Milieueffectrapport Offshore Windpark Rijnveld West

Juli 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
website: www.e-connection.nl

P105/Juli 2008

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding **1**
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 4
1.5 Leeswijzer 8

2 Probleem- en doelstelling **9**
2.1 Probleem- en doelstelling 9
2.2 Bijdrage offshore Windpark Rijnveld West aan doelstellingen 9

3 Beleidskader **11**
3.1 Beleid 11
3.2 Te nemen besluiten 19

4 Voorgenomen activiteit en varianten **21**
4.1 Voorgenomen activiteit 21
4.1.1 Windturbines 26
4.2 Varianten 28
4.2.1 Type windturbine 28
4.2.2 De opstelling van de windturbines en inrichting van het windpark 29
4.2.2.1. Varianten op de 3 MW basisvariant 29
4.2.2.2 Overige inrichtingsaspecten van het windpark 33
4.3 Potentiële aanlandingspunten en kabeltracés 39
4.3.1 Potentiële aansluitpunten 39
4.3.2 Afweging aanlanding 49
4.3.3 Beschrijving kabeltracés van offshore windpark naar aanlandingspunt 49
4.4 Kabeltracé algemeen 49
4.4.1 "Stopcontact op zee" 49
4.4.2 Afname kabellengte 51
4.4.3 Bundeling van kabels 51
4.4.4 Kabeltracé naar de kust 51
4.4.5 Kruising met bestaande kabels en leidingen 53
4.5 Aanleg windpark 53
4.5.1 Materieel en planning 53
4.5.2 Fasen bij aanleg windpark 55
4.5.3 Aanleg zeekabels 57
4.5.4 Geluid en verlichting tijdens de aanleg 58
4.5.5 Planning 59
4.5.6 Exploitatie en beheer 59
4.5.7 Verwijdering 61
4.6 Effecten kabeltracé op land 62
4.6.1 Huidige situatie 63
4.6.2 Effectbeschrijving 63
4.6.3 Mitigerende maatregelen 64
4.7 Het Meest Milieuvriendelijke Alternatief 64
4.8 Het Nulalternatief 65
4.9 Beschrijving huidige situatie, autonome ontwikkeling, toetsingscriteria, milieueffecten en mitigerende maatregelen 65

5 Effectvergelijking en MMA **67**
5.1 Inleiding 67
5.2 Effectvergelijking 67
5.2.1 Vergelijking van de inrichtingsvarianten voor het windpark 67
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 81
5.3.3 Het MMA met mitigerende maatregelen 82
5.4 Mitigerende en compenserende maatregelen 82
5.4.1 Mitigerende maatregelen 82
5.4.2 Compenserende maatregelen 91
5.5 Samenvattende tabellen voor vergelijking van alternatieven (Tabel 4 uit de Richtlijnen) 94

6 Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma **99**
6.1 Inleiding 99
6.2 Leemten in kennis 99
6.2.1 Inleiding 99
6.2.2 Vogels 99
6.2.3 Onderwaterleven 100
6.2.4 Morfologie en hydrologie 102
6.2.5 Scheepvaartveiligheid 102
6.2.6 Cumulatieve effecten 102
6.2.7 Betekenis voor het te nemen besluit 103
6.3 Aanzet Monitoring- en Evaluatie Programma 103
6.3.1 Inleiding 103
6.3.2 Algemene opzet Monitoring- en Evaluatie Programma (MEP) 104
6.3.3 Energieopbrengst 104
6.3.4 Vogels 104
6.3.5 Onderwaterleven 105
6.3.6 Radar 105
6.3.7 Scheepvaartveiligheid 105

7 Vogels **106**
7.1 Inleiding 106
7.2 Huidige situatie 108
7.2.1 Beschermde gebieden 109
7.2.2 Soortbesprekingen 110
7.2.3 Broedvogels 110
7.2.4 Niet-broedvogels 114
7.2.5 Trekvogels 118
7.2.6 Trekroutes 119
7.2.7 Vliegbewegingen inclusief trek 123
7.3 Autonome ontwikkeling 126
7.4 Effectbeschrijving 126
7.4.1 Aanvaringsslachtoffers 127
7.4.2 Barrièrewerking 143
7.4.3 Verlies foerageer-, rust en ruigebied door verstoring 144
7.5 Effecten aanleg en verwijdering 146
7.6 Effecten van inrichting 147

7.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 148
7.8 Mitigerende maatregelen 150

8 Landschap 153
8.1 Inleiding 153
8.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 153
8.3 Toetsingscriteria 154
8.4 Effectbeschrijving 156
8.4.1 Effecten van de inrichting 157
8.4.2 Effecten van aanleg en verwijdering 158
8.4.3 Effecten van onderhoud 158
8.4.4 Effecten van het kabeltracé naar de kust 158
8.5 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 159
8.6 Mitigerende maatregelen 159

9 Morfologie en hydrologie 160
9.1 Inleiding 160
9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 160
9.3 Toetsingscriteria 164
9.4 Effectbeschrijving 165
9.4.1 Algemeen 165
9.4.2 Effecten van de inrichting 165
9.4.3 Effecten van aanleg en verwijdering 168
9.4.4 Effecten van het onderhoud 169
9.4.5 Effecten van het kabeltracé naar de kust 169
9.5 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 170
9.6 Mitigerende maatregelen 170

10 Onderwaterleven 171
10.1 Inleiding 171
10.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 172
10.2.1 Bodemfauna 172
10.2.2 Vissen 175
10.2.3 Zeezoogdieren 179
10.2.4 Onderwatergeluid 186
10.2.5 Samenvatting en conclusie huidige situatie en autonome ontwikkeling 188
10.3 Effectbeschrijving van het windpark per fase 189
10.3.1 Inleiding 189
10.3.2 Effecten van aanleg en verwijdering 190
10.3.3 Effecten van exploitatie en onderhoud 195
10.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 202
10.4.1 Effecten per fase 202
10.4.2 Effecten op de diverse levensvormen 203
10.5 Mitigerende maatregelen 205

11 Scheepvaartveiligheid 208
11.1 Aanpak scheepvaartveiligheid 208
11.2 Doelstellingen 210
11.3 Werkwijze 210
11.3.1 SAMSON 210
11.3.2 Effect van het windpark 211

11.3.3 Model invoer en uitgangspunten 212
11.3.3.1 Verkeer 212
11.3.3.2 Gebruikte modellen 214
11.3.4 Gevolgschade 215
11.3.4.1 Schade aan windturbine en schip 215
11.3.4.2 Milieuschade 217
11.3.4.3 Bepalen persoonlijk letsel 218
11.3.5 Effecten voor de scheepvaart 219
11.4 Effectbeschrijving 220
11.4.1 Locatie en inrichtingsvarianten 220
11.4.2 Aanvaar/aandrijf frequenties 222
11.4.3 Gevolgschade 223
11.4.3.1 Schade aan het schip 223
11.4.3.2 Schade aan de windturbines 224
11.4.3.3 Milieuschade 224
11.4.3.4 Persoonlijk letsel 226
11.4.4 Effecten voor de scheepvaart 227
11.4.5 Het effect van het werkverkeer op het risico 228
11.4.5.1 Aanleg 228
11.4.5.2 Onderhoud 228
11.4.5.3 Verwijdering 228
11.4.6.Radardekking van de Nederlandse havens 228
11.4.7 Kruisende scheepvaart 229
11.4.7.1 Vergelijking opstellingen voor de varianten 229
11.4.8 Extra aanvaringen door zichtbelemmering 238
11.5 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 239
11.6 Mitigerende maatregelen 241
11.6.1 Gebruik van AIS 241
11.6.2 Inzet van De Waker 241
11.6.3 Mitigerende maatregelen bij kruisend verkeer 242

12 Straalpaden, radar en vliegverkeer 244
12.1 Inleiding 244
12.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 244
12.2.1 Straalpaden 244
12.2.2 Radar 245
12.2.3 Vliegverkeer 246
12.3 Effectbeschrijving 249
12.3.1 Straalpaden 249
12.3.2 Radar 250
12.3.3 Vliegverkeer 251
12.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 251
12.5 Mitigerende maatregelen 252

13 Andere gebruiksfuncties 254
13.1 Inleiding 254
13.2 Visserij 254
13.2.1.Huidige situatie en autonome ontwikkeling 255
13.2.2 Effecten van de inrichting 258
13.2.3 Effecten van aanleg en verwijdering 258
13.2.4 Effecten van het kabeltracé naar de kust 258

13.3 Militaire gebieden 259
13.4 Olie- en gaswinning 259
13.5 Zand-, grind- en schelpenwinning 261
13.6 Baggerstort 261
13.7 Kabels en leidingen 261
13.8 Recreatie 262
13.9 Cultuurhistorie en archeologie 263
13.10 Mosselzaadinvanginstallaties 263
13.11 Overige ontwikkelingen in zee 263
13.12 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 265
13.13 Mitigerende maatregelen 265

14 Energieopbrengst en vermeden emissies 266
14.1 Inleiding 266
14.2 Energieopbrengst 266
14.3 Vermeden emissies 269
14.4 Toetsing aan beleidsdoelstellingen ten aanzien van duurzame energie 270
14.5 Duurzaamheid en energiebalans 271

15 Cumulatieve effecten 274
15.1 Inleiding 274
15.2 De scenario's en hun locaties 275
15.3 Gebundeld scenario 282
15.3.1 Vogels 282
15.3.2 Zeezoogdieren 290
15.3.3 Vissen 292
15.3.4 Benthos 292
15.3.5 Overige effecten natuur en milieu 293
15.3.6 Geomorfologie 293
15.3.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 294
15.4 Versnipperd scenario 296
15.4.1 Vogels 296
15.4.2 Zeezoogdieren 303
15.4.3 Vissen 304
15.4.4 Benthos 305
15.4.5 Overige effecten natuur en milieu 305
15.4.6 Geomorfologie 305
15.4.7 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 305
15.5 Scheepvaartveiligheid 307
15.5.1 Inleiding 307
15.5.2 Minimumvariant 309
15.5.3 Maximumvariant 312
15.5.4 Samenvatting en conclusie effectbeschrijving 314

16 Samenvatting effecten en toetsing aan natuurwetgeving 317
16.1 Inleiding 317
16.2 Natuurbeschermingswet 1998 318
16.2.1 Inleiding 318
16.2.2 Werkingssfeer 318
16.2.3 Habitats en soorten 322
16.2.4 Het toetsingskader 322

16.2.5 Toetsing van de effecten 323
16.3 Flora- en faunawet 333
16.4 Nota Ruimte en IBN 2015 334
16.4.1 Inleiding 334
16.4.2 Werkingssfeer 334
16.4.3 Het toetsingskader 334
16.4.4 Toetsing van de effecten 336
16.5 OSPAR-verdrag 1992 338
16.5.1 Inleiding 338
16.5.2 Werkingssfeer 338
16.5.3 Het toetsingskader 338
16.5.4 Toetsing van de effecten 338
16.6 Onzekerheden bij interpretatie 339
16.7 Conclusie toetsing van de effecten 339
16.8 Samenvatting overige effecten 340

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_2 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.*, 2005] 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_2-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.*, 2005] 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.*, 2005]. 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 van kleiner of gelijk aan 50 km^2.

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 45 km uit de kust ter hoogte van Katwijk 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 Rijnveld West wordt voortgebouwd op deze kennis en ervaring en tevens 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.*, 2005] 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 45 km uit de kust ter hoogte van Katwijk (zie figuur 1.1). Het windpark ligt in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) en heeft een oppervlak van circa 14 km^2. 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 Scheveningen of de Maasvlakte. 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 gebruiksperiode zal het windpark worden verwijderd.
De coördinaten van het windpark zijn weergegeven in de onderstaande tabel in UTM ED50.

Tabel 1.1 Coördinaten windpark Rijnveld West

WTG		**COÖRDINATEN UTM (ED50)**	
		OOST	NOORD
1		534.683	5.796.089
2		534.342	5.795.455
3		534.002	5.794.820
4		533.662	5.794.185
5		533.322	5.793.551
6		532.982	5.792.916
7		532.642	5.792.281
8		532.302	5.791.647
9		535.402	5.796.112
10		535.062	5.795.477
11		534.722	5.794.843
12		534.382	5.794.208
13		534.042	5.793.574
14		533.702	5.792.939
15		533.362	5.792.304
16		533.022	5.791.670
17		532.682	5.791.035
18		536.122	5.796.135
19		535.782	5.795.500
20		535.442	5.794.866
21		535.102	5.794.231
22		534.762	5.793.596
23		534.422	5.792.962
24		534.082	5.792.327
25		533.741	5.791.692
26		533.401	5.791.058
27		536.841	5.796.158
28		536.501	5.795.523

29		536.161	5.794.888
30		535.821	5.794.254
31		535.481	5.793.619
32		535.141	5.792.985
33		534.801	5.792.350
34		534.461	5.791.715
35		534.121	5.791.081
36		533.781	5.790.446
37		535.521	5.792.373
38		535.181	5.791.738
39		534.841	5.791.103
40		534.501	5.790.469
41		534.161	5.789.834
OHVS		534.402	5.793.585
Buitengrens			
1		534.683	5.796.089
2		532.302	5.791.647
3		532.682	5.791.035
4		533.401	5.791.058
5		534.161	5.789.834
6		535.521	5.792.373
7		535.141	5.792.985
8		536.841	5.796.158

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

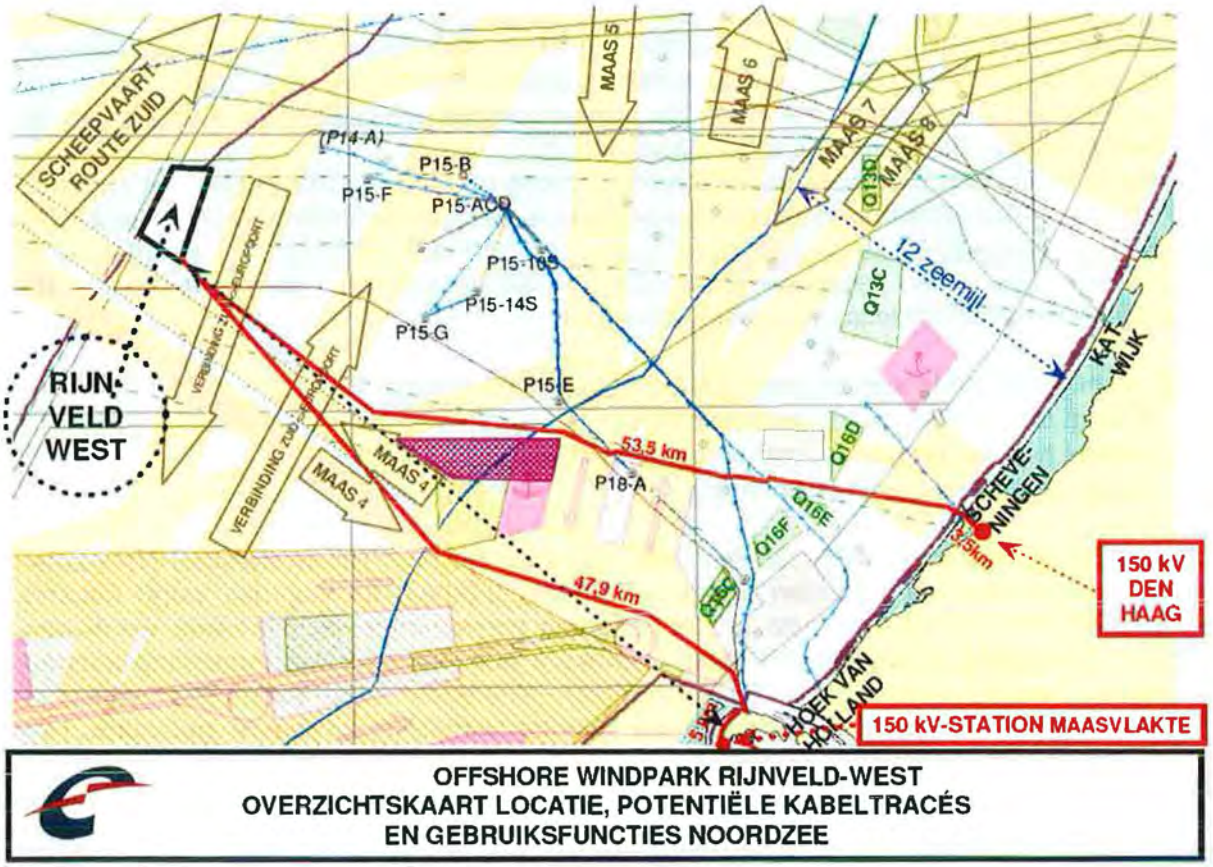
De startnotitie [E-Connection, 2005], die op 31 maart 2005 door E-Connection is ingediend bij Rijkswaterstaat Noordzee, vormt de formele start van de m.e.r.-procedure (zie figuur 1.2).

Rijkswaterstaat Noordzee heeft het initiatief bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant van 14 april 2005. In deze aankondiging is het publiek gewezen op de mogelijkheid om binnen vier weken schriftelijk te reageren.
Daarnaast is door Rijkswaterstaat Noordzee de startnotitie naar de Commissie voor de milieueffectrapportage (C-m.e.r.) en de andere wettelijke adviseurs voor advies gestuurd. Naar aanleiding van de startnotitie heeft de C-m.e.r. advies uitgebracht ten aanzien van de richtlijnen [C-m.e.r., 2005] voor dit milieueffectrapport.
Op 24 april 2005 heeft Rijkswaterstaat Noordzee, mede op basis van de ontvangen reacties, de richtlijnen [V&W, 2006] 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.

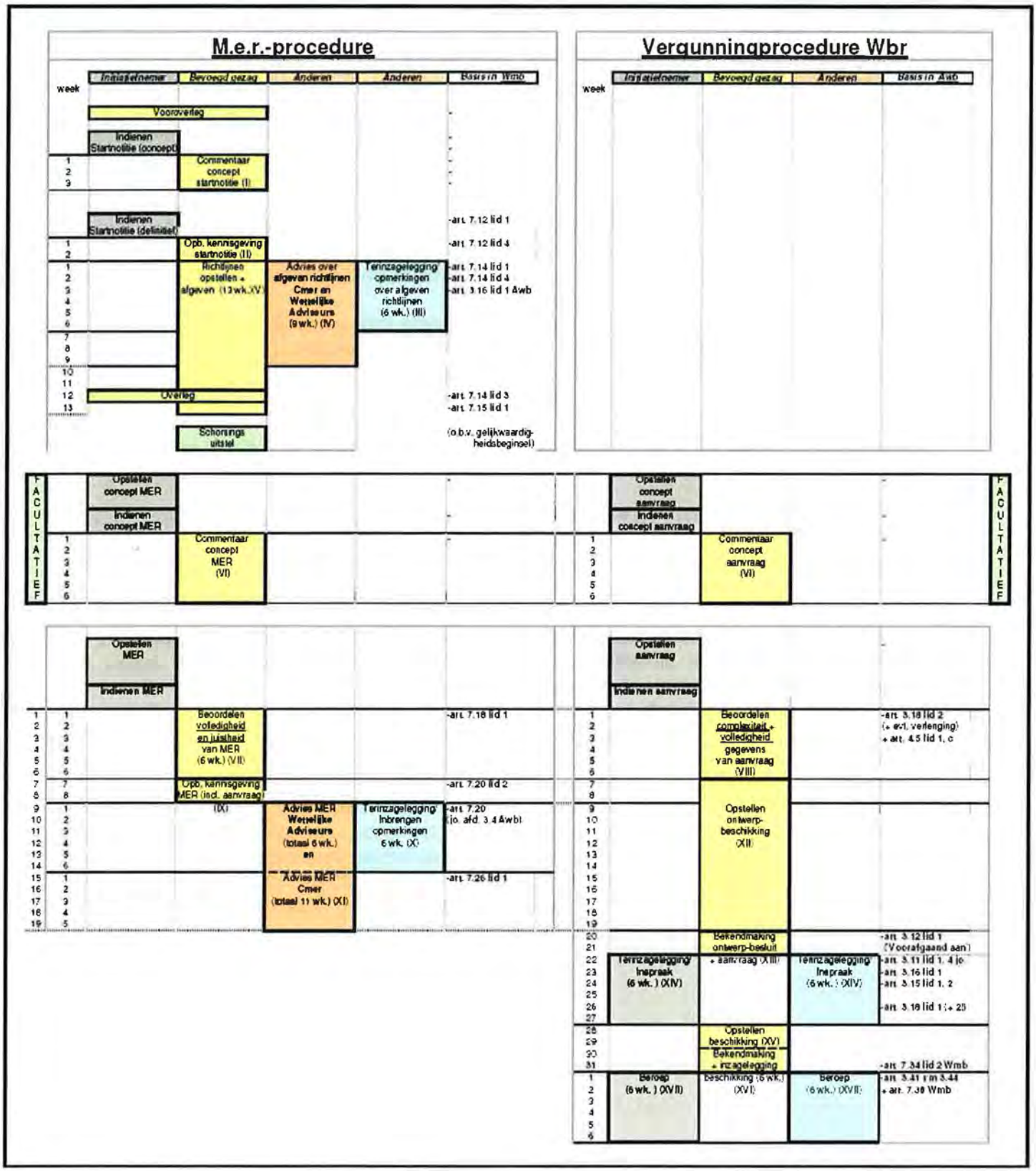
Na beoordeling en aanvaarding van het milieueffectrapport door Rijkswaterstaat Noordzee, kan de inspraakprocedure worden ingegaan. De mogelijkheid tot inspraak wordt bekend gemaakt volgens de daartoe in de wet opgenomen voorschriften. In dat kader wordt een openbare hoorzitting georganiseerd waar insprekers 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 Rijnveld West



OFFSHORE WINDPARK RIJNVELD-WEST
OVERZICHTSKAART LOCATIE, POTENTIËLE KABELTRACÉS
EN GEBRUIKSFUNCTIES NOORDZEE

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_2). 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_2 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 [Tweede Kamer, 1996]. Nederland heeft zich in EU-verband gecommitteerd 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 7.500 MW geïnstalleerd windturbinevermogen, waarvan tenminste 1.500 MW op land en 6.000 MW op zee. In de Nota Ruimte [VROM *et al.*, 2005] 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 Rijnveld West aan doelstellingen

Met de realisatie van offshore Windpark Rijnveld West 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 Rijnveld West (3 MW basisvariant) een bijdrage levert aan de verschillende doelstellingen.

