat definitieve uitspraken gedaan kunnen worden.

Tot slot zijn er vooral bij de aanleg van de windparken negatieve effecten te verwachten op de zeezoogdieren door verstoring door onderwatergeluid. Significante effecten zijn in een cumulatief verband niet uit te sluiten, maar worden wel minder waarschijnlijk geacht. In de eerste plaats is er weinig bekend over de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren. Voorzichtigheid is dus geboden. Verschillende modellen geven aan dat verwijdering door een te hoge geluidsdruk tot op minimaal 15 kilometer waarschijnlijk is in geval er (conventioneel) geheid wordt. Het is echter goed mogelijk dat verwijdering tot op een grotere afstand plaatsvindt.

In cumulatieve zin is dat, als er tegelijkertijd geheid wordt voor alle parken, een groot oppervlak dat gedurende de tijd van het heien onbruikbaar wordt voor vooral bruinvissen.

Voorts, daar er verschillende andere geluidsbronnen kunnen zijn (zandwinning, geofysisch onderzoek, militaire oefeningen en sonar van de marine) waarvan de effecten en dan met name in cumulatieve zin slecht bekend zijn, kan op voorhand niet worden uitgesloten dat er significante effecten optreden. Wel is het zo dat het hoge geluidsdrukkniveau tijdelijk is en dat daarna volgens meetgegevens herstel optreedt, alhoewel het onzeker is of er 100 procent herstel naar de situatie voor de aanleg optreedt. Het is vanuit dit standpunt bekeken, zinnig om de effecten van het geluid tijdens heien maximaal te mitigeren. Tot slot is aanvullend veldonderzoek noodzakelijk, waarvan geluidsmetingen, gedragonderzoek en populatiemonitoring onderdelen dienen te zijn. Het lijkt vanuit financiële overwegingen zinvol om dit in een samenwerkingsverband met andere initiatiefnemers en eventueel de overheid te doen.

Concluderend kan dus worden gesteld dat er in cumulatieve zin wel een aantal belangrijke, sterk negatieve effecten optreedt, zoals geluidsoverlast onder water voor zeezoogdieren tijdens de aanleg. De effecten van het onderwatergeluid op de zeezoogdieren zijn in cumulatieve zin moeilijk te voorspellen. De onbekendheid van overige geluidsbronnen en van de mogelijke cumulatieve effecten zijn relatief groot; nader onderzoek hiernaar is cruciaal.

### ***Toetsing Natura2000 gebieden***

#### Vogels

De kleine mantelmeeuw zal het sterkste effect ondervinden van het geplande windpark. De kleine mantelmeeuw heeft een vigerende instandhoudingsdoelstelling in de Natura2000 gebieden de Waddenzee, de Duinen en Lage Land van Texel, de Duinen van Vlieland en het Zwanenwater en de Pettemerduinen. De ontwerpbesluiten (1<sup>ste</sup> tranche) geven aan dat deze soort uit de beheersdoelstellingen voor de Voordelta zal verdwijnen. Echter, deze soort dient onder het vigerende beleid nog wel te worden meegenomen; daarnaast kan inspraak er toe leiden dat de concept-aanwijzingsbesluiten worden aangepast. Aangezien onbekend is welk deel van de populaties uit de Natura2000 gebieden zich met welke frequentie ter plaatse van het plangebied begeeft, kan geen berekening worden gemaakt van het aantal potentiële aanvaringsslachtoffers van de kleine mantelmeeuw dat afkomstig is uit de voornoemde Natura2000 gebieden. Het oordeel dat hier wordt gepresenteerd is dan ook een inschatting gebaseerd op de voorhanden zijnde kennis van deze soort. Onze inschatting is dat het zeer onwaarschijnlijk is dat de instandhoudingsdoelstellingen voor de kleine mantelmeeuw in de Natura2000 gebieden aangetast zullen worden als gevolg van het geplande windpark. Hierbij zijn de volgende overwegingen van kracht:

1. De kleine mantelmeeuw is voor zijn voedsel niet aangewezen op alleen vis in de bovenste waterlagen. De soort is een typische opportunist en betreft zijn voedsel uit vele bronnen, waaronder in sterke mate afval uit de visserij en landbronnen zoals vuilnisbelten.
2. Zowel het verspreidingsgebied als de aantallen van de kleine mantelmeeuw zijn vanaf 1970 sterk toegenomen [LNV, 2006]. De populatie van de kleine mantelmeeuwen in Europa is eind 20e eeuw sterk gegroeid, in Nederland zelfs met meer dan 180 procent [Birdlife International, 2004]. De groei is daarna afgevlakt en de populatie heeft zich sinds 2001 gestabiliseerd.

In onderstaande tabel wordt aangegeven wat de inschatting is voor de effecten van het windpark, inclusief cumulatieve effecten, op de populaties kleine mantelmeeuw per (groep) Natura2000 gebied(en). In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op deze effecten.

**Tabel 16.5** *Inschatting cumulatieve effecten op kleine mantelmeeuw per Natura2000 gebied*

Natura2000 gebied	Effect
Waddenzee	-
Voordelta	-
Zwanenwater en Pettemerduinen	-
Duinen en Lage Land van Texel	-
Duinen van Vlieland	-

-: negatief effect

### Zeezoogdieren

Op de schaal van de Noordzee of die van Nederland zijn alleen negatieve effecten te verwachten van de aanwezigheid of de aanleg van het geplande windpark. Alleen met betrekking tot het onderwatergeluid is de kennis ontoereikend om met zekerheid (op basis van *expertjudgement*) een significant effect uit te sluiten ingeval van cumulatie met andere windparken en geluidsbronnen onderwater (zie tabel 16.3). Het is zeer belangrijk om door het maximaal inzetten van mitigerende maatregelen een dergelijk effectniveau te vermijden. Ter controle hiervan is het zeer sterk aan te bevelen om zowel het geluidsniveau van aanleg en aanwezigheid van het windpark als de reactie van de zeezoogdieren te monitoren. Hieronder wordt aangegeven wat de te verwachten effecten zijn van de zeezoogdieren in de Natura2000 gebieden Voordelta, Noordzeekust en Waddenzee. Hierbij geldt hetzelfde voorbehoud ten aanzien van het onderwatergeluid als is gemaakt bij de toetsing van de effecten op de Noordzee.

**Tabel 16.6** *Inschatting cumulatieve effecten op zeezoogdieren per Natura2000 gebied*

Natura2000gebied	Aanleg			Aanwezigheid		
	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Bruinvis	Gewone zeehond	Grijze zeehond	Bruinvis
Voordelta	-	-	nvt	0	0	nvt
Noordzeekustzone	-	-	-	0	0	0
Waddenzee	-	-	nvt	0	0	nvt

nvt: niet van toepassing, heeft geen instandhoudingsdoelstelling in dit gebied

0: geen of verwaarloosbaar klein effect

-: negatief effect

Hierbij dient te worden opgemerkt dat een negatief effect mogelijk is op de populaties van bruinvissen en zeehonden door het onderwatergeluid dat van buiten de Natura2000 gebieden binnen de gebieden hoorbaar is.

Bij de aanleg van het windpark zelf is een negatief effect zeer onwaarschijnlijk; in cumulatieve zin kunnen negatieve effecten niet worden uitgesloten. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de significantie van de effecten op de zeezoogdieren afkomstig uit de Natura2000-gebieden.

Een breder georganiseerd onderzoek is nodig om ook de omvang en effecten van andere bronnen van onderwatergeluid in kaart te brengen. Deze kennisleemten kunnen worden ingevuld door middel van het MEP zoals dat in hoofdstuk 6 van dit MER is weergegeven.

### 16.3 Flora- en faunawet

De Flora- en faunawet regelt de individuele soortenbescherming. Hierin is de soortenbescherming van de VHR geïmplementeerd. De Flora- en faunawet is van toepassing op het land en de 12-mijlszone. Er zijn plannen de werking uit te breiden tot de EEZ. Tot dat moment heeft de soortenbescherming van de VHR rechtstreekse werking in de EEZ. De toetsing op grond van de VHR is vermeld in paragraaf 16.2 hiervoor.

Wat betreft de aanlandingsplaats en het landtracé worden geen relevante effecten op de gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten verwacht. Dit geldt ook voor de varianten. De verwachte effecten zijn namelijk beperkt in ruimte en tijd. Ook worden geen belangrijke vaste broed-, rust- of verblijfplaatsen van beschermde soorten doorsneden. Op basis van de ervaringen met het landtracé van de kabels voor Windpark Q7-WP mag verwacht worden dat de inpassing van het kabeltracé op land zodanig flexibel is, dat negatieve effecten voorkomen kunnen worden.

### 16.4 Nota Ruimte en IBN 2015

#### 16.4.1 Inleiding

Met de vaststelling en inwerkingtreding van de Nota Ruimte zijn het Structuurschema Groene Ruimte en de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra komen te vervallen. De beschermingsformule uit het SGR met betrekking tot de Ecologische Hoofdstructuur is overgenomen in de Nota Ruimte. Als gebiedsspecifieke uitwerking van de Nota Ruimte bevat het IBN 2015 [IDON, 2005] een integraal afwegingskader voor de hele Noordzee. Dit afwegingskader is van toepassing op alle vergunningplichtige activiteiten. Het afwegingskader is gebaseerd op de beschermingsformules van de Nota Ruimte en de Natuurbeschermingswet 1998.

#### 16.4.2 Werkingsfeer

Het Nederlands deel van de Noordzee (NCP) valt sinds de inwerkingtreding van de Nota Ruimte geheel onder de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De beschermingsformule voor de EHS is daarmee ook van toepassing op het plangebied. De hele Noordzee is kerngebied van de EHS. In het kader van het IBN 2015 zijn gebieden met bijzondere ecologische waarden aangewezen (zie figuur 16.1). Deze omvatten de reeds aangewezen of aangemelde VHR gebieden, de nog aan te wijzen SBZ's (Friese Front, Klaverbank en Doggersbank) en overige gebieden met bijzondere waarden (Kustzone, Bruine Bank en Zeeuwse Banken). Voor de specifieke toetsing van de VHR gebieden wordt verwezen naar de betreffende paragraaf hiervoor.

Voor de nog aan te wijzen gebieden en overige gebieden met bijzondere ecologische waarden zijn nog geen kwalificerende soorten en habitats vastgesteld. Specifieke toetsing is voor deze gebieden dan ook niet mogelijk. In de voorstudie voor de selectie van aan te wijzen gebieden zijn per gebied wel te beschermen soorten en habitats genoemd [Lindeboom *et al.*, 2005]. Het gaat hierbij met name om specifieke bodemfauna en enkele zeevogels (zeekoet, grote jager).

#### 16.4.3 Het toetsingskader

De beschermingsformule in de Nota Ruimte is gebaseerd op het "nee, tenzij"-principe. Dit houdt in dat wanneer sprake is van significante aantasting van wezenlijke kenmerken of waarden de ingreep niet is toegestaan, tenzij er geen reële alternatieven zijn en er sprake is van een groot openbaar belang. Eventuele effecten dienen te worden gemitigeerd en de resterende significante effecten gecompenseerd. De richtlijnen voor compensatie zijn vastgelegd in een compensatiebeginsel.

De te volgen stappen zijn:

1. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden  
Bij aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden gaat het met name om de aantasting van natuur- en landschapswaarden. Van aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden is sprake indien unieke situaties verloren gaan, ecologische processen op landschapniveau blijvend verstoord raken of populaties van nationaal zeldzame of voor dat ecosysteem kenmerkende soorten planten of dieren zodanig worden verkleind, versnipperd of geïsoleerd dat hun lokale voortbestaan op termijn niet meer is verzekerd.
2. Groot openbaar belang  
Er is sprake van een groot openbaar belang als bijvoorbeeld een activiteit wordt uitgevoerd om redenen van menselijke gezondheid, openbare veiligheid, voor het milieu wezenlijke gunstige effecten of sociale/economische effecten.
3. Alternatieven  
De Nota Ruimte vereist, in het geval wezenlijke waarden en kenmerken worden aangetast, dat alternatieven worden onderzocht. Er dient te worden nagegaan of de activiteit niet elders of op een andere wijze kan worden gerealiseerd.
4. Compensatie  
Het compensatiebeginsel is in de Nota Ruimte samengevat als:
  - Geen netto verlies aan areaal, kwaliteit en samenhang;
  - Aansluitend of nabij het beïnvloede gebied;
  - Kwalitatieve compensatie, indien het voorgaande niet mogelijk is met kwalitatief vergelijkbare waarden of dezelfde waarden verder weg;
  - Financiële compensatie, indien niet aan de voorgaande voorwaarden kan worden voldaan;
  - De compensatie moet zijn geregeld tegelijk met het te nemen besluit van de ingreep.

De beschermingsformule van de Nota Ruimte komt in hoofdlijnen overeen met de stappen van de beschermingsformule van de Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet 1998. De bescherming op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn is echter sterker:

- “Dwingende redenen van groot openbaar belang” in plaats van “redenen van groot openbaar belang”;
- De beoordeling van negatieve effecten is strenger;
- Voor VHR-gebieden is financiële compensatie niet mogelijk.

Het IBN 2015 introduceert een aanvulling hierop in de vorm van een integraal afwegingskader voor vergunningverlening. In het integraal afwegingskader zijn vijf toetsen opgenomen. In dit MER moet invulling worden gegeven aan deze toetsen.

Onderstaand worden de toetsen nader toegelicht en wordt aangegeven op welke wijze in dit MER en bij de besluitvorming hiermee wordt omgegaan.

1. Definiëren van de ruimtelijke claim  
Dit betreft de beschrijving van de voorgenomen activiteit, de effecten daarvan op het milieu en het ruimtebeslag.
2. Voorzorg  
Het voorzorgsprincipe is een cruciaal uitgangspunt bij de planning en het ontwerp van voorgenomen activiteiten op zee. Dit betekent dat vooraf maatregelen genomen dienen te worden om langdurige, onomkeerbare en ongewenste effecten van activiteiten te voorkomen en, als de betrokken activiteit toelaatbaar lijkt, te beperken.

Voor nieuwe activiteiten op de Noordzee moet de initiatiefnemer, ten behoeve van de voorzorgtoets, informatie aanleveren die zowel de ecologische effecten als effecten op de gezondheid van de mens en op ander rechtmatig gebruik in beeld brengt. De voorzorgtoets wordt uitgevoerd door de vergunningverlener, zijnde Rijkswaterstaat Dienst Noordzee. Bij de voorzorgtoets moeten de volgende stappen worden doorlopen (IBN 2015):

- Beschrijven van de ingreep;
- Beschrijven van de natuurwaarden van het gebied en de situatie ten aanzien van het gebruik;
- Beschrijven van de effecten, die de ingreep kan hebben;
- Beoordelen van deze potentiële effecten op basis van de beste beschikbare kennis.

3. Nut en noodzaak

Op basis van de Nota Ruimte/IBN 2015 dient de initiatiefnemer van een nieuwe activiteit met significante ruimtelijke en/of ecologische effecten de nut en noodzaak aan te tonen, tenzij deze activiteit expliciet in het Rijksbeleid wordt toegestaan of gestimuleerd.

4. Locatiekeuze en beoordeling ruimtegebruik

Doel van deze toets is om sterker te sturen op een zo efficiënt mogelijk ruimtegebruik. Beschrijf op basis van welke argumenten de selectie en begrenzing van de locatie, het kabeltracé en het aanlandingspunt tot stand zijn gekomen. Geef aan of deze locatie grote milieu voor- of nadelen heeft, bijvoorbeeld ten aanzien van mogelijke consequenties voor te beschermen gebieden in de Noordzee.

Het IBN 2015 geeft een aantal onderwerpen aan die bij de onderbouwing van de locatiekeuze en de inrichting op de gekozen locatie moeten worden betrokken. De volgende onderwerpen zijn relevant voor de besluitvorming over offshore windparken:

- Efficiënt ruimtegebruik;
- Meervoudig ruimtegebruik waar mogelijk;
- Effecten op niet locatiegebonden gebruik;
- De termijn van de vergunning (de duur waarvoor de installatie in stand wordt gehouden in relatie tot de economische en ruimtelijke waarde van de installatie voor die betreffende periode);
- Het verwijderen van objecten na beëindiging van het gebruik.

5. Beperkende en compensatie effecten

Volgens de Nota Ruimte/IBN2015 moeten negatieve effecten van een activiteit worden beperkt (gemitigeerd). Negatieve effecten, die niet voorkomen kunnen worden, moeten zoveel mogelijk worden gecompenseerd.

Het initiatief dient getoetst te worden op significante effecten op de te behouden kenmerken en natuurwaarden van de verschillende gebieden in de Noordzee. Wanneer geen significante effecten worden vastgesteld, kan het initiatief zonder compensatie doorgang vinden. Worden wel significante effecten vastgesteld (of niet uitgesloten), dient compensatie plaats te vinden.

In dit MER dient ook te worden aangegeven of afstemming met andere initiatiefnemers voor offshore windparken heeft plaatsgevonden en zo ja, met welk resultaat. De interactie met overige gebruiksfuncties en activiteiten dient te worden beschouwd door in te gaan op de belemmeringen en op de extra mogelijkheden (onder andere efficiënt en meervoudig ruimtegebruik) van de voorgenomen activiteit voor andere gebruiksfuncties en vice versa. Tevens moet worden aangegeven op welke wijze de diverse activiteiten op elkaar worden afgestemd, rekening houdend met veiligheid, milieu en economische belangen.



#### 16.4.4 Toetsing van de effecten

In het kader van de Nota Ruimte dienen de effecten te worden getoetst op de significante aantasting van wezenlijke kenmerken of waarden van de gebieden met bijzondere ecologische waarden. Deze wezenlijke kenmerken en waarden worden gevormd door vogels en het onderwaterleven. De effecten worden op grond van de in hoofdstukken 7 en 10 uitgevoerde analyses, hoewel er leemten in kennis worden geconstateerd, voorlopig als niet significant beoordeeld. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de effecten op populaties uit de Natura2000-gebieden en de betekenis daarvan.

De nog aan te wijzen gebieden die beoordeeld moeten worden, liggen verder verwijderd van het plangebied dan de reeds aangewezen SBZ's. Een en ander betekent dat in het licht van dit afwegingskader compensatie niet aan de orde is.

Meer specifiek wordt hieronder ingegaan op het toetsingskader van het IBN 2015:

1. Definiëren van de ruimtelijke claim  
Deze aspecten zijn beschreven in hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit en varianten en, voor wat betreft de verschillende aspecten, in de hoofdstukken 7 t/m 14.
2. Voorzorg  
Door het volgen van de m.e.r.-procedure voldoet de initiatiefnemer aan het voorzorgbeginsel. In het MER wordt namelijk ingegaan op de stappen die in het IBN 2015 zijn beschreven, zijnde: de ingreep, de natuurwaarden en gebruiksfuncties in het gebied, de effecten van de ingreep en de beoordeling van de effecten. Op basis van deze informatie kan het Bevoegd Gezag de voorzorgtoets uitvoeren.
3. Nut en noodzaak  
In de Nota Ruimte is aangegeven dat de realisatie van offshore windparken geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang. In de Nota Ruimte staat expliciet aangegeven dat gestreefd dient te worden naar een productievermogen van 6.000 MW aan windenergie in de Exclusieve Economische Zone op het NCP. Nut en noodzaak van nieuwe offshore windparken zijn daarmee aangetoond.
4. Locatiekeuze en beoordeling ruimtegebruik  
In hoofdstuk 4 Voorgenomen activiteit en varianten, wordt uitgebreid ingegaan op de locatiekeuze. In hoofdstuk 4 is bij de ontwikkeling van varianten voor de inrichting van de locatie rekening gehouden met efficiënt ruimtegebruik. Ook wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de termijn van de vergunning en de aanleg, het gebruik, het onderhoud en de verwijdering van het windpark. Mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik zijn, gezien de beperkingen binnen de veiligheidszone, beperkt.  
Wel worden de mogelijkheden van mosselteelt en mosselzaadinstallaties binnen een offshore windpark onderzocht. Effecten op het niet locatiegebonden gebruik komen aan de orde in de hoofdstukken waarin verschillende aspecten worden behandeld (zoals scheepvaartveiligheid, recreatievaart, visserij en vliegverkeer). In het kader van de grootschalige ruimtelijke afweging voor vogels in de Zuidelijke Bocht (zie hoofdstuk 7) komt de locatie Q4-WP als relatief gunstig naar voren.
5. Beperkende en compensatie effecten  
In hoofdstuk 5, paragraaf 5.4, zijn mitigerende maatregelen aangegeven om de mogelijk optredende negatieve effecten te beperken. Omdat geen significante effecten worden verwacht, zijn compenserende maatregelen niet aan de orde.

Tussen de verschillende initiatiefnemers van offshore windparken heeft diverse keren overleg plaatsgevonden. Ook hebben de initiatiefnemers een aantal keren met de overheid overleg gevoerd over een reductie van het aantal locaties, de fasering van de realisatie van offshore windparken en over de wijze van bepaling van de cumulatieve effecten.

Ondermeer vanwege onzekerheid over mededingingsaspecten heeft dit overleg helaas niet het gewenste resultaat gehad. Uiteraard zullen partijen in het vervolg van de planontwikkeling op specifieke terreinen samenwerken. Bijvoorbeeld bij nader onderzoek en nieuwe ontwikkelingen. Ook tijdens de aanleg en exploitatie, met name bij het onderhoud, is samenwerking mogelijk. Zo zijn de kabels voor het NSW en Q7-WP voor een deel gezamenlijk aangelegd om de effecten op de omgeving te beperken.

Een dergelijke samenwerking kan echter pas tot stand komen wanneer duidelijk is welke partijen op welke locaties wanneer windparken kunnen en mogen bouwen.

De interactie met overige gebruiksfuncties, c.q. de belemmeringenkaart van Rijkswaterstaat, is uitgangspunt geweest bij de selectie van de locatie Q4-WP. Deze interactie komt met name aan de orde in de hoofdstukken 11, 12 en 13 (scheepvaartveiligheid, straalpaden, radar en vliegverkeer, visserij, etc.). In hoofdstuk 15 Cumulatieve effecten wordt ook op deze aspecten ingegaan.

## **16.5 OSPAR-verdrag 1992**

### **16.5.1 Inleiding**

Het OSPAR-verdrag vormt een overkoepelend kader voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijke deel van de Atlantische oceaan. Dit gebied omvat tevens de Noordzee. De belangrijkste doelen van het OSPAR-verdrag zijn het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu en het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten, ten einde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en, voor zover uitvoerbaar, aangetaste zeegebieden te herstellen. Daarnaast wordt gestreefd naar een duurzaam beheer van het betreffende zeegebied.

Duurzaam beheer is in de preambule van het OSPAR-verdrag gedefinieerd als "een zodanig beheer van menselijke activiteiten dat het mariene ecosysteem het rechtmatig gebruik van de zee kan blijven dragen en kan blijven voorzien in de behoeften van de huidige en toekomstige generaties".

Om deze doelstellingen te bereiken nemen de verdragspartijen, afzonderlijk en gezamenlijk, programma's en maatregelen aan en harmoniseren zij hun beleid en strategieën. Hierbij wordt een aantal beginselen toegepast: het voorzorgsbeginsel, het beginsel "de vervuiler betaalt", de beste beschikbare technieken, de beste milieupraktijk en schone technologie.

### **16.5.2 Werkingsfeer**

Het OSPAR-verdrag bevat bepalingen ten aanzien van de bescherming van het mariene milieu tegen een aantal specifieke bronnen van verontreiniging, te weten verontreiniging vanaf het land, verontreiniging door storting of verbranding en door offshore activiteiten. De verplichtingen van partijen ten aanzien van deze bronnen zijn voor een deel in het verdrag vastgelegd. Het verdrag kent geen concreet afwegingskader.

### **16.5.3 Het toetsingskader**

In 1998 is bijlage V bij het OSPAR-verdrag aangenomen. Bijlage V heeft betrekking op de bescherming en het behoud van ecosystemen en biodiversiteit. Deze bijlage is met het bijbehorende Aanhangel 3 voor Nederland op 24 augustus 2001 in werking getreden. In 2003 is de "Initial OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats" opgesteld. Deze lijst van mariene soorten uit het Noordoost-Atlantische gebied heeft bescherming nodig op grond van bijlage V van het OSPAR-verdrag (zie tabel 16.2). Het verdrag kent echter geen "harde" toetsingssoorten.

#### 16.5.4 Toetsing van de effecten

Uitsluitend de kabeljauw behoort tot de OSPAR-soorten die mogelijk regelmatig in het plangebied voorkomen en die niet reeds op grond van de Vogel- of Habitatrichtlijn beschermd zijn. Het belangrijkste negatieve effect voor de kabeljauw als gevolg van het windpark treedt op tijdens het heien bij de aanleg. Kabeljauw zal de locatie en de omgeving van het plangebied tijdens het heien mijden. Gezien de geringe oppervlak van het plangebied in relatie tot het totale leefgebied van de kabeljauw, de naar verwachting beperkte aantallen en de hoge mobiliteit worden geen significante effecten op kabeljauw verwacht als gevolg van de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het windpark.

De noordkromp (*Arctica islandica*) en de purperslak (*Nucella lapillus*) komen momenteel in het plangebied niet voor. Noordkrompen zijn dieren van dieper water en meer slikkige sedimenten en zijn bovendien zeer gevoelig voor visserijdruk. Het plangebied lijkt ongeschikt als habitat voor de noordkromp, ook na sluiting van het plangebied voor de visserij. Purperslakken komen voor op stenige ondergrond en vooral langs de kust. De verwachting is wel dat de purperslak de stortstenen funderingen van de windturbines zal weten te koloniseren. Het windpark heeft in dat geval een positief effect op het voorkomen van de purperslak. Negatieve effecten op deze soorten zijn dan ook uit te sluiten.