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

Beleiddocument	Doelstelling	Bijdrage windpark
Nota Ruimte (2005)	In 2020 6.000 MW geïnstalleerd windturbinevermogen op zee	123 MW (2,1%)
Evaluatienota Klimaatbeleid (2005)	Reductie CO_2 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	477 GWh/jaar, dit is circa 0,4 % van het totale elektriciteitsverbruik (2004) en 4,9 % van de doelstelling
Derde Energienota (1996)	In 2020 dient 10% van het totale energiegebruik duurzaam te worden opgewekt, waarvan 17% uit windenergie	477 GWh/jaar, dit is circa 0,05% van het totale energieverbruik (in 2004) en 3,1 % 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
Milieubeleid	
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 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_2) 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_2-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_2. 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_2-emissiehandel niet hoger wordt dan nu.

Energiebeleid	
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 energie-voorziening. 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.

Natuurbeleid	
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 verstoring.
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 (www.vogelbescherming.nl). 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 ondertekent en zich daarmee verplicht om verontreiniging van het mariene milieu te voorkomen.
Habitatrichtlijn (92143/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 ecosysteemdoelen 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.

Waterbeleid	
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.
Rechten/verdragen op zee	
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 (art. 60 is specifiek gericht op installaties in de EEZ).

Overig beleid	
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 belangen 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 Oppervlaktedelfstoffen (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 oppervlaktedelfstoffen 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 ecosysteemdoelen 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_2-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, 2005] 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, 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^2 (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 Rijnveld West 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 Rijnveld West

Rijnveld West 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, 2006a], 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, 2008]. Daarbij is onder andere gekeken naar de bathymetrie (waterdiepte), morfologie van de bodem, oppervlaktesediment 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 Rijnveld West 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^2. De locatie Rijnveld West is kleiner dan 50 km^2. In de aanvraag van de vergunning Windpark Rijnveld West 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 45 km uit de kust ter hoogte van Katwijk (zie hoofdstuk 1 figuur 1.1). Het windpark ligt in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) en heeft een oppervlak van circa 14 km^2. 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, 41 windturbines worden geplaatst. Het totaal geïnstalleerd vermogen bedraagt daarmee (41 x 3 MW) 123 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 Scheveningen of de Maasvlakte (zie figuur 1.1). 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 de onderstaande tabel 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.

Tabel 4.1 Kenmerken van de voorgenomen activiteit

Kenmerk	Omschrijving
Windpark	
Locatie	Rijnveld West
Geïnstalleerd turbinevermogen	123 MW
Netto energieopbrengst	476.830 MWh/jaar
Aantal huishoudens, dat van stroom kan worden voorzien	142.900
Aantal windturbines	41
Gebruikstermijn	20 jaar
Waterdiepte	Variërend van 20 - 30 m
Minimum afstand tot kust	45 km
Fasering van bouw	Nee, aanleg in 1 jaar
Onderlinge afstand tussen windturbines	720 meter (= 8 x de rotordiameter)
Oppervlakte (excl. veiligheidszone)	circa 14 km^2
Oppervlakte (incl. veiligheidszone)	circa 24 km^2
Windturbines	
Vermogen	3 MW klasse
Rotordiameter	90 m
Ashoogte	65 m
Kleur	conform IALA richtlijnen [IALA, 2004]
Verlichting	conform IALA richtlijnen [IALA, 2004]
Fundering	
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
Kabeltracé (150 kV elektriciteitskabel)	
Traject over zee	Van het transformatorstation in het windpark naar het aanlandingspunt bij Scheveningen of Maasvlakte.
Traject over land	Van het aanlandingspunt bij Scheveningen of Maasvlakte 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

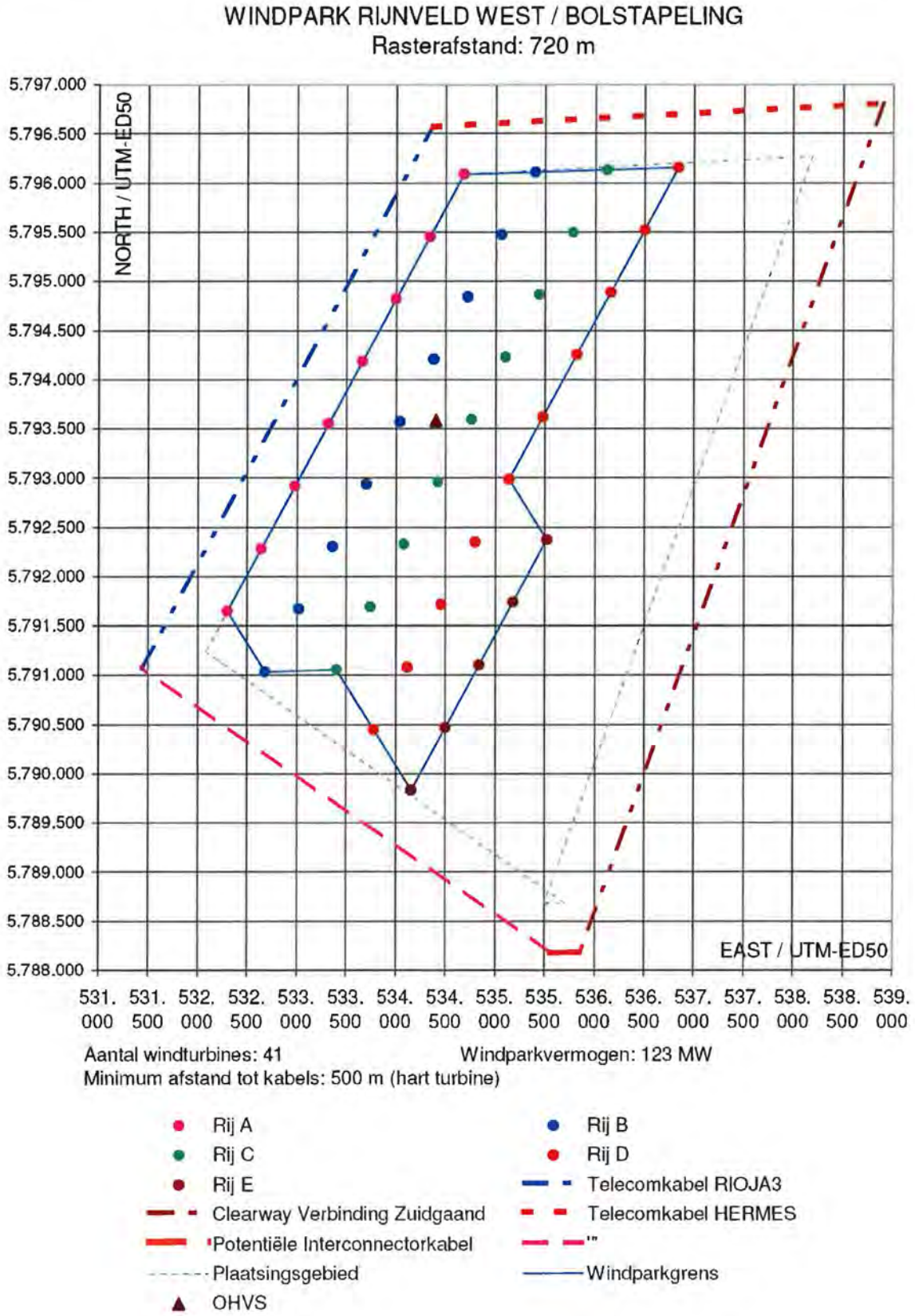
Bij de vergunningverlening voor Windpark Q7-WP (2002) en uit het MER NSW [Grontmij, 2003] is gebleken, dat een turbineopstelling op basis van gelijkzijdige driehoeken (de dichtste bolstapeling, in dit MER de "basisvariant" genoemd) het voordeel heeft dat meer turbines op eenzelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst. Vanuit milieuoptiek 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^2.

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 4.1 is de configuratie van de basisvariant (3 MW en 8D) weergegeven.

Figuur 4.1 Inrichting offshore Windpark Rijnveld West – 3 MW – basisvariant



4.1.1 Windturbines

Windturbine

Er zijn diverse offshore windturbinetypes 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 41 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).

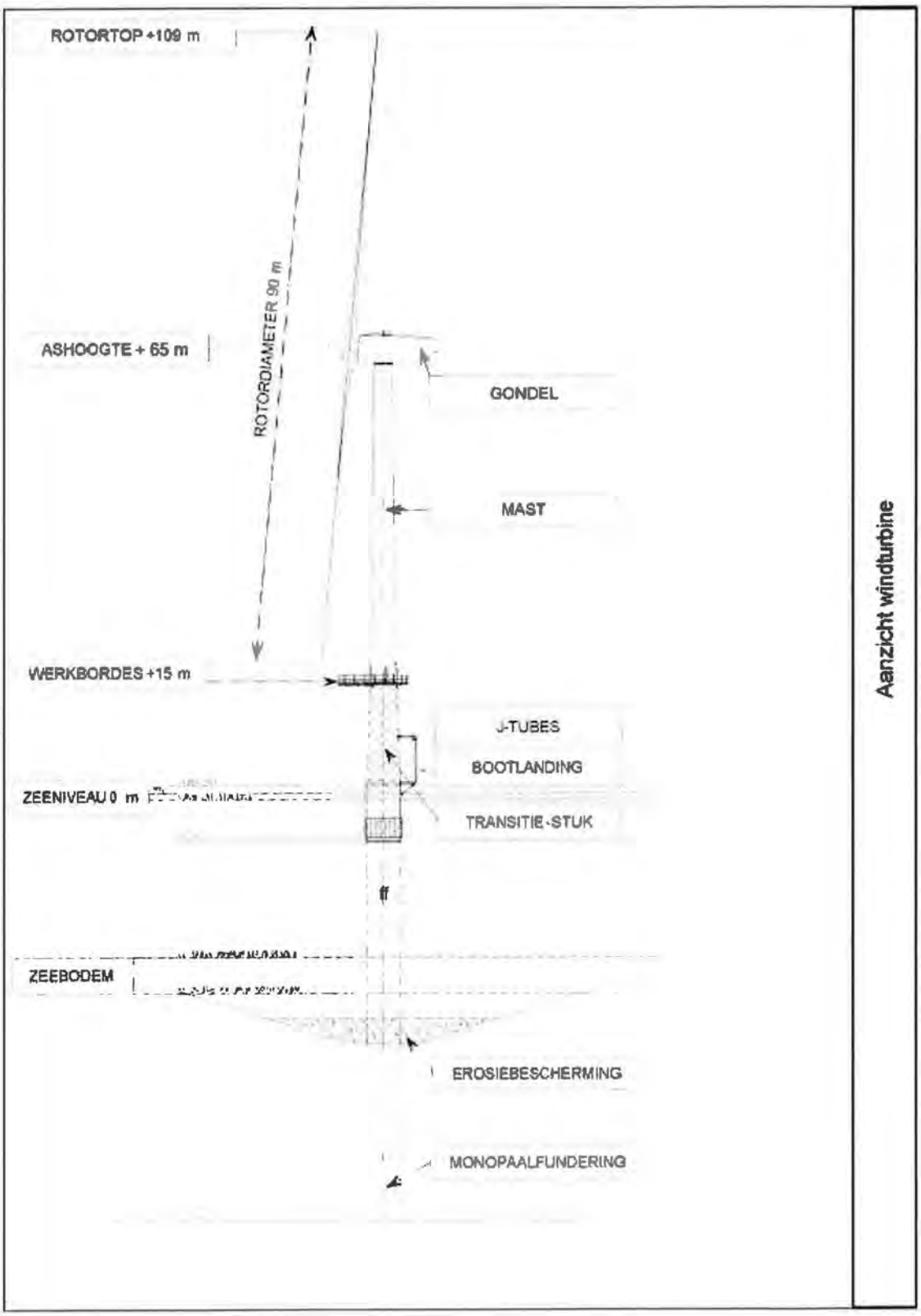
In het MER is als uitgangspunt genomen een ashoogte iets boven de minimum ashoogte van 65 meter. Deze marge is nodig om tijdens de detailengineering de totale constructie te kunnen optimaliseren, rekening houdend met de eigenfrequenties van de mast en de ondersteuningsconstructie.

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 4.2 is de opbouw van een windturbine weergegeven.

Figuur 4.2 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 windturbine 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.

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.

In de onderstaande tabel 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)	5,8 (MSL)
	4,5 m (zeebodem)	6,1 m (zeebodem)
Kleur	conform IALA richtlijnen	conform IALA richtlijnen
Verlichting	conform IALA richtlijnen	conform IALA richtlijnen

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).

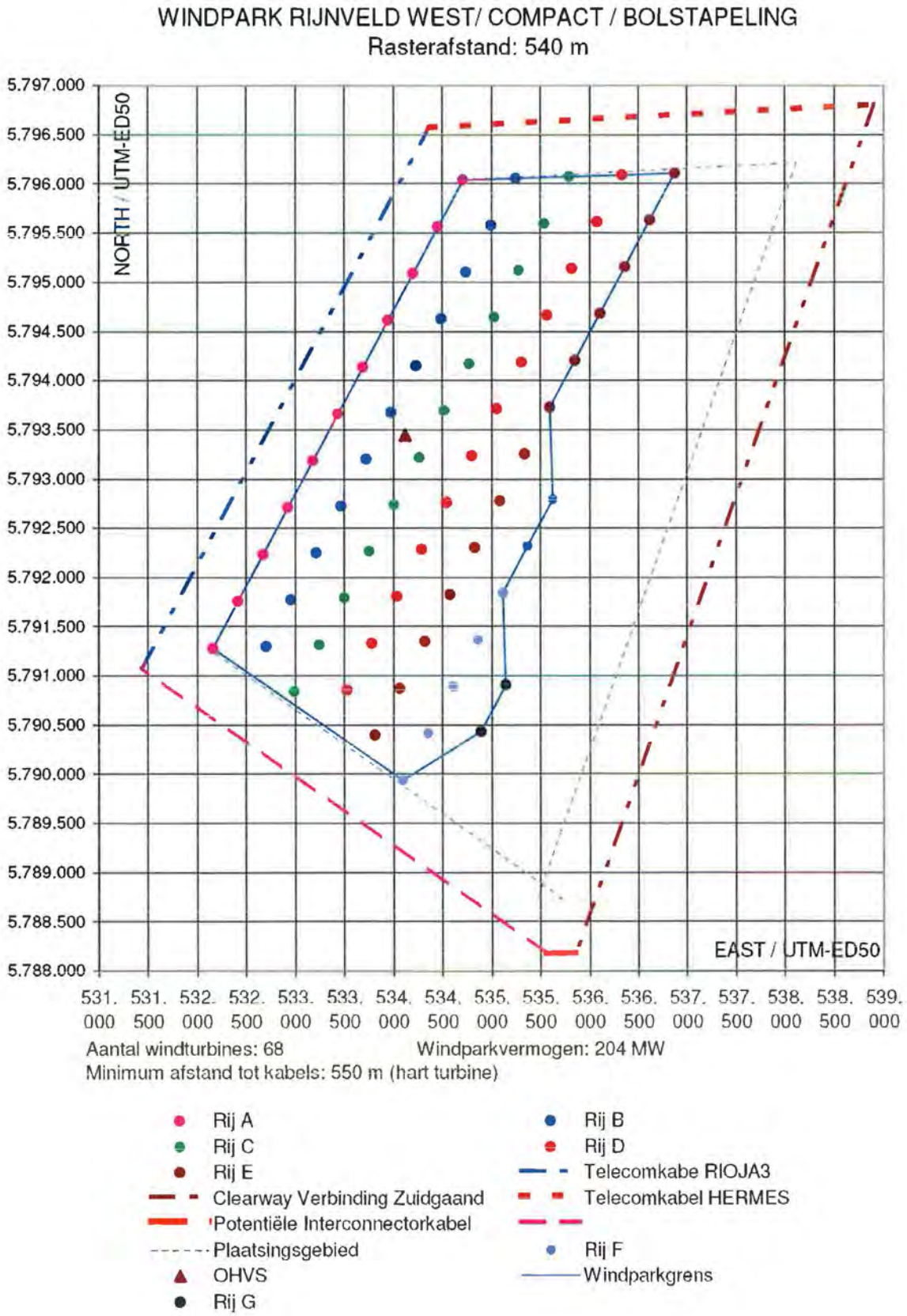
Wanneer de onderlinge afstand varieert, varieert ook het aantal windturbines dat kan worden opgesteld in het beschikbare zeegebied. In onderstaand tabel is het aantal windturbines behorende bij de verschillende inrichtingsvarianten aangegeven.

Tabel 4.3 Aantal windturbines per variant

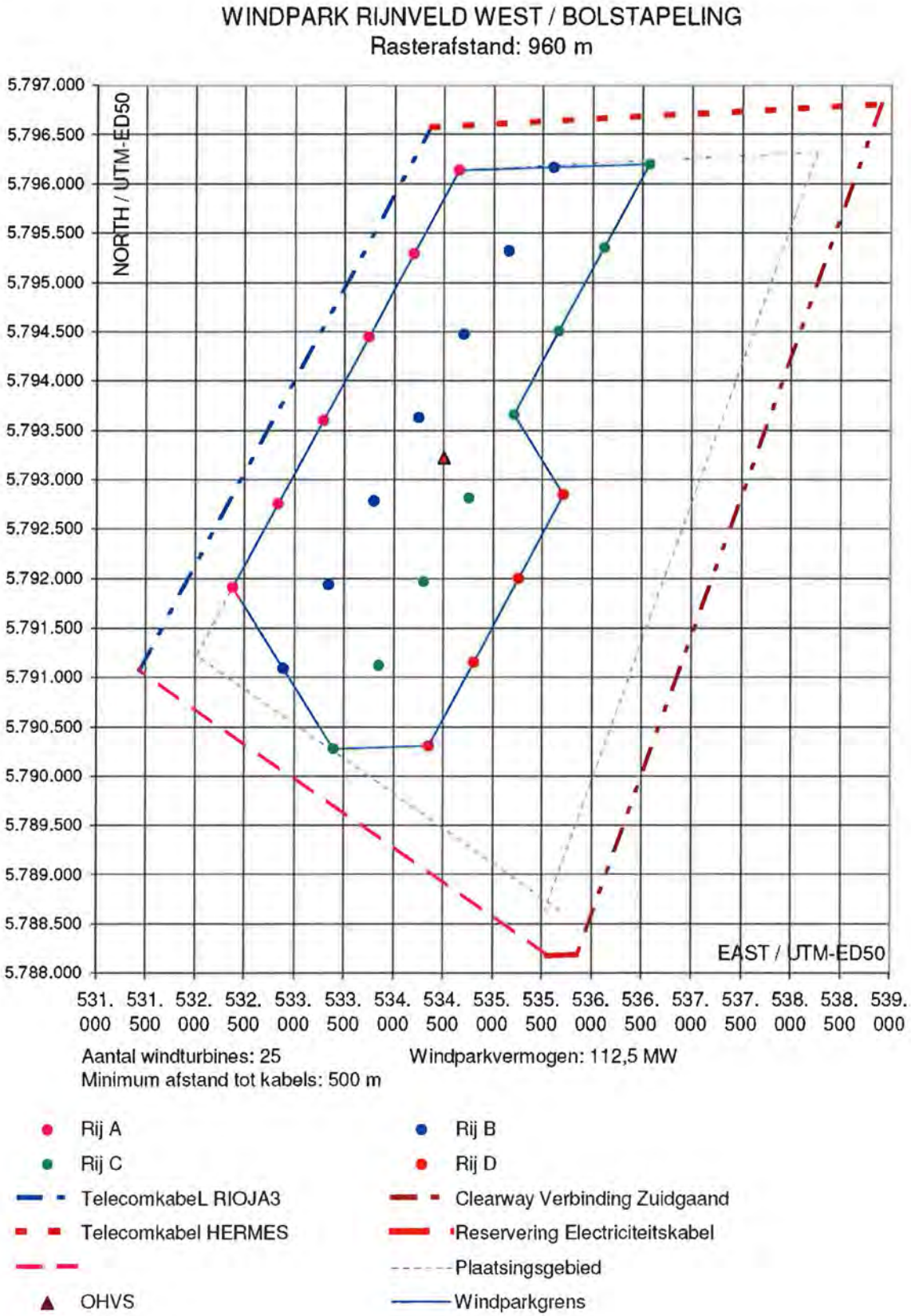
	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Aantal windturbines	41	68	25	41

In figuur 4.3 is de configuratie van de compacte 3 MW variant weergegeven. Naast de compacte 3 MW variant worden ook de basisvariant 4,5 MW beschreven en de compacte 4,5 MW variant.
In figuur 4.4 is de opstelling van de windturbines in de basisvariant 4,5 MW weergegeven en in figuur 4.5 de opstelling in de compacte 4,5 MW variant.

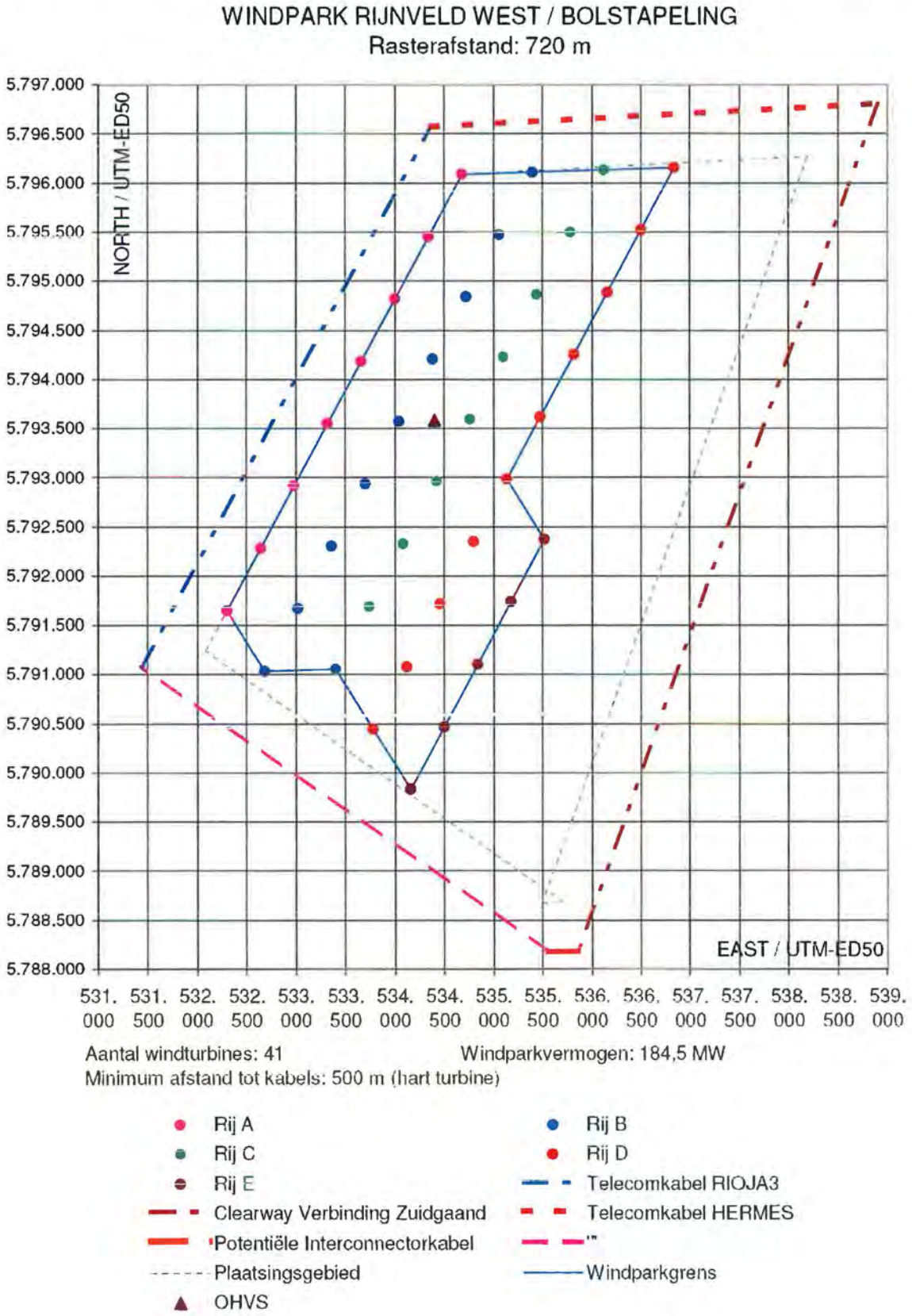
Figuur 4.3 Inrichting offshore windpark Rijnveld West 3 MW compacte variant



Figuur 4.4 Inrichting offshore windpark Rijnveld West 4,5 MW basisvariant



Figuur 4.5 Inrichting offshore windpark Rijnveld West 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 30 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-foulings) 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
Eerste laag		
Oppervlaktediameter	circa 25 m	circa 34 m
Dikte	circa 0,5 m	circa 0,5 m
Oppervlakte	circa 490 m^2	circa 910 m^2
Volume	circa 245 m^3	circa 455 m^3
Tweede laag		
Oppervlaktediameter	circa 21 m	circa 29 m
Dikte	circa 1,4 m	circa 1,4 m
Oppervlakte	circa 345 m^2	circa 660 m^2
Volume	circa 485 m^3	circa 925 m^3

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 [Grontmij, 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 Peripherical 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. 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.

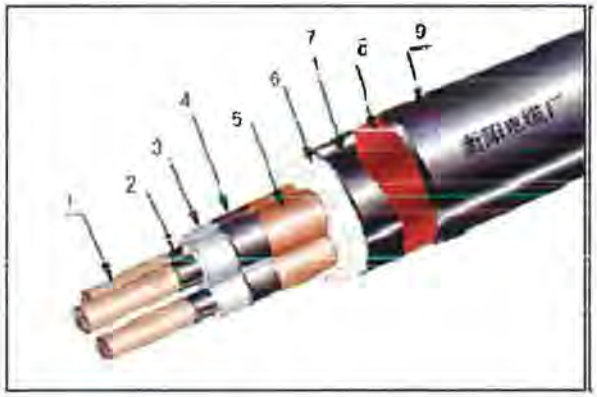
In verband met beperking van de zichtbaarheid vanaf de kust zou voor het gedeelte van de windturbine boven het werkbordes gekozen kunnen worden voor een niet opvallende kleur, zoals grijs. Daarentegen kan ter vergroting van de zichtbaarheid voor de scheepvaart juist gekozen worden voor een opvallende 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 4.6). 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 4.6 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.

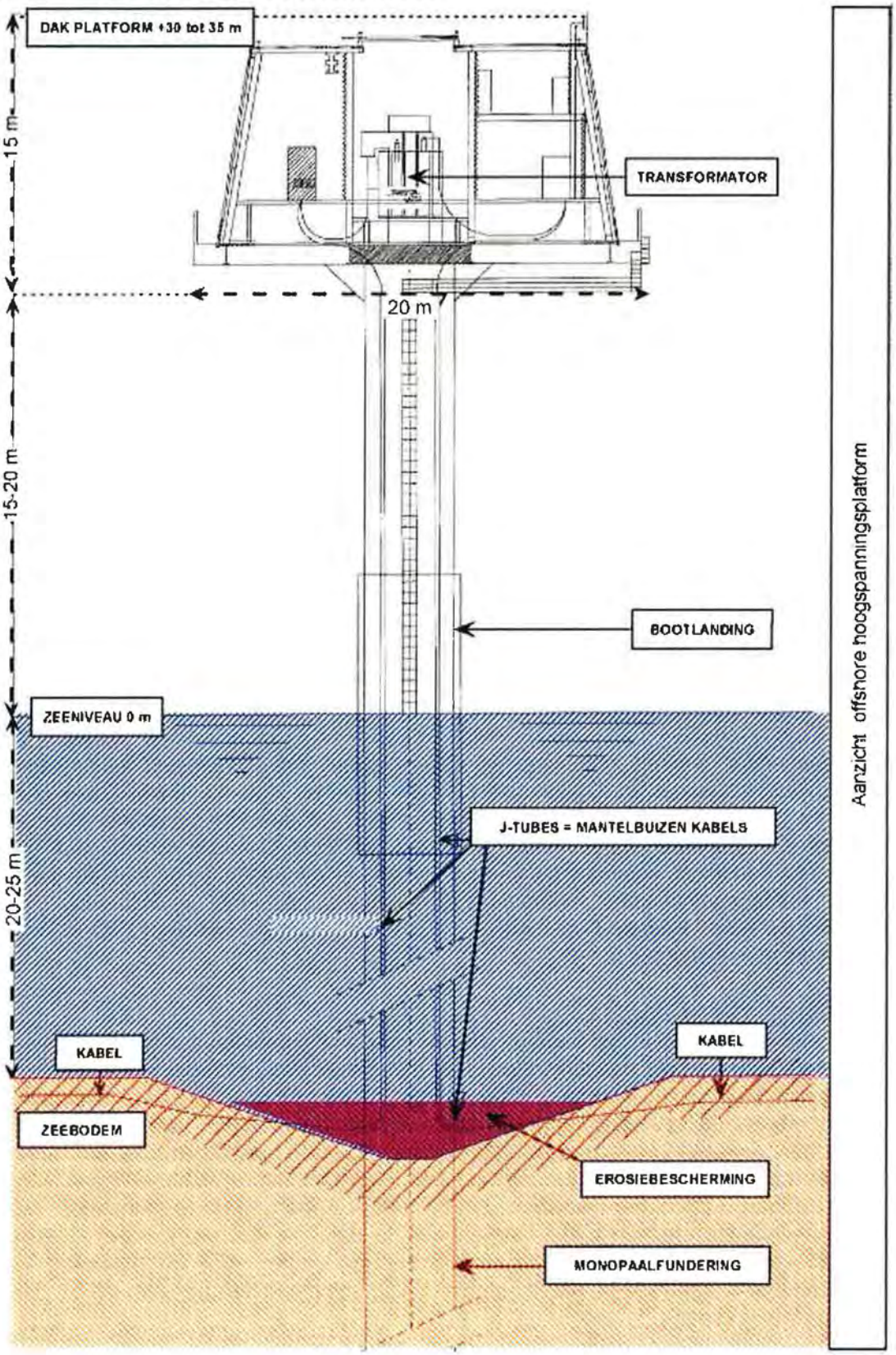
Bij het voorlopig ontwerp van de parkbekabeling is het belangrijkste criterium de beperking van de kosten. Des te kleiner de kabellengte, des te lager de kosten. Dit is ook gunstig voor het milieu: Des te kleiner de kabellengte, des te minder effect op het milieu.
Op de middenspanningskabels kan afhankelijk van het spanningsniveau 25 – 40 MW worden aangesloten. Dat betekent dat, afhankelijk van het spanningsniveau en windturbinetype, 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^2 (aan het begin van de kabel, als één windturbine is aangesloten) tot 500 mm^2 (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 4.7 is een voorbeeld weergegeven van een offshore transformatorstation. Dit is het transformatorstation zoals oorspronkelijk gepland voor het offshore windpark Q7-WP.

Figuur 4.7 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) SF6-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 transformatorstations
Het transformatorstation is in het midden van het windpark geplaatst (zie figuur 4.1). 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.

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. 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 4.8 geeft een overzicht weer van het Nederlandse transportnet.

Figuur 4.8 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 en Wateringen. 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 vier mogelijke aanlandingspunten voor Windpark Rijnveld West (van noord naar zuid):

- Aanlanding IJmuiden en aansluiting te Beverwijk/ Velsen;
- Aanlanding bij Noordwijk en aansluiting te Sassenheim (aansluiting op 150 kV-station 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
IJmuiden ligt op grotere afstand van Windpark Rijnveld West dan de overige aansluitpunten. Dit leidt tot hogere kosten en als gevolg daarvan een grotere milieubelasting. Om die reden wordt deze variant in het MER niet nader uitgewerkt.

Aanlanding bij Noordwijk en aansluiting te Sassenheim
Noordwijk en Sassenheim liggen op grotere afstand van Windpark Rijnveld West dan de overige aansluitpunten. Dit leidt tot hogere kosten en als gevolg daarvan een grotere milieubelasting. Om die reden wordt deze variant in het MER niet nader uitgewerkt.

Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Den Haag
Via het aanlandingspunt bij Scheveningen kan Windpark Rijnveld West 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 2 x 300 MVA. Ook in Den Haag is geen transformatie nodig. Het transport vanaf het windpark geschiedt op een spanning van 150 kV.
Windpark Rijnveld West in de basisvariant met 3 MW windturbines heeft een vermogen van 123 MW. Dit vermogen kan aangesloten worden op Den Haag. Om die reden wordt Den Haag in dit MER als een realistische optie voor de aansluiting van het windpark beschouwd.

Aansluiting van Windpark Rijnveld West op het 150 kV-station Den Haag is voor de initiatiefnemer een aantrekkelijke optie.
De afstand van het windpark tot het aanlandingspunt en tot het aansluitpunt is bij een aansluiting op Den Haag iets langer dan een aanlanding bij en aansluiting op de Maasvlakte en korter dan aanlanding bij IJmuiden en aansluiting op Sassenheim.

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, 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 Rijnveld West 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 wordt in dit MER beschouwd als een realistische optie voor de aansluiting van het windpark.

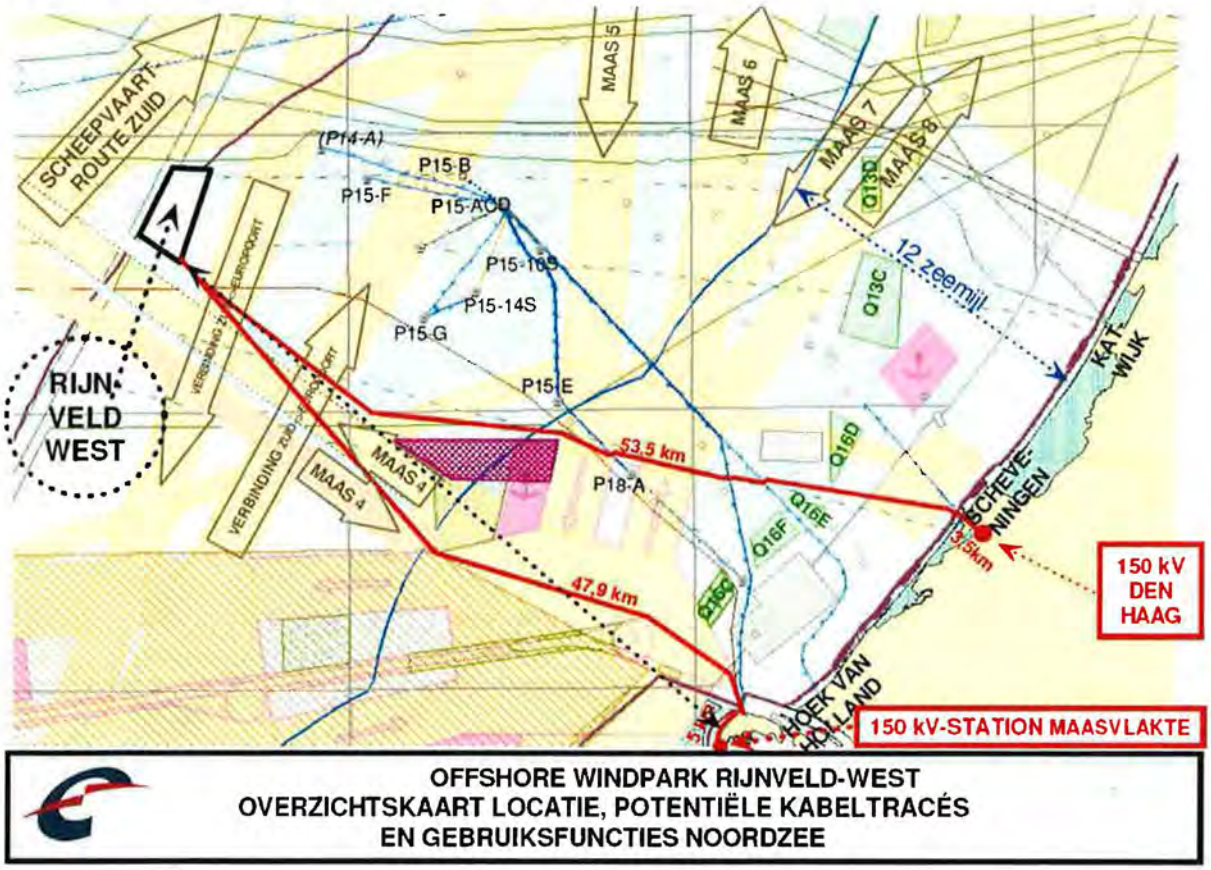
Te onderzoeken kabeltracés
In beginsel is op de Maasvlakte en in Den Haag voldoende capaciteit aanwezig om Offshore Windpark Rijnveld West aan te sluiten. In dit MER worden de volgende kabeltracés naar deze aansluitpunten onderzocht:

- Aanlanding bij de Maasvlakte en aansluiting op 150 kV station Maasvlakte;
- Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting op 150 kV station Den Haag.

De tracélengte bij aanlanding bij Scheveningen en aansluiting op Den Haag bedraagt circa 57 km (53,5 km zeetracé en 3,5 km landtracé). De tracélengte bij aanlanding en aansluiting op de Maasvlakte bedraagt circa 52,9 km (47,9 km zeetracé en 5 km landtracé).

De tracés voor aansluiting op de twee genoemde punten zijn weergegeven in figuur 4.9.
In dit MER worden uitsluitend deze varianten voor de aansluiting van het windpark nader uitgewerkt en beschreven.

Figuur 4.9 Locatie Windpark Rijnveld West en kabeltracés



Potentiële aanlandingspunten en tracés op land op de Maasvlakte

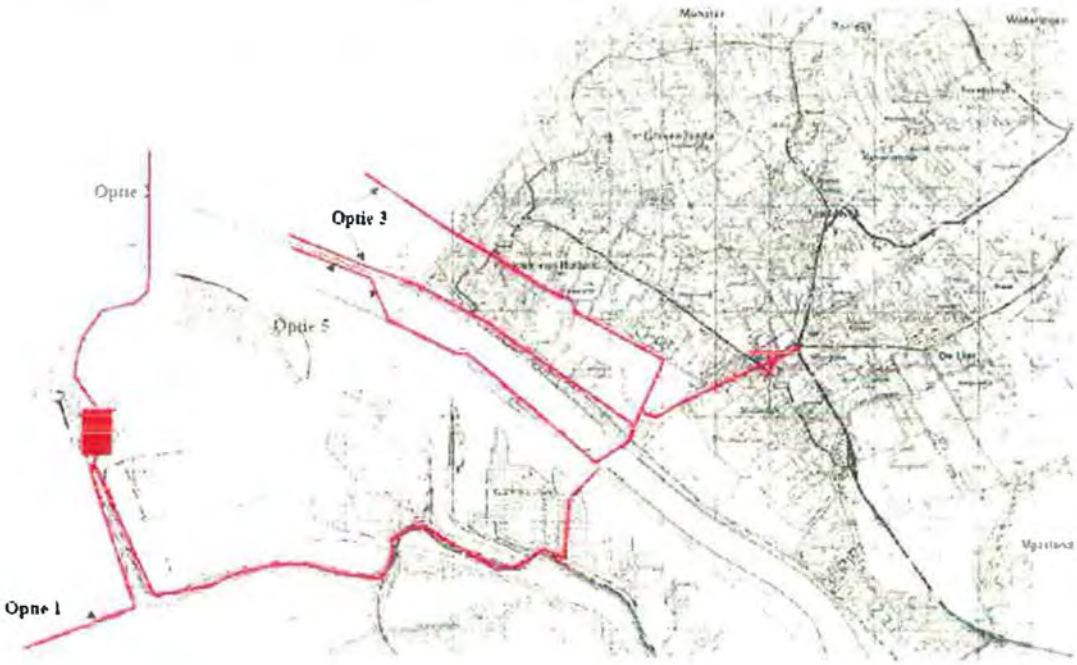
In de studie Connect II is de kansrijkheid van onderstaande opties voor aansluiting op de Maasvlakte onderzocht:

- Optie 1: aanlanding via de zuidzijde Maasvlakte
- Optie 2: aanlanding via de noordzijde Maasvlakte
- Optie 3: aanlanding bij Hoek van Holland
- Optie 4: aanlanding bij Monster
- Optie 5: aanlanding bij landtong van Rozenburg

In onderstaande figuren zijn de aanlandingspunten en de routes over land naar de elektriciteitscentrales weergegeven.

Figuur 4.10 Locatie Maasvlakte en omgeving (bron: Connect II)

Figuur 4.11 Locatie Maasvlakte en de omgeving inclusief optie 5 (bron: Connect II)



Een aanlanding via de zuidzijde van de Maasvlakte (optie 1) is voor de locatie Rijnveld West, gezien de ligging van de locatie, geen realistische optie. Vanuit het gegeven dat binnen de Randstad beperkte fysieke mogelijkheden aanwezig zijn voor de aanleg van kabeltracés, zijn aanlandingen bij Hoek van Holland (optie 3) en Monster (optie 4) het minst waarschijnlijk [EZ, 2005]. Met name de woningbouwplannen bij Hoek van Holland en de bestaande bebouwing (kassen en woningen) bij Monster vormen ruimtebeperkende factoren. Op deze opties wordt in dit MER niet verder ingegaan. Als op de Maasvlakte wordt aangeland, dan gebeurt dit vanaf het noorden.