De door het OSPAR-verdrag beschermde habitats slikgebieden, zandbanken, estuaria, oesterbanken, riffen, zeegras en zeepennen komen niet voor in het plangebied. Effecten op deze habitats zijn dan ook niet te verwachten.

#### 16.6 Onzekerheden bij interpretatie

Bij het samenvatten en het trekken van conclusies past, ondanks de voorgaande analyse en beschrijving, enige bescheidenheid. De aannamen en onbekenden in de effectbepalingen zijn veel en behept met grote (fouten)marges.

Dit betekent niet dat de uitkomsten van de effectberekeningen zinloos zijn; er is uitgegaan van een *worstcase* scenario en dat geeft in theorie inzicht in de ernst van een toestand die met minder waarschijnlijkheid optreedt. Daarnaast zijn er voor verschillende parameters waarden ingevuld waarvan de marges onbekend zijn. In hoeverre de aannamen van deze parameters redelijk zijn, is niet bekend. Voorts moeten de gevonden resultaten gewogen worden in de enorme complexiteit van het ecosysteem van de Noordzee, waarin met name de ruimtelijke en temporele variatie groot is. In het kader van de referentiestudies naar het *Near Shore Windpark* (NSW) werd geconcludeerd dat in termen van ruimte en tijd de natuurlijke variatie erg groot is voor de meeste faunagroepen [SenterNovem, 2006]. Vanzelfsprekend heeft dit gevolgen voor de effectvoorspellingen. In de vierde plaats en aan het voorgaande gerelateerd, dient geconstateerd te worden dat de beschikbare kennis van het gebied en de complexe relaties binnen het ecosysteem beperkt zijn. Bovendien vinden er grote autonome ontwikkelingen plaats (bijvoorbeeld zeespiegelrijzing en opwarming van het zeewater) die al de nodige veranderingen in het Noordzee ecosysteem hebben gebracht. In de vijfde en laatste plaats is men wereldwijd pas sinds kort begonnen met het beschrijven van de effecten van offshore windparken op een min of meer vergelijkbare wijze en volgens vergelijkbare methoden. Er kan van uitgegaan worden dat er op het terrein van methodologie (effectmetingen) nog veel ontwikkeling plaats gaat vinden.

De beschreven en gepresenteerde effectbeschrijvingen dienen nadrukkelijk in het kader van bovenstaande aspecten gezien te worden. Het is duidelijk dat deze aspecten een invloed hebben op de betrouwbaarheid van de conclusies. De resultaten van de in dit MER gepresenteerde effecten dienen daarom te worden gezien als orde-grootte schattingen.

De gesuggereerde nauwkeurigheid (door een aantal cijfers achter de komma) is een noodzaak om effectverschillen tussen organismen of alternatieven te verduidelijken, maar als absolute cijfers is de betekenis beperkt.

### **16.7 Conclusie toetsing van de effecten**

Gedurende de aanleg, het gebruik en de verwijdering van Windpark Q4-WP en de kabelverbinding naar de aansluiting met het landelijk hoogspanningsnet worden in het kader van de gebiedsbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn mogelijk effecten verwacht op kwalificerende soorten of habitats voor de Speciale Beschermingszones op of rond het NCP, inclusief buitenlandse Natura2000 gebieden.

Hoewel er mogelijk negatieve effecten op kwalificerende habitats of soorten kunnen zijn, is geen effecttabel opgenomen conform tabel 4 uit de Richtlijnen, zoals die zijn vastgesteld door het Bevoegd Gezag. In de locatiespecifieke passende beoordeling wordt nader ingegaan op de inhoud van deze tabel.

Effecten op grotere zeezoogdieren als bruinvis en zeehond afkomstig uit de Natura2000-gebieden en de significantie van deze effecten komen verder aan bod in de locatiespecifieke passende beoordeling.

Wat betreft de kabeltracés op land worden geen beschermingsgebieden doorsneden en zijn gezien de beperkte beïnvloede zone ook geen effecten op kwalificerende soorten of habitats te verwachten.

De effecten van het windpark beperken zich tot de lokaal aanwezige zeevogels, trekvogels, zeezoogdieren en vissen, die beschermd zijn in het kader van de directe werking van het soortenbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Mogelijke effecten op deze soorten komen indien nodig aan bod in de locatiespecifieke passende beoordeling.

Effecten op aanvullende soorten die zijn opgenomen in het OSPAR-verdrag worden eveneens niet verwacht. In het kader van de beschermingsformules van de Nota Ruimte en het Integraal Beheersplan Noordzee 2015 wordt geen significante aantasting van de wezenlijke kenmerken of waarden verwacht van de (deels nog aan te wijzen) gebieden met bijzondere ecologische waarden. Dat betekent eveneens dat er geen aanleiding is voor compensatie.

### **16.8 Samenvatting overige effecten**

Het aspect geomorfologie levert geen opvallende effecten op.

Vanwege de geringe oppervlakte op de zeebodem van de windturbines, het transformatorstation en de kabels zijn de effecten, bijvoorbeeld in vergelijking met de aanleg van een Tweede Maasvlakte, baggerdepots, zandwinning en/of schelpenwinning relatief gering en voor een deel van tijdelijke aard (woelen van de bodem).

De aanleg van een of meer windparken heeft ook effecten op andere, menselijke belangen. De gevolgen voor de scheepvaart zijn uitgebreid onderzocht. Ten opzichte van de huidige situatie zullen risico's toenemen. De verwachting is echter dat de risico's beperkt zullen zijn.

Verder zal het windpark effect hebben op de belangen van met name visserij, olie- en gaswinning en recreatievaart. E-Connection verwacht middels overleg met betrokken organisaties tot de juiste afspraken te komen om effecten en hinder tot een minimum te beperken.

## **BIJLAGE 1**

## **GELUIDSCONTOUREN**

**Basisvariant 3 MW**

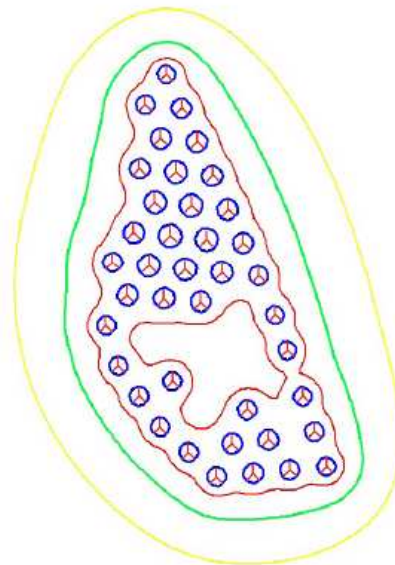
WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

Project:  
P96 Q4-WP Geluidscontouren

Printed/Page  
22-07-2008 14:31 / 1  
Licensed user:  
E-Connection Project BV  
Regulierenring 12 F, Postboks 101  
NL-3980CC Bunnik  
+31 30 659 8000  
Calculated:  
22-07-2008 14:31/2.6.0.181

**DECIBEL - Blank map**

Calculation: Basisvariant 3 MW



Map: Blank map , Print scale 1:125.000, Map center UTM ED50 Zone: 31 East: 584.723 North: 5.838.137  
Noise calculation model: Dutch, 1999. Wind speed: 8,0 m/s

New WTG

40,0 dB(A)

45,0 dB(A)

Height above sea level: 0,0 m

50,0 dB(A)

55,0 dB(A)

### Compacte variant 3 MW

WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

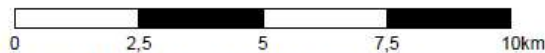
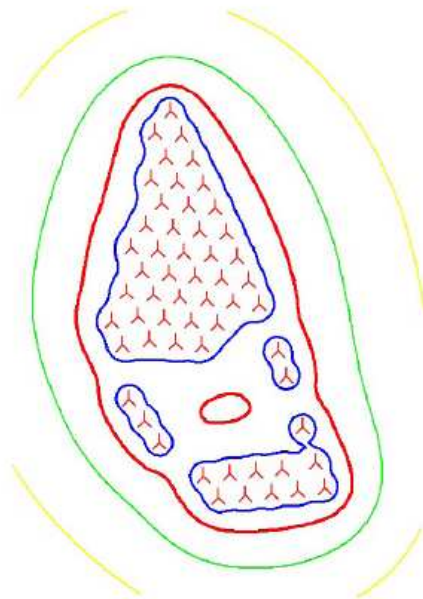
Project:  
P96 Q4-WP Geluidscontouren

Printed/Date  
22-07-2008 15:09 / 1  
Licensed user:  
E-Connection Project BV  
Regulerenring 12 F, Postboks 101  
NL-3980CC Bunnik  
+31 30 659 8000

Calculated:  
22-07-2008 15:08/2.6.0.181

#### DECIBEL - Blank map

Calculation: Compacte variant 3 MW



Map: Blank map, Print scale 1:130.000, Map center UTM ED50 Zone: 31 East: 584.992 North: 5.838.116  
Noise calculation model: Dutch, 1999. Wind speed: 8,0 m/s

▲ New WTG

— 40,0 dB(A)

— 45,0 dB(A)

— 50,0 dB(A)

— 55,0 dB(A)

Height above sea level: 0,0 m

**Basisvariant 4,5 MW**

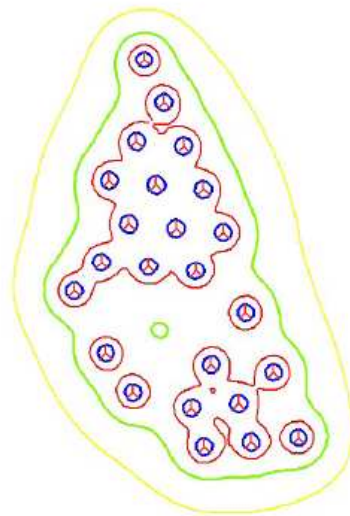
WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

Project:  
P96 Q4-WP Geluidscontouren

Printed/Date: 22-07-2008 14:42 / 1  
Licensed user:  
E-Connection Project BV  
Regulierenring 12 F, Postboks 101  
NL-3980CC Bunnik  
+31 30 659 8000  
Calculated:  
22-07-2008 14:42/2.6.0.181

**DECIBEL - Blank map**

Calculation: Basisvariant 4,5 MW



Map: Blank map , Print scale 1:130.000, Map center UTM ED50 Zone: 31 East: 585.050 North: 5.837.695  
Noise calculation model: Dutch, 1999. Wind speed: 8,0 m/s

▲ New WTG

40,0 dB(A)

45,0 dB(A)

Height above sea level: 0,0 m

50,0 dB(A)

55,0 dB(A)

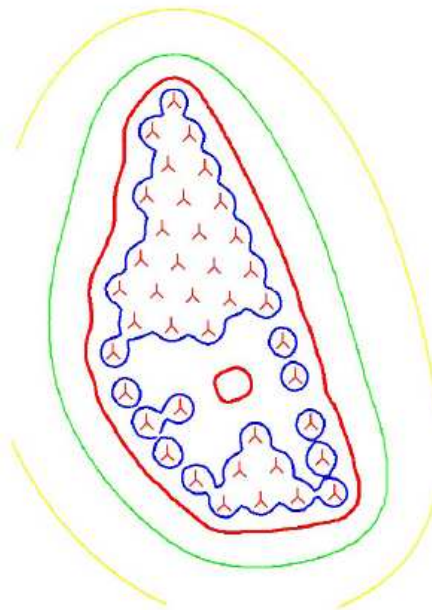


Compacte variant 4,5 MW

WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

<b>Project:</b> P96 Q4-WP Geluidscontouren	<b>Printed/Page:</b> 22-07-2008 14:44 / 1
	<b>Licensed user:</b> E-Connection Project BV Regulierenring 12 F, Postboks 101 NL-3980CC Bunnik +31 30 659 8000
	<b>Calculated:</b> 22-07-2008 14:44/2.6.0.181

**DECIBEL - Blank map**  
**Calculation:** Compacte variant 4.5 MW



Map: Blank map, Print scale 1:125.000, Map center UTM ED50 Zone: 31 East: 584.723 North: 5.838.137  
Noise calculation model: Dutch, 1999. Wind speed: 8,0 m/s

- New WTG
  - 40,0 dB(A)
  - 45,0 dB(A)
  - 50,0 dB(A)
  - 55,0 dB(A)
- Height above sea level: 0,0 m

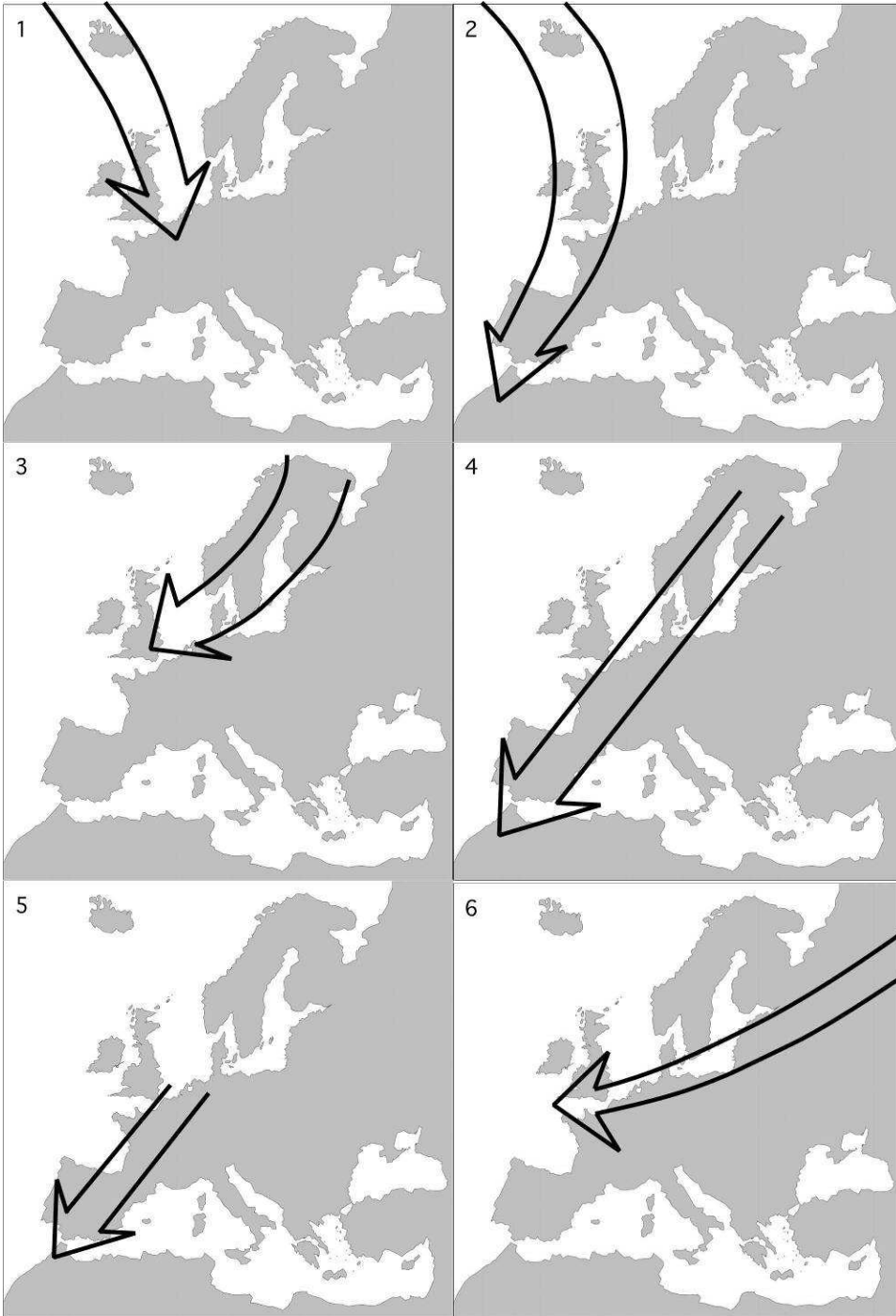
## **BIJLAGE 2**

### **De belangrijkste vogeltrekroutes langs en over de Noordzee**

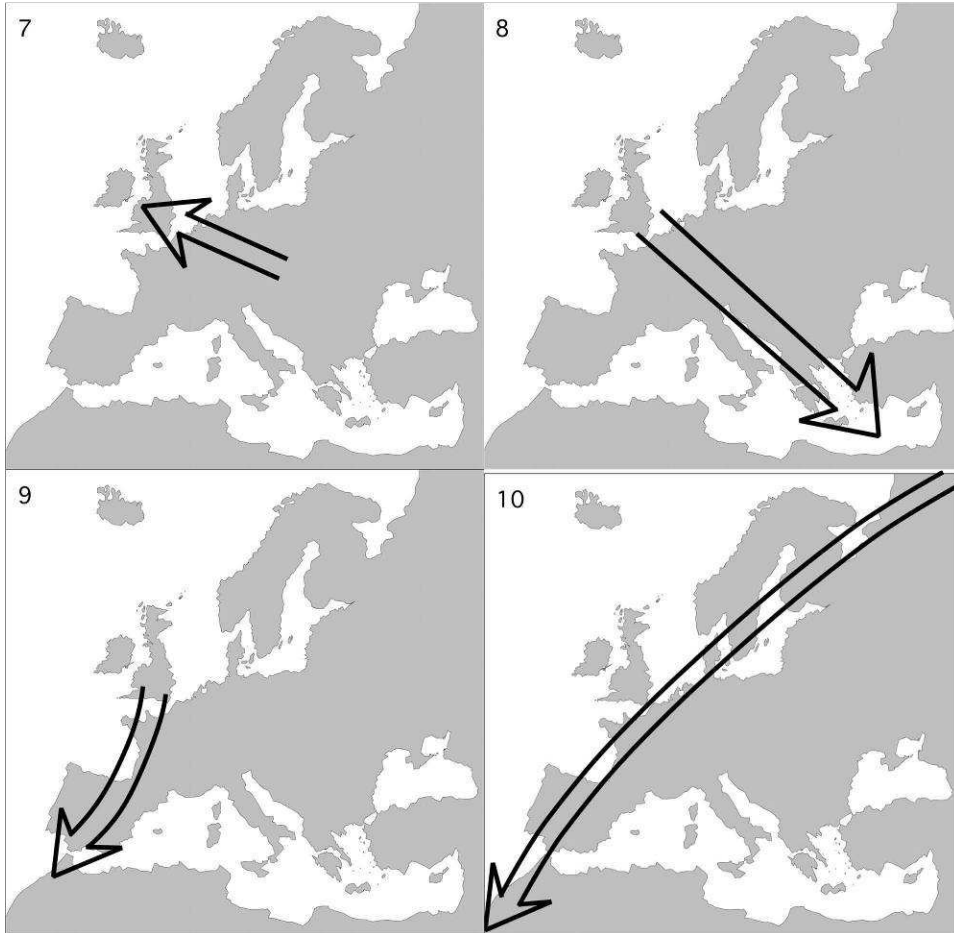
In deze bijlage wordt de ligging van de tien meest belangrijke trekroutes in relatie tot vogeltrek langs en over de Noordzee weergegeven, zoals onderscheiden door Lensink & Van der Winden [1997; figuur 3.3].

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

MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP



MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP



## **BIJLAGE 3**

### **TOELICHTING EFFECTEN**

### **ELEKTRICITEITSKABELS**

## 1 BESTAANDE MILIEUTOESTAND EN AUTONOME ONTWIKKELING

In hoofdstuk 4 van het MER is reeds ingegaan op (de ligging van) het kabeltracé voor het windpark. In paragraaf 10.4.2 van hoofdstuk 10 van het MER wordt ingegaan op elektrische en magnetische velden. In deze bijlage wordt uitgebreider ingegaan op de effecten van elektrische en elektromagnetische velden van de kabels van het windpark.

### 1.1 Zeebodem

#### **Morfologie**

De morfologie in het gebied waar de kabel gelegd zal worden, is relatief stabiel. Er zijn geen grootschalige natuurlijke of antropogene processen die recent hebben geleid of zullen leiden tot aanzienlijke wijzigingen in de morfologie.

#### **Zandgolven**

Op de zeebodem langs de eerste 15-20 kilometer vanaf de kust van de twee kabeltracés komen geen zandgolven voor. Het resterende deel van de kabelroutes vanaf de windparken naar IJmuiden en Noordwijk ligt ongeveer parallel aan de zandgolven, waardoor de kabel in het dal van een zandgolf kan worden aangelegd, zonder de zandgolven te kruisen.

De hoogte van de zandgolven langs de kabeltracés varieert merendeels tussen 4 tot 6 meter. Ook zijn er veel gebieden met megaribbels (noordwest - zuidoost georiënteerd) waargenomen langs de route.

#### **Sedimentsamenstelling**

Het sediment van de zeebodem langs de kabeltracés bestaat voornamelijk uit fijn en middelgrof zand.

### 1.2 Zeewater

#### **Stroming**

Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van Den Helder (1,4 meter) tot Scheveningen (1,7 meter) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust. Bij het windpark en het bijbehorende kabeltracé ligt deze 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 iets lagere snelheid [Hydrografisch Bureau, 1963].

#### **Golven**

De golven in het studiegebied zijn afgeleid uit de golfmetingen die op de stations IJmuiden munitiestortplaats en meetpost Noordwijk (meetplatforms op de Noordzee die onderdeel zijn van het Meetnet Noordzee (MNZ)), nabij locatie Q4-WP, plaatsvinden. Deze metingen zijn beschikbaar vanaf 1982 tot op heden. De golven zijn het hoogst in de wintermaanden (oktober - maart) en het laagst gedurende de zomermaanden (mei - augustus). De meeste golven komen uit zuidwestelijke en noordwestelijke richting. De windrichting met de hoogste golven is noordwest.

Voor alle windrichtingen (omni-directioneel) geldt bij de meetpunten IJmuiden munitiestortplaats en Meetpost Noordwijk voor eens in de 10 jaar een extreme golfhoogte van 5,8 tot 6,7 meter. Voor eens in de 100 jaar is een extreme golfhoogte van 6,6 tot 7,7 meter berekend.

### 1.3 Elektrische en magnetische velden

Bij het transport van elektriciteit worden elektrische en magnetische velden (EMF) opgewekt. Deze fenomenen kunnen van belang zijn omdat ze in bepaalde gevallen gevolgen kunnen hebben voor organismen zoals vissen en zeezoogdieren en op de werking van kompassen van schepen.

Elektrische, magnetische en elektromagnetische velden komen van nature overal in het milieu voor. Bekende vormen van elektromagnetische velden zijn UV-straling (zon) en infrarode straling (warme voorwerpen), maar ook zichtbaar licht. Elektromagnetische velden worden ook opgewekt voor toepassingen als de zonnepanelen, warmtetherapie, magnetron, inductiekoken en zendmasten voor radio, tv en telefonie. De belangrijkste onderscheidende parameter van deze velden is de frequentie. UV-straling en infrarood hebben frequenties in de orde van één tot enkele THz, terwijl mobiele telefoons, televisie en radio opereren met veel lagere frequenties in de orde van enkele honderden MHz.

Ook bij de opwekking, distributie en het gebruik van elektriciteit ontstaan onvermijdelijk elektrische en magnetische velden. De sterkte van het elektrische veld hangt af van de spanning (Voltage) en de sterkte van het magnetisch veld hangt af van de stroomsterkte (Amperage). Deze velden zijn aanwezig bij elektriciteitsproductie en transformatie, hoogspanningslijnen en kabels, elektrische installaties in huis en elektrische huishoudelijke apparaten.

#### ***Achtergrondwaarden elektrische velden op de Noordzee***

Een speciaal voor BritNed uitgevoerde theoretische studie [SwedPower, 2003] kwam tot een schatting van het maximum elektrisch achtergrondveld in het studiegebied tussen 39  $\mu\text{V}/\text{m}$  en 42  $\mu\text{V}/\text{m}$ , afhankelijk van de stroomrichting van het water. Elektrische achtergrondvelden zijn echter voortdurend variabel, waarbij de waarde gebaseerd is op het magnetische achtergrondveld, dat in essentie constant is op elke locatie, en de snelheid van de waterstroming, die op haar beurt weer door de getijden wordt bepaald. De elektrische veldsterkte is in gebieden met hoge stroomsnelheden en sterke getijstromen 2.500 - 3.500  $\mu\text{V}/\text{m}$  [Pals *et al.*, 1982; Kalmijn, 1974]. Dit laat zien hoe groot de natuurlijke fluctuaties kunnen zijn.

#### ***Achtergrondwaarden magnetische velden op de Noordzee***

Het magnetische achtergrondveld van de aarde varieert per locatie. Een speciaal voor BritNed uitgevoerde theoretische studie [SwedPower, 2003] kwam tot een schatting van het magnetische achtergrondveld van de aarde in het gebied van de elektriciteitskabel voor Windpark Q4-WP van ongeveer 50  $\mu\text{T}$ .

## 2 EFFECTEN KABEL

Om de opgewekte elektriciteit van het windpark op het elektriciteitsnetwerk aan land te kunnen brengen, zijn kabels nodig. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen kabels die in het windpark tussen de turbines en het transformatorstation liggen en de kabels die vanaf het transformatorstation naar de kust lopen.

De kabel vanaf het transformatorstation van windpark Q4-WP wordt naar de kust geleid om het windpark op het elektriciteitsnet aan te sluiten. De kabel heeft afhankelijk van het kabeltracé op zee een lengte van 32 tot 50 km. De ligging en de route van de potentiële kabeltracés zijn in figuur 4.1 van het MER opgenomen.