De noordzijde van de Maasvlakte (optie 2) biedt ruimtelijke mogelijkheden, zeker als de 2de Maasvlakte wordt aangelegd. Hier speelt met name de technische uitvoering van de kabeltracés een doorslaggevende rol.
Ook optie 5 lijkt veelbelovend door de aanwezigheid van ruimte (fysiek en via het bestemmingsplan) voor kabels en leidingen. Onduidelijk is in hoeverre er begrenzingen zijn aan de omvang van een daar op te richten station. De opties 2 en 5 worden hieronder nader beschouwd.

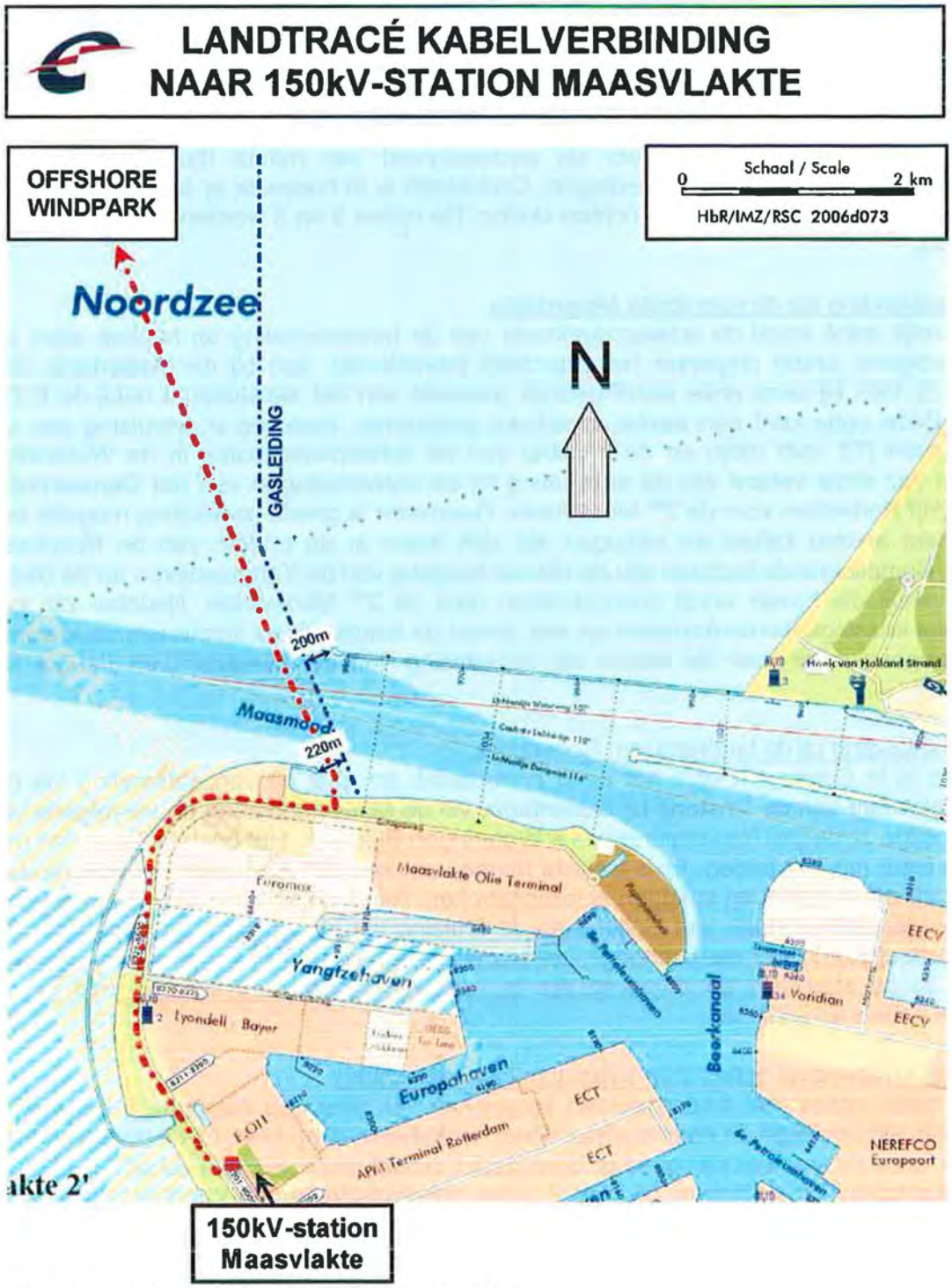
Optie 2: aanlanding via de noordzijde Maasvlakte
Het noordelijk tracé kruist de scheepvaartroute van de havenmonding op haakse wijze en landt vervolgens, onder ongeveer het noordelijk havenhoofd, aan bij de Maasvlakte (zie figuur 4.12). Ook bij deze optie wordt gebruik gemaakt van het aansluitpunt nabij de E.On centrale. Deze optie kent een aantal specifieke problemen, zoals de doorkruising van de Yangtzehaven (72 voet diep) en de kruising van de scheepvaartroutes in de Waterweg. Voordelen van deze variant zijn de aansluiting bij de ontwikkelingen van het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam voor de 2de Maasvlakte. Daarnaast is goede aansluiting mogelijk ten opzichte van andere kabels en leidingen die zich thans in de bodem van de Noordzee bevinden. Complicerende factoren zijn de nieuwe toegang van de Yangtzehaven en de diepe geul die vanuit die haven wordt doorgetrokken naar de 2de Maasvlakte. Nadelen zijn het grote aantal kruisingsovereenkomsten op zee, zowel de lengte als de diepte van de kruising van de toegangsroute naar de haven als de kruising van de Yangtzehaven (lengte en diepte).

Optie 5: aanlanding bij de landtong van Rozenburg
Deze optie is in Connect II voor het eerst onderzocht, en gaat uit van aanlanding via de strek- en blokdam van de lanstong bij Rozenburg, via de Maeslandtkering en vervolgens via de toekomstige zuidelijke Randstadring naar Wateringen-Bleiswijk. Het bestemmingsplan (nu leidingen) biedt mogelijkheden. Er is wellicht ruimte voor een 380 kV-station, bovengrondse verbindingen zijn mogelijk en er liggen al leidingstroken. Aandachtspunten zijn de aanlanding op de Noorderdam bij Hoek van Holland en de kruising van de ondiepe passage voor de kleinere scheepvaart door de landtong. Onderzocht moet worden of er voldoende fysieke ruimte is in de strekdam en of er sprake is van wederzijdse beïnvloeding met de al aanwezige kabels en leidingen.

Vergelijking en afweging opties 2 en 5 (aanlanding Maasvlakte)
Wanneer beide opties met elkaar worden vergeleken valt direct op dat optie 2 het meest aantrekkelijk lijkt vanwege de kortere afstand van het kabeltracé op land. Of dit daadwerkelijk zo zal zijn, is op dit moment niet goed te beoordelen, omdat niet goed in te schatten valt hoe de mogelijke technisch problemen bij optie 2 (zoals doorkruising van de Yangtze haven) zich verhouden tot nadelen van optie 5.

Op grond van het feit dat in ieder geval de lengte van het kabeltracé bij optie 2 significant korter is dan bij optie 5, wordt een aanlanding conform optie 2 in dit MER als uitgangspunt genomen voor de variant "aanlanding op de Maasvlakte".

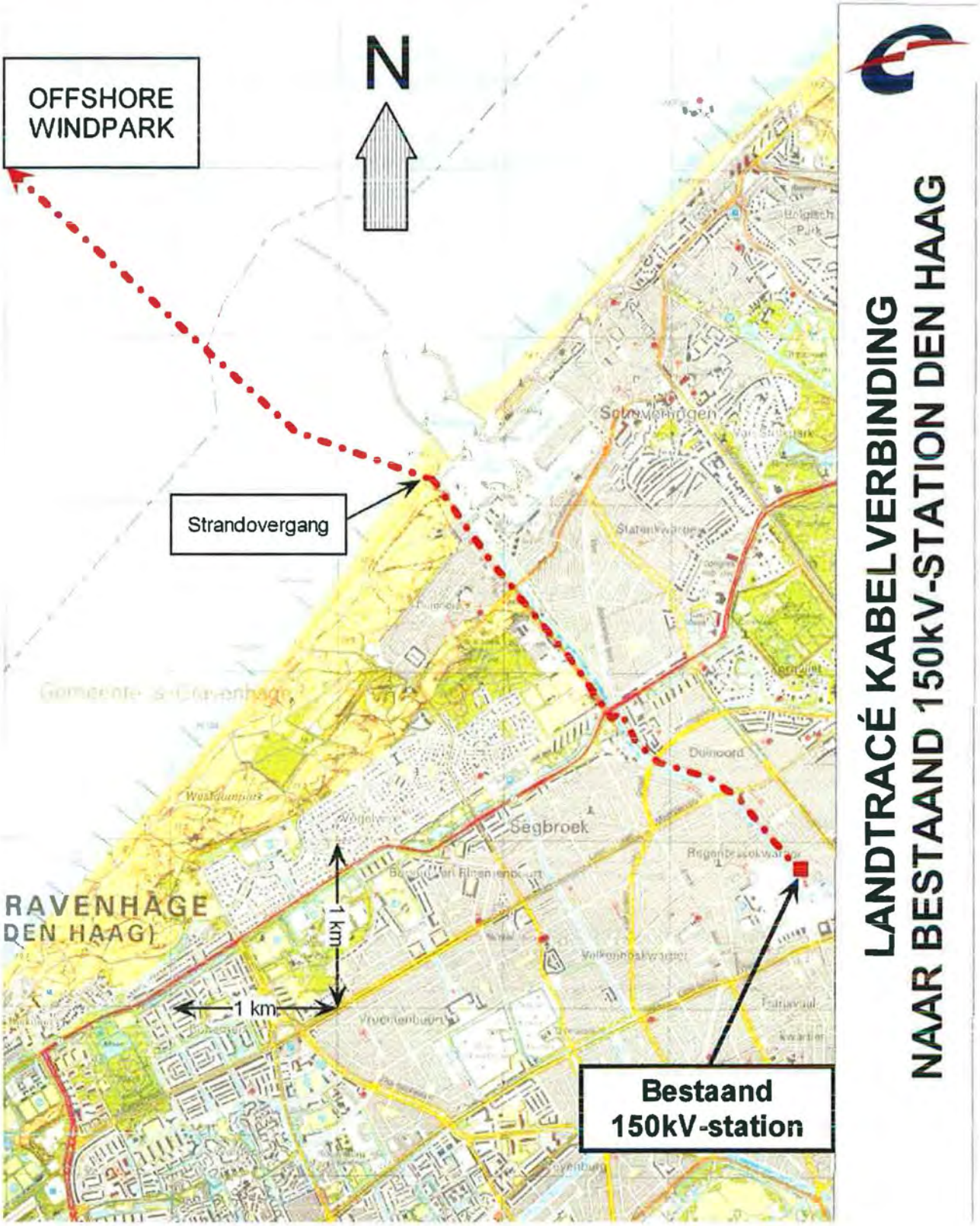
Figuur 4.12 Aanlanding bij de Maasvlakte en aansluiting op station Maasvlakte (optie 2)



(Bron: Ondergrondkaart Havenbedrijf Rotterdam)

Aanlandingspunt en tracé op land bij Scheveningen (Den Haag)
Voor aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Den Haag is er één realistische optie over land (zie figuur 4.13). De exacte ligging van het zeetracé is nog niet bekend. Het geplande kabeltracé op land grenst aan de zuidzijde van het haventerrein van Scheveningen en het Verversingskanaal. Het tracé kruist geen natuur- of duingebied. De kans op het voorkomen van bijzondere of beschermde soorten is verwaarloosbaar als gevolg van het jarenlange industriële en grootstedelijke gebruik van het terrein langs het tracé.
Vanaf de aanlanding bij het strand van Scheveningen ter hoogte van de zuidzijde van de Derde Haven volgt het tracé de Houtrustweg. Ter hoogte van de kruising met de President Kennedylaan kruist het tracé het Afvoerkanaal. De route volgt het kanaal tot het 150 kV station aan De Constant Rebecquestraat.

Figuur 4.13 Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Den Haag



4.3.2 Afweging aanlanding

In beginsel is in Den Haag en op de Maasvlakte voldoende capaciteit aanwezig om Offshore Windpark Rijnveld West aan te sluiten. In dit MER worden de volgende kabeltracés naar deze aansluitpunten onderzocht:

- Aanlanding bij de Maasvlakte en aansluiting op 150 kV station Maasvlakte
- Aanlanding bij Scheveningen en aansluiting op het 150 kV station Den Haag

De tracélengte bij aanlanding bij Scheveningen en aansluiting te Den Haag bedraagt circa 57 km (53,5 km zeetracé en 3,5 km landtracé). De tracélengte bij aanlanding en aansluiting op de Maasvlakte bedraagt circa 52,9 km (47,9 km zeetracé en 5 km landtracé).

Windpark Rijnveld West ligt ongeveer even ver van de aanlandingspunten bij Scheveningen en op de Maasvlakte. In verband met de hoge investeringskosten en de geringe milieueffecten gaat de voorkeur uit naar het kortste kabeltracé. Dat is het tracé dat aanlandt op de Maasvlakte en aansluit op het daar aanwezige 150 kV station.

4.3.3 Beschrijving kabeltracés van offshore windpark naar aanlandingspunt

Kabeltracé via aanlandingspunt op de Maasvlakte naar aansluiting op de Maasvlakte

Het kabeltracé van het windpark naar het aanlandingspunt op de Maasvlakte heeft een lengte van circa 48 km. Het tracé kruist één in gebruik zijnde telecomkabel en twee verlaten telecomkabels. De verlaten telecomkabels zullen plaatselijk worden verwijderd. Het tracé kruist geen olie- of gasleidingen. Vanaf het aanlandingspunt loopt het kabeltracé parallel aan de openbare weg naar het onderstation bij de centrale van E.On.

Kabeltracé via aanlandingspunt Scheveningen naar aansluiting te Den Haag

Het kabeltracé van het windpark naar het aanlandingspunt bij Scheveningen heeft een lengte van circa 53,5 km. Het tracé kruist één in gebruik zijnde telecomkabel en twee verlaten telecomkabels. De verlaten telecomkabels zullen plaatselijk worden verwijderd. Het tracé kruist ook drie olie- en gasleidingen.
Na de duinkruising volgt het kabeltracé bestaande infrastructuur: de openbare weg, een kanaal en een industrieterrein, tot het station in Den Haag.

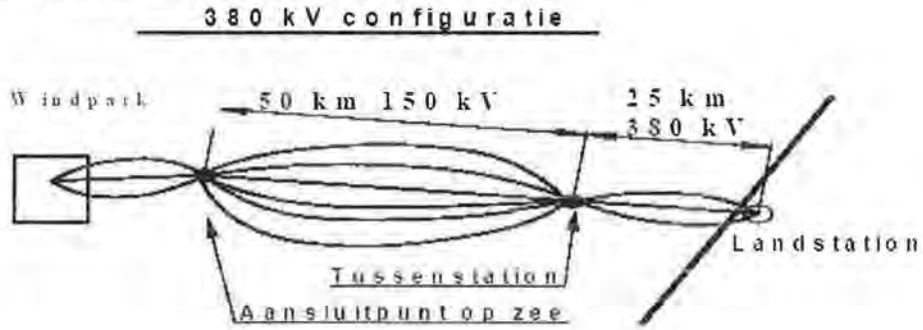
4.4 Kabeltracé algemeen

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 4.14 en onderstaand kader.

Figuur 4.14 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 zeewering, (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 kan worden verstoord. De grootte van bovengenoemde effecten is rechtevenredig 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 rechtevenredig 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 Rijnveld West 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	123	1 kabel	Maasvlakte	47,9	Maasvlakte	47,9
			Scheveningen	53,5	Scheveningen	53,5
Compacte variant 3 MW	204	1 kabel	Maasvlakte	47,9	Maasvlakte	47,9
			Scheveningen	53,5	Scheveningen	53,5
Basisvariant 4,5 MW	112,5	1 kabel	Maasvlakte	47,9	Maasvlakte	47,9
			Scheveningen	53,5	Scheveningen	53,5
Compacte variant 4,5 MW	184,5	1 kabel	Maasvlakte	47,9	Maasvlakte	47,9
			Scheveningen	53,5	Scheveningen	53,5

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 visserschepen en de voorschriften uit de vergunningen voor Q7-WP en NSW.
Voor het tracé naar de kust worden twee varianten onderzocht: aanlanding bij de Maasvlakte en bij Scheveningen. Vanaf het aanlandingspunt loopt het tracé vervolgens naar het aansluitpunt op het landelijk hoogspanningsnet (respectievelijk op de Maasvlakte en in Den Haag).

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 Kruising 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.

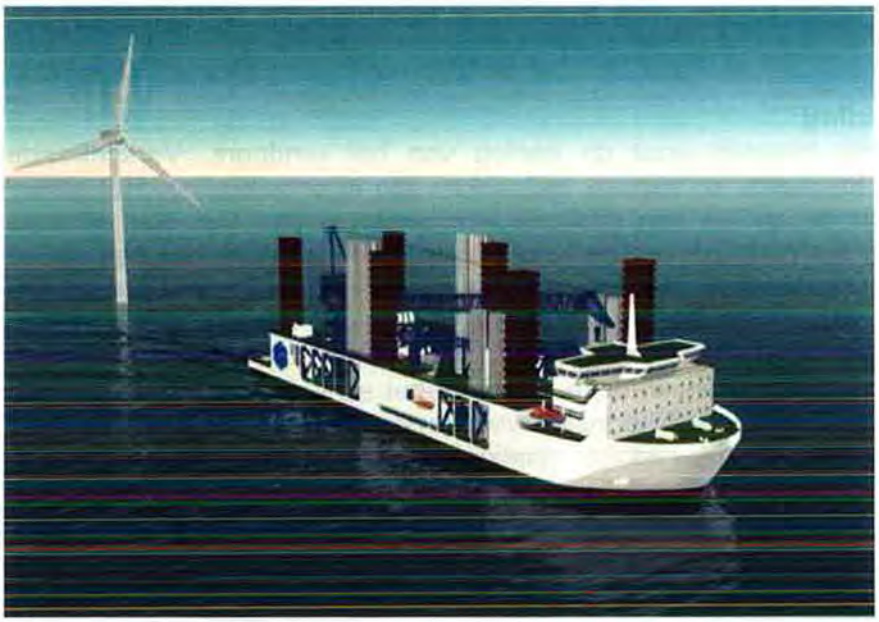
4.5 Aanleg windpark

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 4.15) en de "Resolution" (zie figuur 4.16).

Figuur 4.15 Installatieschip Jumping Jack

Figuur 4.16 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 Rijnveld West kan, uitgaande van de basisvariant (41 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.

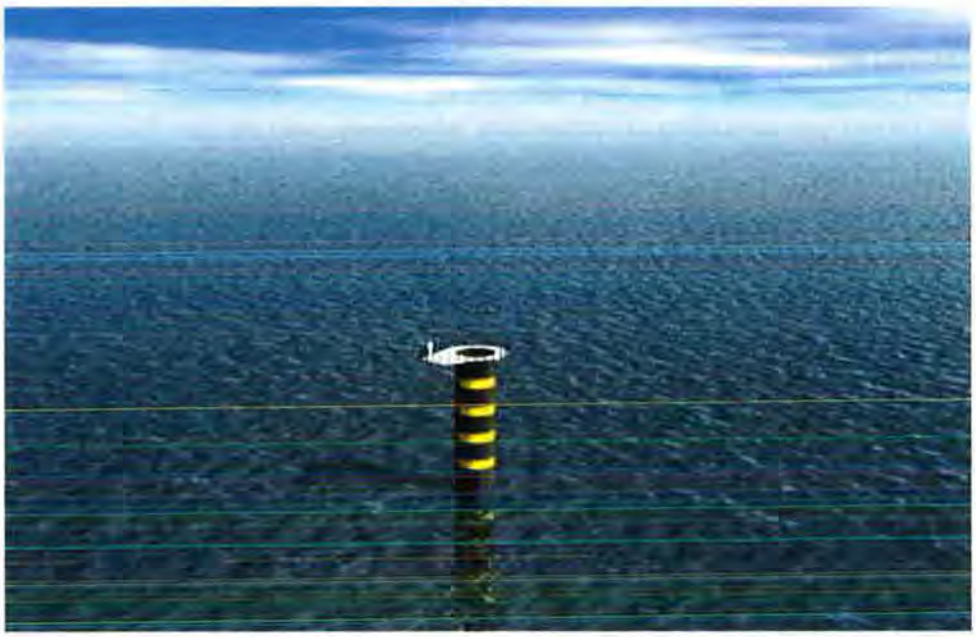
Transport van de fabriek naar het haventerrein

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 4.17).

Figuur 4.17 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 4.18) wordt een finale inspectie uitgevoerd.

Figuur 4.18 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 (fluïdiseert), 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 zeekabels 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 kabellegschip. Het gewicht van de kabel kan (afhankelijk van de doorsnede) oplopen tot 450 ton per kabel. Het kabellegschip 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 kabellegschip 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 zeekabel en ingegraven. Door deze werkwijze wordt het duingebied maximaal ontzien.

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 markeringssysteem 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 van de effecten van helikopters. Ook is het risico op ongevallen bij schepen kleiner dan bij helikopters.
Het onderhoud valt uiteen in twee categorieën: gepland preventief onderhoud en het verhelpen van (ongeplande) storingen en uitvoeren van reparaties.