De kabel wordt middels jet trenching aangelegd. Hierbij wordt aan weerszijden van de kabel over een breedte van 2 meter de zeebodem verstoord. In uitzonderlijke gevallen waar door omstandigheden (voorkomen van zandgolven) kabels niet door middel van trenching kunnen worden aangelegd, zal gebaggerd worden. Baggeren leidt tot meer vertroebeling van het zeewater. De kabel wordt vanaf het windpark tot circa 3 kilometer uit de kust in het zeebed gelegd op een diepte van tenminste 1 meter. Het laatste deel van het tracé tot de kust worden de kabels tenminste 3 meter diep ingegraven. Gezien deze diepte ligt de kabel sterk geïsoleerd. De kabel heeft een levensduur van 20 jaar. Onderhoud is niet nodig, tenzij kabelbreuk optreedt.

**Tabel 1 Specificaties kabeltracé**

	Van windpark naar land	Binnen windpark
Kabellengte	32-50 km	29 km
Kabeltype	3-aderig xlpe	3-aderig xlpe
kabeldikte	10 -15 cm	10 -15 cm
Kabeldiepte	3 m kustzone 1 m elders (t.o.v.) laagste niveau	1m
Breedte van de geul	2 m	2 m
Aansluitingspunt	Beverwijk/Velsen of Sassenheim	
Aanlegmethode	Jet trenchen	Ingraven (of jet trenchen)
Voltage	150 kV	33 kV
Levensduur	20 jaar	20 jaar

Hierna worden de effecten van de kabels beschreven per milieucategorie en per fase van het windpark (aanleg en exploitatie en onderhoud). Conform IMO resolutie 1989 mag de elektrische bekabeling in het windpark en van het park naar de kust achterblijven in het zeebed. Overeenkomstig deze resolutie zullen de kabels in het zeebed achterblijven. Het onderdeel "verwijdering" is dan ook niet van toepassing en wordt niet verder behandeld in deze bijlage.

Er zal een beschrijving gegeven worden van de effecten op:

- Bodemdieren door de aanleg van de elektriciteitskabels, samenhangend met verstoring van de zeebodem en water door trenchen;
- Zeezoogdieren en vissen door de opwekking van fysische (met name magnetische) velden rondom de elektriciteitskabels tijdens de operationele fase.

Daarnaast wordt ingegaan op de risico's van beschadiging (bijvoorbeeld door ankeren) en blootlegging (bijvoorbeeld door de dynamiek van aanwezige zandgolven in de Noordzee) van kabels en de daarmee samenhangende gevolgen.

## 2.1 Bodemdieren

Bij de aanleg van de kabels wordt fauna in het gebied verstoord, doordat bij het ingraven van de kabel (met behulp van een ploegmachine of jet trencher) in de zeebodem sedimenten worden verwijderd en habitats verloren gaan.

Bij de aanleg van de kabel ontstaat troebelheid en een tijdelijke toename van zwevend stof. De lichtinval wordt plaatselijk en tijdelijk minder, waardoor een afname van de primaire productie (groei van fytoplankton) optreedt. De sedimentatiesnelheid neemt plaatselijk en tijdelijk toe, wat een afname van de effectiviteit van voedselopname bij 'filterfeeders' (zoöplankton en schelpdieren, die hun voedsel uit het water filteren) tot gevolg heeft. Mogelijk worden ook vervuilde deeltjes gemobiliseerd uit de sedimenten. Nadat de kabel aangelegd is, vindt opnieuw bezinking van de zwevende deeltjes plaats.



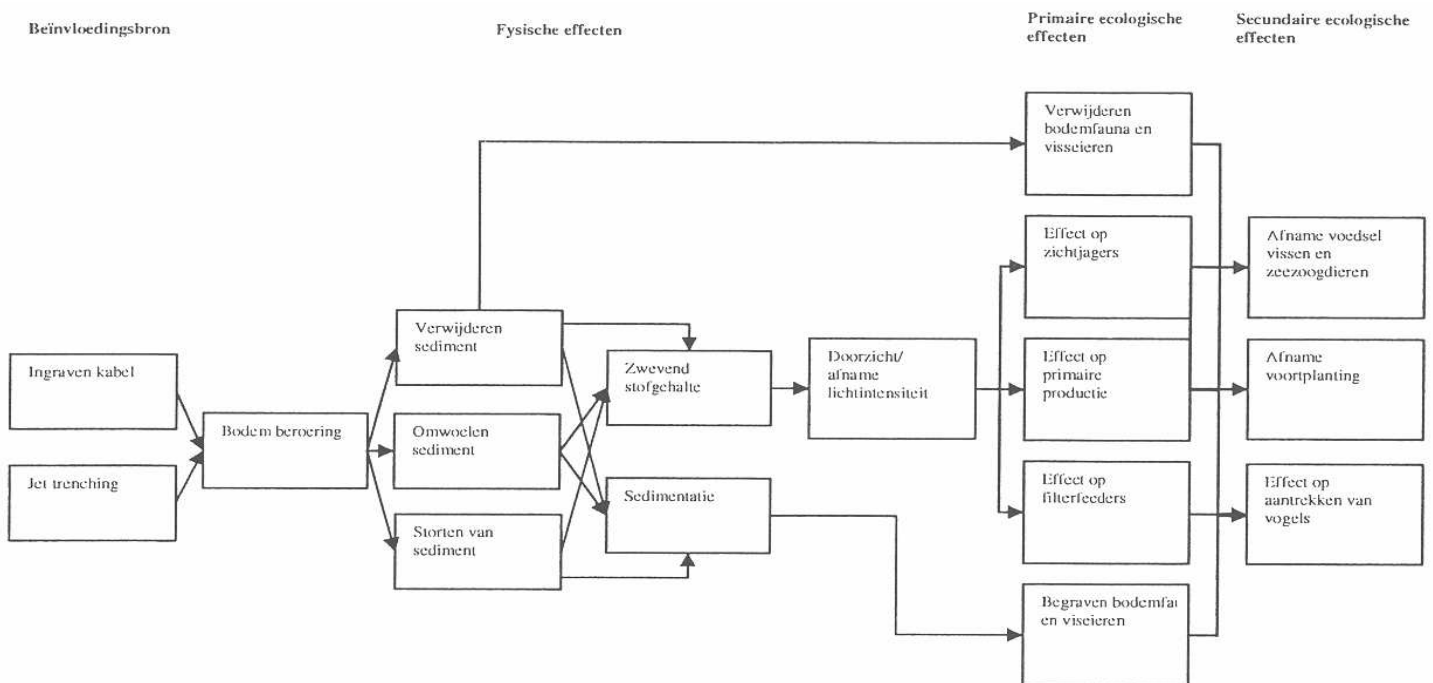
De voorgenomen locatie van het windpark heeft een schaarse benthische fauna, met een klein aantal soorten dat behoort tot grote populaties en die in een zeer ruim gebied voorkomen. Daardoor is het effect van de aanleg van de kabels (door middel van water jetting) minimaal op onderwaterleven in vergelijking met de natuurlijke dynamiek.

Het totale verlies aan habitat zal, op basis van cijfers van het Deense Horns Rev, naar verwachting minder dan 0,1% van de benthische fauna ter plaatse zijn.

Het leggen van de kabel verstoort het zeebed dus slechts in beperkte mate en alleen gedurende de relatief korte periode van constructie van het windpark. Het belangrijkste effect is daarbij toe te rekenen aan het inbedden van een netwerk van kabels binnen het park. De kabels naar land om de aansluiting op het elektriciteitsnet te realiseren, zullen alleen over een smalle breedte effect uitoefenen op het zeebed. Er mag aangenomen worden dat het leggen van de kabel alleen een twee meter brede zone zal verstoren, maar geen grootschalig effect zal uitoefenen [Gill & Taylor, 2001]. De negatieve effecten op aanwezige soorten zullen van zeer korte duur zijn en zeer lokaal plaatsvinden. De kustzone is nog dynamischer dan de zeebodem van de open zee en de leefgemeenschap zal zich daardoor nog gemakkelijker aan kunnen passen. Hierdoor zal geen meetbaar milieueffect optreden ten aanzien van verstoring van de sedimenten.

In zijn algemeenheid is de huidige leefgemeenschap in het gebied van de voorkeurslocatie echter al goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Na een grote, al of niet natuurlijke, verstoring weten kleine dieren zich vaak weer snel te herstellen door migratie en vestiging. Ook blijft overal op korte afstand van het ingrijpen het grootste deel van het gebied onbeschadigd. Herkolonisatie betreft een korte afstand en kan vanuit de hele omgeving plaatsvinden.

**Figuur 1**      **Overzicht effecten van de kabel op het zeebed**



**Verwachte effecten van de aanleg voor bodemdieren**

De met de aanleg van de kabels gepaard gaande bodemberoering heeft geen significante effecten op bodemdieren van de kustzee en 'offshore'. De totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het NCP. De totale kabellengte voor het windpark is 32 + 29 = 61 km (de kabellengte van windpark naar land + binnen windpark). Hierboven is reeds vastgesteld dat bij het jettrenchen de bodem tot op 2 meter aan weerszijden van de kabel verstoord wordt. Hiermee komt het totaal verstoorde oppervlak op 61 km \* 0,004 km = 0,244 km<sup>2</sup>. Dit komt overeen met 0,0004 % (= 0,248 / 57.273 \* 100%) van het oppervlak van het NCP. Bovendien betreft het een tijdelijk effect. Het onderwaterleven zal na de constructieperiode van het windpark en de kabels snel terugkeren naar het gebied.

**Exploitatie en onderhoud**

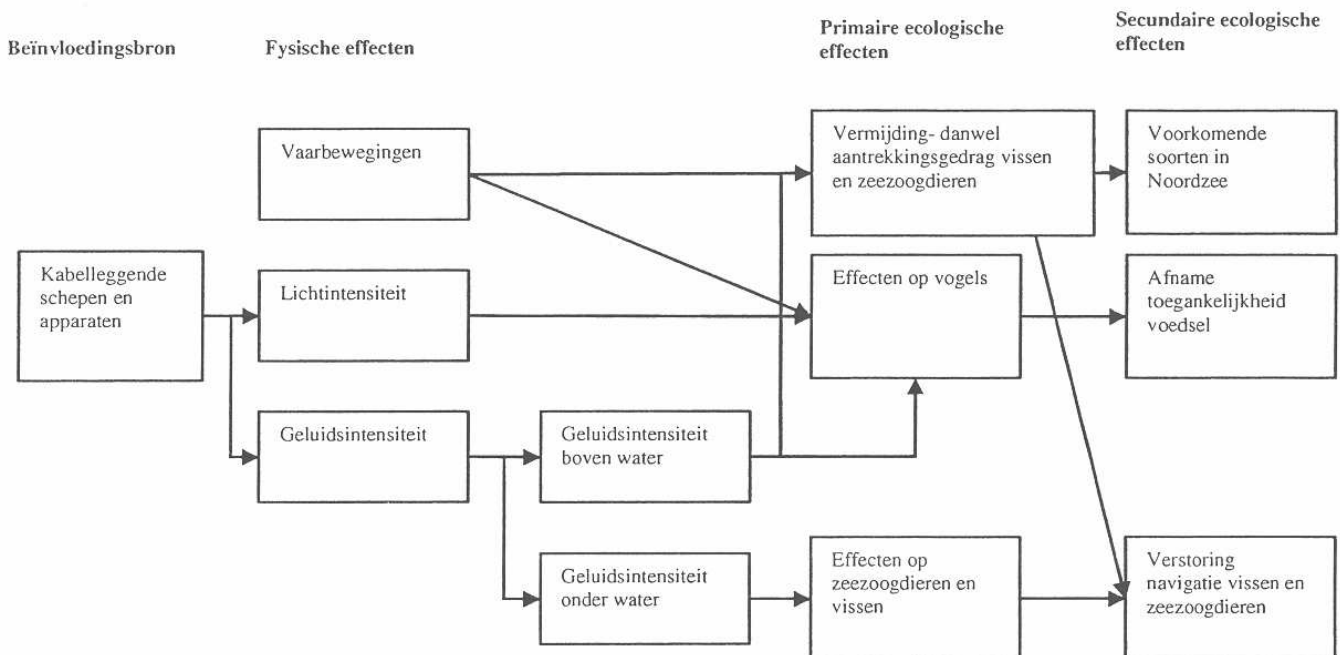
Gezien de diepte van de ligging van de kabel zijn er tijdens de periode van exploitatie en onderhoud van het windpark geen effecten van de kabel te verwachten voor bodemdieren.

**2.2 Vissen**

**Aanleg**

Lage frequenties van geluid en trillingen van machines tijdens aanleg kunnen effect hebben op vis. Een overzicht van deze effecten wordt gegeven in onderstaande figuur.

**Figuur 2 Overzicht effecten van de aanleg van de kabel op vissen en zeezoogdieren**



De effecten van onderwatergeluid kunnen naar gelang het geluidsdrukkniveau en geluidsfrequentie in vier invloedszones worden ingedeeld. De indeling van de zones is voor alle dieren hetzelfde, maar de ligging van de grenzen tussen de klassen varieert van soort tot soort en van situatie tot situatie [Richardson *et al.*, 1995]:

- *Hoorbaarheidszone* - Alle geluiden die hoorbaar zijn voor organismen. Hierbij spelen de gevoeligheid van het gehoorapparaat en de achtergrondgeluiden een rol. Tot de hoorbaarheidszone behoren ook geluiden die de dieren wel kunnen horen, maar waar ze verder niet op reageren.
- *Reactiezone* - Tot deze zone behoren de geluiden waarop de dieren een reactie vertonen in gedrag of fysiologie. Deze zone is zeer variabel, omdat de akoestische eigenschappen van het milieu ter plaatse en het al dan niet aanwezig zijn van achtergrondgeluid een grote rol spelen. Op een plek waar veel achtergrondgeluid is door scheepvaart of andere bronnen kan de reactie van dieren heel anders zijn dan op een locatie waar alleen natuurlijke geluidsbronnen aanwezig zijn.
- *Maskeringszone* - Dit is het gebied waar geluiden interfereren met de geluiden die dieren produceren of die hun prooi produceert. Als bijvoorbeeld de echolocatiegeluiden van bruinvissen worden gemaskeerd door bij de aanlegwerkzaamheden geproduceerde geluiden, is er sprake van maskering. Of maskering optreedt, hangt af van het geluidsniveau en de frequentie van de geluiden die door de aanwezige soorten worden geproduceerd en van het geluidsniveau en de frequentie van de geluiden door menselijke activiteiten.
- *Zone van gehoorschade* - Dit zijn de geluiden waarvan de sterkte zo groot is dat er tijdelijke of permanente schade optreedt aan de gehoor- of andere organen van zeedieren. Voor gehoorschade is vooral het 'breedband' geluidsniveau van belang. De onderwatergeluiden worden veroorzaakt door de schepen en de onderwaterapparatuur die gebruikt worden bij de aanleg van de kabel.

Er is weinig onderzoek voorhanden naar de daadwerkelijke effecten van door water overgebracht geluid op vissen.

Vissen moeten, om zich te handhaven, doelmatig reageren op roofvijanden en prooien. Daarnaast is er de kwestie van de voortplanting. Bij al deze levensfuncties en gedragingen kan geluid een rol spelen. Vissen kunnen geluid maken om een vijand af te schrikken of partners te lokken en kunnen het gebruiken om in schoolverband te zwemmen. Met name in relatief troebele wateren kan geluid een belangrijke rol spelen.

Gehoorschade bij vissen kan optreden als de geluidsterkte te hoog wordt. Daarbij gaat het om niveaus van 180-200 dB re 1  $\mu$ Pa en hoger [Hastings & Popper, 2005]. Bij verschillende soorten vissen is onderzoek gedaan naar het frequentiegebied waarbinnen vissen kunnen waarnemen. Hieruit blijkt dat deze per soort sterk verschillen. Schol is gevoelig voor frequenties tussen 30 tot 100 Hz [Karlsen, 1992], terwijl paling ontwijkgedrag blijkt te kunnen vertonen bij geluiden met een frequentie van 11,8 kHz. [Sand *et al.*, 2000]. Echter, volgens Hastings & Popper [2005] detecteert de schol pas geluiden van meer dan 200 Hz. Voor de tong zou dit tussen de 300 en 1000 Hz zijn. De zalm zou geluiden kunnen waarnemen beneden de 20 Hz. Volgens Hoffmann *et al.* [2000] reageren vissen niet of nauwelijks op geluid in het frequentiegebied van 50 Hz tot 2 kHz, maar volgens andere bronnen zou het gehoor van vissen het gevoeligst zijn in het lage frequentiebereik tussen 60 Hz en circa 1000 Hz en varieert sterk van soort tot soort.

Blijkbaar zijn er geen eenduidige conclusies te trekken over het frequentiegebied waarbinnen vissen geluid kunnen waarnemen. Verder onderzoek hiernaar, voor de in het plangebied voorkomende vissen, is noodzakelijk. Dit is meegenomen in hoofdstuk 6 van dit MER.

Over maskering van geluiden van vissen door achtergrondgeluid is niets bekend. Aangenomen kan worden dat dit een rol kan spelen bij plaatsbepaling, prooidetectie en het detecteren van predatoren.

Uit de geluidsberekeningen die ten behoeve van de BritNed verbinding gemaakt zijn, blijkt dat binnen het voor vissen gevoelige frequentiebereik (30-1.000 Hz) de maximale bronsterkte van het door de aanlegwerkzaamheden geproduceerde geluid 175 dB re 1  $\mu$ Pa bedraagt; op een afstand van 400 m van de bron is dit gedaald tot circa 120 dB re 1  $\mu$ Pa [Royal Haskoning, 2005]. In de directe nabijheid van de bron kan het geluid dus tot tijdelijke (temporary threshold shift TTS) dan wel tot permanente gehoorbeschadigingen (permanent threshold shift PTS) bij vissen leiden. Op basis van beschikbare onderzoeken en ervaringen met offshore windparken kan echter aangenomen worden dat vissen dergelijke geluiden zullen mijden door weg te zwemmen.

### ***Verwachte effecten van de aanleg voor vissen***

Er zal een tijdelijke toename van geluidsintensiteit onder en boven water optreden. Tevens is er een tijdelijke toename van vervoersbewegingen van schepen. De geluidsproductie van vaartuigen voor de aanleg van de elektriciteitskabel kan enige verstoring geven. De verstoring is echter lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang en is verwaarloosbaar ten opzichte van de verstoring die optreedt als gevolg van het reguliere scheepvaartverkeer.

Uit monitoring bij Deense parken blijkt dat een aantal vissoorten erg nieuwsgierig is en wellicht tot het gebied van de bouwactiviteit wordt aangetrokken. De verwachting is echter dat de meeste vissoorten het gebied waarin de bouwactiviteiten zijn geconcentreerd en waar de belangrijkste geluidsbronnen zijn, zullen mijden. Verwacht wordt dat verjaagde vissen zullen terugkeren zodra de activiteiten zijn beëindigd.

De effecten van het opwervelen en vervolgens weer bezinken van zwevend stof zijn ook voor vissen verwaarloosbaar klein.

### ***Exploitatie en onderhoud***

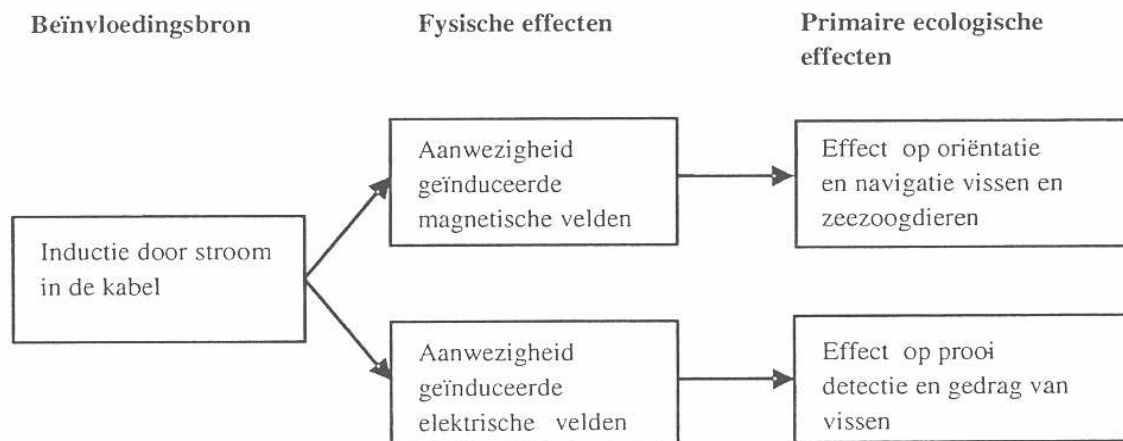
#### **Elektromagnetische velden**

Gedurende de exploitatie van het windpark inclusief de kabel, genereert de stroom die door de kabel loopt zowel een elektrisch als een magnetisch veld dat zich voor een deel tot buiten de kabel uitstrekt. De in zee gelegen kabel produceert een direct aanwezig magnetisch veld met een effect vergelijkbaar met het magnetische veld van de aarde. Direct boven de kabel kan de sterkte van het veld tot 250  $\mu$ Tesla oplopen, maar op een afstand van 6 meter zal het rond de 50  $\mu$ Tesla zijn, wat gelijk is aan het natuurlijke geomagnetische veld [German Scientific Commission for Marine Research, 1995].

De hoogte van de spanning, de kabelconstructie, -configuratie en -oriëntatie bepalen de sterkte van geïnduceerde velden. Het door de kabel geproduceerde elektrische veld wordt in het algemeen voldoende afgeschermd dankzij het isolatiemateriaal waarmee de eigenlijke stroom geleidende kabel is omgeven. Het magnetisch veld dat door de wissel- of gelijkstroom wordt geproduceerd wordt daarmee echter niet tegengehouden. Rond een stroomgeleidende kabel zal dan ook een magnetisch veld ontstaan. Als gevolg van het langs dit magnetisch veld stromen van zeewater ontstaat weer een (zwak) elektrisch veld (geïnduceerd elektrisch veld). De sterkte van dit veld hangt af van de samenstelling en de stroomsnelheid van het zeewater, de sterkte van het magnetische veld en de ligging van de kabel ten opzichte van stroomrichting (van het water) en het aardmagnetisch veld.

De magnetische en elektrische velden kunnen effecten hebben op vis en zeezoogdieren. Een belangrijk aspect is de interactie tussen elektroden en zeewater en als een resultaat daarvan de mogelijke negatieve effecten op mariene organismen die dicht bij de elektroden leven, afhankelijk van hydrografische omstandigheden.

**Figuur 3** Effecten van het operationeel zijn van de kabel op vissen



Geomagnetische velden worden door bepaalde soorten gebruikt voor navigatie. De productie van gelijksoortige magnetische velden kan deze soorten beïnvloeden. Ook de menselijke navigatie kan beïnvloed worden: 50  $\mu$ Tesla kan genoeg zijn om afwijkingen op scheepsnavigatiesystemen te veroorzaken.

De invloed van het bestaande elektromagnetisch veld zal zich vooral manifesteren direct in en op de bodem boven de kabels. Daarom mag verwacht worden dat bodemvissen de grootste kans maken met zo'n fenomeen kennis te maken. Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zou de 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. Zij gebruiken het magnetisch veld van de aarde om te navigeren. Ook kunnen sommige soorten die met behulp van elektroreceptie hun prooi lokaliseren, beïnvloed worden door de operationele kabels. Hierbij wordt gebruik gemaakt van bio-elektrische velden om de prooi te lokaliseren onder condities zoals weinig lichtinval of het ingraven in zand. Mogelijk zullen kabels juist gevoelige soorten aantrekken op punten waar de intensiteit van het magnetische veld de waarde van hun natuurlijke prooi benadert. Het is niet duidelijk of de kraakbeenvissen juist aangetrokken of afgeweerd worden door sterke elektromagnetische velden dicht bij de kabel. Wanneer de kabel door belangrijke leefgebieden aangelegd wordt, kan dit problemen opleveren. Het is mogelijk, maar niet aannemelijk, dat de oriëntatie en migratie van deze soorten door de geringe verandering in het magnetische veld worden beïnvloed.

Zwakke elektrische velden (1  $\mu$ V/cm) die optreden op afstanden tot zo'n 10 km van de kabel kunnen de schoolvorming van vissen beïnvloeden. Door wisselende elektriciteitsvelden kunnen de paaigebieden van vissen, zoals bijvoorbeeld haring, verstoord worden. De paaigebieden zijn echter van ondergeschikt belang voor de totale voorraad [German Scientific Commission for Marine Research, 1995].

Vissen kunnen magnetische velden waarnemen en reageren op veranderingen van deze velden. Vissoorten die gedurende hun levenscyclus migreren, vooral ten behoeve van het paaien, zijn met name gevoelig voor deze veranderingen. Zo is de Europese paling erg gevoelig voor zwakke tot zeer zwakke magnetische velden. Het is onduidelijk of deze soort het magnetisch veld van de aarde als kompas gebruikt gedurende hun paaimigratie. Het is tevens onduidelijk wat de paling aanzet tot migratie en of de paling richting kiest op basis van veranderingen in hellingshoek van de verticale component van het magnetisch veld van de aarde.

#### Verwachte effecten van exploitatie en onderhoud voor vissen

Uit verschillende onderzoeken en monitoringprogramma's blijkt dat effecten van het elektromagnetisch veld rond elektriciteitskabels op (kraakbeen)vissen op voorhand niet (helemaal) uit te sluiten zijn. In de meeste studies wordt geconcludeerd dat eventuele effecten zich alleen in de directe nabijheid van de elektriciteitskabel afspelen en dat dit geen significante effecten op vissen zal hebben.

### **2.3 Zeezoogdieren**

#### ***Aanleg***

##### Geluid

Lage frequenties van geluid en trillingen van machines tijdens aanleg kunnen evenals op vissen effect hebben op zeehonden, dolfinen en walvissen.

Zeezoogdieren vertrouwen op geluid om te kunnen communiceren, hun prooi te vinden en de omgeving te verkennen. Daarnaast moeten ze, om zich te handhaven, doelmatig reageren op roofvijanden en prooien. Ook is er de kwestie van de voortplanting. Zo maken walvissen en dolfinen 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].

Vanwege deze levensfuncties en gedragingen is het waarschijnlijk dat zeezoogdieren beïnvloed worden door geluid van het windpark.

Zeezoogdieren kunnen een breed spectrum van frequenties detecteren, maar zijn het meest gevoelig voor frequenties tussen 10 en 100 kHz [Richardson *et al.*, 1995; Verboom, 1991].

Voor bruinvissen geldt dat permanente gehoorschade kan optreden bij geluidssterktes boven de 183 dB re  $\mu\text{Pa}$  (bij heien op 250 Hz met een interval van 1 seconde) [IMARES, 2007]. Dit vormt vooral een risico bij plotselinge geluidsexplosies, zoals die bijvoorbeeld voorkomen bij seismisch onderzoek. Het geluid dat ontstaat bij de aanleg van de kabel van het windpark naar land heeft echter een meer continu karakter, zodat dieren voldoende gelegenheid hebben om zich op veilige afstand terug te trekken. Vermijdingsgedrag treedt op vanaf een niveau van zo'n 110 dB re  $\mu\text{Pa}$  [Hatakeyama *et al.*, 1994].

Uit de geluidsberekeningen van het Near Shore Windpark blijkt dat binnen het voor zeezoogdieren relevante frequentiebereik het geluidsdrukniveau waarbij gehoorschade kan optreden, niet wordt overschreden. Wel is de sterkte van het met de werkzaamheden samenhangende geluid binnen de eerste paar honderd meter van de bron op een vergelijkbaar niveau als de door de dieren zelf geproduceerde echolocatiegeluiden. Het is echter onwaarschijnlijk dat dit tot maskering leidt, aangezien de frequentie van het door de constructiewerkzaamheden ontstane geluid lager ligt dan het door bruinvissen zelf geproduceerde geluid. Bovendien wordt verwacht dat zeezoogdieren het gebied met geluidsniveaus van meer dan circa 110 dB re  $\mu\text{Pa}$  zullen mijden (ongeveer 500 m rond de bron).

#### Verwachte effecten van de aanleg voor zeezoogdieren

Er zal een tijdelijke toename van geluidsintensiteit onder en boven water optreden. Tevens is er een tijdelijke toename van vervoersbewegingen van schepen. De geluidsproductie van vaartuigen voor de aanleg van de elektriciteitskabel kan enige verstoring geven. De verstoring is echter lokaal, tijdelijk en beperkt van omvang en is verwaarloosbaar ten opzichte van de verstoring die optreedt als gevolg van het reguliere scheepvaartverkeer. De geluidseffecten zullen dus naar verwachting voor zeezoogdieren niet significant zijn.

Ook de met de aanleg van de kabels gepaard gaande bodemberoering en geluidsproductie hebben geen significante effecten op zeezoogdieren.

#### ***Exploitatie en onderhoud***

##### Elektromagnetische velden

Evenals op vissen kunnen de magnetische en elektrische velden effecten hebben op zeezoogdieren. Een belangrijk aspect is de interactie tussen elektroden en zeewater en als een resultaat daarvan de mogelijke negatieve effecten op mariene organismen die dicht bij de elektroden leven, afhankelijk van hydrografische omstandigheden.

Zeezoogdieren met zintuigen die gebruik maken van elektromagnetische sensoren worden mogelijk beïnvloed wanneer ze een elektromagnetisch veld kruisen.

#### Verwachte effecten van exploitatie en onderhoud op zeezoogdieren

Uit verschillende onderzoeken en monitoringprogramma's blijkt dat effecten van het elektromagnetisch veld rond elektriciteitskabels op zeezoogdieren op voorhand niet (helemaal) uit te sluiten zijn. In de meeste studies wordt geconcludeerd dat eventuele effecten zich alleen in de directe nabijheid van de elektriciteitskabel afspelen en dat dit geen significante effecten op zeezoogdieren zal hebben.

Uit monitoring bij de Deense windparken Horns Rev en Nysted blijkt dat na aanleg van het park geen barrière effect waargenomen kan worden en er geen habitatverlies van zeezoogdieren ontdekt is. Over het algemeen kan gezegd worden dat op basis van huidige ervaringen en onderzoek naar de effecten van offshore windparken, geen feitelijk bewijs bestaat dat er ernstige effecten optreden door een opzichzelfstaand windpark. Er is nader onderzoek nodig naar de effecten van elektromagnetische velden op de oriëntatie, de migratie en het foerageren van gevoelige soorten.

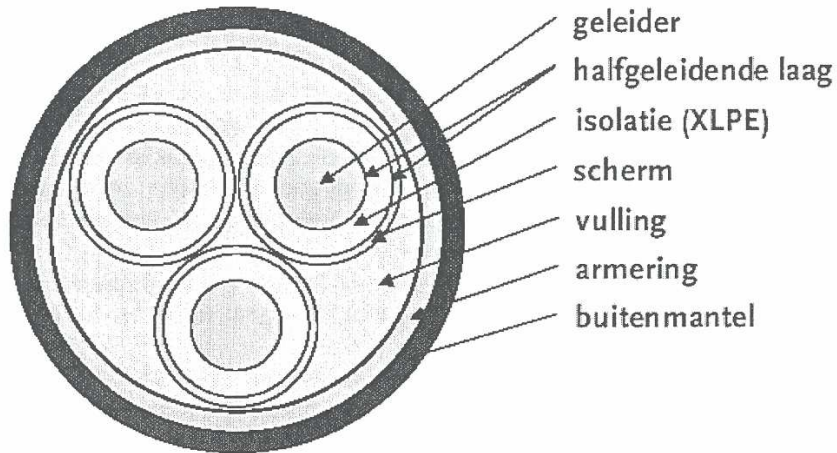
## **2.4 Risico's beschadiging**

### ***Algemeen***

#### Technische specificaties kabel

De drie-aderige XLPE kabel bevat drie kernen. Elke kern heeft een eigen geleider, isolatie en scherm. Deze drie kernen liggen in een vulling met daar omheen meestal een koperdraadscherm en de buitenmantel.

**Figuur 4**      **Doorsnede kabel**



Hieronder is aangeven waaruit de verschillende onderdelen zijn opgebouwd of wat hun functie is bij het beperken van de risico's:

- De geleider is van koper of aluminium. Er kunnen zich oneffenheden voordoen in de geleideromtrek, waardoor het elektrische veld zich niet netjes rond de geleider verdeelt. Dit kan kleine ontladingen veroorzaken, waardoor de kabel snel verouderd. Om die oneffenheden op te heffen wordt een halfgeleidende laag om de geleider aangebracht, zodat het veld zich in de isolatie homogeen zal verdelen.
- Isolatiemateriaal van XLPE. Er kunnen zich eveneens oneffenheden voordoen in het binnenoppervlak van de afscherming, zodat ook tussen de afscherming en de isolatie een halfgeleidende laag is aangebracht.
- Afscherming. Deze sluit het elektrische veld binnen de kabel op en zorgt ervoor dat geen spanningen in de geleider kunnen worden geïnduceerd ten gevolge van naburige kabels.
- Optioneel: armering. Tussen de afscherming en de armering bevindt zich de bedding. De bedding geeft een scheiding tussen de afscherming en de armering. De armering zorgt voor stevigheid van de kabel en beschermt de kabel tegen mechanische invloeden.
- De buitenmantel beschermt de kabel tegen invloeden van buitenaf zoals vocht [Phase to Phase BV, 2006].

### **Aanleg**

Met het leggen van kabels op de zeebodem is bij de partijen die deze kabels aanleggen in of op de zeebodem veel technische expertise aanwezig. De stand der techniek is zodanig dat deze kabels schadevrij kunnen worden aangelegd.

### **Exploitatie en onderhoud**

#### Schade door ankeren

In de directe omgeving van het kabeltracé bevinden zich geen ankerplaatsen. De kans dat door ankeren beschadiging van de kabels zal plaatsvinden is hiermee nihil.



#### Blootlegging kabels

Blootlegging van kabels (door bijvoorbeeld getijde-invloeden, stroming of verplaatsing van zandribbels) wordt voorkomen door in de kustzone de kabels op 3 meter diepte aan te brengen en in het overige gebied op 1 m diepte. De kans dat kabels vrij op de zeebodem komen te liggen is hiermee minimaal.

#### Calamiteit met kabels

Gezien de samenstelling van de XLPE-kabels, zoals eerder omschreven, kunnen er als gevolg van calamiteiten geen schadelijke stoffen in het mariene milieu terecht komen. Daarnaast worden de kabels bij beschadiging automatisch spanningsloos geschakeld.

### **3 MITIGERENDE MAATREGELEN**

Er zal nader onderzoek verricht moeten worden naar de effecten van elektromagnetische velden op de oriëntatie, de migratie en het foerageren van gevoelige soorten.

## **BIJLAGE 4**

### **TOELICHTING ONDERWATERGELUID**

### **OFFSHORE WINDTURBINES**

## 1 BESTAANDE SITUATIE GELUID ONDER WATER

### 1.1 Algemeen

Het achtergrondgeluid bestaat uit zowel natuurlijk geluid als uit antropogeen geluid. De belangrijkste bronnen voor achtergrondgeluid en het bijbehorende frequentiegebied zijn (Wenz [1962]; Richardson *et al.* [1995]):

1 - 100 Hz	natuurlijk seismisch geluid, stromingen;
10Hz - 10kHz	scheepvaart, industriële activiteiten;
10Hz - 100 kHz	biologische geluidsbronnen;
100 Hz - 20 kHz	wind, golven, luchtballen, opstuivend water;
100 Hz - 30 kHz	neerslag;
30 kHz - > 100 kHz	thermische ruis.

### 1.2 Natuurlijk achtergrondgeluid

Verboom [1991] beschrijft de resultaten van een aantal geluidsmetingen van het achtergrondgeluid in de Noordzee nabij de Duitse kust. De in een waterdiepte van 30 meter gemeten breedbandige geluidsdrukniveaus waren minimaal circa 95 dB re 1  $\mu$ Pa en maximaal circa 110 dB re 1  $\mu$ Pa. Meetresultaten van geluidsmetingen in het Nederlandse deel van de Noordzee zijn niet beschikbaar. Verboom veronderstelt dat de Duitse geluidsdrukniveaus ook toepasbaar zijn voor het Nederlandse deel van de Noordzee.

### 1.3 Antropogeen achtergrondgeluid

Het antropogene geluid in de Noordzee wordt voornamelijk veroorzaakt door beroepsmatige scheepvaart bestaande uit vissers- en vrachtschepen en veerboten.

In het algemeen kan worden gesteld dat continu geluidsniveaus onder water tussen 90 en 100 dB re 1  $\mu$ Pa in het frequentiegebied van 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe wateren niet ongewoon zijn. Tijdens bijvoorbeeld een regenbui of het voorbijvaren van een schip kunnen de geluidsniveaus tijdelijk oplopen tot 110-120 dB re 1  $\mu$ Pa [BMM, 2004]. Voor het geluidsniveau van een voorbijvarend groot vrachtschip in de Noordzee kan op basis van de gegevens van Verboom [1991] een geluidsniveau van ongeveer 146 dB re 1  $\mu$ Pa op een afstand van 100 m als richtwaarde worden verwacht. Voor een vissersschip is dat ongeveer 127 dB re 1  $\mu$ Pa op een zelfde afstand van 100 m.

## 2 AUTONOME ONTWIKKELING

Het is niet mogelijk om een uitspraak te doen met betrekking tot de ontwikkeling van de geluidsniveaus onder water, zijnde het achtergrondgeluid van natuurlijke en antropogene oorsprong, anders dan van de voorgenomen activiteit, in de toekomst.

De belangrijkste ontwikkelingen die mogelijk van invloed op het achtergrondgeluid van antropogene oorsprong zijn, zijn:

- De aanleg van de Tweede Maasvlakte bij Rotterdam. Hierdoor zal mogelijk de scheepvaartintensiteit toenemen. Anderzijds worden de schepen stiller. Algemeen wordt aangenomen dat geluidsniveaus onder water door de toename van de koopvaardij zullen toenemen. Er is echter nauwelijks of geen wetenschappelijke onderbouwing voor deze aanname.
- In de Noordzee zullen meer windparken worden geplaatst. In de voorliggende bijlage wordt geconstateerd dat het onderwatergeluid op korte afstand van het plangebied niet relevant zal zijn voor de mariene natuur.

Aangenomen mag worden dat andere windparken, die ook nog op enige afstand zullen staan, geen bijdrage zullen leveren aan de geluidsniveaus.

- Dit jaar en de komende jaren wordt een intensief programma van zandwinning gestart: zowel suppletiezand voor de kustverdediging als voor ophoogzand worden de komende jaren in hoeveelheden geogost die vergelijkbaar zijn met die voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Deze winningen worden meer verspreid langs de kust uitgevoerd.

Tevens zijn er verschillende andere, niet goed bekende, bronnen van geluid, zoals het gebruik van sonar door de marine, schietoefeningen en airguns voor geofysisch onderzoek naar gas- en olievoorkomens. Dit maakt het inschatten van de cumulatieve effecten van onderwatergeluid op mariene fauna problematisch.

### 3 GEVOLGEN VAN ONDERWATERGELUID

#### 3.1 Aanleg- en sloopfasen

Omdat de activiteiten bij de aanleg en de sloop globaal gesproken aan elkaar gelijk zijn (sloop is min of meer het omgekeerde van aanleg), worden de effecten van beide activiteiten hier besproken. Het belangrijkste verschil tussen beide fasen is het heien bij de aanleg, wat bij de sloop niet plaatsvindt.

In het kader van het voorliggend onderzoek wordt er van uitgegaan dat er zal worden geheid met een dieselblok. Op basis van de resultaten van geluidsmetingen die zijn uitgevoerd bij de bouw van een offshore windpark in Zweden [McKenzie-Maxon, 2000] is in Nedwell *et al.* [2004] een piekbronsterkte geschat van minimaal 215 dB re 1  $\mu$ Pa op 1 m tijdens het heien van een monopaal in een zanderige bodem. Hierbij is door de auteur aangenomen dat het een monopaal met een diameter van 4 meter betreft.

Bij de aanleg zullen met name werkschepen worden ingezet. Deze werkschepen worden gebruikt voor de aan- en afvoer van personeel en materiaal en voor het leggen van de kabels.

Ter vergelijking wordt in tabel 1 een overzicht gegeven van de bronsterkten van diverse activiteiten die tijdens de aanleg en sloop kunnen plaatsvinden. Aangenomen mag worden dat de bronsterkte van een werkschip niet hoger zal zijn dan dat van een sleepboot met een bak.

Er wordt niet verwacht dat bij de aanleg, anders dan incidenteel, gebruik zal worden gemaakt van helikopters. Het onderwatergeluid vanwege een overvliegende helikopter wordt daarom niet nader beschouwd.

**Tabel 1 Geluid vanwege aanleg- en sloopactiviteiten**

Activiteit/geluidsbron	Bronsterkte in dB re $\mu$ Pa op 1m	Referentie
Heien met dieselblok van monopaal	215	Nedwell <i>et al.</i> , 2004
5 m Zodiac met buitenboordmotor	156	Richardson <i>et al.</i> , 1995
Sleepboot met bak	171	Richardson <i>et al.</i> , 1995
Kabellegger	178	Nedwell <i>et al.</i> , 2004

Uit het overzicht van tabel 1 blijkt dat de geluidsproductie tijdens het heien maatgevend is voor de geluidsdrukniveaus tijdens de aanleg- en sloopwerkzaamheden.

Onzeker is of de vissen en zeezoogdieren in het gebied gewend zijn aan de aanwezigheid en het onderwatergeluid van een groter aantal vaartuigen dan die op dit moment het plangebied bevaren. De locatie ligt weliswaar tussen scheepvaartroutes en er bevinden zich platforms in de buurt die regelmatig worden bezocht door bevoorradings- en werkschepen. Het is niet uit te sluiten dat vissen en zeezoogdieren juist dit relatief stillere zeegebied op enige afstand van scheepvaartroutes en zandwinningsgebieden opzoeken.

Het gevolg van heien voor vissen, zeker de gehoorspecialisten<sup>1</sup>, zal zijn dat ze, als ze dichtbij zijn, op zijn minst hevig schrikken en het gebied zullen ontvluchten. Zolang het heien duurt, zullen zij het gebied vermijden. In Seascope [2002] wordt geschat dat gehoorspecialisten tot op een afstand van zeker 1.000 meter zullen blijven. Binnen deze afstand kunnen vissen een tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging oplopen. Hastings & Popper [2005] bevat een samenvatting van beschikbare literatuur waarin zij waarnemingen beschrijven van sterfte of verwondingen van vissen die dichterbij zijn. Er zijn echter ook waarnemingen die, op basis van tellingen, suggereren dat er op grotere afstanden dan de genoemde 1.000 meter sprake is van minder of geen sterfte.

Er is echter geen onderzoek bekend naar de effecten op lange termijn door blootstelling aan het geluid van heiwerkzaamheden. Deze effecten zouden kunnen bestaan uit sterfte op een later tijdstip of mogelijk gedragsveranderingen die van invloed kunnen zijn op de overleving van individuele vissen of van vispopulaties.

Gedurende het heien bestaat er een groot risico op gehoorbeschadiging van de zeehonden en bruinvissen die in de buurt zijn. De door het heien veroorzaakte geluidsdrukniveaus zijn in principe ook hoog genoeg voor het veroorzaken van weefselbeschadigingen van deze zeezoogdieren. Deze geluidssterktes zijn potentieel schadelijk voor zeezoogdieren. Het zich herhalende karakter van het geluid bevordert de negatieve effecten omdat de gehoorgevoeligheid daardoor steeds verder zal afnemen.

### **3.2 Exploitatie**

In de exploitatiefase wordt onderwatergeluid geproduceerd door de windturbines en door werkschepen die kunnen worden ingezet voor onderhoud- en reparatiewerkzaamheden. Een enkele keer zou het kunnen voorkomen dat er gebruik wordt gemaakt van een helikopter. Daartoe is het transformatorstation, gelegen in het midden van het windpark, voorzien van een helikopterplatform.

Gelet op het incidentele karakter van de inzet van werkschepen en zeker van helikopters tijdens de exploitatiefase wordt het onderwatergeluid daarvan niet nader beschouwd.

Het onderwatergeluid door een offshore windturbine wordt in principe veroorzaakt door:

1. De instraling van het directe luchtgeluid van de rotorbladen en de gondel in het water. Omdat echter bij een rustige zee het grootste deel van dat luchtgeluid wordt gereflecteerd tegen het wateroppervlak, bereikt slechts een klein deel daarvan daadwerkelijk de waterkolom. Zo zal bij een ashoogte van 100 meter slechts 0,001% van het geluidsvermogen naar het water worden overgedragen [Cottin & Uhl, 2002].

---

<sup>1</sup> Op basis van het voorzorgprincipe worden hier de gevolgen voor de gehoorspecialisten beoordeeld. Naast gehoorspecialisten zijn er ook gehoorgeneralisten die meer zichtjagers zijn en soorten die gevoels- of tastjagers zijn.

Bij windsnelheden van meer dan 3,5 m/s en de daardoor hogere golfhoogten wordt de geluidsoverdracht van de lucht naar het water overigens met enige dB's [Richardson *et al.*, 1995] verbeterd.

Aangetoond kan worden dat een windturbine van 3 MW de in tabel 2 weergegeven geluidsdrumniveaus bij een vlakke zee, onder het wateroppervlak en in de directe nabijheid van de windturbine, veroorzaakt.

**Tabel 2**      **Onderwatergeluid vanwege directe instraling van luchtgeluid**

Elektrisch vermogen in MW	Bronvermogniveau in dB(A) re 1 pW	Bronvermogniveau in dB(lin) re 1 pW	Ashoogte in m	Geluidsdrumniveau in dB re 1 $\mu$ Pa
3	109	125	ca. 70	111,3

N.B.: Bronvermogniveau bij een windsnelheid van 8 m/s

De windturbine veroorzaakt dus bij een windsnelheid van 8 m/s onder water een geluidsdrumniveau van ca. 111 dB re 1  $\mu$ Pa in de directe nabijheid van de windturbine. Een dergelijk geluidsdrumniveau is niet relevant. Indien bij hogere windsnelheden het bronvermogniveau toeneemt met 5 dB en de geluidsoverdracht met ten hoogste 7 dB [Richardson *et al.*, 1995], dan zal dat geluidsdrumniveau toenemen tot ten hoogste 123 dB re 1  $\mu$ Pa. Een dergelijke verhoging van het geluidsdrumniveau bij hogere windsnelheden is nog steeds belangrijk lager dan een geschat geluidsdrumniveau op een afstand van 1 meter van 152 dB re 1  $\mu$ Pa (windturbine van 3 MW) en 155 dB re 1  $\mu$ Pa (windturbine van 4,5 MW)<sup>2</sup>.

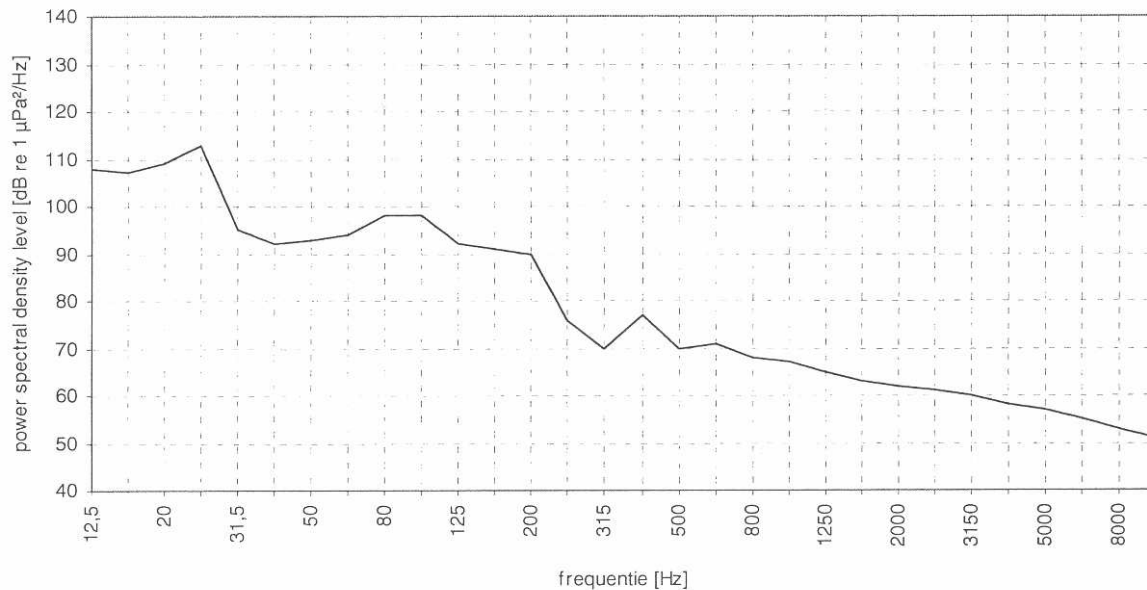
2. De geluidsafstraling vanwege de trillingen afkomstig van de gondel door het deel van de mast dat in het water staat. Uit praktijkmetingen is gebleken dat deze geluidsafstraling aanzienlijk is.
3. De geluidsafstraling vanwege trillingen afkomstig van de gondel en overgedragen via de mast en de fundering daarvan in de zeebodem. Op basis van praktijkmetingen is gebleken dat deze bijdrage, in het bijzonder vanwege de slechte afstralgraad van de zeebodem, niet van belang is.
4. Ten slotte kan nog het onder water afgestraalde geluid veroorzaakt door trillingen in de mast vanwege golfslag tegen de mast, bewegingen van zand en water langs de mast en de interactie van de wind met de gehele windturbine worden genoemd. Het geluidsdrumniveau vanwege deze diverse ontstaansmechanismen zal ondergeschikt zijn aan het geluidsdrumniveau vanwege de onder 2 genoemde trillingen.

Van overwegend belang voor het geluid onder water is dus de geluidsafstraling in het water vanwege trillingen in de mast. In Degn [2000] wordt een schatting gemaakt van het geluidsdrumniveau op een afstand van 20 meter van een 2 MW offshore windturbine op een stalen monopaal bij een windsnelheid van 8 m/s. Het daarbij bepaalde geluidsspectrum wordt weergegeven in figuur 1. Op basis van dat spectrum en de opgegeven afstand van 20 meter bedraagt de bronsterkte ongeveer 137 dB re 1  $\mu$ Pa op 1 m. Geluidsgegevens van grotere offshore windturbines zijn niet beschikbaar. Het opschalen van de uitgevoerde schatting voor een 2 MW turbine naar turbines van 3 MW of 4,5 MW moet met de grootste voorzichtigheid geschieden omdat de door Degn [2000] toegepaste methode niet met behulp van metingen is geverifieerd.

<sup>2</sup> De schatting van deze geluidsdrumniveaus komt verderop in deze paragraaf aan de orde.

Daarnaast heeft het resultaat al een onzekerheid van 6 tot 10 dB, zoals aangegeven in het rapport. Maar bij een toenemende grootte van de windturbine worden de tandwielfrequenties lager [Betke *et al.*, 2004]. Bij lagere frequenties nemen de afstralgraad van de toren en de geluidsoverdracht in het water<sup>3</sup> af terwijl de gehoordrempel van de ontvangers toeneemt. Daarom is het niet vanzelfsprekend dat grotere offshore windturbines tot een grotere verstoring van de mariene fauna zullen leiden.