<u>Gepland onderhoud</u>
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. In het bij de aanvraag Wbr vergunning gevoegde Verwijderingsplan wordt de ontmanteling van het windpark meer in detail beschreven.

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

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 worden volledig verwijderd, tenzij blijkt dat verwijdering uit oogpunt van milieueffecten minder wenselijk is. Bij het verwijderen van de kabels 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 en aansluiting op de Maasvlakte.

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 5 km door het havengebied. 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 in het noordelijke deel van de Maasvlakte. Vanaf daar volgt het tracé in westelijke en later zuidelijke richting de Europaweg en kruist de Yangtzehaven. Na de kruising met de Yangtzehaven volgt het tracé weer de Europaweg om vervolgens aangesloten te worden op het 150kV-station Maasvlakte.

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 als 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 plaggen 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_2-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 (km^2) en energieopbrengst (kWh of MWh).

Aan het einde van dit hoofdstuk zijn de Samenvattende Tabellen voor Vergelijking van Alternatieven (tabel 4 uit de Richtlijnen) opgenomen. Tabel 3 uit de Richtlijnen is niet opgenomen omdat effecten op beschermde gebieden en soorten niet optreden (zie hoofdstuk 16).

5.2 Effectvergelijking

5.2.1 Vergelijking van de inrichtingsvarianten voor het windpark

Vogels

Omdat de locatie Rijnveld West relatief ver uit de kust ligt (circa 45 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 geen sprake zal zijn. In de zomerperiode zijn dan ook weinig problemen te verwachten ten aanzien van aanvaringsslachtoffers, barrièrewerking en verstoring. Tijdens de trek (in het voor- en najaar) zullen (zee)vogels over de locatie Rijnveld West (willen) trekken. Het overgrote deel zal een trekbaan volgen die dichter bij land ligt dan Windpark Rijnveld West. Ook voor de belangrijkste soorten, de Vogelrichtlijn Annex I soorten, geldt dat deze in meerderheid een trekbaan zullen volgen die dichter bij land ligt dan de locatie Rijnveld West.

Omdat de locatie Rijnveld West 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 14 km^2 en de kustlangse oriëntatie van het windpark, zal ten aanzien van seizoenstrek de mogelijke barrièrewerking niet relevant zijn.

Wel bestaat het risico op aanvaringsslachtoffers. Als gevolg van Windpark Rijnveld West worden op grond van de in dit MER gehanteerde berekeningsmethoden (hoofdstuk 7) ongeveer duizend aanvaringsslachtoffers per jaar verwacht. Het aantal mogelijke aanvaringsslachtoffers is bij de basisvarianten lager dan bij de compacte varianten. Bij gelijke configuratie (6D of 8D) zijn de varianten met 3 MW of 4,5 MW windturbines vrijwel vergelijkbaar. Echter, de 4,5 MW varianten scoren iets beter dan de 3 MW varianten. Dit is te verklaren door het kleinere aantal windturbines.

De aanleg en verwijdering van het windpark zal tussen april en eind september mogelijk kunnen leiden tot verstoring van aanwezige vogels. Dit geldt vooral in de periode april/mei wanneer relatief hoge dichtheden van zeevogels aanwezig zijn. Dit is echter een tijdelijk effect.
De kwalitatieve beoordeling van vogels is samen met de kwalitatieve beoordeling van zeezoogdieren weergegeven in de samenvattende effecttabellen aan het einde van dit hoofdstuk.

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 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 aanvaringsslachtoffers bij de verschillende inrichtingsalternatieven Rijnveld West

Soortgroep	Basis 3 MW	Compacte 3 MW	Basis 4, 5MW	Compact 4,5 MW
Alkachtigen	39,3	65,2	27,5	45,1
Jan van gent	23,6	39,2	16,5	27,1
Ganzen en zwanen	0,2	0,3	0,1	0,2
Grote stern	2,2	3,7	1,5	2,5
Visdief/noordse stern	8,3	13,8	5,8	9,5
Steltlopers	0,6	1,1	0,5	0,7
Landvogels	70,2	116,5	49,1	80,6
Noordse stormvogel	36,9	61,2	25,8	42,3
Drieteenmeeuw	632,9	1049,7	442,5	725,7
Zilvermeeuw	8,9	14,7	6,2	10,2
Kleine mantelmeeuw	110,8	183,7	77,4	127,0
Grote mantelmeeuw	12,0	19,9	8,4	13,8
Stormmeeuw	5,0	8,3	3,5	5,7
Jagers	0,2	0,3	0,1	0,2

Tabel 5.2 Percentages potentiële aanvaringsslachtoffers bij de verschillende inrichtingsalternatieven Rijnveld West 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	0,002	0,003	0,001	0,002
Jan van gent	900.000	0,003	0,004	0,002	0,003
Ganzen en zwanen**	1.009.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	160.000	0,001	0,002	0,001	0,002
Visdief/noordse stern	1.500.000	0,001	0,001	0,000	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	0,002	0,001	0,002
Drieteenmeeuw	8.400.000	0,008	0,012	0,005	0,009
Zilvermeeuw	2.200.000	0,000	0,001	0,000	0,000
Kleine mantelmeeuw	900.000	0,012	0,020	0,009	0,014
Grote mantelmeeuw	470.000	0,003	0,004	0,002	0,003
Stormmeeuw***	1.800.000	0,000	0,000	0,000	0,000
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; bron: 1% grenzen voor de soorten, tabel 9, Van Roomen *et al.* [2005], aangevuld met gegevens uit 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.

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

Tabel 5.3 Percentages potentiële aanvaringsslachtoffers bij de verschillende inrichtingsalternatieven Rijnveld West 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	0,023	0,038	0,016	0,026
Jan van gent	6	54.000	0,044	0,073	0,031	0,050
Ganzen en zwanen	10	100.900	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	15	24.000	0,009	0,015	0,006	0,011
Visdief/noordse stern	15	225.000	0,004	0,006	0,003	0,004
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	0,022	0,036	0,015	0,025
Drieteenmeeuw	20	1.680.000	0,038	0,062	0,026	0,043
Zilvermeeuw	20	440.000	0,002	0,003	0,001	0,002
Kleine mantelmeeuw	20	180.000	0,062	**0,102**	0,043	0,071
Grote mantelmeeuw	20	94.000	0,013	0,021	0,009	0,015
Stormmeeuw	20	360.000	0,001	0,002	0,001	0,002
Jagers	10	3.500	0,005	0,009	0,004	0,006

* 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 (MWh) 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 14 km^2). 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 45 km) is het windpark vanaf de kust niet 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, onderhoud en 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 scoren de compacte varianten beter dan de basisvarianten. De zichtbaarheid van alle varianten is vrijwel gelijk: het windpark is namelijk niet zichtbaar vanaf de kust, maar de energieopbrengst van de compacte varianten is ruim anderhalf keer zo hoog dan bij de basisvarianten.

Effect op landschap in relatie tot het ruimtegebruik
Het oppervlak van het plangebied is voor alle varianten gelijk (circa 14 km^2). Omdat ook de zichtbaarheid van alle varianten vrijwel gelijk is, biedt de zichtbaarheid per eenheid van ruimte (km^2) geen toegevoegde waarde.

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 oppervlak van het plangebied is bij alle varianten gelijk. Het relateren van de effecten van het windpark aan het ruimtegebruik biedt derhalve geen toegevoegde waarde.

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. Dit aspect wordt dan ook negatief beoordeeld. Echter, het windpark beslaat maar een klein deel van het totale NCP (0,02 %). Er is geen/nauwelijks onderscheid tussen de 3 MW en 4,5 MW varianten. In tabel 5.6 wordt een kwalitatieve effectbeoordeling voor macrobenthos en vissen gegeven. In de samenvattende effecttabellen aan het einde van dit hoofdstuk wordt een uitgebreide kwalitatieve beoordeling voor zeezoogdieren gegeven.

Tabel 5.6 Effectbeoordeling macrobenthos en vissen

Soorten	Huidige Situatie	Alle varianten		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent	Mogelijk significant?
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m^2)	12,5	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	nee
Diversiteit macrobenthos (H_o)	15	- (verwijdering soorten)	++ (hard substraat)	nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	++ (refugium)	nee
Diversiteit vissen (H_o)	50 (kustzone)	- (geluid)	0	nee

Effecten op zeezoogdieren in relatie tot de energieopbrengst
Wanneer het effect op zeezoogdieren wordt gerelateerd aan de energieopbrengst scoren de compacte varianten beter dan de basisvarianten. Deze effecten zijn echter niet significant verschillend per variant (zie de samenvattende effecttabel per eenheid opgewekte energie aan het einde van dit hoofdstuk).

Effecten op zeezoogdieren in relatie tot het ruimtegebruik
Bij min of meer gelijkblijvende effecten en voor alle varianten een gelijke oppervlakte van het plangebied, zijn de uitkomsten per oppervlakte eenheid niet significant verschillend (zie de samenvattende effecttabel per oppervlakte eenheid aan het einde van dit hoofdstuk).

Scheepvaartveiligheid
In tabel 5.7 en tabel 5.8 zijn de belangrijkste resultaten samengevat van het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid voor de verschillende varianten.

Tabel 5.8 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 scheepvaartrisico bij toepassing van 4,5 MW windturbines ongeveer 65% kleiner dan bij toepassing van 3 MW windturbines.

Tabel 5.7 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)

Inrichtingsvariant **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km^2]	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	14,14	476830	41	0,011025	0,001929	0,028576	0,001614	0,043144
4,5 MW	13,57	475000	25	0,007228	0,001428	0,017863	0,001028	0,027547

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

Inrichtingsvariant **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km²]	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	14,14	476830	41	2,31E-08	4,05E-09	5,99E-08	3,38E-09	9,05E-08
4,5 MW	13,57	475000	25	1,52E-08	3,01E-09	3,76E-08	2,16E-09	5,80E-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 0,40%. 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 bijna 38% 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 5.9 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Kans op aanvaringen en aandrijvingen	-	–	0/-	-

Uit de bovenstaande effectbeoordeling blijkt dat de 3 MW compacte variant vanwege de relatief grote dichtheid aan 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.

<u>Effect op scheepvaartveiligheid in relatie tot de energieopbrengst</u>
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 5.10 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid per eenheid energieopbrengst

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Kans op aanvaringen en aandrijvingen	-	-	-	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 14 km^2).

Straalpaden
Windpark Rijnveld West wordt niet doorsneden door een straalpad. Er is dus geen sprake van een effect op straalpaden, dit is weergegeven in tabel 5.11.

Tabel 5.11 Effectbeoordeling straalpaden

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
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 Rijnveld West heeft naar verwachting effect op radar. Het windpark ligt geheel binnen het bereik van vaste radarstations. Het effect wordt veroorzaakt door de locatie en omvang van Windpark Rijnveld West. De wijze van inrichting van het windpark is niet of nauwelijks van invloed op dit effect. In alle gevallen zal sprake zijn van hinder van radarsystemen. In tabel 5.12 is de kwalitatieve beoordeling weergegeven. Radarverstoring kan worden opgelost door het plaatsen van (een) steunradar(s).

Tabel 5.12 Effectbeoordeling radar

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
effect op radar	-	-	-	-

Effect op radar in relatie tot de energieopbrengst
Wanneer het effect wordt gerelateerd aan de energieopbrengst scoren de compacte varianten beter dan de basisvarianten, omdat de energieopbrengst van de compacte varianten ruim anderhalf keer zo hoog is dan van de basisvarianten.

Tabel 5.13 Effectbeoordeling radar per eenheid energieopbrengst

	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
effect op radar	0/-	0	0/-	0

Effect op radar in relatie tot het ruimtegebruik
Het relateren van de effecten van het windpark op radar aan het ruimtegebruik biedt geen toegevoegde waarde omdat het oppervlak van het plangebied bij alle varianten gelijk is (circa 14 km^2).

Vliegverkeer
Windpark Rijnveld West 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 voor de burgerluchtvaart.
Omdat het windpark niet nabij een gebied met olie- en gasplatforms gepland is, zijn geen effecten te verwachten voor het helikopterverkeer van en naar deze platforms.
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.
In tabel 5.14 zijn de effecten van Windpark Rijnveld West 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 helikopterverkeer	0	0	0	0

Effecten op vliegverkeer 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 vliegverkeer heeft.

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 oppervlak van het plangebied bij alle varianten gelijk is (circa 14 km^2).

Andere gebruiksfuncties
Het windpark heeft nauwelijks effecten op de bestaande gebruiksfuncties (zie tabel 5.16). Dit komt doordat bij de locatiekeuze reeds rekening is gehouden met de in het gebied aanwezige gebruiksfuncties. Circa 0,014% van het beviste 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 vrijwel 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.

Tabel 5.16 Effectbeoordeling andere gebruiksfuncties

Toetsingscriterium	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
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
Uit de effectbeoordeling blijkt dat geen van de toetsingscriteria negatief wordt beoordeeld. Omdat er geen verschil is tussen de varianten heeft de variant met de hoogste energieopbrengst (compacte varianten) de voorkeur. De effecten per eenheid energie zijn dan immers het kleinst.

Effecten op andere gebruiksfuncties in relatie tot het ruimtegebruik
Het relateren van de effecten op andere gebruiksfuncties als gevolg van het windpark aan het ruimtegebruik biedt geen toegevoegde waarde omdat het oppervlak van het plangebied bij alle varianten gelijk is (circa 14 km^2).

Energieopbrengst en vermeden emissies
De hoeveelheid vermeden emissies is gerelateerd aan de energieopbrengst, waardoor de compacte varianten beter scoren dan de basisvarianten.

Tabel 5.17 Effectbeoordeling energieopbrengst (MWh) en vermeden emissies (ton)

Toetsingscriterium	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
netto energieopbrengst (MWh)	+ 476.800	++ 790.800	+ 475.000	++ 779.000
vermeden CO_2 emissie (ton CO_2)	+ 286.200	++ 474.700	+ 285.200	++ 476.600
vermeden NO_x emissie (ton NO_x)	+ 281	++ 467	+ 280	++ 460
vermeden SO_2 emissie (ton SO_2)	+ 134	++ 222	+ 133	++ 218

Effecten in relatie tot het ruimtegebruik
Bij de effectbeoordeling in relatie tot het ruimtegebruik blijkt (zie tabel 5.18), dat zowel de energieopbrengst als de vermeden emissies per eenheid ruimtegebruik (km^2) bij de compacte varianten duidelijk hoger liggen dan bij de beide basisvarianten.

Tabel 5.18 Effectbeoordeling energieopbrengst en vermeden emissies per eenheid ruimtegebruik

Toetsingscriterium	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
netto energieopbrengst (MWh/km^2)	+ 34.100	++ 56.500	+ 33.900	++ 55.600
vermeden CO_2 emissie (ton CO_2/km^2)	+ 20.400	++ 33.900	+ 20.400	++ 33.400
vermeden NO_x emissie (ton NO_x/km^2)	+ 20	++ 33	+ 20	++ 33
vermeden SO_2 emissie (ton SO_2/km^2)	+ 10	++ 16	+ 10	++ 16

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 de Maasvlakte, scoort in theorie iets beter, omdat het totale kabeltracé korter is dan het tracé met aanlanding bij Scheveningen.

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 van belang, die significant verschillen voor de diverse varianten. Daarom worden slechts die toetsingscriteria beschouwd waarvan de beoordeling per variant significant verschilt (zie tabel 5.19). 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.

MMA op basis van de totale effecten

In tabel 5.19 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 is een verschil vastgesteld tussen de 3 MW compacte variant en de overige varianten. Alleen bij de 3 MW compacte variant komt het percentage aanvaringsslachtoffers van de kleine mantelmeeuw ten opzichte van de natuurlijke mortaliteit boven de 0,1 procent. Bij de overige varianten blijven deze percentages voor alle vogelsoorten onder de 0,1 procent.

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 van de windturbines. De 3 MW en 4,5 MW compacte varianten scoren duidelijk beter wat betreft energieopbrengst en vermeden emissies, vanwege de hogere energieopbrengsten bij deze varianten.

Tabel 5.19 Effectbeoordeling onderscheidende toetsingscriteria (absolute zin)

Toetsingscriterium	3 MW basisvariant	3 MW compacte variant	4,5 MW basisvariant	4,5 MW compacte variant
Vogels				
Aanvaringsrisico				
- aanleg	0	0	0	0
- gebruik	0/-	-	0/-	0/-
- verwijdering	0	0	0	0
Scheepvaartveiligheid				
Risico op aandrijvingen en aanvaringen				
- aanleg	0	0	0	0
- gebruik	-	--	0/-	-
- verwijdering	0	0	0	0
Energieopbrengst en vermeden emissies				
- netto energieopbrengst	+	++	+	++
- vermeden CO_2 emissie	+	++	+	++
- vermeden NO_x emissie	+	++	+	++
- vermeden SO_2 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 en de onderlinge verschillen in effecten tussen de inrichtingsvarianten resulteren niet in een voorkeur voor één van de inrichtingsvarianten.

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.

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.

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 5.20.

Tabel 5.20 Effectbeoordeling onderscheidende toetsingscriteria per MWh

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

Wanneer voor het aspect vogels het aantal aanvaringsslachtoffers 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 5.22). Dit is te verklaren door een relatief klein aantal turbines gerelateerd aan een groot turbinevermogen. 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

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 3 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 zogeffecten leiden, wat leidt tot een lagere energieopbrengst (en dus lagere emissiereductie) dan verwacht. Tijdens de *aanleg- en verwijderingfase* is er 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. Ten aanzien van het aspect vissen, zeezoogdieren en geomorfologie wordt opgemerkt dat de verschillende alternatieven tijdens *de aanleg-, gebruiks- en verwijderingfase* nauwelijks onderscheidend te noemen zijn. Voor het aspect scheepvaartveiligheid geldt dat meer turbines tijdens de *gebruiksfase* leiden tot meer risico's.

Uit de samenvattende effecttabellen blijkt dat het berekende aandeel dat van de vogelpopulatie in de zuidelijke Noordzee tijdens de *gebruiksfase* van het windpark in botsing komt met een windturbine zeer klein is.

Enige mogelijke negatieve effecten doen zich voor bij de kleine mantelmeeuw met 0,102 procent additionele mortaliteit in de 3 MW compacte variant. 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 ordegrootte(n) groter is/ zijn dan waar in dit document mee gerekend is. De inschatting is dan ook dat de aanvaringsgetallen van het geplande windpark geen significant effect zullen hebben op de populaties van de aanwezige vogelsoorten.

Op de aspecten vissen, zeezoogdieren en geomorfologie zijn de verschillende alternatieven tijdens de *aanlegfase,* de *gebruiksfase* en de *verwijderingfase* nauwelijks onderscheidend te noemen.

Voor het aspect scheepvaartveiligheid geldt tevens dat een kleiner aantal turbines tot minder effecten leidt. 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.

Conclusie MMA
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 zogeffecten 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 op de Maasvlakte scoort in theorie iets beter omdat het totale kabeltracé korter is dan het tracé met een aanlanding bij Scheveningen.

5.4 Mitigerende en compenserende maatregelen

5.4.1 Mitigerende maatregelen

Om de nadelige effecten van de windparken te beperken, kunnen mitigerende (verzachtende, verlichtende) 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, transformatorstation 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 het plannen van werkzaamheden in gunstige perioden).

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, Nysted in Denemarken en North Hoyle in de UK.

Vogels

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

<u>Afstemmen tijdstip aanlegwerkzaamheden op broedseizoen en seizoenstrek</u>

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 langstrekkende vogels kunnen uitwijken. Voor langsvliegende vogels is dit positief.
Voor vogels die het gebied als rust- of foerageergebied zouden willen gebruiken, zou dit mogelijk negatief kunnen uitwerken door de mogelijk grotere 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 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 geluidssterkten 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 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 wind park 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 anderen 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, met een dieselblok, van de monopalen van de windturbines de hoogste, en potentieel schadelijkste, geluidsdrukniveaus 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 geluidsdrukniveaus 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 µPa uitkwam.
Gerasch *et al.* schat dat het intrillen van de monopalen tot 30 dB lagere geluidsdrukniveaus 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 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 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. Daarnaast kunnen akoestische afschrikmiddelen gebruikt worden waarmee zeezoogdieren afgeschrikt worden van de directe nabijheid van de bouwlocatie. Tijdens de aanleg van Horns Rev is gebruik gemaakt van '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.

- *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[1]. 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[2] 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 geluidproductie 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 vanwege onderwatergeluid geen negatieve effecten op de mariene natuur verwacht. Daarom worden mogelijke mitigerende maatregelen niet beschouwd.

---

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

[2] Porpoise detectors. Deze detecteren de klikgeluiden, en dus de aanwezigheid, van o.a. bruinvissen.

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

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 opnieuw, met trenchen, 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 (Ministerie van Economische Zaken, 2004) stelt het ministerie 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 hier om mitigerende maatregelen tijdens SAR-operaties, oriëntatie en vorm van het windpark, het instellen van een Navigation Exclusion Zone, het gebruik van AIS, oftewel 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 het voor de levensduur niet goed om rotorbladen snel tot stilstand te brengen en is het niet altijd mogelijk dit zo snel te doen[3]. 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 aanbrengen
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 park) 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 vaarrouten kunnen ook enkele mitigerende maatregelen genomen worden. Voor de scheepvaartveiligheid is het van belang dat de turbines niet het zicht van de verschillende vaarrouten 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 genomen worden tot scheepvaartrouten om ongevallen te voorkomen.

[3] Uit: 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 (juli, 2004).

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 38 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.
Wel ligt Windpark Rijnveld West geheel binnen het bereik van de kustradar. Wel zullen 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).
Radarsystemen voor het waarnemen van doelen op grote afstand worden echter wel in hun prestaties gehinderd door obstakels die tussen het doel (schip) en de radar staan. 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 werkbordes (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 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.

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

Tabel 5.21 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
		Positie en inzet sleepboot De Waker of andere sleepboot
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 alleen beperkt negatieve effecten. De significantie van de effecten zal na monitoring duidelijk worden, echter op basis van huidig voorhanden studies zijn er geen significante effecten aangetoond. De effecten die, zij het in beperkte mate, optreden kunnen met bovengenoemde mitigerende maatregelen voldoende beperkt 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, maar 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 rand 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. Gezien de aangetoonde effecten 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 4 uit de Richtlijnen)

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

Tabel 5.22 Samenvattende MER-tabel, absoluut

0: geen effect 0/-: verwaarloosbaar effect 0/+: mogelijk positief effect -: beperkt negatief effect --: belangrijk negatief effect

VOGELS		3 MW basis variant								3 MW compacte variant								4,5 MW basis variant								4,5 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect basisvariant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Aanleg	**Populatie**																																
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/ noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Gebruik																																	
Alkachtigen	1.900.000		39,3		0		421		366		65,2		0		391		392		27,5		0		335		292		45,1		0		310		310
Jan van Gent	900.000		23,6		0		254		221		39,2		0		236		236		16,5		0		202		177		27,1		0		187		187
Ganzen en zwanen	1.009.000		0,2		0		18		18		0,3		0		18		18		0,1		0		18		17		0,2		0		17		17
Grote Stern	160.000		2,2		0		50		47		3,7		0		48		48		1,5		0		45		43		2,5		0		44		44
Visdief/ noordse stern	1.500.000		8,3		0		140		128		13,8		0		133		133		5,8		0		121		112		9,5		0		116		116
Steltlopers	29.751.000		0,6		0		13		12		1,1		0		12		13		0,5		0		12		11		0,7		0		11		11
Landvogels	989.500.000		70,2		0		1390		1291		116,5		0		1337		1337		49,1		0		1236		1160		80,6		0		1191		1191
Noordse stormvogel	2.800.000		36,9		0		337		285		61,2		0		309		309		25,8		0		256		216		42,3		0		232		232
Drieteenmeeuw	8.400.000		632,9		0		6227		5332		1049,7		0		5743		5749		442,5		0		4833		4148		725,7		0		4428		4432
Zilvermeeuw	2.200.000		8,9		0		318		306		14,7		0		311		311		6,2		0		299		289		10,2		0		293		293
Kleine mantelmeeuw	900.000		110,8		0		1599		1443		183,7		0		1515		1516		77,4		0		1355		1236		127,0		0		1285		1285
Grote mantelmeeuw	470.000		12,0		0		238		221		19,9		-		228		228		8,4		0		211		198		13,8		0		203		204
Stormmeeuw	1.800.000		5,0		0		313		306		8,3		0		309		309		3,5		0		302		296		5,7		0		298		298
Jagers	35.000		0,2		0		5		5		0,3		0		5		5		0,1		0		4		4		0,2		0		4		4
Afbraak																																	
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/ noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	

Vervolg tabel 5.22

ZEEZOOGDIEREN		3 MW basis variant								3 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent
Aanleg	**Populatie**																
Bruinvis	350.000	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Witsnuitdolfijn	7.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gewone zeehond	3.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Grijze zeehond	1.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gebruik																	
Bruinvis	350.000		0		0		0		0		0		0		0		0
Witsnuitdolfijn	7.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Gewone zeehond	3.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Grijze zeehond	1.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Afbraak																	
Bruinvis	350.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Witsnuitdolfijn	7.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gewone zeehond	3.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grijze zeehond	1.500	0		0		0		0		0		0		0		0	

ZEEZOOGDIEREN		4,5 MW basis variant								4,5 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent
Aanleg	**Populatie**																
Bruinvis	350.000	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Witsnuitdolfijn	7.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gewone zeehond	3.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Grijze zeehond	1.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gebruik																	
Bruinvis	350.000		0		0		0		0		0		0		0		0
Witsnuitdolfijn	7.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Gewone zeehond	3.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Grijze zeehond	1.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Afbraak																	
Bruinvis	350.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Witsnuitdolfijn	7.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gewone zeehond	3.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grijze zeehond	1.500	0		0		0		0		0		0		0		0	

Tabel 5.23 Samenvattende MER-tabel, per oppervlakte eenheid (km² ingenomen door windpark, exclusief veiligheidszone)

VOGELS		3 MW basis variant								3 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd		Effect compacte variant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Aanleg	**Populatie**																
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gebruik																	
Alkachtigen	1.900.000		2,81		0		2,26		2,33		4,65		0		2,44		2,49
Jan van Gent	900.000		1,69		0		1,37		1,41		2,80		0		1,48		1,51
Ganzen en zwanen	1.009.000		0,01		0		0,10		0,11		0,02		0		0,11		0,11
Grote Stern	160.000		0,16		0		0,27		0,30		0,26		0		0,30		0,31
Visdief/noordse stern	1.500.000		0,59		0		0,75		0,81		0,98		0		0,83		0,85
Steltlopers	29.751.000		0,05		0		0,07		0,08		0,08		0		0,08		0,08
Landvogels	989.500.000		5,02		0		7,47		8,22		8,32		0		8,35		8,52
Noordse stormvogel	2.800.000		2,64		0		1,81		1,81		4,37		0		1,93		1,97
Drieteenmeeuw	8.400.000		45,21		0		33,48		33,96		74,98		0		35,90		36,61
Zilvermeeuw	2.200.000		0,63		0		1,71		1,95		1,05		0		1,95		1,98
Kleine mantelmeeuw	900.000		7,91		0		8,60		9,19		13,12		-		9,47		9,65
Grote mantelmeeuw	470.000		0,86		0		1,28		1,41		1,42		0		1,43		1,46
Stormmeeuw	1.800.000		0,36		0		1,68		1,95		0,59		0		1,93		1,97
Jagers	35.000		0,01		0		0,03		0,03		0,02		0		0,03		0,03
Afbraak																	
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	

VOGELS		4,5 MW basis variant								4,5 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd		Effect compacte variant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Aanleg	**Populatie**																
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gebruik																	
Alkachtigen	1.900.000		1,96		0		1,29		1,86		3,22		0		1,60		1,97
Jan van Gent	900.000		1,18		0		0,78		1,13		1,94		0		0,97		1,19
Ganzen en zwanen	1.009.000		0,01		0		0,09		0,11		0,01		0		0,11		0,11
Grote Stern	160.000		0,11		0		0,21		0,27		0,18		0		0,25		0,28
Visdief/noordse stern	1.500.000		0,41		0		0,54		0,71		0,68		0		0,65		0,74
Steltlopers	29.751.000		0,03		0		0,05		0,07		0,05		0		0,06		0,07
Landvogels	989.500.000		3,51		0		5,72		7,39		5,75		0		6,85		7,59
Noordse stormvogel	2.800.000		1,84		0		0,89		1,37		3,02		0		1,14		1,48
Drieteenmeeuw	8.400.000		31,61		0		17,71		26,42		51,84		0		22,36		28,23
Zilvermeeuw	2.200.000		0,44		0		1,49		1,84		0,73		0		1,76		1,87
Kleine mantelmeeuw	900.000		5,53		0		5,84		7,87		9,07		0		7,10		8,19
Grote mantelmeeuw	470.000		0,60		0		0,98		1,26		0,98		0		1,17		1,30
Stormmeeuw	1.800.000		0,25		0		1,56		1,89		0,41		0		1,82		1,90
Jagers	35.000		0,01		0		0,02		0,03		0,01		0		0,03		0,03
Afbraak																	
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	

Vervolg tabel 5.23

ZEEZOOGDIEREN		3 MW basis variant								3 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - gecluster d		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - gecluster d		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent
Aanleg	**Populatie**																
Bruinvis	350.000	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Witsnuitdolfijn	7.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gewone zeehond	3.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Grijze zeehond	1.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gebruik																	
Bruinvis	350.000		0		0		0		0		0		0		0		0
Witsnuitdolfijn	7.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Gewone zeehond	3.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Grijze zeehond	1.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Afbraak																	
Bruinvis	350.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Witsnuitdolfijn	7.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gewone zeehond	3.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grijze zeehond	1.500	0		0		0		0		0		0		0		0	

ZEEZOOGDIEREN		4,5 MW basis variant								4,5 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - gecluster d		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - gecluster d		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent
Aanleg	**Populatie**																
Bruinvis	350.000	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Witsnuitdolfijn	7.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gewone zeehond	3.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Grijze zeehond	1.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gebruik																	
Bruinvis	350.000		0		0		0		0		0		0		0		0
Witsnuitdolfijn	7.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Gewone zeehond	3.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Grijze zeehond	1.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Afbraak																	
Bruinvis	350.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Witsnuitdolfijn	7.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gewone zeehond	3.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grijze zeehond	1.500	0		0		0		0		0		0		0		0	

Tabel 5.24 Samenvattende MER-tabel, per eenheid opgewekte energie (kWh/jaar)

VOGELS		3 MW basis variant								3 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd		Effect compacte variant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Aanleg	**Populatie**																
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gebruik																	
Alkachtigen	1.900.000		8E-08		0		8,E-08		8,E-08		8E-08		0		8,E-08		8,E-08
Jan van Gent	900.000		5E-08		0		5,E-08		5,E-08		5E-08		0		5,E-08		5,E-08
Ganzen en zwanen	1.009.000		3E-10		0		3,E-09		4,E-09		3E-10		0		4,E-09		4,E-09
Grote Stern	160.000		5E-09		0		1,E-08		1,E-08		5E-09		0		1,E-08		1,E-08
Visdief/noordse stern	1.500.000		2E-08		0		3,E-08		3,E-08		2E-08		0		3,E-08		3,E-08
Steltlopers	29.751.000		1E-09		0		2,E-09		3,E-09		1E-09		0		3,E-09		3,E-09
Landvogels	989.500.000		1E-07		0		3,E-07		3,E-07		1E-07		0		3,E-07		3,E-07
Noordse stormvogel	2.800.000		8E-08		0		6,E-08		6,E-08		8E-08		0		6,E-08		6,E-08
Drieteenmeeuw	8.400.000		1E-06		0		1,E-06		1,E-06		1E-06		0		1,E-06		1,E-06
Zilvermeeuw	2.200.000		2E-08		0		6,E-08		7,E-08		2E-08		0		6,E-08		6,E-08
Kleine mantelmeeuw	900.000		2E-07		0		3,E-07		3,E-07		2E-07		-		3,E-07		3,E-07
Grote mantelmeeuw	470.000		3E-08		0		5,E-08		5,E-08		3E-08		0		5,E-08		5,E-08
Stormmeeuw	1.800.000		1E-08		0		6,E-08		7,E-08		1E-08		0		6,E-08		6,E-08
Jagers	35.000		4E-10		0		9,E-10		1,E-09		4E-10		0		1,E-09		1,E-09
Afbraak																	
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	

VOGELS		4,5 MW basis variant								4,5 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd		Effect compacte variant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken – versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent	Tijdelijk	Lange termijn/ permanent
Aanleg	**Populatie**																
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gebruik																	
Alkachtigen	1.900.000		6E-08		0		5,E-08		6,E-08		6E-08		0		5,E-08		6,E-08
Jan van Gent	900.000		3E-08		0		3,E-08		4,E-08		3E-08		0		3,E-08		4,E-08
Ganzen en zwanen	1.009.000		2E-10		0		3,E-09		4,E-09		2E-10		0		4,E-09		4,E-09
Grote Stern	160.000		3E-09		0		8,E-09		9,E-09		3E-09		0		9,E-09		9,E-09
Visdief/noordse stern	1.500.000		1E-08		0		2,E-08		2,E-08		1E-08		0		2,E-08		2,E-08
Steltlopers	29.751.000		1E-09		0		2,E-09		2,E-09		1E-09		0		2,E-09		2,E-09
Landvogels	989.500.000		1E-07		0		2,E-07		3,E-07		1E-07		0		2,E-07		2,E-07
Noordse stormvogel	2.800.000		5E-08		0		3,E-08		5,E-08		5E-08		0		4,E-08		5,E-08
Drieteenmeeuw	8.400.000		9E-07		0		6,E-07		9,E-07		9E-07		0		7,E-07		9,E-07
Zilvermeeuw	2.200.000		1E-08		0		5,E-08		6,E-08		1E-08		0		6,E-08		6,E-08
Kleine mantelmeeuw	900.000		2E-07		0		2,E-07		3,E-07		2E-07		0		2,E-07		3,E-07
Grote mantelmeeuw	470.000		2E-08		0		4,E-08		4,E-08		2E-08		0		4,E-08		4,E-08
Stormmeeuw	1.800.000		7E-09		0		6,E-08		7,E-08		7E-09		0		6,E-08		6,E-08
Jagers	35.000		3E-10		0		8,E-10		9,E-10		3E-10		0		9,E-10		9,E-10
Afbraak																	
Alkachtigen	1.900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jan van Gent	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Ganzen en zwanen	1.009.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote Stern	160.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Visdief/noordse stern	1.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Steltlopers	29.751.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Landvogels	989.500.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Noordse stormvogel	2.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Drieteenmeeuw	8.400.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Zilvermeeuw	2.200.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Kleine mantelmeeuw	900.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grote mantelmeeuw	470.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Stormmeeuw	1.800.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Jagers	35.000	0		0		0		0		0		0		0		0	

Vervolg tabel 5.24

ZEEZOOGDIEREN		3 MW basis variant								3 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 3 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent
Aanleg	**Populatie**																
Bruinvis	350.000	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Witsnuitdolfijn	7.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gewone zeehond	3.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Grijze zeehond	1.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gebruik																	
Bruinvis	350.000		0		0		0		0		0		0		0		0
Witsnuitdolfijn	7.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Gewone zeehond	3.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Grijze zeehond	1.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Afbraak																	
Bruinvis	350.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Witsnuitdolfijn	7.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gewone zeehond	3.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grijze zeehond	1.500	0		0		0		0		0		0		0		0	

ZEEZOOGDIEREN		4,5 MW basis variant								4,5 MW compacte variant							
Fase	Referentie situatie (huidige situatie + autonome ontwikkeling)	Effect basisvariant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd		Effect compacte variant 4,5 MW		Effect na toepassing van mitigerende en compenserende maatregelen		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - geclusterd		Cumulatieve effecten van 1000 MW aan parken - versnipperd	
		Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent	Tijdelijk	Lange termijn/permanent
Aanleg	**Populatie**																
Bruinvis	350.000	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Witsnuitdolfijn	7.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gewone zeehond	3.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Grijze zeehond	1.500	-		-		-/--		-/--		-		-		-/--		-/--	
Gebruik																	
Bruinvis	350.000		0		0		0		0		0		0		0		0
Witsnuitdolfijn	7.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Gewone zeehond	3.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Grijze zeehond	1.500		0		0		0		0		0		0		0		0
Afbraak																	
Bruinvis	350.000	0		0		0		0		0		0		0		0	
Witsnuitdolfijn	7.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Gewone zeehond	3.500	0		0		0		0		0		0		0		0	
Grijze zeehond	1.500	0		0		0		0		0		0		0		0	

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 lange-termijneffecten.

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 van het MER

Leemte	Belang voor het MER
Aantal en soorten vogels die het gebied Rijnveld West 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 nachtperioden. 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 Rijnveld West 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 geluidsdrukniveau 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 geluidsdrukniveau 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 Rijnveld West lijken metingen van geluidsdrukniveaus 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[1].

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 *bubble curtains* waarmee dieren op afstand gehouden worden. Daarnaast is het van belang funderingsconstructies te optimaliseren om een zo laag mogelijk geluidsniveau te produceren[1].
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 van 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.

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.

---

[1] OSPAR, *Review of the Current Gaps in Knowledge on the Environmental Impacts of Offshore Wind-Farms*, UK maart 2006

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 VONOVI (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 persoonlijke 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 trekrouten 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). En 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[2]."

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.

---

[2] COD, *Principal Findings 2003 – 2005*, 2005, pag. 30

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 afgegeven is 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 het vorige hoofdstuk aangestipt werden. Specifiek zullen onderzoeksmethoden afgestemd worden. Hierover zal ook periodiek gerapporteerd, waarschijnlijk jaarlijks of tweejaarlijks, 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 Rijnveld West 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 binnen 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 koloniepopulaties 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 ook 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[3] 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 dienen gebieden geselecteerd te worden die gaan dienen als referentiegebieden, en dienen uiteraard 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

Na de aanleg zal getest worden of de radarapparatuur 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. Zo nodig zullen de testen periodiek herhaald worden.

6.3.7 Scheepvaartveiligheid

In het operatielogboek zullen diverse zaken bijgehouden en vastgelegd worden die te maken hebben met het opereren van het windpark Rijnveld West. Vanzelfsprekend zullen aandrijvingen en aanvaringen bijgehouden worden en conform geldende spelregels afgehandeld worden. Ook bijna-incidenten zullen in het logboek gerapporteerd worden[4].

---

[3] *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 windparen hier groot genoeg voor zijn, wordt betwijfeld.
[4] 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 c.q. 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 langstrekkende 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 het rapport "Basisdocument voor zeevogels en zeezoogdieren [2006][1]. 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 verschillende overzichtstabellen (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;

[1] De in deze rapportage 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 aanvaringsslachtoffers, de mogelijke verstoring en de eventuele barrièrewerking van het geplande windpark. De aanvaringsslachtoffers 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 Rijnveld West 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, en 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, en 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.

Enerzijds 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West te verwachten 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 45 kilometer vanaf de kust ter hoogte van Katwijk. 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 aanvaringsslachtoffers, 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. 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 45 kilometer afstand van de kust bij Katwijk, maar ook op circa 45 kilometer vanaf de Natura2000-gebieden Voordelta, Noordzeekustzone en Grevelingen, en op 70 tot 80 kilometer afstand vanaf de Natura2000 gebieden Zwanenwater en Pettemerduinen en 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 Rijnveld West tot aan de broedkolonies van de kleine mantelmeeuw en de grote stern is circa 60 kilometer (www.sovon.nl). Dit betekent dat met name de kleine mantelmeeuw mogelijk in het plangebied foerageert.

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

Tabel 7.1 Overzichtstatus kleine mantelmeeuw en grote stern 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
Grote stern	
Natura2000 gebied	**Instandhoudingsdoelstelling**
Voordelta	Behoud*
Grevelingen	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud broedlocatie als één van de 2 belangrijkste locaties in het Deltagebied ten behoeve van behoud sleutelpopulatie Deltagebied van ten minste 4.000 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 soorten de volgende paragraaf.
De in dit MER beschreven effecten van het geplande windpark op deze twee soorten zal worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen die voor deze soorten zijn beschreven, dan wel kunnen worden afgeleid van de bekende populatieomvang in deze gebieden en de aanwezige kennis over de groei of sterfte van deze soorten.

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) 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 hoogte 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 "trekvogels".

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 Rijnveld West is echter groot (>45 km), zodat 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 sternen 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 Rijnveld West niet van belang, behalve bij de trek.

Ook kan worden gesteld dat alleen de grote stern als broedvogel van belang is in dit verband; de andere soorten sterns vliegen nooit ver genoeg om vanuit de broedkolonies in het plangebied van Rijnveld West terecht te komen.
De vraag is dus in hoeverre de grote sterns die in de Delta broeden zullen foerageren in het plangebied van Rijnveld West. 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West geen grote sterns waargenomen. We nemen deze soort in lage dichtheid, 0,1 per vierkante kilometer, mee in de berekeningen. 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]. Er is een sterk positieve trend waargenomen voor de grote stern in de zomermaanden.

De <u>visdief</u> en de <u>noordse stern</u> worden vaak samen behandeld omdat ze niet goed te onderscheiden zijn bij tellingen vanuit een vliegtuig. Ook deze soorten zijn zomervogels, broeden op verschillende locaties langs de kust, maar visdieven meer in het Delta gebied en noordse sterns meer in het Waddengebied. Deze soorten zijn evenals overige sterns viseters, en kunnen derhalve langs de gehele kust worden waargenomen, maar hun foerageervluchten vanaf de kolonies zullen ze nooit tot in het plangebied van Rijnveld West voeren; dit ligt te ver weg [Van der Hut *et al.* 2006]. De hoogste concentraties zijn waargenomen in de nazomer, augustus, circa 2 tot 4 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. In de meest recente gegevens van de vliegtuigtellingen [MWTL, 2002-2006] zijn deze soorten alleen in voorjaar 2006 waargenomen. Dit levert een 5-jarig gemiddelde voor dit gebied op van 0,25 per vierkante kilometer. Vlieghoogte van deze soorten ligt gemiddeld onder de 25 meter boven zeeniveau [Leopold *et al.* 2004, Krijgsveld *et al.* 2005].

De <u>dwergstern</u> 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 meeuwen: drie kleinere meeuwen: dwergmeeuw, kokmeeuw en stormmeeuw. Voorts gaat het om drie grotere meeuwen: 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 geen van de kleine meeuwensoorten waargenomen in het plangebied van Rijnveld West [MWTL, 2002-2006]. Meeuwen broeden vaak in grote kolonies door elkaar heen.