**Figuur 1** *Geschatte geluidsdrukniveaus op 20 meter afstand bij een windsnelheid van 8 m/s van een 2 MW windturbine op een monopaal*



Om toch een schatting te kunnen maken van de geluidsniveaus onder water vanwege de 3 MW en 4,5 MW windturbines wordt uitgegaan van de meetresultaten van Degn [2000]. Op basis van het op een afstand van 20 meter gemeten totale geluidsdrukniveau vanwege de windturbine van 550 kW bedraagt de bronsterkte daarvan ongeveer 127 dB re 1 µPa op 1 m. De bronsterkte neemt dus, bij de uitgevoerde opschaling van 550 kW naar 2 MW, toe met ongeveer 10 dB. Als we aannemen dat het verband tussen de bronsterkte en het elektrische vermogen als volgt is:

$$L_{sx} - L_{sr} = x \log P_x / P_r \text{ dB} \text{ dan is } x = 17,8 \approx 20$$

Met:

$L_{sx}$  en  $P_x$  de bronsterkte en het elektrische vermogen van de 2 MW windturbine;

$L_{sr}$  en  $P_r$  de bronsterkte en het elektrische vermogen van de 550 kW windturbine.

Inclusief de door Degn [2000] genoemde bovengrens van de onzekerheid van 10 dB kunnen de bronsterktes van de windturbines van 3 MW en 4,5 MW dan dus worden geschat op:

$$3,0 \text{ MW: } 127 + 20 \log(3,0/0,55) + 10 \approx 152 \text{ dB re 1 } \mu\text{Pa op 1 m;}$$

<sup>3</sup> In erg ondiep water, waarvan hier sprake is, neemt de geluidsoverdracht beneden een bepaalde frequentie, de zogenaamde afsnijfrequentie, zeer sterk af. Hoe ondieper het water is, hoe hoger deze afsnijfrequentie is. In het onderzoeksgebied zal deze afsnijfrequentie ongeveer 25 Hz zijn. Gelet op het indicatieve karakter van de geluidsberekeningen die ten behoeve van het voorliggende MER worden uitgevoerd, wordt deze afsnijfrequentie niet meegenomen.

4,5 MW:  $127 + 20 \log(4,5/0,55) + 10 \approx 155$  dB re 1  $\mu$ Pa op 1 m.

Tot een afstand van ongeveer 4 km en bij een diepte van circa 25 meter zoals hier het geval is, ondervindt het geluid onder water over een afstand van R meter een verzwakking van ongeveer  $20 \log R - 6$  dB [Marsh & Schulkin, 1962]. In paragraaf 1.2 wordt toegelicht dat het natuurlijke achtergrondgeluidsniveau in de Noordzee bij de Duitse kust varieert tussen circa 95 dB re 1  $\mu$ Pa en ca. 110 dB re 1  $\mu$ Pa. Maar in analogie van Addendum 3 van de MER Breeveertien-II d.d september 2007 die zowel door de Commissie MER als het Bevoegd Gezag is geaccepteerd, wordt aangenomen dat het gemiddelde geluidsdrukkniveau bij de onderhavige locatie bij de Nederlandse kust vanwege het achtergrondgeluid circa 110 dB re 1  $\mu$ Pa bedraagt. Op een afstand van 250 meter van de 3 MW turbine en een afstand van 360 meter van de 4,5 MW windturbine blijkt het geluidsdrukkniveau vanwege de turbine ongeveer 110 dB re 1  $\mu$ Pa zijn en daarmee gelijk aan het achtergrondniveau. Deze beide afstanden zijn minder dan de helft van de onderlinge afstanden bij de basisvarianten van 360 meter en 480 meter tussen de windturbines met een vermogen van respectievelijk 3 MW en 4,5 MW.

Indien uit onderzoek zou blijken dat fauna hinder ondervindt indien het onderwatergeluid van een windturbine hoger is dan het natuurlijk achtergrondgeluidsniveau, zou er sprake van kunnen zijn dat het habitatverlies even groot zou kunnen zijn als het zeegebied dat door het windpark in beslag wordt genomen.

In de tijd dat het windturbinepark in gebruik is, zal er sprake zijn van enig verkeer met werkbotten voor het uitvoeren van onderhoud en reparaties. Omdat het windturbinepark echter gesloten zal zijn voor overig scheepvaartverkeer zal deze incidentele inzet van werkbotten per saldo niet leiden tot een verhoging van de geluidsdrukkniveaus vanwege scheepvaart in en nabij het windturbinepark.

Vissen reageren op laagfrequente signalen (lager dan 50 Hz). In dit frequentiegebied zijn de geluidsdrukkniveaus het hoogst in de buurt van de windturbines op afstanden van hoogstens enkele honderden meters. Vanwege de uitgestrektheid van het laagfrequente geluidsveld, waarin ook geen sprake is van richtingsinformatie, zullen vissen dat geluid anders waarnemen dan het geluid van andere dieren. Daarom wordt niet verwacht dat vissen hinder zullen ondervinden bij het detecteren van de geluiden van diverse geluidsbronnen als windturbines of dieren. Daarnaast zal het continue karakter van het geluid van de windturbines bij de vissen leiden tot gewenning. Op geluid in het frequentiegebied van 50 Hz tot 2 kHz reageren vissen niet of nauwelijks. De invloed van de windturbines, zeker vergeleken met het overige antropogene geluid, is waarschijnlijk nauwelijks van belang in dat frequentiegebied. Windturbines veroorzaken nauwelijks geluid boven 2 kHz en geluid in dit frequentiegebied zal dus verwaarloosbaar zijn [Hoffman *et al.*, 2000]. Betke *et al.* [2004] stelt zelfs vast dat vanaf 800 Hz geen geluid vanwege de door hem gemeten windturbines waarneembaar was.

Verstoring door aanlegwerkzaamheden van visseneieren die zijn afgezet op de bodem is onwaarschijnlijk omdat spiering en haring hun eieren elders afzetten [Airtricity, 2007]. Overige belangrijke commerciële soorten hebben pelagische eieren. Het is niet bekend in hoeverre larven en juvenielen gevoeliger zijn voor verstoring door bijvoorbeeld onderwatergeluid dan adulte exemplaren.

De voornaamste paaiperiode voor de in de Zuidelijke Bocht paaierende soorten (schol, tong, kabeljauw, wijting) is de eerste helft van het jaar.



Eventuele effecten op larvale vis kunnen derhalve voorkomen worden door aanlegactiviteiten waarbij veel geluid vrijkomt uit te voeren in de tweede helft van het jaar.

In ELSAM [2005] wordt voor het Horns Rev windpark op basis van uitgevoerde monitoringen geconcludeerd dat het geluid en de trillingen vanwege dat windpark niet van invloed zijn op de vissen daar.

De hoogste gehoorgevoeligheid van bruinvissen bevindt zich in een frequentiegebied dat hoger is dan het frequentiegebied (lager dan 1.000 Hz) waarin het geluid vanwege de windturbines mogelijk relevant zou kunnen zijn. Daarom zou mogen worden verwacht dat op enige afstand van het windpark het geluid vanwege de windturbines niet tot verstoring van bruinvissen zal leiden. Echter Koschinski *et al.* [2003] rapporteert wel degelijk een reactie van bruinvissen op het geluid van een windturbine.

Zeehonden hebben echter in het frequentiegebied van de windturbines een hogere gehoorgevoeligheid. Zij zullen het geluid vanwege het windpark op enige kilometers afstand kunnen waarnemen.

Het door Koschinski *et al.* [2003] uitgevoerde onderzoek betrof zowel bruinvissen als zeehonden waarbij beide soorten een reactie vertoonden op het gesimuleerde geluid van een windturbine. Beide diergroepen kunnen het laagfrequente geluid van een windturbine dus wel degelijk waarnemen. De dieren vertoonden echter geen vluchtreacties. Wat het effect op langere termijn is, werd niet onderzocht en kan dus nog niet beoordeeld worden.

Hoffman *et al.* [2000] verwacht dat onderwatergeluid vanwege het windpark van Horns Rev in het algemeen verwaarloosbare gevolgen zal hebben voor zeehonden en bruinvissen. De locatie is geen kritische habitat voor bruinvissen. Ook zijn er geen rustplekken voor zeehonden in de buurt van de locatie van het windpark. Daarnaast is het onderwatergeluid vanwege de windturbines min of meer continu en verwacht mag worden dat de zeehonden aan dat geluid zullen wennen.

In het monitoringsrapport van Horns Rev in 2003 (1 jaar na constructie en in werking) wordt aangegeven dat er geen verschil is in de frequentie van waarnemingen van bruinvissen binnen en buiten het windmolenpark. De duur van de waarneming is wel wat korter. In 2004 was de waarnemingsfrequentie van de bruinvissen binnen het park wel wat lager dan erbuiten. Tijdens de constructie van het Nysted windpark bleek wel dat de bruinvissen in aantal afnamen, waarbij het waarschijnlijk is dat de aanleg van het windmolenpark hieraan debet was.

Zowel op basis van de uitgevoerde kwantitatieve benadering (met behulp van de gemaakte schatting van de geluidsdrumniveaus vanwege de windturbines) als op basis van literatuurgegevens wordt geconcludeerd dat de exploitatie van het windpark mogelijk tot licht negatieve effecten zou kunnen leiden, waarbij het windpark voor de gewone zeehond tot op een afstand van 10 tot 15 kilometer en voor de bruinvis tot op enkele honderden meters van de turbines hoorbaar zal zijn. Gedragsveranderingen op korte termijn als gevolg van de aanwezigheid van het windpark worden niet verwacht. Wat de effecten op langere termijn zijn, kan nog niet worden aangegeven; de uitkomsten van bovengenoemde Deense onderzoeken geven geen eenduidig resultaat.

### 3.3 Aanleg kabel en aanlandingspunt

Voor het leggen van de kabel in de zeebodem zal gebruik worden gemaakt van een kabellegschip met een zogenaamde trencher (kabelingraver) die over de zeebodem wordt gesleept. Daarnaast kan het voorkomen dat er gebruik wordt gemaakt van een werkschip met een caviterende boegschroef.

In Royal Haskoning [2005] is geschat dat de totale bronsterkte van deze activiteiten ongeveer 188 dB re 1  $\mu$ Pa is. Deze bronsterkte is ongeveer gelijk aan dat van een groot vrachtschip. Omdat de Noordzee druk wordt bevaren, mag worden aangenomen dat de vissen en zeezoogdieren aan dergelijke geluiden gewend zijn.

## 4 VERGELIJKING ALTERNATIEVEN EN MITIGERENDE MAATREGELEN

### 4.1 Aanleg- en sloopfasen

Geconstateerd is dat het heien met een dieselblok van de monopalen van de windturbines de hoogste en potentieel schadelijkste geluidsdrukniveaus veroorzaakt. Mogelijkheden om deze geluidsniveaus te verlagen dan wel de effecten daarvan te voorkomen, zijn met name:

- *Bellengordijnen*: Door het toepassen van een zogenaamd bellengordijn rond de plaats waar wordt geheid, zouden reducties van de totale, breedbandige, geluidsniveaus met 3 tot 5 dB haalbaar zijn [Würsig *et al.*, 2000]. Andere auteurs [o.a. Nedwell *et al.*, 2004] melden daarentegen een zeer gering effect.
- *Omhullen funderingspalen*: Door het omhullen van de funderingspalen met een schuimlaag wordt het geluid waarmee geheid wordt, direct gedempt. Met deze methode kan het geluid met 5 tot 25 dB (afhankelijk van de frequentie) gedempt worden. Nog betere resultaten worden behaald wanneer een huls bestaande uit een schuimlaag tussen twee polyesterlagen gebruikt wordt [Elmer, 2007].
- *Intrillen*: In het algemeen wordt aangenomen dat het intrillen lagere geluidsdrukniveaus veroorzaakt dan inslaan. Getallen hierover, in de vorm van op basis van geluidsmetingen bepaalde bronsterktes, zijn echter in de literatuur niet bekend. Nedwell *et al.* [2003] rapporteert een meting op een afstand van ca. 420 meter waarbij het signaal vanwege het intrillen niet boven het achtergrondniveau van 110 dB re 1  $\mu$ Pa uitkwam. Wij houden deze waarde aan als toetsingswaarde, omdat naar verwachting het achtergrondgeluid tussen het moment van de meting in 2003 en de bouw van het windpark (op zijn vroegst in 2010), zal zijn toegenomen. Deze toename van het achtergrondgeluid is toe te schrijven aan een toename van scheepvaartverkeer, baggerwerkzaamheden en andere activiteiten rond de locatie van het windpark.  
Gerasch *et al.* schat dat het intrillen van de monopalen tot 30 dB lagere geluidsdrukniveaus t.o.v. het heien leidt. De voor het geluid maatgevende frequentie is daarnaast bij intrillen ook nog belangrijk lager dan bij heien. Die lagere frequentie zal in het ondiepe water onder de afsnijfrequentie liggen. Afhankelijk van met name de bodemgesteldheid kan het nodig zijn om voor het laatste stuk toch nog over te gaan op heien. In dat geval wordt het effect van intrillen alsnog geheel tenietgedaan.
- *Goed ontwerp*: De geluidsemissie wordt onder meer bepaald door de energie waarmee wordt geheid. Om te voorkomen dat er overbodig veel energie wordt gebruikt om de monopalen te plaatsen, moet het te gebruiken dieselblok goed worden afgestemd op de monopalen en op de bodemsamenstelling.
- *Operationeel*: Door een zogenaamde zachte start, waarbij wordt begonnen met een laag vermogen dat steeds wat hoger wordt, krijgen de zeezoogdieren en vissen de mogelijkheid het gebied te ontvluchten.

- *Het gebruik van akoestische afschrikmiddelen:* Akoestische afschrikmiddelen (pingers en sealscarers: onderwater waarschuwingssystemen die een bepaald geluid afgeven om er voor te zorgen dat zeezoogdieren afgeschrikt worden voordat er met heien begonnen wordt) kunnen ingezet worden. Hiermee kunnen zeezoogdieren afgeschrikt worden van de directe nabijheid van de bouwlocatie. Aanwezige bruinvissen worden met pingers tot op ongeveer 125 meter verjaagd [Laake *et al.*, 1998; Culik *et al.*, 2001]. Wanneer in het plangebied meerdere van deze akoestische alarmen worden ingezet, is de kans dat de dieren zich voor aanvang van het heien uit het plangebied verwijderd hebben, vergroot. Tijdens de aanleg van Horns Rev is gebruik gemaakt van deze pingers en sealscarers.
- *Monitoring:* Het gebied waar zal worden geheid kan kort voor de aanvang van het heien worden gecontroleerd op de aanwezigheid van zeezoogdieren. Deze controle kan visueel worden uitgevoerd door waarnemers<sup>4</sup>. Dat betekent dat er alleen kan worden geheid bij goed zicht: alleen bij daglicht, bij een rustige zee en niet bij mist. Daarnaast kunnen zogenaamde POD's<sup>5</sup> worden ingezet.

#### **4.2 Exploitatiefase**

In de exploitatiefase worden er vanwege onderwatergeluid geen negatieve effecten op de mariene natuur verwacht. Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet beschouwd.

#### **4.3 Aanleg kabel en aanlandingspunt**

Er worden geen negatieve effecten vanwege onderwatergeluid voor de mariene natuur verwacht door het leggen van de kabel in de zeebodem en het aanleggen van het aanlandingspunt. Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet beschouwd.

### **5 MMA**

Met betrekking tot onderwatergeluid is een meest milieuvriendelijk alternatief te benoemen. Bij alle varianten is het onderwatergeluid vanwege het heien van de monopalen tijdens de aanleg potentieel schadelijk voor het mariene milieu, maar door het kleinere aantal turbines duurt de aanleg van de 4,5 MW basisvariant het kortst. Om deze reden kan de 4,5 MW basisvariant tot Meest Milieuvriendelijk Alternatief benoemd worden. Van het onderwatergeluid tijdens de aanleg van de kabel en in de exploitatiefase worden geen negatieve effecten verwacht. De kabelroute welke het kortst is, is het MMA: het kabeltracé dat aanlandt bij IJmuiden (locatie Wijk aan Zee).

---

<sup>4</sup> Echter bruinvissen komen vrijwel nooit boven water. Het dier komt alleen even boven om te ademen, waarbij meestal niet meer dan het bovenste deel van de rug met de rugvin zichtbaar is. Daarbij komt dat ze klein zijn. Het waarnemen van bruinvissen op zee, al helemaal bij enige golfslag, is daarom moeilijk.

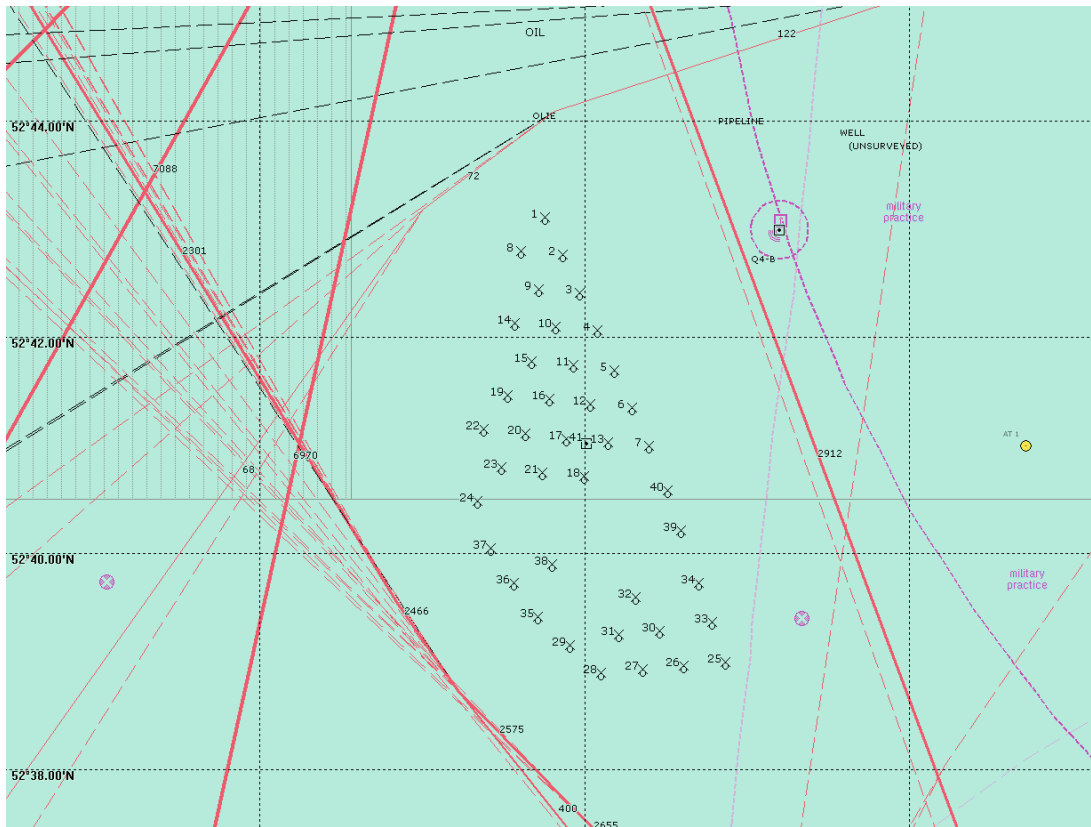
<sup>5</sup> Porpoise detectors. Deze detecteren de klikgeluiden, en dus de aanwezigheid, van o.a. bruinvissen.

## **BIJLAGE 5**

## **SCHEEPVAARTVEILIGHEID**

## RESULTATEN WINDPARK Q4-WP 3 MW BASIS VARIANT 40 windturbines van 3 MW (+ 1 hoogspanningsstation)

***Figuur A1-1 Windpark Q4-WP, 3 MW basis variant met 40 windturbines en 1 hoogspanningsstation***



MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

**Tabel A1-1 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per windturbine (incl. hoogspanningsstation)**

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R- scheperen	N- scheperen	R- scheperen	N- scheperen		
001.Q4_3MW	5243.1	414.4	0.000257	0.000303	0.000538	0.000064	0.001162	860
002.Q4_3MW	5242.7	414.6	0.000199	0.000360	0.000507	0.000066	0.001132	883
003.Q4_3MW	5242.4	414.9	0.000154	0.000406	0.000478	0.000067	0.001105	905
004.Q4_3MW	5242.0	415.2	0.000118	0.000464	0.000451	0.000069	0.001103	906
005.Q4_3MW	5241.7	415.5	0.000095	0.000485	0.000429	0.000071	0.001080	926
006.Q4_3MW	5241.3	415.7	0.000084	0.000507	0.000409	0.000071	0.001072	933
007.Q4_3MW	5241.0	416.0	0.000080	0.000516	0.000394	0.000072	0.001062	941
008.Q4_3MW	5242.8	414.0	0.000287	0.000242	0.000546	0.000062	0.001138	879
009.Q4_3MW	5242.4	414.3	0.000139	0.000152	0.000505	0.000061	0.000857	1167
010.Q4_3MW	5242.1	414.6	0.000091	0.000128	0.000477	0.000061	0.000758	1320
011.Q4_3MW	5241.7	414.8	0.000072	0.000145	0.000452	0.000061	0.000731	1368
012.Q4_3MW	5241.4	415.1	0.000058	0.000164	0.000431	0.000063	0.000716	1397
013.Q4_3MW	5241.0	415.4	0.000047	0.000177	0.000410	0.000063	0.000697	1435
014.Q4_3MW	5242.1	413.9	0.000210	0.000210	0.000520	0.000061	0.001001	999
015.Q4_3MW	5241.8	414.2	0.000108	0.000133	0.000486	0.000060	0.000787	1271
016.Q4_3MW	5241.4	414.5	0.000061	0.000077	0.000455	0.000058	0.000651	1535
017.Q4_3MW	5241.1	414.7	0.000042	0.000057	0.000434	0.000058	0.000590	1694
018.Q4_3MW	5240.7	415.0	0.000035	0.000062	0.000415	0.000058	0.000571	1753
019.Q4_3MW	5241.4	413.8	0.000165	0.000208	0.000506	0.000060	0.000939	1064
020.Q4_3MW	5241.1	414.1	0.000089	0.000119	0.000472	0.000058	0.000738	1355
021.Q4_3MW	5240.7	414.3	0.000055	0.000072	0.000444	0.000057	0.000627	1596
022.Q4_3MW	5241.1	413.4	0.000281	0.000291	0.000530	0.000059	0.001161	861
023.Q4_3MW	5240.8	413.7	0.000149	0.000193	0.000495	0.000059	0.000896	1116
024.Q4_3MW	5240.5	413.3	0.000279	0.000291	0.000522	0.000059	0.001152	868
025.Q4_3MW	5239.0	417.2	0.000082	0.000528	0.000351	0.000074	0.001034	967
026.Q4_3MW	5238.9	416.5	0.000068	0.000523	0.000362	0.000072	0.001025	976
027.Q4_3MW	5238.9	415.9	0.000076	0.000506	0.000377	0.000071	0.001030	971
028.Q4_3MW	5238.9	415.2	0.000083	0.000496	0.000397	0.000068	0.001044	958
029.Q4_3MW	5239.1	414.8	0.000095	0.000447	0.000419	0.000066	0.001028	973
030.Q4_3MW	5239.3	416.1	0.000033	0.000195	0.000365	0.000066	0.000660	1515
031.Q4_3MW	5239.2	415.5	0.000036	0.000185	0.000382	0.000065	0.000668	1497
032.Q4_3MW	5239.6	415.8	0.000024	0.000088	0.000372	0.000062	0.000547	1830
033.Q4_3MW	5239.3	417.0	0.000077	0.000528	0.000357	0.000074	0.001036	966
034.Q4_3MW	5239.7	416.7	0.000075	0.000521	0.000361	0.000073	0.001030	971
035.Q4_3MW	5239.4	414.3	0.000140	0.000393	0.000446	0.000064	0.001043	959
036.Q4_3MW	5239.7	413.9	0.000176	0.000351	0.000472	0.000062	0.001062	942
037.Q4_3MW	5240.0	413.6	0.000237	0.000313	0.000501	0.000061	0.001112	899
038.Q4_3MW	5239.9	414.5	0.000059	0.000136	0.000430	0.000061	0.000686	1459
039.Q4_3MW	5240.2	416.5	0.000076	0.000526	0.000370	0.000073	0.001046	956
040.Q4_3MW	5240.6	416.3	0.000078	0.000518	0.000380	0.000072	0.001048	954
OHVS.Q4_3MW	5241.0	415.1	0.000074	0.000300	0.000518	0.000107	0.000998	1002
Totaal per jaar			0.004644	0.012318	0.018169	0.002690	0.037822	26
Dit is eens in .. jaar			215	81	55	372	26	

MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

**Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Q4-WP, 3 MW basis variant (incl. hoogspanningsstation)**

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0,004641	215	0,018168	55	0,022809	44
Niet-routegebonden	0,012317	81	0,002690	372	0,015007	67
Totaal	0,016958	59	0,020858	48	0,037816	26

**Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen**

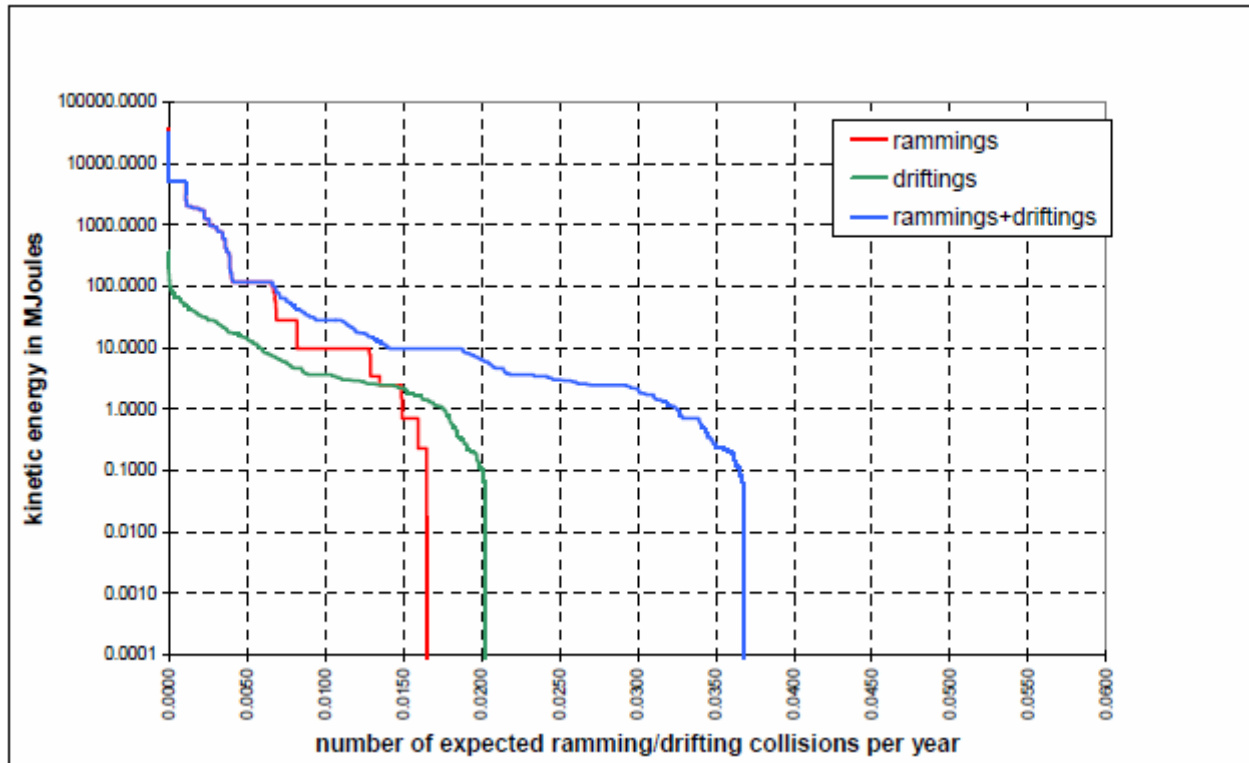
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos <sup>1</sup>	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000003	0,000622	0,000087	0,000712
Chemicaliën tanker	0,000004	0,001423	0,000134	0,001561
Gastanker	0,000001	0,000327	0,000016	0,000344
Container+ RoRo	0,000208	0,003971	0,001980	0,006159
Ferry	0,000018	0,000133	0,000168	0,000319
Overige R-schepen	0,000168	0,011047	0,002504	0,013719
N-schepen	0,000120	0,000037	0,014851	0,015008
Totaal	0,000523	0,017560	0,019739	0,037822

**Tabel A1-4 Schade aan het totale windpark**

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen						
Geen	0,000000	0,000869	0,000000	0,009038	0,003312	0,002653	0,003312	0,012560	0,015872	63
Scheef	0,000001	0,000135	0,000108	0,000084	0,009579	0,000037	0,009688	0,000256	0,009944	101
Omvalen	0,000418	0,000205	0,003709	0,001866	0,005278	0,000000	0,009405	0,002071	0,011476	87
GosMos <sup>1</sup>	0,000046	0,000022	0,000357	0,000098	0,000000	0,000000	0,000403	0,000120	0,000523	1911
Totaal	0,000464	0,001232	0,004174	0,011085	0,018169	0,002690	0,022808	0,015007	0,037815	26

<sup>1</sup> Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming

**Figuur A1-2** Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)



**Tabel A1-5** Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0,0%	5,4%	5,4%	1,6%	7,0%	8,6%	1,6%	12,4%	14,0%
1-3	0,0%	3,8%	3,8%	15,8%	0,1%	15,9%	15,8%	3,9%	19,7%
3-5	0,0%	1,6%	1,6%	10,0%	0,0%	10,0%	10,0%	1,6%	11,5%
5-10	0,0%	12,4%	12,4%	5,2%	0,0%	5,2%	5,2%	12,4%	17,6%
10-15	0,0%	0,1%	0,1%	3,2%	0,0%	3,2%	3,2%	0,1%	3,4%
15-50	0,1%	3,4%	3,5%	9,5%	0,0%	9,5%	9,6%	3,4%	13,0%
50-100	0,5%	0,2%	0,7%	2,6%	0,0%	2,6%	3,1%	0,2%	3,3%
100-200	1,3%	5,8%	7,1%	0,2%	0,0%	0,2%	1,5%	5,8%	7,3%
>200	10,3%	0,0%	10,3%	0,0%	0,0%	0,0%	10,3%	0,0%	10,3%
Totaal	12,3%	32,6%	44,8%	48,0%	7,1%	55,2%	60,3%	39,7%	100,0%



**Tabel A1-6** *Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine*

Uitstroom van bunkerolie in m <sup>3</sup>	Windpark Q4-WP; inrichtingvariant 3 MW		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
0,01-20	0,000018	55631	0,000
20-150	0,000395	2530	0,028
150-750	0,000413	2420	0,135
750-3000	0,000121	8266	0,179
3000-10000	0,000000	6997300	0,001
Totaal	0,000948	1055	0,343

**Tabel A1-7** *Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine*

Uitstroom van ladingolie in m <sup>3</sup>	Windpark Q4-WP; inrichtingvariant 3 MW		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000058	17325	0,030
750-3000	0,000014	71627	0,033
3000-10000	0,000026	38854	0,129
10000-30000	0,000001	1013423	0,015
30000-100000	0,000000	49555914	0,001
Totaal	0,000098	10160	0,208

**Tabel A1-8** *Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine*

Windpark Q4-WP; inrichtingvariant 3 MW	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0,000948	1055	0,343	0,000098	10160	0,208	956

**Tabel A1-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine**

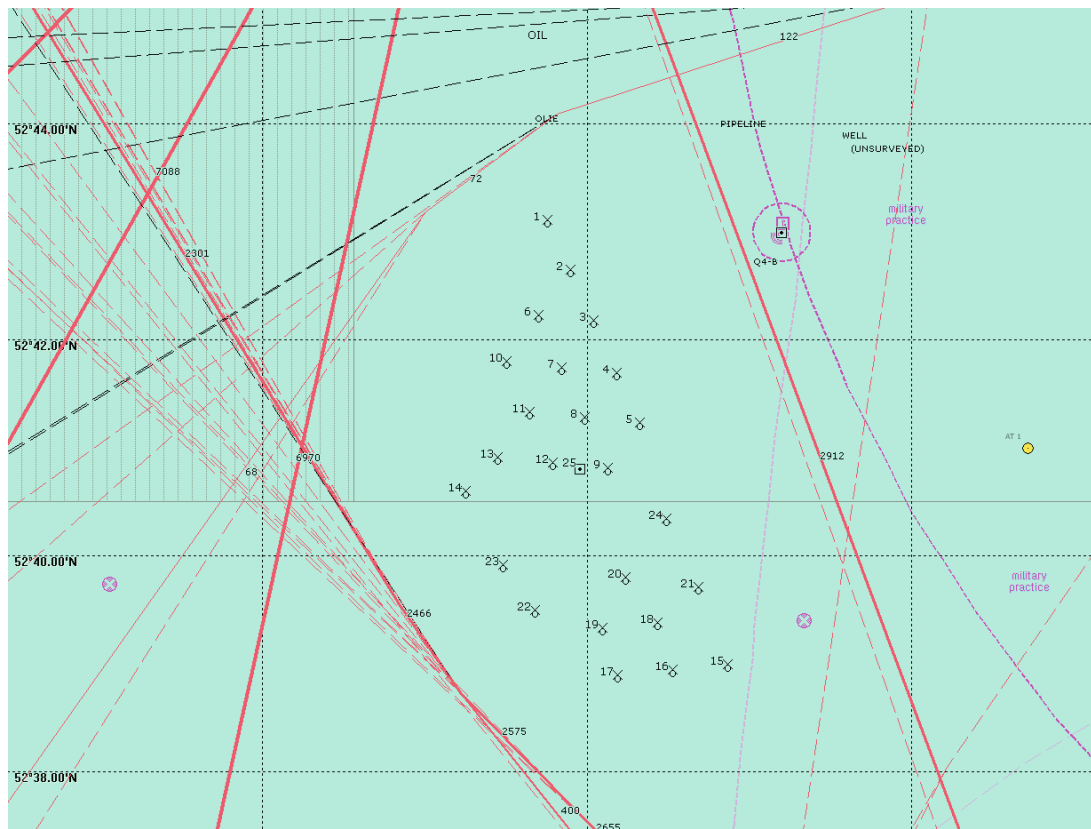
Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0,000020
Hoog ecologisch risico	0,000010
Gemiddeld ecologische risico	0,000007
Gering ecologisch risico	0,000029
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000040
Totaal	0,000106
Eens in de ... jaar	9473

**Tabel A1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt**

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Olietanker	0,000001	0,000003	291971	0,75	0,000003	
Chemicaliën tanker	0,000001	0,000004	224215	0,68	0,000003	224215
Gastanker	0,000000	0,000001	1136364	0,75	0,000001	1136364
Container + RoRo	0,000022	0,000186	4812	2,08	0,000433	
Ferry	0,000002	0,000016	55463	25,81	0,000465	55463
Overige R-schepen	0,000020	0,000148	5945	0,80	0,000135	
N-schepen	0,000022	0,000098		0,00	0,000016	
Totaal	0,000068	0,000455	1911	2,02	0,001056	42790

## RESULTATEN WINDPARK Q4-WP – 4,5 MW BASIS VARIANT 24 windturbines van 4,5 MW in Q4-WP (+ 1 hoogspanningsstation)

**Figuur A2-1** Windpark Q4-WP, 24 windturbines van 4,5 MW en 1 hoogspanningsstation



MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

**Tabel A2-1 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per windturbine**

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB gmm.m	OL gmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.Q4_4,5MW	5243,1	414,4	0,000265	0,000332	0,000543	0,000066	0,001206	829
002.Q4_4,5MW	5242,6	414,8	0,000185	0,000409	0,000501	0,000069	0,001164	859
003.Q4_4,5MW	5242,2	415,1	0,000131	0,000494	0,000464	0,000072	0,001161	861
004.Q4_4,5MW	5241,7	415,5	0,000098	0,000528	0,000433	0,000073	0,001133	883
005.Q4_4,5MW	5241,2	415,8	0,000085	0,000551	0,000407	0,000073	0,001116	896
006.Q4_4,5MW	5242,2	414,3	0,000149	0,000199	0,000507	0,000063	0,000917	1090
007.Q4_4,5MW	5241,7	414,6	0,000070	0,000106	0,000465	0,000062	0,000703	1423
008.Q4_4,5MW	5241,3	414,9	0,000052	0,000124	0,000436	0,000063	0,000676	1480
009.Q4_4,5MW	5240,8	415,3	0,000041	0,000146	0,000409	0,000064	0,000660	1515
010.Q4_4,5MW	5241,8	413,7	0,000254	0,000285	0,000529	0,000063	0,001131	884
011.Q4_4,5MW	5241,3	414,1	0,000097	0,000137	0,000480	0,000061	0,000774	1291
012.Q4_4,5MW	5240,8	414,5	0,000046	0,000057	0,000442	0,000059	0,000603	1658
013.Q4_4,5MW	5240,9	413,6	0,000164	0,000201	0,000508	0,000060	0,000933	1071
014.Q4_4,5MW	5240,6	413,1	0,000338	0,000298	0,000547	0,000061	0,001244	804
015.Q4_4,5MW	5239,0	417,2	0,000085	0,000573	0,000354	0,000076	0,001088	919
016.Q4_4,5MW	5238,9	416,3	0,000067	0,000558	0,000370	0,000073	0,001068	936
017.Q4_4,5MW	5238,9	415,5	0,000092	0,000542	0,000393	0,000072	0,001099	910
018.Q4_4,5MW	5239,3	416,1	0,000029	0,000160	0,000369	0,000067	0,000625	1599
019.Q4_4,5MW	5239,3	415,2	0,000047	0,000248	0,000399	0,000067	0,000760	1315
020.Q4_4,5MW	5239,8	415,6	0,000026	0,000086	0,000383	0,000063	0,000558	1792
021.Q4_4,5MW	5239,7	416,7	0,000073	0,000554	0,000363	0,000075	0,001065	939
022.Q4_4,5MW	5239,5	414,2	0,000145	0,000420	0,000458	0,000066	0,001088	919
023.Q4_4,5MW	5239,9	413,7	0,000212	0,000363	0,000493	0,000063	0,001131	884
024.Q4_4,5MW	5240,3	416,2	0,000062	0,000453	0,000379	0,000073	0,000966	1035
OHVS.Q4_4,5MW	5240,8	414,9	0,000063	0,000188	0,000515	0,000103	0,000868	1152
Totaal per jaar			0,002875	0,008011	0,011146	0,001704	0,023737	42
Dit is eens in .. jaar			348	125	90	587	42	

**Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Q4-WP, 4,5 MW basis variant (incl. hoogspanningsstation)**

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar	Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
Routegebonden	0,002868	349	0,011139	90	0,014007	71
Niet-routegebonden	0,008011	125	0,001704	587	0,009715	103
Totaal	0,010879	92	0,012843	78	0,023722	42

**Tabel A2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen**

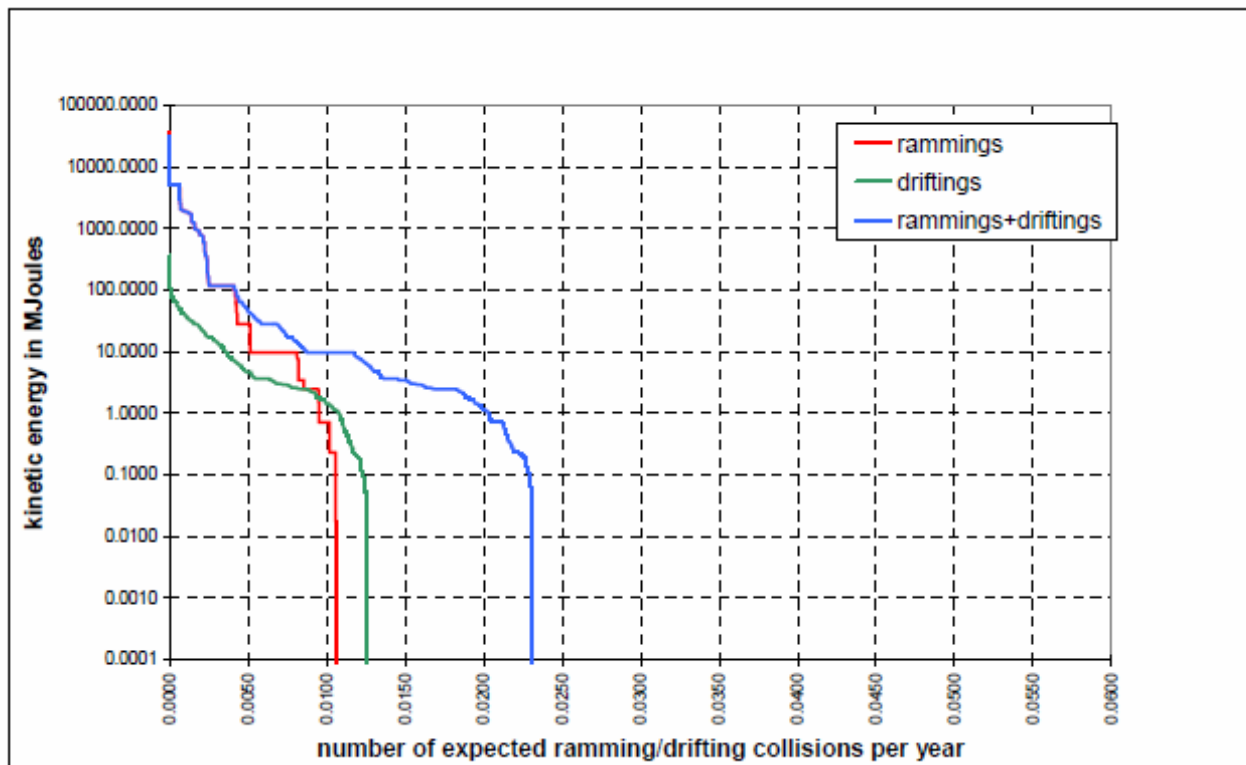
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos <sup>2</sup>	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000002	0,000381	0,000056	0,000439
Chemicaliën tanker	0,000003	0,000872	0,000084	0,000959
Gastanker	0,000000	0,000200	0,000008	0,000208
Container+ RoRo	0,000127	0,002422	0,001216	0,003765
Ferry	0,000011	0,000082	0,000104	0,000197
Overige R-schepen	0,000104	0,006781	0,001566	0,008451
N-schepen	0,000076	0,000023	0,009616	0,009715
Totaal	0,000324	0,010761	0,012649	0,023734

**Tabel A2-4 Schade aan het totale windpark**

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de ... jaar
	frontaal		Schampen		R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen		
	R- schepen	N- schepen	R- schepen	N- schepen						
Geen	0,000000	0,000572	0,000000	0,005918	0,002052	0,001681	0,002052	0,008171	0,010223	98
Scheef	0,000000	0,000086	0,000068	0,000053	0,005872	0,000023	0,005941	0,000162	0,006103	164
Omvallen	0,000259	0,000129	0,002296	0,001176	0,003223	0,000000	0,005778	0,001306	0,007084	141
GosMos <sup>1</sup>	0,000028	0,000014	0,000220	0,000062	0,000000	0,000000	0,000249	0,000076	0,000325	3079
Totaal	0,000288	0,000801	0,002585	0,007210	0,011147	0,001704	0,014019	0,009715	0,023734	42

<sup>2</sup> Gondel en mastdeel valt op schip na plastische vervorming

**Figuur A2-2** Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer)



**Tabel A2-5** Verdeling aanvaar en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0,0%	5,8%	5,8%	1,6%	7,1%	8,6%	1,6%	12,8%	14,4%
1-3	0,0%	4,0%	4,0%	15,5%	0,1%	15,6%	15,5%	4,1%	19,6%
3-5	0,0%	1,6%	1,6%	9,8%	0,0%	9,8%	9,8%	1,6%	11,4%
5-10	0,0%	12,8%	12,8%	5,1%	0,0%	5,1%	5,1%	12,8%	17,9%
10-15	0,0%	0,1%	0,1%	3,1%	0,0%	3,1%	3,1%	0,1%	3,3%
15-50	0,1%	3,4%	3,6%	9,2%	0,0%	9,2%	9,3%	3,4%	12,8%
50-100	0,5%	0,2%	0,7%	2,5%	0,0%	2,5%	3,0%	0,2%	3,2%
100-200	1,3%	5,8%	7,1%	0,2%	0,0%	0,2%	1,5%	5,8%	7,3%
>200	10,1%	0,0%	10,1%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%	0,0%	10,1%
Totaal	12,1%	33,8%	45,9%	47,0%	7,2%	54,1%	59,0%	41,0%	100,0%

**Tabel A2-6** *Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine*

Uitstroom van bunkerolie in m <sup>3</sup>	Windpark Q4-WP; 4,5 MW variant		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
0,01-20	0,000011	89679	0,000
20-150	0,000243	4111	0,017
150-750	0,000253	3954	0,083
750-3000	0,000074	13563	0,109
3000-10000	0,000000	11476972	0,000
Totaal	0,000581	1721	0,209

**Tabel A2-7** *Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine*

Uitstroom van ladingolie in m <sup>3</sup>	Windpark Q4-WP; 4,5 MW variant		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000035	28294	0,018
750-3000	0,000009	116268	0,021
3000-10000	0,000016	63329	0,079
10000-30000	0,000001	1662584	0,009
30000-100000	0,000000	81396680	0,000
Totaal	0,000060	16571	0,127

**Tabel A2-8** *Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine*

Windpark Q4-WP; 4,5 MW variant	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m <sup>3</sup>	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0,000581	1721	0,209	0,000060	16571	0,127	1559

**Tabel A2-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine**

Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0,000012
Hoog ecologisch risico	0,000006
Gemiddeld ecologische risico	0,000004
Gering ecologisch risico	0,000018
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000024
Totaal	0,000065
Eens in de ... jaar	15454

**Tabel A2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt**

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ...jaar	Directe doden		Groepsrisico Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	
Olietanker	0,000000	0,000002	465116	0,91	0,000002	
Chemicaliën tanker	0,000001	0,000002	349040	0,70	0,000002	349040
Gastanker	0,000000	0,000000	2020202	0,81	0,000000	2020202
Container + RoRo	0,000013	0,000114	7862	2,70	0,000344	
Ferry	0,000001	0,000010	88771	34,08	0,000384	88771
Overige R-schepen	0,000013	0,000092	9574	1,03	0,000107	
N-schepen	0,000014	0,000062		0,00	0,000014	
Totaal	0,000042	0,000282	3083	2,63	0,000853	68376



## LITERATUURLIJST

*Addink, 2000*

The Harbour porpoise *Phocoena phocoena* in Dutch coastal waters: Analysis of stranding records for the period 1920-1994

M.J. Addink. Lezing Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Groningen, 28 september 2000

*Addink & Smeenk, 1999*

The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in Dutch coastal waters: Analysis of stranding records for the period 1920-1994

M.J. Addink & C. Smeenk. *Lutra* 41 (1-2) 55-80

*Airtricity, 2007*

3e Addendum MER Breeveertien II

*van Alphen, 1986*

A mud balance for Belgian-Dutch coastal waters between 1969 and 1986

J.S.L.J. van Alphen. *Netherlands Journal of Sea Research* 25, 19-30

*Arts & Berrevoets, 2005*

Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het NCP 1991-2005

F.A. Arts & C.M. Berrevoets. Rapport RIKZ/2005.032, Middelburg

*Baptist, 2006a*

Windenergie op zee: Basisdocument vogels en zeezoogdieren

Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, in opdracht van E-Connection Project BV. Kruisland, 2006

*Baptist, 2006b*

Effecten Offshore Windpark Q4-WP op vogels en zeezoogdieren

Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, in opdracht van E-Connection Project BV. Kruisland, 2006

*Baptist & Wolf, 1993*

Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat

H.J.M. Baptist & P.A. Wolf, Rapport DGW-93.013, Middelburg, Yerseke.

Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren & Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek

*Bech et al., 2005*

Infauna Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report 2004

M. Bech, R. Frederiksen, J. Petersen, S.B. Leonhard

*Beets et al., 1992*

Holocene evolution of the coast of Holland

D.J.L. Beets, L. van der Valk & M. Stive. *Marine Geology* 103, 423-443

*van den Berg & Bosman, 1999*

Avifauna van Nederland I-Zeldzame vogels van Nederland, met vermelding van alle soorten.

A.B. van den Berg & C.A.W. Bosman. KNNV, Utrecht

*van den Bergh et al., 2002*

Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in broedtijd

L.M.J. van den Bergh, A.L. Spaans & N.D. van Swelm. *Limosa* 75: 25-32

*Bergman & Leopold, 1992*

De ecologie van de kustzone van Vlieland en Terschelling

M.J.N. Bergman & M.F. Leopold – Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).

NIOZ-rapport 1992-2

*Bergman et al., 1991*

Protected areas in the North Sea: necessity and possibilities

M.J.N. Bergmann, H.J. Lindeboom, G. Peet, P.H.M. Nelissen, H. Nijkamp & M.F. Leopold.