Ook broedende sterns en visdiefjes 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 2000]. 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 november 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. Deze soort is niet waargenomen in recente vliegtuigtellingen ter plaatse van het plangebied Rijnveld West [MWTL, 2002-2006].

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 Rijnveld West [MWTL, 2002-2006].

De kleine mantelmeeuw is een soort die gezien zijn foerageerradius vanaf de broedkolonies binnen het plangebied Rijnveld West 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 Rijnveld West tot een van deze gebieden is ongeveer 45 km voor de Oosterschelde. Op de Maasvlakte liggen enkele grote kolonies die niet binnen een Natura2000 gebied vallen, maar wel ter plaatse van het plangebied Rijnveld West 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 maximale dichtheden van 2 per vierkante kilometer. Van deze aantallen wordt uitgegaan bij de berekeningen van de aanvaringsslachtoffers.

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 Rijnveld West komen voor in het Haringvliet en Voornes Duin, en 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. In de buurt van het plangebied Rijnveld West ligt een enkel platform. Echter, de afstand tot de kust is voor aalscholvers vermoedelijk te groot om van deze platforms gebruik te kunnen maken als rustplek of uitvalsbasis. 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 Rijnveld West 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 voedselsoort, 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 40 kilometer vanaf de Hollandse kust verwaarloosbaar klein zal zijn. In de recente vliegtuigtellingen [MWTL, 2002-2006] ter hoogte van Rijnveld West 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 niet-broedvogels groep 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 eidereend en 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 Rijnveld West. 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 Rijnveld West 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] hebben geen exemplaren aangetroffen binnen en rondom het plangebied van Rijnveld West, en 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 Rijnveld West kunnen aantallen grote sterns in lage dichtheden voorkomen, minder dan 0,1 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets 2005]. Bij de meest recente vliegtuigtellingen van het RIKZ [MWTL, 2002-2006] zijn op het plangebied Rijnveld West geen grote sterns waargenomen. We nemen deze soort in lage dichtheid, 0,1 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 Rijnveld West zijn maximale gemiddelde dichtheden waargenomen tussen de 2 en 5 per vierkante kilometer in april/mei [Arts & Berrevoets 2005]. Het aantal beïnvloede noordse stormvogels is ten opzichte van de totale Noordzeepopulatie van circa 3 miljoen verwaarloosbaar klein [Baptist, 2006].
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 visserschepen 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. In de berekeningen wordt uitgegaan van een dichtheid van 5 exemplaren per vierkante kilometer voor Rijnveld West.

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 Rijnveld West is de gemiddelde maximale dichtheid in het najaar tussen de 0,5 en 1 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets 2005].
De recente vliegtuigtellingen van de afgelopen jaren [2002-2006] gaven een maximale dichtheid in het geplande windpark tussen de 0,5 en 1 exemplaren per vierkante kilometer voor Rijnveld West [MWTL]. Voor de dichtheid ter plaatse zal gerekend worden met 0,4 per vierkante kilometer als jaargemiddelde. 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 (zo'n 45 kilometer) is de dichtheid van de 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 mantelmeeuwen vanaf hun broedgebied het plangebied Rijnveld West 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 45 kilometer vanaf de kust liggen tussen de 1 en 2 per vierkante kilometer [Arts & Berrevoets, 2005]. Een gerede deel hiervan zal bestaan uit juvenielen en niet-broedende adulten. De meest recente gegevens [2004-2006] van de vliegtuigtellingen [MWTL] geven een dichtheid van circa 3 stuks per vierkante kilometer. 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 2 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 [2002-2006, MWTL] werd deze soort een aantal keer waargenomen ter plaatse van het plangebied van Rijnveld West, met een dichtheid van 0,7 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 0,7 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 Rijnveld West een maximale gemiddelde dichtheid van 2 tot 5 per vierkante kilometer gegeven. De recentste vliegtuigtellingen [MWTL 2002-2006] geven een gemiddelde dichtheid ter plaatse van het plangebied van het windpark van circa 2,4 exemplaren per vierkante kilometer. 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 visserschepen 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 2,5 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 enkele keren waargenomen in en rond het plangebied van Rijnveld West. In dit MER wordt uitgegaan van een dichtheid van 0,1 per vierkante kilometer omdat deze soort toch verder offshore kan voorkomen.

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 evenals de mantelmeeuw wordt deze soort hier behandeld bij de niet-broedvogels omdat hij jaarrond aanwezig is, en omdat de exemplaren op deze afstand van de kust alle juvenielen zijn of niet-broedende adulten. De exemplaren die ter plaatse van het plangebied Rijnveld West 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 maximaal 0,5 per vierkante kilometer weer. De laatste jaren [MWTL 2002-2006] is een gemiddelde dichtheid van 0,4 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 echter een voorzichtige benadering gehanteerd. Er wordt daarom gerekend met dichtheden van 0,5 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 dichter onder de kust zitten [Camphuysen & Leopold 1993]. 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 (zeekoeten en alken zijn vanuit vliegtuigen slecht van elkaar te onderscheiden) in de buurt van Rijnveld West 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 Rijnveld West 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), 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 studie 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 Rijnveld West, omdat bekend is dat de kusttrek voor het overgrote deel in de eerste tientallen kilometers langs de kust plaatsvindt. 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 belangrijkst, 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, en dus 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 (>45 kilometer) niets tot nauwelijks iets over is. Dit betekent dat er van wordt uitgegaan dat ter hoogte van het plangebied Rijnveld West 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 trekrouten 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.

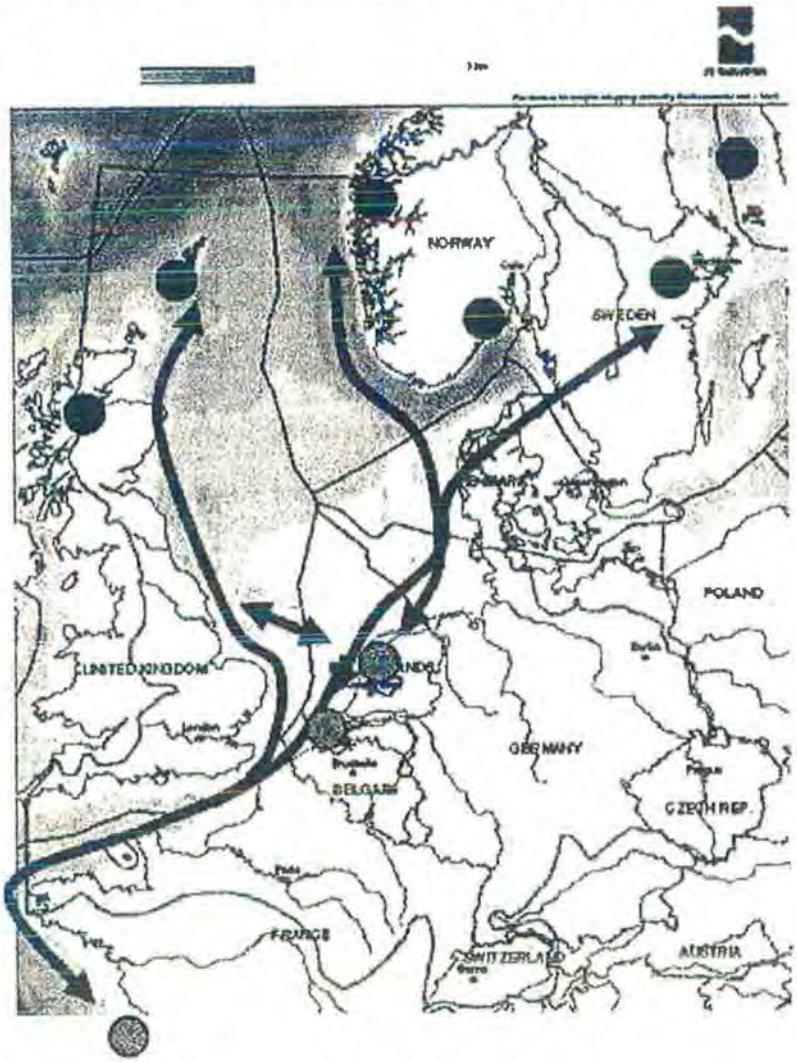
Ten aanzien van de pelagische soorten – te weten zeevogels zoals de jagers, de jan van gent of de noordse stormvogel – is het waarschijnlijk dat de seizoenstrek boven zee plaatsvindt. Het zijn veelal de landvogels, zoals lijsters en spreeuwen, die langs de kust trekken. Over de trek van vogels in de daglichtperiode geldt over het algemeen dat hoe dichter 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 & Lieshout, 2003]. Dit betekent dus dat voor de trekroutes in de omgeving van de locatie Rijnveld West (circa 45 kilometer uit de kust) relatief weinig informatie beschikbaar is.

Vooral 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 zijn 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 Rijnveld West.
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 dichter 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 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 vliegen [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 per soort. 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 en 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 stuwing 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 er 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 najaren dan 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 overheersend 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 praktisch niets over is op meer dan 40 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 Rijnveld West.

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 [1992], 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 45 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 traffie 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 Maandelijkse MTR (aantallen vogels/uur/km) langs de Noordzeekust, gemeten op Meetplatform Noordwijk [Krijgsveld et al. 2005]

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 maandelijkse 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. 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 dichter bij 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West.

Voor dit MER is de flux (MTR) ter hoogte Rijnveld West 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 Rijnveld West, zoals uit de verschillende bronnen blijken [Arts & Berrevoets 2005, MWTL gegevens]. In de hieronder weergegeven tabel wordt aangegeven welke dichtheden zijn gebruikt en wat de in deze studie omgerekende MTR ter hoogte van Rijnveld West 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 Rijnveld West circa 2,5 per vierkante kilometer is. Omgerekend is de maandelijks gemiddelde MTR op Rijnveld West dus (2,5/0,7 = 3,6) * 4,8 = 17,1/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 Rijnveld West

Vogelsoort	Dichtheid (#/km^2)		Mean Monthly Traffic Rate (#/uur/km)	
	Kust	Rijnveld West	Kust	Rijnveld West
Alkachtigen	2	3,5	2,5	4,38
Jan van gent	0,25	0,4	0,4	0,64
Ganzen en zwanen*	100%	25%	0,7	0,18
Grote stern	0,5	0,1	0,3	0,06
Visdief/Noordse stern	1,0	0,25	0,9	0,23
Steltlopers*	100%	25%	0,2	0,05
Landvogels*	100%	25%	4,4	1,10
Noordse stormvogel	0,2	5	0,04	1,00
Drieteenmeeuw	0,7	2,5	4,8	17,14
Zilvermeeuw	5	0,5	2,4	0,24
Kleine mantelmeeuw	4	2	6	3,00
Grote mantelmeeuw	2	0,5	1,3	0,33
Stormmeeuw	2	0,1	2,7	0,14
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 Rijnveld West te berekenen. Tevens is voor de noord-zuid flux van de trekkende vogels ter plaatse van Rijnveld West 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 en Garthe, 2000]. 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, en 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, 2004]. Eidereenden zijn wel gesignaleerd op de Ensisbanken, 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 Rijnveld West.
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 directe 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 Rijnveld West 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 Lensink *et al.* 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 of vrijwel niet over de kust, of zijn te laag in aantal om in de totale aantallen wezenlijk mee te doen.

<u>Berekening aanvaringsslachtoffers</u>

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:

$$N_1 = 0{,}0026 * Or + 17{,}051 \qquad (1)$$

N_1 = aantal berekende aanvaringsslachtoffers per turbine;
Or = rotoroppervlakte van de gebruikte turbine.

De berekening via route 1 is nogal rechttoe rechtaan, en 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, 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 aanvaringsslachtoffers 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 aanvaringsslachtoffers 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:

$N_2 = A * Cr * Ceff * Np$ *(2)*

N_2 = aantal berekende aanvaringsslachtoffers 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[2]

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 aanvaringskans 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%

[2] Aantal vliegbewegingen per soort/ groep door gehele vlak van park per jaar, dus van "maaiveld" tot aan tiphoogte.

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 noordse stormvogel, de visdief en de noordse stern en de jan van gent.

De nachtelijke aanvaringskans ligt enkele keren tot enkele ordegrootte 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 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 lag 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 [1992]. 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, *Cr*, 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 Rijnveld West, 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, 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 hiervoor 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, dan is de gemiddelde lengte van alle drie zijden een gemiddelde aanname.

Uit voorzorgsprincipe is daarom voor het plangebied van Rijnveld West de langste zijde genomen als de zijde waarvoor de verhouding rotoroppervlak en vrije ruimte wordt bepaald teneinde tot de correctiefactor *Cr* 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 aanvaringsslachtoffers 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:

*Oppervlak (gecorrigeerd, Oc) = {(0,0001378 * Oppervlak (origineel, Or)) + 0,9026} * 709,9 (3)*

Als we het gecorrigeerde oppervlak uitrekenen voor dezelfde turbine als waarvoor deze relatie is vastgesteld (Oosterbierum, dus als Or = 706,9 vierkante meter) dan is het Oc<1. Als Oc 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, 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 *Ceff* die uiteindelijk in de formule (2) gebruikt wordt is in formule (3) gedeeld door het werkelijke oppervlak *Or* 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^2) per turbine	Effectief oppervlak (m^2)*	Correctie factor *Ceff*
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 Rijnveld West 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 [1992] werd 95 procent aangehouden voor migrerende vogels. Tijdens studies Everaert [2006] bleek het aandeel van vogels, dat uitwijkt voor turbines rechtevenredig te zijn met hun spanwijdte.

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 deze 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 Rijnveld West 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 aanvaringsslachtoffers 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 [1992] 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 Rijnveld West volgens route 2.

Formule *(2)* volgend komen we op de volgende invulling:
N_2 = 0,37% (*A*) * 1,67 (*Cr*) * 0,1977 (*Ceff*) * 19.342 (*Np*) = 23,62

Mogelijke aanvaringsslachtoffers van de jan van gent in het windpark Rijnveld West met de kleine turbines (3 MW) is dus 2.362 (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= 0,64 (ex/uur/km, zie tabel 7.3) * 24 * 365 (in jaar) * 6,9 (kilometer, langste diagonaal oppervlak Rijnveld West) * 50% (*macro-avoidance*) = 19.342 stuks.

In tabel 7.6 is het aantal slachtoffers weergegeven voor de verschillende inrichtingsvarianten, en zowel de dag- als de nachtkans op aanvaring. De waarden zijn genormaliseerd naar megawatt van de parken.

Tabel 7.6 Aantal mogelijke aanvaringsslachtoffers per MW per jaar op Rijnveld West, bij gebruik van 3 MW (klein) en 4,5 MW (groot)

			Aantal slachtoffers per MW Windpark Rijnveld West			
			3MW turbine		4,5MW turbine	
Vogelsoort	**etmaalwaarde**	**nachtwaarde**	**N2etmaal**	**N2nacht**	**N2etmaal**	**N2nacht**
Alkachtigen	0,04%	0,09%	0,142	0,319	0,109	0,244
Jan van gent	0,02%	0,37%	0,010	0,192	0,008	0,147
Ganzen en zwanen	0,04%	0,09%	0,001	0,001	0,000	0,001
Grote stern	0,02%	0,37%	0,001	0,018	0,001	0,014
Visdief/Noordse stern	0,02%	0,37%	0,004	0,068	0,003	0,052
Steltlopers	0,02%	0,13%	0,001	0,005	0,001	0,004
Landvogels	0,04%	0,64%	0,036	0,571	0,027	0,437
Noordse stormvogel	0,02%	0,37%	0,016	0,300	0,012	0,229
Drieteenmeeuw	0,02%	0,37%	0,278	5,145	0,213	3,934
Zilvermeeuw	0,02%	0,37%	0,004	0,072	0,003	0,055
Kleine mantelmeeuw	0,02%	0,37%	0,049	0,900	0,037	0,688
Grote mantelmeeuw	0,02%	0,37%	0,005	0,098	0,004	0,075
Stormmeeuw	0,02%	0,37%	0,002	0,041	0,002	0,031
Jagers	0,04%	0,09%	0,001	0,001	0,000	0,001
Totaal vogels route 2			0,549	7,732	0,420	5,911
Per turbine per jaar			1,647	23,197	1,889	26,600
Per turbine per etmaal			0,0045	0,0636	0,0052	0,0729

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 aanvaringsslachtoffers 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 aantallen aanvaringskansen als de etmaalkans wordt gebruikt versus de nachtkans; dit verschil is zelfs meer dan een ordegrootte bij het totale aantal aanvaringen, evenals bij het verschil in aanvaringskans. 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 Rijnveld West drie alternatieve opstellingen op het basisalternatief.

Tabel 7.7 Inrichtingsvarianten Windpark Rijnveld West

Variant windpark	Aantal turbines	Totaal MW park
Basisvariant 3 MW	41	123
Compacte variant 3 MW	68	204
Basisvariant 4,5 MW	25	112,5
Compacte variant 4,5 MW	41	184,5

In de tabellen hieronder worden de slachtoffers per jaar bij de verschillende varianten van het geplande Windpark Rijnveld West aangegeven.

Tabel 7.8 Aantal potentiële aanvaringsslachtoffers per jaar bij de verschillende varianten van het geplande windpark Rijnveld West, berekend via de verschillende routes

Variant windpark	Route 1	Route 2
Basisvariant 3MW	1377	951
Compacte variant 3MW	2284	1577
Basisvariant 4,5MW	840	665
Compacte variant 4,5MW	1377	1091

Er is een redelijke overeenkomst tussen de resultaten uit de berekeningen via route 1 en route 2. De schattingen voor route 1 zijn altijd ongeveer 25% hoger dan voor route 2. Dit komt doordat bij route 1 het aantal potentiële aanvaringsslachtoffers lineair oploopt met het aantal turbines en het aantal turbines bij de 3 MW varianten veel hoger is dan bij de 4,5 MW varianten.

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 aanvaringsslachtoffers bij de verschillende inrichtingsvarianten Rijnveld West

Soortgroep	Basis 3 MW	Compacte 3 MW	Basis 4, 5MW	Compact 4,5 MW
Alkachtigen	39,3	65,2	27,5	45,1
Jan van gent	23,6	39,2	16,5	27,1
Ganzen en zwanen	0,2	0,3	0,1	0,2
Grote stern	2,2	3,7	1,5	2,5
Visdief/noordse stern	8,3	13,8	5,8	9,5
Steltlopers	0,6	1,1	0,5	0,7
Landvogels	70,2	116,5	49,1	80,6
Noordse stormvogel	36,9	61,2	25,8	42,3
Drieteenmeeuw	632,9	1049,7	442,5	725,7
Zilvermeeuw	8,9	14,7	6,2	10,2
Kleine mantelmeeuw	110,8	183,7	77,4	127,0
Grote mantelmeeuw	12,0	19,9	8,4	13,8
Stormmeeuw	5,0	8,3	3,5	5,7
Jagers	0,2	0,3	0,1	0,2

Tabel 7.10 Percentages potentiële aanvaringsslachtoffers per jaar bij de verschillende inrichtingsvarianten Rijnveld West 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	0,002	0,003	0,001	0,002
Jan van gent	900.000	0,003	0,004	0,002	0,003
Ganzen en zwanen**	1.009.000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	160.000	0,001	0,002	0,001	0,002
Visdief/noordse stern	1.500.000	0,001	0,001	0,000	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	0,002	0,001	0,002
Drieteenmeeuw	8.400.000	0,008	0,012	0,005	0,009
Zilvermeeuw	2.200.000	0,000	0,001	0,000	0,000
Kleine mantelmeeuw	900.000	0,012	0,020	0,009	0,014
Grote mantelmeeuw	470.000	0,003	0,004	0,002	0,003
Stormmeeuw***	1.800.000	0,000	0,000	0,000	0,000
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; bron: 1% grenzen voor de soorten, tabel 9, Van Roomen *et al.* [2005], aangevuld met gegevens uit 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.

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

Tabel 7.11 Percentages potentiële aanvaringsslachtoffers bij de verschillende inrichtingsvarianten Rijnveld West 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	0,023	0,038	0,016	0,026
Jan van gent	6	54.000	0,044	0,073	0,031	0,050
Ganzen en zwanen	10	100.900	0,000	0,000	0,000	0,000
Grote stern	15	24.000	0,009	0,015	0,006	0,011
Visdief/noordse stern	15	225.000	0,004	0,006	0,003	0,004
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	0,022	0,036	0,015	0,025
Drieteenmeeuw	20	1.680.000	0,038	0,062	0,026	0,043
Zilvermeeuw	20	440.000	0,002	0,003	0,001	0,002
Kleine mantelmeeuw	20	180.000	0,062	**0,102**	0,043	0,071
Grote mantelmeeuw	20	94.000	0,013	0,021	0,009	0,015
Stormmeeuw	20	360.000	0,001	0,002	0,001	0,002
Jagers	10	3.500	0,005	0,009	0,004	0,006

* 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 slobeend. 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 aanvaringsslachtoffers (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 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 aanvaringsslachtoffers is eenvoudig: de hoge dichtheden in het *offshore* gebied van het NCP. De totaalaantallen in de basisvarianten, 0,064 – 0,073 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 deze 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 Everaerts [2003] werden jaarlijks aantallen voor verschillende, internationale parken gegeven. Het merendeel van de in dit document aangehaalde studies hadden aanvaringsslachtoffers 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 ordegrootte 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 Rijnveld West 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 0,043 en 0,102. 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 de grotere windturbinevariant (4,5 MW), die per eenheid vermogen gunstigere, want kleinere aantallen slachtoffers geeft 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, 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 de 95 procent betrouwbaarheidsinterval) dan zijn de percentages slachtoffers minimaal meer dan gehalveerd tot ruim gedecimeerd.