NIOZ-rapport 1991-3. Netherlands Institute for Sea Research, Den Burg, Texel (The Netherlands)

*Berrevoets & Arts, 2003*

Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Drieteenmeeuw op het NCP

C.M. Berrevoets & F.A. Arts. Rapport RIKZ/2003.033, Middelburg

*Berrevoets et al., 2005*

Watervogels en zeezoogdieren in de zoute Delta 200312004

C.M. Berrevoets, R.C.W. Strucker, F.A. Arts, S. Lilipaly & P.L. Meininger. Rapport

RIKZ/2005.011

*Betke et al., 2004*

Underwater noise emissions from offshore wind turbines

K. Betke, M. Schulz-von Glahn & R. Matuschek. ITAP, Institut für technische und angewandte Physik, DAGA '04

*Beurskens & Van Kuik, 2004*

Alles in de Wind, Vragen en antwoorden over windenergie

J. Beurskens & G. van Kuik. Tweede herziene druk, oktober 2004

*Bijkerk, 1988*

Ontsnappen of begraven blijven, de effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden

R. Bijkerk. RDD aquatic ecosystems, Groningen

*Bijlsma et al. 2001*

Avifauna van Nederland 11 - Algemene en schaarse vogels van Nederland

R.G. Bijlsma, F. Hustings & C.J. Camphuysen. GMB Uitgeverij/KNNV, Haarlem/Utrecht

*BirdFacts, website*

[www.bto.org/birdfacts](http://www.bto.org/birdfacts)

*Birdlife International, website*

[www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)

*Birdlife International, 2004*

BirdLife International, Birds in the European Union: a status assessment  
Wageningen, The Netherlands, <http://birdsineurope.birdlife.org>

*Blew et al., 2006*

Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark  
J. Blew, A. Diederichs, T. Grünkorn, M. Hoffmann & G. Nehls. Bio-Consult SH, Hamburg

*BMM, 2004*

Bouw en exploitatie van een windmolenpark op de Thorntonbank in de Noordzee  
Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. C-Power

*Brasseur, 2000*

Radio tracking of seals: behaviour and habitat use of free ranging harbour seals  
S. Brasseur. Lezing Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming,  
Groningen, 28 september 2000

*Brasseur et al., 2004*

Baseline data on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in relation to the intended wind farm site NSW, in the Netherlands  
S.M.J.M. Brasseur, P.J.H. Reijnders, O. Damsgaard Henriksen, J. Carstensen, J. Tougaard, J. Teilmann, M.F. Leopold, C.J. Camphuysen & J. Gordon. Alterra-rapport 1043

*Butler et al., 1997*

Wind assistance: a requirement for migration of shore birds?  
R.W. Butler, T.D. Williams, N. Warnock, M.A. Bishop. Auk 114: 456-466

*Buurma & Van Gasteren, 1989*

Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust  
L.S. Buurma & H. van Gasteren. Rapport van de Koninklijke Luchtmacht, Luchtmachtstaf, Afdeling Luchtmacht Bedrijfsveiligheid, sectie Ornithologie, 's Gravenhage

*BWEA, 2004*

British Wind Energy Association response to the consultation by the Maritime and Coastguard Agency on Proposed UK Offshore Renewable Energy Installations (OREI) - Guidance on Navigational Safety Issues  
British Wind Energy Association, juli 2004

*Camphuysen, 2007*

Marine Mammal Database, [home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html](http://home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html), updated juni 2007

*Camphuysen, 2004*

The return of the harbour porpoise (*Phocoena Phocoena*) in the Dutch coastal waters  
C.J. Camphuysen. Lutra 47, 113-12

*Camphuysen, 2000*

Vogels in het Noord-Hollandse kustgebied, rond en buiten de 20 m diepte contour  
C.J. Camphuysen. CPR Consultancy Report 2000-01, CSR Consultancy, Oosterend, Texel

*Camphuysen, 1995*

Grauwe pijlstormvogel *Puffinus griseus* en Noordse pijlstormvogel *P. Puffinus* in de zuidelijke Noordzee: een offshore perspectief  
C.J. Camphuysen. *Limosa* 68: 1-9

*Camphuysen, 1994*

The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the southern North Sea, II: a come-back in Dutch coastal waters?  
C.J. Camphuysen. *Lutra* 37: 54-61

*Camphuysen & van Dijk, 1983*

Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-1979  
C.J. Camphuysen & J. van Dijk. *Limosa* 56: 81-230

*Camphuysen & Garthe, 2001*

Recording foraging seabirds at sea: standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations  
C.J. Camphuysen & S. Garthe. IMPRESS Report 2001-001, Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Texel

*Camphuysen & Leopold, 1998*

Kustvogels, zeevogels en Bruinvissen in het Hollandse kustgebied  
C.J. Camphuysen & M.F. Leopold. NIOZ-rapport 1998-4, CSR-rapport 1998-2, IBN-rapport 354

*Camphuysen & Leopold, 1994*

Atlas of seabirds in the southern North Sea  
C.J. Camphuysen & M.F. Leopold. IBN Research report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel

*Camphuysen et al., 1982*

Meetpost Noordwijk 1978/1981, verslag nr. 1, Gaviidae-Ardeidae  
C.J. Camphuysen, G.O. Keijl & J.E. den Ouden. CvZ-verslag, Amsterdam.

*Chakrabari, 1987*

Hydrodynamics of Offshore Structures  
S.K. Chakrabari. Computational Mechanics Publications

*Chamberlain et al., 2006*

The effect of avoidance rate on bird mortality predictions made by wind turbine collision models  
D.E. Chamberlain, M.E. Refisch, A.D. Fox, M. Deshalm & SJ Anthony. *Ibis* 148: 198-202

*Christensen & Hounisen, 2004*

Investigations of migratory birds during operation of Horns Rev offshore wind farm: preliminary note of analysis of data from spring 2004  
T.K. Christensen & J.P. Hounisen. NERI note, Kalø

*Christensen et al., 2003*

Bird surveys at the offshore wind farm at Horns Rev, results from the base-line and construction periods

T.K. Christensen, J. Clausager, I.K. Petersen. NERI report 2003, 43pp

*Christensen et al., 2001*

Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev: results and conclusions 2000/2001

T.K. Christensen, J. Clausager, I.K. Petersen. NERI report 2001, 21pp

*Clausager & Nøhr, 1996*

Impact of wind turbines on birds, an overview of European and American experience

I. Clausager & H. Nøhr. Pages 156-159 in: Proceedings 1996 European Union Wind Energy Conference, Göteborg, Sweden

*Coelingh et al., 1996*

Analysis of windspeed observations over the North Sea

J.P. Coelingh, A.J.M. van Wijk, A.A.M. Holtslag. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Amsterdam, 1996

*Coeterier et al., 1997*

Waarden van de Wadden, Belevingsonderzoek in het Waddengebied

J.F. Coeterier, AE. Buijs & M.B. Schöne. DLO-Staring Centrum, Rapport 569, Wageningen

*Cottin & Uhl, 2002*

Beschreibung des Schalleintrags in den Wasserkörper aus einer Punktförmigen Luftschallquelle

N. Cottin & A. Uhl

*COWRIE, 2004*

A review of offshore wind farm related underwater noise sources

*Craeymeersch & Perdon, 2006*

De halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2005

J.A. Craeymeersch & J. Perdon, 2006. RIVO rapport C036/06, Yerseke

*Daan, 2000*

De Noordzee visfauna en criteria voor het vaststellen van doelsoorten voor het natuurbeleid

N. Daan. RIVO rapport C031/00. 90p.

*Daan & Mulder, 2002*

The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 2001 and a comparison with previous data

N. Daan N. & M. Mulder. NIOZ, Den Burg. Rapport 2002-1, 90 blz.

*Daan et al., 1990*

Ecology of North Sea fish.

N. Daan, P.J. Bromley, J.R.G. Hislop & N.A Nielsen. In: P. De Wolf, H.J. Lindeboom & R.W.P.M. Laane (eds). Proceedings international symposium Ecology of the North Sea May 1988. Netherlands Journal Sea Res. 26: 343-386

*Dankers et al., 2003*

Vogel- en habitatrictlijn in de Noordzee

N.M.J.A. Dankers, M.F. Leopold, C.J. Smit, 2003. Alterra, Wageningen, Rapport 695

*Degn, 2000*

Offshore Wind Turbines VVM, Underwater Noise Measurements, Analysis and Predictions

U. Degn, 2000. Report 00.792 rev. 1, To SEAS Distribution A.m.b.A.

*Desholm & Kahlert, 2005*

Avian collision risk at an offshore wind farm

M. Desholm, & J. Kahlert. Biol Lett 1: 196-298

*E-Connection, 2001*

Milieueffectrapport Offshore Windpark Q7-WP

E-Connection Project BV, Bunnik, juni 2001

*E-Connection, 2000*

Startnotitie MER Offshore windpark Q4-WP

E-Connection Project BV, Bunnik

*Eisma, 1981*

Suspended matter as a carrier for pollutants in estuaries and the sea

D. Eisma. In: R.A. Geyer, Marine Environmental Pollution, 2. Mixing and dumping,

Elsevier Science Publication Company, Amsterdam

*Elmer, 2007*

Noise emissions during pile driving of offshore foundations.

K. Elmer. In: 2nd Scientific Conference on the Use of Offshore Wind Energy by the Federal Ministry for the Environment, Conference Proceedings, February 2007, Berlin

*ELSAM, 2005*

Elsam offshore wind turbines - Annual status report for the environmental monitoring programme, 1 January 2004 - 31 December 2004

Elsam Engineering (report available from: [www.hornsrev.dk](http://www.hornsrev.dk))

*Europese Commissie, 2005*

Concerted Action for Offshore Wind Energy Deployment (COD), Principal Findings 2003-2005

*Everaert, 2006*

Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen

J. Everaert. Natuur oriolus 69: 145-155

*Everaert, 2003*

Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen

J. Everaert. Oriolus 69: 145-155

*Everaert et al., 2002*

Windturbines en vogels in Vlaanderen, Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen

J. Everaert, K. Devos & E. Kuiken. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel

*EZ, 2005*

Connect II

Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, november 2005

*EZ, 2004*

Connect 6.000 MW

Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, juli 2004

*EZ, 1996*

Derde Energienota

Ministerie van Economische Zaken

*Frederiksen et al., 2004*

The role of industrial fisheries and oceanographic change in the decline of North Sea black-legged kittiwakes

M. Frederiksen, S. Wanless, M.P. Harris, P. Rothery & L.J. Wilson. *Journal of Applied Ecology* 41: 1129-1139

*Frisse Zeewind 2, 2005*

Visie van de natuur-en milieuorganisaties op de ontwikkeling van windturbineparken offshore

*Garthe & Hüppop, 2004*

Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index

S. Garthe & O. Hüppop. *Journal of Applied Ecology* 41: 724-734

*Gell & Roberts, 2003*

The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishy Closures

F.R. Gell & C.M. Roberts. WWF-US, 1250 24 Street, NW Washington, DC 20037, USA

*Gerasch et al., jaartal onbekend*

Schallimmissionen des Bauens und des Betriebes von Offshore Windenergieanlagen

W. Gerasch, K. Elmer, T. Neumann, J. Gabriel, J. Schults-v. Glahn & K. Betke

*German Scientific Commission for Marine Research, 1995*

Ecological effects and technical aspects of the sea cable

June 1995

*Gill & Taylor, 2001*

The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon Elasmobranch fishes

Dr. A.B. Gill & H. Taylor. Research Project for Countryside Council for Wales, Applied Ecology Research Group

*Goodson, 1997*

Studying the acoustic signals of the harbour porpoise

A.D. Goodson. pp. 56-59 in: Evans, P.G.H. (ed), *European research on Ceteceans* 10.

Proceedings, 10th Annual Conference European Cetecean Society, Lisbon, Portugal, 11-13 March 1996

*Grift et al., 2004*

Assessment of the ecological effects of the Plaice Box.

R.E. Grift, I. Tulp, L. Clarke, U. Damm, A. McLay, S. Reeves, J. Vigneau & W. Weber 2004. Report of the European Commission Expert Working Group to evaluate the Shetland and Plaice Boxes. Brussels, 121p.

*Grontmij, 2004*

Meldingsnotitie: windturbine V90 in plaats van NM92, toepassing erosiebescherming en verschuiving aanlandingspunt elektriciteitskabels.

Grontmij, Memonummer: 13/99052293/CD, kenmerk: 177536, Houten, 15 december 2004

*Grontmij, 2003*

Inrichtings-milieueffectrapport Near Shore Windpark

Grontmij Advies & Techniek, Houten, 3 juni 2003

*Hartgers et al., 1996*

Spatial distribution of the North Sea fish assemblages with special reference to the coastal and estuarine waters of the Netherlands

E.M. Hartgers, P.D. de Jonge & A.D. Rijnsdorp. In: Wintermans, G. *et al.* (1996). Habitat mapping and description of the Dutch coastal waters. BEON Rapport 96(5): pp. 33-94

*Hastings & Popper, 2005*

Effects of sound on fish

M.E. Hastings & A.N. Popper 2005. Report to the California Department of Transportation.

Jones and Stokes, Sacramento, CA

[http://www.dot.ca.gov/hq/envlhbio/files/Effects\\_of\\_Sound\\_on\\_Fish23Aug05.pdf](http://www.dot.ca.gov/hq/envlhbio/files/Effects_of_Sound_on_Fish23Aug05.pdf)

*Heessen, 1998*

Gevolgen voor de zeevisserij van infrastructurele werken in de kustzone

H.J.L. Heessen. Symposium Productschap Vis, Den Haag, januari 1998

*Heessen et al., 1999*

Ecosysteendoelen Noordzee: Vissen

H.J.L. Heessen, P.M. de Vries en H.C. Welleman. Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), IJmuiden, RIVO-Rapport C060/99

*van Heteren, 2002*

Characterization of sediment composition at sandmining locations for Flyland

MARE Marine Ecology and Morphology Sub-product 2.1. TNO-report NITG OZ-148-B, 12 p.

*Hoffman et al., 2000*

Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area

E. Hoffman, J. Astrup, F. Larsen, S. Munch-Petersen

*Hoffman et al., 1997*

Scour Manual

C.J.C.M. Hoffman en H.J. Verheij. A.A. Balkema Publications



*Holtmann & Groenewold, 1994*

Distribution of the zoobenthos on the Dutch continental shelf: the western Frisian Front, Brown Bank and Broad Fourteens (1992/1993)

S.E. Holtmann & A. Groenewold, 1994. NIOZ-rapport, 1994(1). Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee: Den Burg, Texel, The Netherlands. 136 pp.

*Holtmann et al., 1999*

The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1998 and a comparison with previous data

S.E. Holtmann, G.C.A Duineveld & M. Mulder. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), NIOZ-Rapport 1999-5, Texel

*Holtmann et al., 1997*

The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1996 and a comparison with previous data

S.E. Holtmann, M. Mulder & R. Daan. NIOZ-rapport, 1997(8). Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee: Den Burg, Texel, The Netherlands. 100 pp.

*Holtmann et al., 1996*

Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf

S.E. Holtmann, A Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen en J. van der Meer. Ministry of transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, 244 pp.

*Houbolt, 1968*

Recent sediments in the Southern Bight of the North Sea

J.J.H.C. Houbolt. Geologie en Mijnbouw 47, 245-273

*van der Hut et al., 2006*

Gevoeligheidskaarten van broedvogels in het Deltagebied

R.M.G. van der Hut, M. Kersten, A. Brenninkmeijer, R. Klaver. A&W rapport 756, Altenburg en Wymenga, ecologisch onderzoek BV, Veenwouden

*Hvidt et al., 2005*

Hydroacoustic Monitoring of Fish Communities in Offshore Wind Farms

C.B. Hvidt, L. Brünner, F.R. Knudsen. Annual Report 2004, Horns Rev Offshore Wind Farm, 33 p.

*Hydrografisch Bureau, 1963*

Stroomatlas Nederland deel 1

Hydrografisch Bureau, 's Gravenhage

*IALA, 2004*

Recommendation O-117; The Marking of Offshore Wind Farms, Edition 2

International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities

IALA, December 2004

*ICES, 2001*

Report of the Working Group on Seabird Ecology 2001

ICES CM 2001/C:05

*IDON, 2005*

Integraal Beheerplan Noordzee 2015  
Interdepartementale Directeurenoverleg Noordzee, juli 2005

*IMARES, 2007*

Underwater sound emissions and effects of pile driving of the OWEZ windfarm facility near Egmond aan Zee (Tconstruct)  
Commissioned by NoordzeeWind, Wageningen

*van Iperen & van der Tak, 2008*

Veiligheidsstudie offshore windpark "Q4"  
W.H. van Iperen & C. van der Tak. MARIN 22510.622/B1, september 2008

*IVW, 2006*

Brief met kenmerk IVW/LuLu/06.540391 betreffende de effecten van windturbines op helikopterkeer  
Inspectie Verkeer en Waterstaat, april 2006

*Jacobs, 1999*

Een studie naar motieven voor kusttoerisme en vrijetijdservaringen aan de kust  
M. Jacobs. Zee van vrijheid. Landbouwuniversiteit, Werkgroep Recreatie en Toerisme, Wageningen

*Jarvis et al., 2004*

Baseline study Lot 1 Benthic Fauna Final Report  
Institute of Estuarine and Coastal Studies, Huil UK

*Jensen et al., 2004*

Sandeels en the wind farm area at Horns Reef  
H. Jensen, P.S. Kristensen, E. Hoffmann. August 2004. Report to ELSAM. Danish Institute for Fisheries Research, Charlottenlund. 26 blz.

*de Jong et al., 2005*

Het voorkomen van zee- en eidereenden in de winter van 2004-2005 in de Waddenzee en de Noordzee kustzone  
M.L. de Jong, S.J. Ens, M.F. Leopold. Alterra rapport 1208

*Kalmijn, 1974*

The detection of electric fields from inanimate and animate sources other than electric organs (Detectie van elektrische velden van dierlijke en niet-dierlijke bronnen anders dan elektrische organen)  
A.J. Kalmijn. Handbook of Sensory Physiology 3, p. 147-200

*Kamerstuk 24611, 1995-1996*

Risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen  
Kamerstuk 24611. Vergaderjaar 1995-1996

*Karlsen, 1992*

Infrasand sensitivity in the plaice (*Pleuronectes platessa*)  
H.E. Karlsen. Journal of experimental biology 171, blz. 173-187

*Kastelein, 2000*

Reducing bycatch of harbour porpoises in gillnet fisheries

R.A. Kastelein. Lezing Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Groningen 28 september 2000

*KNMI, 1999*

Op basis van ref. 23: dertig jaar waarnemingen van 1910 t/m 1939

Koninklijk Nederland Meteorologisch Instituut, Maritiem Kennis Centrum

*Koldenhof & Van der Tak, 2004*

Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee

Y. Koldenhof & C. van der Tak. MARIN, juli 2004

*Koninklijke Marine, 2006*

Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren

*Korevaar, 1990*

North Sea Climate: Based on observations from ships and lightships

C.G. Korevaar. Dordrecht, 0-7923-0664-3

*Korevaar, 1987*

Climatological data of the Netherlands lightvessels over the period 1949-1980

C.G. Korevaar. KNMI-rapport WR 87-9

*Koschinski et al., 2003*

Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator

S. Koschinski, B.M. Culik, O. D. Henriksen, N. Tregenza, G. Ellis, C. Iansen, G. Kathe. Marine Ecology Prog Series Vol. 265: 263-273

*Krijgsveld et al., 2005*

Baseline studies North Sea Wind Farms; fluxes, flight paths and altitudes of flying birds

K.L. Krijgsveld, R. Lensink, H. Schekkerman, P. Wiersma, M.J.M. Poot, E.H.W.G. Meesters & S. Dirksen

*Kwak & Van den Berg, 2004*

Nieuwe broedvogeldistricten van Nederland; een analyse van de verspreiding van broedvogels in Nederland op basis van de kartering in 1998-2000 als bijdrage aan de definiëring van de identiteit van de Nederlandse landschappen

R.G.M. Kwak, A. van den Berg

*Kyoto, 1997*

Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change, 11 december 1997.

*Larson, 1994*

The environmental impact from an offshore plant

A.K. Larsson. Wind Engineering 18: 213-218

*Lavaleye et al., 2000*

Macrobenthos van het NCP

M.S.S. Lavaleye, H.J. Lindeboom en M.J.M. Bergman. Rapport Ecosysteemdelen Noordzee, 2000. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Texel. NIOZ-Rapport 2000-4.

*Lensink & Van der Winden, 1997*

Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning

R. Lensink & J. van der Winden. Rapport nr. 97.023, Bureau Waardenburg, Culemborg

*Leonhard & Pedersen, 2005*

Hard bottom substrate monitoring Horns Rev offshore wind farm

S.B. Leonhard & J. Pedersen, 2006. Annual status report 2004, 79 p.

*Leopold & Camphuysen, 2006*

Bruinvisstrandingen in Nederland in 2006. Achtergronden, leeftijdsverdeling, sexratio, voedselkeuze en mogelijke oorzaken

M.F. Leopold, C.J. Camphuysen. IMARES rapport C083-06, NIOZ rapport 2006-5

*Leopold & Dankers, 1997*

Natuur in de zoute wateren

M.F. Leopold & N.M.J.A. Dankers. Achtergrond document 2c. natuurverkenning '97. IKC Natuurbeheer, Wageningen.

*Leopold et al., 2004*

Baseline studies North Sea Wind Farms: Lot 5 Marine Birds in and around the future site Nearshore Windfarm (NSW) and Q7

M.F. Leopold, C.J. Camphuysen, S.M.J. van Lieshout, C.J.F. ter Braak, E.M. Dijkman. Wageningen, Alterra, Alterra Report 1048

*Lindeboom et al., 2005*

Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat

H. Lindeboom, J. Geurts van Kessel & L. Berkenbosch. RIKZ rapport 2005.008; Alterra-rapport nr. 1109, april 2005

*LNV, 2006*

Website aanwijzing Natura2000-gebieden, 2006

[http://www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/Natura2000\\_2006/Natura2000.htm](http://www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/Natura2000_2006/Natura2000.htm)

*LNV, 2005*

Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, oktober 2005

*LNV, 1999*

Ecosysteemdelen Noordzee

Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij

*Lorenz et al., 1991*

Heden en verleden - Nederland naar beneden  
G.K. Lorenz, W. Groenewoud, F. Schokking, M.W. van den Berg, J. Wiersma,  
F.J.J. Brouwer, S. Jelgersma. Interim-rapport over het onderzoek naar bodembeweging in  
Nederland RWS/RGD, Delft/Haarlem/Rijswijk, 75 p.

*LWVT/SOVON, 2002*

Vogeltrek over Nederland 1976-1993  
LWVT/SOVON, Schuyt & Co, Haarlem

*van Malde, 1996*

Historical extraordinary water movements in the North Sea area  
J. van Malde. The hydrographic journal (86), 17 – 24

*Marsh & Schulkin, 1962*

Shallow-Water Transmission  
Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 34, 863-864

*McKenzie-Maxon, 2000*

Offshore Wind-turbine Construction, offshore Pile-driving Underwater and Above-water Noise  
Measurements and Analysis  
C. McKenzie-Maxon. Report 00.877, Report to SEAS Distribution A.m.b.A.

*van der Meij & Camphuysen, 2006*

The distribution and diversity of whales and dolphins (Cetacea) in the southern North Sea  
1970-2005  
S.E.T. Van der Meij & C.J. Camphuysen. Lutra 49 3-28

*MNP, 2006*

Overall report baseline studies Near Shore Wind Farm  
[www.mnp.nl/mnc/i-nl-1247.html](http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-1247.html)

*van Moorsel, 1999*

Deelstudie Onderwaterleven  
G.W.N.M. van Moorsel. In: Ministerie EZ & VROM 2000. Milieu-effectrapport locatiekeuze  
demonstratieproject Near Shore Windpark Deel B

*van Moorsel, 1994*

Monitoring kunstriffen Noordzee 1993  
G.W.N.M. van Moorsel. Bureau Waardenburg rapport nr. 94.05. Bureau Waardenburg,  
Culemborg

*van Moorsel & Munts, 1995*

Effecten van zandoverslag met de "Punaise II" op sediment en macrobenthos,  
Onderzoek in kader van strandsuppletie bij Bloemendaal-Zandvoort 1993 t/m 1995  
G.W.N.M. van Moorsel, & R. Munts. Bureau Waardenburg rapport nr. 95.47. Bureau  
Waardenburg, Culemborg

*van Moorsel et al., 1991*

Het leven op en rond scheepswrakken en andere substraten in de Noordzee (1986 t/m 1990)  
- een synthese –

G.W.N.M. van Moorsel, H.W. Waardenburg & J. van der Horst. Bureau Waardenburg rapport  
nr. 91.19. Bureau Waardenburg, Culemborg

*MWTL, 2002-2006*

Biologisch Monitoring Programma Zoute Rijkswateren van het RIKZ

*NAM, 2006*

TRA-NE-CP-01 (persoonlijk contact NAM)

*Nedwell et al., 2004*

Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its  
impact on offshore wind farms, and comparison with background noise

J. Nedwell, J. Langworthy & D. Howell. Subacoustech Report Reference 544R0424

*Nedwell et al., 2003*

Measurements of underwater noise during piling at the Red Funnel Terminal, Southampton,  
and observations of its effect on caged fish

J. Nedwell, A. Turnpenny, J. Langworth & B. Edwards. Subacoustech Report Reference  
558R0207

*NERI, 2005a*

Harbour Porpoises on Horns Reef – Effects of the Horns Reef Wind Farm. Annual Status  
Report 2004 to Elsam Engineering A/S

National Environmental Research Institute Ministry of the Environment. July 2005, Denmark

*NERI, 2005b*

Effects of the Nysted Offshore Wind Farm on harbour porpoises. Annual Status Report –  
Annual status report for the T-POD monitoring program, Technical Report to Energi E2 A/S  
National Environmental Research Institute Ministry of the Environment. July 2005, Denmark

*Niessen & Schüttenhelm, 1986*

Oppervlaktedelfstoffen (Noordzee), 1:1.000.000

A.C.H.M. Niessen & R.T.E. Schüttenhelm. Rijks Geologische Dienst, Haarlem

*NIOZ, R. Heyman, jaartal onbekend*

Dataset van de Doggersbank

*Noordzeeloket, website*

[http://www.noordzeeloket.nl/activiteiten/kabels\\_en\\_leidingen/algemeen/](http://www.noordzeeloket.nl/activiteiten/kabels_en_leidingen/algemeen/)

Bekeken op 25-9-2009

*OPTI-PILE, 2004*

Optimisation of Monopile Foundations for offshore Wind Turbines in Deep Water and  
North Sea conditions

E-Connection Project, Vestas Wind Systems, Germanischer Lloyd Windenergie.

Technology Implementation Plan & Knowledge Dissemination and Exploitation Plan,  
NNE5/2001/245, 30 maart 2004.

*OSPAR, 2006*

Review of the Current Gaps in Knowledge on the Environmental Impacts of Offshore Wind Farms  
UK, maart 2006

*den Ouden & Van der Ham, 1988*

Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 3, Stercorariidae - Alcidae  
J.E. den Ouden & N.F. van der Ham. CvZ-verslag, Amsterdam

*den Ouden & Camphuysen, 1983*

Meetpost Noordwijk 1978-1981, verslag nr. 2, Anatidae-Scolopacidae  
J.E. den Ouden & C.J. Camphuysen. CvZ-verslag, Amsterdam

*Pals et al., 1982*

Orientation reactions of the dogfish, *Scyliorhinus Canicula*, to local electric fields (Reacties op het oriënteringsvermogen van hondshaaien op lokale elektrische velden)  
N. Pals, P. Valentijn, D. Verwey. Netherlands Journal of Zoology 32 (4) blz. 195-512

*Petersen, 2005*

Bird numbers and distribution in the Horns Rev offshore windfarm area  
I.K. Petersen. Annual status report 2004. Elsam Engineering A/S

*Petersen et al., 2006*

Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark  
I.K. Petersen, T.K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm & A.D. Fox. NERI report, Ministry of the Environments, Denmark

*Phase to Phase BV, 2006*

Belastbaarheid van kabels  
Rapportnr. 06-056pmo, 5 april 2006

*Pingree & Griffiths, 1979*

Sand transport paths around the British Isles resulting from M2 and M4 tidal interactions  
R.D. Pingree & D.K. Griffiths. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 59, 497-513

*Platteeuw, 1990*

Zwarte zee-eenden *Melanitta nigra* snijden Nederlandse kust af  
M. Platteeuw. Sula 4: 70-74

*Platteeuw et al., 1994*

Zeetrektingen in Nederland in de jaren tachtig  
M. Platteeuw, N.F. van der Ham & J.E. den Ouden. Sula 8 (112, special issue): 1-203.

*Platteeuw et al., 1985*

K7-FA-I, K8-FA-I, Zeevogelobservaties winter 1984/85  
M. Platteeuw, N.F. van der Ham & C.J. Camphuysen

*Rademakers et al., 2002*

Handboek Risicozonering Windturbines, versie 1.1

L. Rademakers, H. Braam, H. Brinkman, K. Ham, F. Verheij, H. Cleijne, L. Folkerts. ECN, NRG, TNO-MEP, KEMA, Ecofys, juli 2002

*Read, 1997*

Through the looking glass: the behaviour of harbour porpoises in relation to the entanglement in gill nets

A.J. Read. In: European research on Ceteceans 11, Proceedings 11th Annual Conference European Cetecean Society, Stralsund, Germany, 11-12 March 1997

*Richardson et al., 1995*

Marine mammals and noise

W.J. Richardson, C.R. Greene, C.I. Malme & D.H. Thomson. Academic Press, Londen

*Rieu et al., 2005*

Development and preservation of a mid-Holocene tidal-channel network offshore the western Netherlands

R. Rieu, S. van Heteren, A.J.F. van der Spek & P.L. de Boer. Journal of Sedimentary Research 75

*van Rijn, 1995*

Sandbudget and coastline changes of the central coast of Holland between Den Helder and Hoek van Holland, period 1964-2040

L.C. van Rijn. Kustgenese rapport H2129

*van Rijn, 1994*

Dynamics of the closed coastal system of Holland

L.C. van Rijn. Delft Hydraulics report H2129, Project Kustgenese, 93 p.

*Rijnsdorp et al., 1995*

Variation in abundance and distribution of demersal fish species in the coastal zone of the southeastern North Sea between 1980 and 1993, deel 3 (pp 20)

A.D. Rijnsdorp, P.I. van Leeuwen & B. Vingerhoed. In: G. Wintermans, N. Dankers, H. van der Veer, A.D. Rijnsdorp, P.I. van Leeuwen & B. Vingerhoed. Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone, BEON rapp. 9512

*RIKZ, 2002*

Noordzee-atlas voor zwevende stof, op basis van satellietbeelden in 2000

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. RIKZ/IT/2002.102

*RIKZ, 1997*

Landen op zee, Kwalitatieve beschrijving van de morfologische en ecologische effecten van een vliegveld in de Noordzee, deel 1

Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapport RIKZ-97.047

*RIVO, 2000*

Effecten offshore windmolenpark op visserij

Nederlands Instituut voor Visserij onderzoek. RIVO Rapport C032/00, 13 september 2000



*Roelvink et al., 2001*

Calibration and verification of large-scale 2D/3D flow models - phase 1,  
MARE Marine Ecology and Morphology Sub-product 2  
D. Roelvink, Van der Kaaij & R.G. Ruessink. WL-report Z3029.11

*van Roomen et al., 2005*

Watervogels in Nederland in 2003/2004  
M. van Roomen, E. van Winden, F. Hustings, K. Koffijberg, R. Kleefstra, SOVON Ganzen- en  
Zwanenwerkgroep & Leo Soldaat. RIZA rapport BM05/15. SOVON-monitoringrapport  
2005/03

*Royal Haskoning, 2005*

MER, SMB, Habitattoets BritNed-verbinding  
i.o. BritNed Development Limited, Nijmegen, augustus 2005

*Sand et al., 2000*

Avoidance responses to infrasound in downstream migrating Silver eels, *Anguilla Anguilla*  
O. Sand, P.S. Enger, H.E. Karlsen, F. Knudsen & T. Kvernstuen. Environmental Biology of  
Fishes 57-3

*van Scheppingen & Groenewold, 1990*

De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee, de Nederlandse  
kustzone overzicht 1988-1989  
Y. van Scheppingen & A. Groenewold. MILZON-BENTHOS rapport 90-03, Rijkswaterstaat  
Directie Noordzee/Dienst getijdenwateren

*Schüttenhelm, 2002*

Grain-size variability and crest stability of a North Sea sand wave in space and time  
R.T.E. Schüttenhelm. Rept. NITG 02-219-B, 52 p. + appendices

*Seascope, 2002*

Burbo Offshore Windfarm, Environmental Statement

*Seebregts & Volkers, 2005*

Monitoring Nederlandse elektriciteitscentrales 2000-2004  
A.J. Seebregts, C.H. Volkers. ECN-rapport: ECN-C-05-090, november 2005

*SenterNovem, 2006*

Overall report baseline studies Near Shore Wind Farm (NSW)  
Environmental aspects and recommendations for effect monitoring  
Project organisation MEP NSW, 20 February 2006

*SenterNovem, 2004*

Protocol Monitoring Duurzame Energie 2004  
C. Abeelen & L. Bosselaar. Publicatienummer 2DEN04.35

*Shell, 2001*

Metocean conditions for the Egmond wind farm development  
Shell Global Solutions. Preliminary design criteria and operating statistics offshore Egmond  
aan Zee, Netherlands March 2001

SOVON, *website*  
www.sovon.nl

*Spaans et al., 1998*

Vogelhinder door windturbines, Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes langs de Afsluitdijk  
A.L. Spaans, J. van der Winden, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen. Bureau Waardenburg rapport 98.015. Bureau Waardenburg, Culemborg, en Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen

*Stienen, 2006*

Living with gulls. Trading off and predation in the Sandwich Tern *Sterna Sandvicensis*  
E.W.M. Stienen. PhD Thesis Rijksuniversiteit Groningen

*Stone, 2003*

Marine mammal observations during seismic surveys in 2000  
C.J. Stone. JNCC Rapport 322, 89 blz.

*Suijlen & Duin, 2001*

Variability of near-surface total suspended matter concentration in the Dutch Coastal Zone  
J.M. Suijlen and R.N.M. Duin. Rijkswaterstaat, RIKZ, Report RIKZ/OS/2001.150X: 33 p. + appendix

*Sundberg & Söderman, 1999*

Windpower and Grey Seals: An impact assesment of potential effects by sea-based windpower plants on a local seal population  
J. Sundberg & M. Söderman. Anceps Ecologidata & Department of Animal Ecology, Uppsala University, Sweden

*SwedPower, 2003*

Electrotechnical studies and effects on the marine ecosystem for BritNed interconnector  
SwedPower, May 2003

*van der Tak, 2001*

Effecten van ruimteclaims in de Noordzee op de scheepvaart  
C. van der Tak. MARIN, nr. 16498.620/2, november 2001

*van der Tak & De Jong, 1996*

Safety Management Assessment Ranking Tool (SMART)  
C. van der Tak, C. & J.H. de Jong. 8th International Symposium on Vessel Traffic Services

*Teilmann et al., 2006a*

Summary on harbour porpoise monitoring 1999-2006 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms  
Ministry of Environment, Denmark, November 2006

*Teilmann et al., 2006b*

Summary on seal monitoring 1999-2005 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms  
Ministry of the Environment, Denmark, November 2006

*Thomsen et al., 2006*

A recovery of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the southern North Sea?  
A case study off Eastern Frisia, Germany  
F. Thomsen, M. Laczny & W. Piper. Helgoland Mar. Res. DOI 10.1007/s10152-006-0021-z

*Tien et al., 2004*

Baseline studies wind farm for demersal fish  
N.S.H. Tien, I.Y.M. Tulp & R.E. Grift. RIKZ door Royal Haskoning, TNO en WUR

*TNO, 2007*

Kaarten van Bathymetrie, Gemiddelde korrelgrootte van de zandfractie aan het oppervlak,  
Oppervlakte sediment, Top Pleistocene formaties Q4, Q5, Q7, Q8, Q10, Q11, Q13 en Q14  
TNO, 10 december 2007

*TNO, 2003*

Radaronderzoek Noordzeewind, Near Shore Windpark

*Tucker, 1996*

A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors  
V.A. Tucker. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262

*de Vries et al., 2005*

Windenergie op de Noordzee, Een maatschappelijke kosten-batenanalyse  
H.J. de Vries, A.J. Seebregts, M. Verrips (CPB), M. Lijesen (CPB). ECN-rapport: ECN-RX--  
05-160

*Verboom, 2005*

Mensen berokkenen waterdieren gehoorschade  
W.C. Verboom. De Water, juli 2005: 7-8

*Verboom, 1991*

Possible disturbance of marine mammal hearing perception by human made noises,  
preparatory study  
W.C. Verboom. TNO-report TPD-HAG-RPT-91-110, pp 39

*Vestas, 2005*

Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on  
Vestas V90-3.0 MW turbines  
Vestas Wind Systems A/S, Denmark, March 29, 2005

*VROM, 2005a*

Onderweg naar Kyoto, Een evaluatie van het Nederlandse klimaatbeleid gericht op  
realisering van de verplichtingen in het Protocol van Kyoto  
Evaluatienota Klimaatbeleid 2005, oktober 2005  
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

*VROM, 2005b*

Passende beoordeling Derde Nota Waddenzee  
Eindrapport passende beoordeling van het concept aangepast deel 3 van de Planologische  
Kernbeslissing Derde Nota Waddenzee. Den Haag, december 2005  
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

*VROM, 1999*

Uitvoeringsnota Klimaatbeleid, 1999  
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

*VROM et al., 2005a*

Nota Ruimte: Ruimte voor ontwikkeling. PKB deel 4, 17 mei 2005  
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,  
Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, Ministerie van Verkeer en Waterstaat,  
Ministerie van Economische Zaken

*VROM et al., 2005b*

Integraal Beheersplan Noordzee 2015  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij,  
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, juli 2005

*V&W, 2007*

Overzicht gebruik Noordzee  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 29 oktober 2007

*V&W, 2004a*

Beleidsregels inzake toepassing Wet beheer rijkswaterstaatswerken op installaties in de  
exclusieve economische zone  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nr. HDJZ/BIM/2004-2986, 21 december 2004

*V&W, 2004b*

Richtlijnen voor het ontwikkelen van een vergunbare kabelroute  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Noordzee, 29 november 2004  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

*V&W, 2004c*

Noordzee-atlas  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Directie Noordzee

*V&W, 2000a*

Richtlijnen voor de MER offshore windparken Q4-WP en Q7-WP  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat Directie Noordzee, 8 augustus 2000

*V&W, 2000b*

Graadmeters voor de Noordzee  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rapport RIKZ-2000.022, 17 april 2000

*V&W, 1998*

Zichtbaarheid landaanwinning  
Meteo Consult, in opdracht van Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten Werkgroep  
Landschap, november 1998.  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

*V&W, 1998a*

Interactie zeegebonden gebruik, in opdracht van: Toekomstige Nationale Luchtvaart  
Infrastructuur (TNLI)  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

*V&W, 1996*

Kustbalans 1995, de tweede kustnota  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag

*V&W, 1990*

Kustverdediging na 1990, beleidskeuze voor de kustlijn­zorg  
Tweede Kamer 1989-1990, 21.136.  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag

*V&W, website golfklimaat*

[www.golfklimaat.nl/index.cfm/?page=extremen.golfhoogten](http://www.golfklimaat.nl/index.cfm/?page=extremen.golfhoogten)

*V&W/RIKZ, 1998*

Kustlijnkaarten 1998  
Rapport RIKZ-98.005  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Rijksinstituut voor Kust en Zee

*Waardenburg, 1987*

De fauna op een aantal scheepswrakken in de Noordzee in 1986  
Bureau Waardenburg rapport nr 87.19, Bureau Waardenburg, Culemborg

*Walker et al., 1998*

POLSSS - Policy for Sea Shipping Safety, Executive Summary  
W.E. Walker, M. Pöyhönen, C. van der Tak & J.H. de Jong. RAND Europe and MARIN,  
december 1998

*Wenz, 1962*

Acoustic ambient noise in the ocean: Spectra and sources  
Journal of the Acoustical Society of America, Vo1.34 1936-1956

*Wernham et al., 2002*

The migration Atlas: movements of the birds of Britain and Ireland  
C.V. Wernham, M.O. Toms, J.H. Marchant, J.A. Clark, G.M. Siriwarena, S.R. Baillie (eds)  
2002T & A.D. Poyser, London

*Wijnberg, 1995*

Morphological behaviour of a barred coast over a period of decades  
K.M. Wijnberg. Ph. D. thesis Utrecht University, 254 p.

*van der Winden et al., 1999*

Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal windark Afsluitdijk  
J. van der Winden, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A Jonkers & S. Dirksen  
Bureau Waardenburg rapport 99.002. Bureau Waardenburg/DLO-Instituut voor Bos- en  
Natuuronderzoek, Culemborg/Wageningen

*van der Winden et al., 1997*

Near shore windenergie, voorstudie locatieselectie, deelstudie ecologie  
J. van der Winden, G.W.N.M. van Moorsel & S. Dirksen. Bureau Waardenburg rapport nr.  
97.015, Bureau Waardenburg, Culemborg/Wageningen

*van der Winden et al., 1996*

Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden bij het windpark Lely in het IJsselmeer  
J. van der Winden, S. Dirksen, L. van den Bergh, A. Spaans. Bureau Waardenburg rapport 96.34, Bureau Waardenburg, Culemborg/ Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen

*Winkelman, 1992a-d*

De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels,  
a: 1 aanvaringssslachtoffers; b: 2 nachtelijke aanvaringskansen; c: 3 aanvliegedrag overdag;  
d: 4 verstoring.

J.E. Winkelman. RIN-rapport 92/2, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem

*Witte & van Lieshout, 2003*

Effecten van windturbines op vogels. Een overzicht van bestaande literatuur  
R.H. Witte & S.J.M. van Lieshout. Rapport 03-046, Bureau Waardenburg bv, Culemborg

*Witte & Wolf, 1997*

Vliegtuigtellingen van de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) in de Voordelta, Westerschelde en Oosterschelde

R.H. Witte & P.A Wolf. Delta Project, Culemborg / Rijksinstituut voor kust en Zee, Middelburg

*Witte et al., 1998*

Increase of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Dutch sector of the North Sea  
R.H. Witte, H.J.M. Baptist & P.V.M. Bot. *Lutra* 40 (2) 33-40

*Würsig et al., 2000*

Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling  
B. Würsig, C.R. Greene, T.A. Jefferson. *Marine Environmental Research* 49

*Zeelinzicht, website*

[http://www.zeelinzicht.nl/html/trek\\_zeehond/trek\\_zeehond.htm](http://www.zeelinzicht.nl/html/trek_zeehond/trek_zeehond.htm)

*Zucco et al., 2006*

Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences, Part B: Literature Review of Ecological Impacts

C. Zucco, W. Wende, T. Merck, I. Köchlich, J. Köppel. BfN Eigenvertrieb: Bonn. (=BfN-Skripten, no. 186). 284 p.

*Zwarts, 2007*

Common Eiders *Somateria mollissima* in the Netherlands: The rise and fall of breeding and wintering populations in relation to the stocks of shellfish

R. Zwarts. Ph.D.Thesis, University of Groningen, pp336

**LIJST VAN BEGRIPPEN EN AFKORTINGEN**

Abiotisch	Behorende tot de niet levende natuur
Activiteit	Fysieke handeling met invloed op het milieu
Alternatief	Een andere uitwerking van de voorgenomen activiteit om daarmee (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan het doel (de doelen) van de initiatiefnemer. De Wet milieubeheer (Wm) schrijft voor dat alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Anti-fouling	Aangroeiwerende middelen
Anode	Blok van een bepaald metaal (veelal Zink, Aluminium of Magnesium) dat wordt gebruikt om roestvorming tegen te gaan
Archeologie	De wetenschap van stoffelijke resten uit oude tijden
Autonome ontwikkeling	Op zichzelf staande ontwikkeling (die plaatsvindt als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd)
Bathymetrie	Waterdiepte
Bestemmingsplan	Gemeentelijk plan (ontwerp) betreffende de bestemming van terreinen en de daarmee verband houdende voorschriften
Bevoegd Gezag	Diegene, die het besluit over de vergunningverlening moeten nemen, in dit geval de Minister van Verkeer en Waterstaat)
Biotisch	Behorende tot de levende natuur
Biotoop	Leefomgeving van een leefgemeenschap van planten en/of dieren
C-m.e.r.	Commissie voor de milieueffectrapportage, deze bestaat uit een aantal onafhankelijke deskundigen uit diverse disciplines
CO <sub>2</sub>	Koolstofdioxide
Compensatiebeginsel	Het principe, dat bij aantasting van waardevolle natuurgebieden of landschappen, mitigerende en/of compenserende maatregelen moeten worden genomen
Compenserende maatregel	Maatregel om de nadelige gevolgen van de voorgenomen activiteit voor het milieu te compenseren
Corrosie	Aantasting van metaal onder invloed van de inwerking van zuurstof
Cultuurhistorie	De geschiedenis van de door de mens gemaakte en door de mens beïnvloede omgeving
dB	Decibel (eenheid voor geluidbelasting)

Ecologie	De wetenschap van de betrekkingen tussen organismen en hun milieu
Ecologische Hoofdstructuur (EHS)	Samenhangend stelsel van natuurkerngebieden, ontwikkelingsgebieden en verbindingszones
Ecosysteem	Geheel van planten- en dierengemeenschappen in een territorium, beschouwd in hun wisselwerking met de milieufactoren
Ecotoop	Een ruimtelijke begrensde homogene ecologische eenheid, waarvan de samenstelling en ontwikkeling van de plantengroei wordt bepaald door abiotische (bodem, waterhuishouding, voedselstatus, zuurgraad, dynamiek), biotische en door de mens beïnvloede condities
EHS	Ecologische Hoofdstructuur
Emissie	Uitstoot van stoffen of geluid
EZ	(Ministerie van) Economische Zaken
EEZ	Exclusieve Economische Zone
EU	Europese Unie
Fauna	Diersoorten, die in een gebied worden aangetroffen
Flora	Plantensoorten, die in een gebied worden aangetroffen
Foerageergebied	Gebied waar dieren voedsel zoeken
GBEW	Gebied met Bijzondere Ecologische Waarden
Geluidsemissie	Hoeveelheid geluid, die door een geluidsbron wordt uitgezonden
GWh	Gigawattuur (1.000.000 kWh)
Habitat	Leefgebied van planten of dieren
Hard substraat	Hard materiaal onder water (bijvoorbeeld funderingen, scheepswrakken) waar mosselen, poliepen e.d. zich aan kunnen hechten
HAT	Highest Astronomical Tide
HMR	Helicopter Main Route
HPZ	Helicopter Protected Zone
HTZ	Helicopter Traffic Zone
Hz	Hertz, de eenheid voor trillingen
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IBN 2015	Integraal Beheerplan Noordzee 2015
Initiatiefnemer	Instantie of bedrijf dat van plan is om een (m.e.r.-plichtige) activiteit uit te voeren. De initiatiefnemer in deze m.e.r.-procedure is E-Connection Offshore BV
Kathodische bescherming	Elektronische methode om corrosie tegen te gaan



MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

k-strategie	Conservatieve levens strategie (soortkenmerken: energie wordt vooral in handhaving gestopt; langzame groei; hoge leeftijd; voortplanting op late leeftijd; weinig nakomelingen per jaar)
Kustzone	Gebied aan de zeezijde van het strand, evenwijdig aan de kust en met een relatief geringe waterdiepte
kV	KiloVolt (1.000 V)
KW	KiloWatt (1.000 W)
LAT	Lowest Astronomical Tide
Llws-lijn	Laagste laagwater spring, laagste gemeten laagwaterstand onder invloed van zon, maan en wind
LNv	(Ministerie van) Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Locatie alternatief	Alternatief voor de locatie van de voorgenomen activiteit
Macrobenthos	Bodemleven bestaande uit grotere organismen (groter dan 1 millimeter)
Meest milieuvriendelijke alternatief (MMA)	Het alternatief waarbij de negatieve milieueffecten het kleinst zijn en de positieve milieueffecten het grootst
MEP	Monitoring- en Evaluatieprogramma
m.e.r.-procedure	De procedure voor de milieueffectrapportage
Milieu	Het geheel van en de relaties tussen water, bodem, lucht, mensen, dieren, planten en goederen
Milieueffectrapport (MER)	Het document waarin van een voorgenomen activiteit en de redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven of varianten de te verwachten gevolgen voor het milieu in hun onderlinge samenhang op systematische en zo objectief mogelijke wijze worden beschreven. Het wordt opgesteld ten behoeve van een of meer besluiten die over de betreffende activiteit genomen moet(en) worden
Milieueffectrapportage (m.e.r.)	De procedure, die bestaat uit het maken, beoordelen en gebruiken van een MER en het achteraf evalueren van de milieugevolgen die samenhangen met de uitvoering van een mede op basis van het MER genomen besluit. Dit alles met inachtneming van de voorgeschreven procedures
Mitigerende maatregel	Maatregel om de nadelige gevolgen van de voorgenomen activiteit voor het milieu te voorkomen of te beperken
MMA	Meest Milieuvriendelijke Alternatief

MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

Monitoring	Metingen waarmee de ontwikkelingen in het milieu worden gevolgd
MSL	Mean Sea Level (gemiddeld zeeniveau)
MVA	MegaVoltAmpère
MW	MegaWatt (1.000 kW)
MWh	MegaWattuur (1.000 kWh)
Natuurgebied	Een gebied met duidelijke natuur- en landschapswaarden die in hun planologische functieaanduiding (mede) tot uiting komen
Natuurontwikkeling	Het scheppen van omstandigheden waarin natuurlijke ecosystemen zich kunnen ontwikkelen
Nb-wet	Natuurbeschermingswet
NCP	Nederlands Continentaal Plat
Near shore	Gebied tussen kustlijn en de 12-mijlszone
Nederlands Continentaal Plat	Het Nederlandse deel van het continentaal plat omvat het onder de Noordzee gelegen deel van de zeebodem en de ondergrond daarvan, gelegen buiten de Nederlandse territoriale zee.
Netaansluitingpunt	Het punt in het elektriciteitsnet, waar de elektriciteitskabel(s) vanaf het windpark wordt (worden) aangesloten op het elektriciteitsnetwerk
Niet-routegebonden scheepvaart	Scheepvaart, die niet een vaste route tussen twee havens volgt; bijvoorbeeld visserij, werk en supply vaart (voor offshore installaties) en recreatievaart
No <sub>x</sub>	Stikstofoxides
NSW	Near Shore Windpark
Nulalternatief	Het alternatief waarbij de voorgenomen activiteit niet wordt gerealiseerd
Offshore	Gebied buiten de 12-mijlszone
Oase/refugium	Gebied waar organismen zich relatief ongestoord kunnen ontwikkelen
PKB	(Procedure van de) Planologische kernbeslissing
Plangebied	Het gebied waar de voorgenomen activiteit wordt ondernomen
Pleisterende vogels	Niet-broedvogels (rustende vogels)
Referentie	Vergelijking (maatstaf)
Resedimentatie	Opnieuw sedimenteren
Richtlijnen	Het document waarin het Bevoegd Gezag aangeeft wat tenminste in het MER moet worden beschreven en onderzocht

MER OFFSHORE WINDPARK Q4-WP

r- strategie	Opportunistische (revolutionaire) levensstrategie (soortkenmerken: snelle vestiging op open plekken; snelle groei; voortplanting op jonge leeftijd; veel nakomelingen per jaar)
RWS	Rijkswaterstaat
SAMSON	Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea
SBZ	Speciale Beschermingszone aangewezen in het kader van de Vogelrichtlijn of Habitatrichtlijn
SGR	Structuurschema Groene Ruimte
SO <sub>2</sub>	Zwavel dioxide
Spisula	Schelpensoort
Studiegebied	Het gebied waar effecten kunnen optreden (plangebied en directe omgeving)
Trenchen	Het laten verzinken van kabels in de zeebodem door middel van het verweken van de zeebodem met behulp van water
Variant	Één van de oplossingsmogelijkheden
VHR	Vogel- en Habitatrichtlijn
Visueel	Gericht op het zien
Voorgenomen activiteit	De activiteit, die de initiatiefnemer wil realiseren. In dit geval het realiseren en exploiteren van een offshore windpark
Voorkeursalternatief	Het alternatief, dat de voorkeur geniet van de initiatiefnemer
VROM	(Ministerie van) Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VTS	Vessel Traffic Services
V&W	(Ministerie van) Verkeer en Waterstaat
Wbr	Wet beheer rijkswaterstaatwerken
Wettelijke adviseurs	De hoofdinspecteur milieuhygiëne van het Ministerie van VROM en de directeur Natuurbeheer van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Wm	Wet milieubeheer
Zog	Dit is het effect waarbij het windveld van een windturbine wordt verstoord door het windveld van andere windturbines (hierdoor neemt de opbrengst van een windpark af)
Zuidelijke Bocht	De Noordzee tussen West-Nederland en Engeland