Een ander discussiepunt is de vertaling van de gegevens afkomstig van een locatie op 9 kilometer uit de kust naar het plangebied van Rijnveld West op circa 45 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[3] 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 45 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 slobeend. 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 beperkt.

[3] 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 ringterugtellingen [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 Rijnveld West.

Het is echter niet eenvoudig om uit de stukjes en beetjes kennis die er bestaat 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 aanvaringsslachtoffers 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 Rijnveld West. Dit is echter een schijnnauwkeurigheid. Vele onbekenden, onzekerheden en aannamen spelen hierbij een rol. Alhoewel het te ver gaat om in dit MER een kwantitatieve foutenanalyse te maken, dienden de belangrijkste punten wel besproken te worden:

1. <u>Betrouwbaarheid c.q. volledigheid uitgangsgegevens:</u>
   Veel gegevens die in dit document zijn gebruikt voor de fluxen van vogels, zijn niet afkomstig van het plangebied Rijnveld West 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 Rijnveld West. 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, en waarschijnlijk vaker, tussen foerageer- en broedgebied. 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 ordegrootte lager. Het is onduidelijk in hoeverre dit een reële *worst-case* aanname is, ook als rekening wordt gehouden met mogelijke rampnachten. De hoogste slachtoffers vallen 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 aanvaringsslachtoffers.

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, in andere omstandigheden met andere vogelsoorten, en vaak kleinere windturbines. Ook zijn de aanvaringsrisico's per soort sterk verschillende, 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 en Hounisen, 2004] bleek dat duikers, jan van gent en zwarte zee-eend 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 werd 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 2000]. 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 in 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 aanvaringsslachtoffers moeten worden gezet. Hoe groot deze foutenmarge is, wordt hier verder niet gekwantificeerd, maar zal minimaal in enkele ordegrootte 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 het hoofdstuk Cumulatieve Effecten.

Conclusie aanvaringsslachtoffers
De in dit rapport berekende slachtofferaantallen voor vogels op het geplande windpark Rijnveld West varieert per soort en soortgroep. De kleine mantelmeeuw lijkt hierbij de meest kwetsbare groep. Voor deze soort liggen de cijfers tussen de 0,043 procent en de 0,102 procent van de natuurlijke mortaliteit. 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 ordegrootte(n) groter is/ zijn dan waar in dit document mee gerekend is. De inschatting is dan ook dat de aanvaringsgetallen van het geplande windpark geen significant effect zullen hebben op de populaties van de aanwezige vogelsoorten.

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.* 1998a]. In deze situaties waren er meer vliegbewegingen evenwijdig aan het park dan vliegbewegingen die de windturbinelijn kruisten. Bovendien boog een deel van de vogels van hun route af bij nadering van het windpark. In lichte nachten werden vliegbewegingen tussen de windturbines 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. Vogelmigratie 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. 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 Rijnveld West, en dit zou op circa 1 kilometer afstand beginnen en ze zouden met dezelfde afstand tot het windpark (directe afstand: 2,9 kilometer lengte plus 2 km is in totaal 4,9 kilometer) omvliegen, dan zou de omvliegafstand maximaal 13,6 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 22,0 km bedragen, dit is slechts ongeveer twee keer de lengte van de directe afstand (2,9 + 4 + 4 km = 10,9 km) door het windpark Rijnveld West. Hoewel in dit MER is gewerkt met een uitwijkafstand van 4 km, is uit onderzoek bij windpark Nysted gebleken dat eidereenden al 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 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, verminderd. 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 mijden, 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 windparken Rijnveld West 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 verstorend 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 lokaal soorten en groepen, evenals de daardoor "verloren" aantallen.

Tabel 7.12 Verlies leefgebied en daaraan gekoppelde aantal vogels door verstoring Rijnveld West.

Soortgroep	Verstoring s afstand (km)	Totaal verloren opp. (km^2)	Is het foerageer-gebied of rustgebied?	Aandeel (%) verlies habitat op NCP	Aantallen verstoorde vogels	Aandeel verlies biogeogra-fische populatie (%)
Alkachtigen	2	64	Ja	0,11	224	0,01
Jan van gent	4	137	Ja	0,24	55	0,01
Ganzen en zwanen*	-	-	Nee	-	-	-
Grote stern	0	14	Ja	0,02	1	0,00
Visdief/noordse stern	0	14	Ja	0,02	4	0,00
Steltlopers*	-	-	Nee	-	-	-
Landvogels*	-	-	Nee	-	-	-
Noordse stormvogel**	1	35	Ja	0,06	175	0,01
Drieteenmeeuw	0	14	Ja	0,02	35	0,00
Zilvermeeuw	0	14	Ja	0,02	7	0,00
Kleine mantelmeeuw	0	14	Ja	0,02	28	0,00
Grote mantelmeeuw	0	14	Ja	0,02	7	0,00
Stormmeeuw	0	14	Ja	0,02	1	0,00
Jagers	0	14	Ja	0,02	0	0,00

* 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 deze soort is een afstand van 1 kilometer aangehouden.

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) en noordse stormvogels.

In vergelijking met de aantallen die jaarlijks geschat sterven door het windpark, zijn de aantallen verstoorde vogels beduidend hoger voor de alkachtigen en noordse stormvogel, 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), dan is het hoogste verstoringspercentage slechts 0,01 procent voor de alkachtigen, jan van gent en de noordse stormvogel.
In hoeverre de verstoorde exemplaren zich binnen hun foerageergebied verplaatsen, is onbekend, maar 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 Rijnveld West, is dus zeer beperkt. Voor wat betreft het verlies van foerageerhabitat of rust- en ruigebied, dit is 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 0,24 procent (jan van gent) door Rijnveld West, 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 het hoofdstuk "Cumulatieve effecten".

Conclusie verstoring
Het geplande windpark Rijnveld West 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 Rijnveld West alleen een gering effect te verwachten op alkachtigen, jan van gent en de noordse stormvogel (0,01 procent van de populatie). Habitatverlies voor foerage, rusten of rui komt maximaal op 0,24 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 als de cumulatieve effecten worden besproken.

7.5 Effecten 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 klem tussen twee 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) het heien langzaam wordt opgevoerd, zullen dieren zich verwijderen zonder dat er schade kan 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 totaal (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 het oppervlakte van de rotordiameter dat nodig is om een bepaald vermogen te hebben. En dan blijken de grote en hoge turbines meer m^2 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, 0,398 kW/m^2 bij de grotere turbines versus 0,472 kW/m^2 bij de "kleinere" turbines. De turbines in Rijnveld West 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West wordt geschat op honderden 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 0,1 procent van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie, wat ruim onder de 1 procent is. 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 68 turbines voor de compacte 3 MW variant tegenover hoogstens 41 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; 0,01 procent van de populatie vogels (alkachtigen, jan van gent, noordse stormvogel) raakt verstoord of 0,24 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 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 Rijnveld West zijn.

Tabel 7.13 Eindtabel voor de basisvariant en de alternatieven van Rijnveld West. 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				
		Basis-variant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basis-variant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 W	Barrière Versto-ring
Alkachtigen	Verwaarloosbaar	0,023	0,038	0,016	0,026	beperkt
Jan van gent	Verwaarloosbaar	0,044	0,073	0,031	0,050	beperkt
Ganzen en zwanen	Verwaarloosbaar	0,000	0,000	0,000	0,000	beperkt
Grote stern	Verwaarloosbaar	0,009	0,015	0,006	0,011	beperkt
Visdief/noordse stern	Verwaarloosbaar	0,004	0,006	0,003	0,004	beperkt
Steltlopers	Verwaarloosbaar	0,000	0,000	0,000	0,000	beperkt
Landvogels	Verwaarloosbaar	0,000	0,000	0,000	0,000	beperkt
Noordse stormvogel	Verwaarloosbaar	0,022	0,036	0,015	0,025	beperkt
Drieteenmeeuw	Verwaarloosbaar	0,038	0,062	0,026	0,043	beperkt
Zilvermeeuw	Verwaarloosbaar	0,002	0,003	0,001	0,002	beperkt
Kleine mantelmeeuw	Verwaarloosbaar	0,062	**0,102**	0,043	0,071	beperkt
Grote mantelmeeuw	Verwaarloosbaar	0,013	0,021	0,009	0,015	beperkt
Stormmeeuw	Verwaarloosbaar	0,001	0,002	0,001	0,002	beperkt
Jagers	Verwaarloosbaar	0,005	0,009	0,004	0,006	beperkt

7.8 Mitigerende maatregelen

De meest effectieve maatregel ter beperking van risico's is bij de planfase, de vermijding van beschermde gebieden en migratieroutes van vogels. Daarnaast kunnen 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, kunnen 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 geluidsarme turbines. Om deze reden is het aan te bevelen de *hoorbaarheid* niet teveel te beperken. Over optimale geluidsniveaus en geluidssterkten 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 geluidbronnen (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 verstorende effect naar verwachting sterker toe naarmate er meer windturbines geplaatst worden. Indien er de mogelijkheid is om het aantal windturbines te variëren, is er om voornoemde redenen een voorkeur voor minder (en dus grotere) windturbines.

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, 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 oosten 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, verstuivingen en sluftervorming, mede in relatie tot zeespiegelstijging) en anderzijds door menselijke activiteiten (zoals vergravingen, verstedelijking, drinkwaterwinning, bebossing etc.). Voor de ontwikkeling van het landschap is het beleid voor de kustzone van belang. Regering en parlement hebben in 1990 gekozen voor het dynamisch handhaven van de kustlijn [V&W, 1990].

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

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

Zeelandschap
Naar verwachting zal de intensiteit van het scheepvaartverkeer in de toekomst toenemen. Het aantal olie- en gasplatforms zal vermoedelijk afnemen, 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
- heiigheid van de lucht
- meteorologische zicht
- seizoenseffecten
- hoogte van de waarnemer
- kleur van de windturbine
- markeringsverlichting.

Kromming van de aarde

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

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

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

Meteorologisch zicht
De mate waarin het windpark vanaf de kust te zien zal zijn, wordt onder andere bepaald door het meteorologisch zicht. Naarmate de afstand van een object tot de kust toeneemt, zal de zichtbaarheid afnemen. Het KNMI doet al geruime tijd zichtwaarnemingen op zee. Omdat deze waarnemingen bedoeld zijn om het optreden van slecht-weersituaties in kaart te brengen, zijn slechts weinig gedetailleerde, statistische gegevens bekend over het zicht over grotere afstanden [Korevaar, 1987].
Voor de lichtschepen Noordhinder, Schouwenbank, Haaks en Terschellingerbank heeft het KNMI (1959) vastgesteld, dat gemiddeld circa 77% van het jaar het zicht op zee meer dan 9,25 km (5 zeemijlen) bedraagt. Het meteorologisch zicht neemt bij afstanden groter dan 18,5 km (10 zeemijlen) sterk af. Uit langjarige waarnemingen vanaf lichtschepen blijkt dat het meteorologisch zicht slechts circa 20% van het jaar meer 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 heiigheid (zie ook 'heiigheid van de lucht').

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

Kleur van de windturbine
Een windturbine met een heldere kleur (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). Door de grote afstand tussen het windpark en de kust (45 km) speelt de kleur van de windturbines geen rol bij de zichtbaarheid.

Markeringsverlichting
Het windpark zal ten behoeve van de scheepvaart en luchtvaart worden voorzien van markeringsverlichting. De verlichting wordt uitgevoerd conform de IALA richtlijnen en de eisen die worden gesteld vanuit de luchtvaart. De verlichting heeft een bereik van circa 9,26 km (5 mijl). De markeringsverlichting zal, gezien de afstand van het windpark tot de kust (circa 45 km), niet zichtbaar zijn.

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 ongereptheid. Hoe is het met de olieplatforms en de zichtbaarheid? Bij Ameland staat het duidelijk te dichtbij. Intimiderend ding met een hoop geweld aan staal en licht. Het steekt in je oog, en je gaat zo zitten dat je 'm niet hoeft te zien. Gelukkig kan dat. Bij Windpark Q7-WP is het al veel geheimzinniger. Klein 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 ongereptheid 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 Rijnveld West 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 ligt op ongeveer 10 km. 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 theoretische 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 45 km afstand van de kust ligt, kan worden gesteld dat het windpark 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). Maar de kleur van de windturbines speelt op deze afstand geen rol meer. De markeringsverlichting, die een bereik heeft van circa 10 km, speelt op deze afstand ook geen rol meer.

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 (45 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 (68 stuks) wordt geplaatst. Bij de 4,5 MW basisvariant duren de werkzaamheden het kortst. Bij deze variant wordt het kleinste aantal windturbines (25 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 (68 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 totale aantal scheepsbewegingen in het gebied. De lengte van de onderzochte kabeltracés (naar aanlandingspunt Maasvlakte circa 48 km en naar aanlandingspunt Scheveningen circa 54 km) ligt in dezelfde ordegrootte. De duur van de werkzaamheden zal dan ook niet significant verschillen. 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 45 km) is het windpark niet 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 weergeven.

Tabel 8.1 Effectbeoordeling landschap

Toetsingscriterium	Basisvariant 3 MW	Compacte variant 3 MW	Basisvariant 4,5 MW	Compacte variant 4,5 MW
Effecten windpark *Gebruik windpark*				
Zichtbaarheid vanaf de kust Afstand tot de kust	0 45 km	0 45 km	0 45 km	0 45 km
Aanleg en verwijdering van het windpark	0	0	0	0
Onderhoud windpark	0	0	0	0
Effecten kabeltracé				
Gebruik kabel	0	0	0	0
Aanleg en verwijdering kabel	0	0	0	0
Onderhoud kabel	0	0	0	0

8.6 Mitigerende maatregelen

Aangezien het windpark op een afstand van 45 km vanaf de kust niet zichtbaar is, zijn mitigerende maatregelen niet nodig.

9 MORFOLOGIE EN HYDROLOGIE

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten van Windpark Rijnveld West 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.

9.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Huidige situatie

In het algemeen kan worden gesteld dat in de omgeving van de locatie Rijnveld West 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 bijbehorend kabeltracé varieert sterk in de tijd. Metingen van Rijkswaterstaat, verricht in de periode 1979 - 2002 op de nabijgelegen meetstations IJ-geul munitiestortplaats en Europlatform wijzen op het voorkomen van extreme golfhoogten van 6,0 - 6,7 meter eens in de 10 jaar, en 6,8 - 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, dat dichter 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 [RIKZ, 2002].

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 toegangsgeulen tot de havens van Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden.

De locatie Rijnveld West ligt op de shelf. In vergelijking met de vooroever en de actieve zone is de shelf tamelijk stabiel. Op de vlakke zeebodem zijn flauw hellende zandbanken en steilere zandgolven aanwezig. De waterdiepte varieert van 20 – 30 meter (MSL). Het plangebied ligt zo ver uit de kust (45 kilometer) dat, afgezien van zandbanken, zandgolven en megaribbels, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1 : 1.000). De in het plangebied aanwezige zandgolven zijn kleinschaliger maar 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]. Voor het plangebied en het kabeltracé zijn specifieke waarden van de verplaatsingssnelheid niet beschikbaar. De zandgolven hebben een golflengte van enkele honderden meters en een amplitude van meer dan 6 meter bij het geplande windpark, maar langs het kabeltracé neemt de amplitude af tot < 2 meter aan de basis van de vooroever.
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 stormperioden 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%. 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 ongeveer 30-35 meter. Ter plaatse van het plangebied komen de volgende formaties voor: de "Kreftenheye Formatie", de "Brown Bank Formatie" en de "Eem Formatie". De "Kreftenheye Formatie" bestaat uit matig fijn tot uiterst grof zand en grind. De "Brown Bank Formatie" bestaat uit brakmarien, grijsbruin modderige klei met dunne tussenlagen van zand. Tot slot bestaat de "Eem Formatie" uit strandzand, (inter tidal and shallow sands) getijdezand en ondiep marien zand met een fijne tot middelgrote korrelgrootte met dunne lagen en tussenlagen van klei.

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]. Voor de Rijn/-Maasmonding in het tracé voor de aanlanding op de Maasvlakte zijn daarnaast oude komkleien en basisveen vrij algemeen aanwezig, maar deze archeologisch belangrijke lagen bevinden zich vrijwel overal op meer dan 3 meter onder het zeebodemoppervlak.

Troebelheid

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan 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 getijstromen aangevoerd slib en opgewerveld slib uit de kustzone wordt met de getij-reststroom langzaam naar het noordoosten gevoerd, in de zogenaamde "kustrivier". De kustrivier strekt zich uit tot ongeveer 15 - 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^3 per jaar [Van Rijn, 1994; 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 golflengte. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak. De opwoeling door golven maakt het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door stromingen, die zelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken.

Waterbeweging

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind en wateraanvoer 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 4,2 meter =) circa 8,4 meter. Bij de variant met 4,5 MW windturbines is deze afstand iets groter: circa 11,5 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 lijzijde van de monopaal. Deze veranderingen zijn echter zeer gering 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 en meer dan 6 meter hoge zandgolven met een zuidoost-noordwest 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 < 0,25% van het binnen het windpark vallende zeebodemoppervlak en 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.
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 (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-foulings). 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 heeft op het sedimenttransport.
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 (> 40 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. 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 optreedt en gedurende een korte periode.
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.
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 (> 40 km) betekent dat de aanleg en verwijdering 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 1x 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.
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 slibgehaltes, 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. In vergelijking met de hoeveelheid slib, die jaarlijks in de kustrivier langs de Nederlandse kust wordt getransporteerd, is het effect van de aanleg van de kabel een zeer gering, lokaal effect, dat bovendien gedurende een korte periode optreedt.

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 (Scheveningen of op de Maasvlakte) zijn niet onderscheidend.

Kruising kabels en leidingen
De kruising van aanwezige kabels en leidingen leidt ertoe dat over een lengte van 100 meter (50 meter ter weerszijden van de kabels en leidingen) de elektriciteitskabels niet worden ingegraven. Dit leidt tot minder verstoring van de bodem en minder vertroebeling van het water. Over een lengte van 100 meter (waar de elektriciteitskabels niet de benodigde gronddekking hebben) zal ter bescherming een laag stortsteen (hard substraat) worden aangebracht. Het kruisen van bestaande kabels en leidingen leidt niet tot extra effecten 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
Effecten windpark *Gebruik windpark*				
Golven	0	0	0	0
Waterbeweging	0	0	0	0
Waterdiepte en bodemvormen	0	0	0	0
Bodemsamenstelling	0	0	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0	0	0
Sedimenttransport	0	0	0	0
Kustveiligheid	0	0	0	0
Aanleg en verwijdering windpark	0	0	0	0
Onderhoud windpark	0	0	0	0
Effecten kabeltracé				
Gebruik kabel	0	0	0	0
Aanleg en verwijdering kabel	0	0	0	0
Onderhoud kabel	0	0	0	0

9.6 Mitigerende maatregelen

Er treden 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 (paaien, 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 van 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.* 2005].

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 (paaien, 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, 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 Continentale 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 [2004] 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 eirrosa* en het gravende vlokreeftje *Bathyporeia guilliamsoniana*. 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 zeewaartse 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^2 (AVDG/m^2). Kenmerkende soorten voor deze gemeenschap zijn de polychaete wormen *Nephtys eirrosa, Seoloplos armiger* (wapenworm) en *Spiophanes bombyx* en de vlokreeften *Urothoe poseidonis, Bathyporeia elegans* en *Bathyporeia guilliamsoniana*.

Binnen de offshore-gemeenschap kan een overgangszone worden onderscheiden [Van Scheppingen en Groenewold, 1990]. Kustwaarts wordt deze overgangszone scherp begrensd op 5 kilometer van het strand. Richting zee loopt de overgangszone 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 schaaf werden ook nog redelijke aantallen aangetroffen (18 individuen per m^2). Echter, aantallen in deze ordegrootte kwam slechts voor op enkele locaties. Het is onbekend in hoeverre deze soorten ook aanwezig zijn in het plangebied van Rijnveld West.

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			
			Overgangszone		Offshore-west	
	< 5 km		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%

* biomassa in gram AVDG/m^2
** dichtheid in n/m^2, exclusief juvenielen

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 Rijnveld West 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 *Gyrodinum* 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^2/jaar [Bergman *et al.* 1991].

Er is niet veel informatie over zooplankton. De zooplanktongemeenschap in de Zuidelijke Bocht is duidelijk verschillend van die ten noorden van de overgangszone [Leopold & Dankers, 1997]. In het NIOZ-rapport 1991-3 wordt vermeld dat de productie van roeipootkreeftjes in Zuidelijke Bocht lager is dan in de noordelijke Noordzee (respectievelijk 10 g C/m^2/jaar en 20 g C/m^2/jaar). In de Zuidelijke Bocht gaat een aanzienlijk deel van de primaire productie de microbiële kringloop in en komt dus niet direct bij het zooplankton terecht.

Hoewel de diversiteit van het meiobenthos relatief hoog is, is de dichtheid relatief laag (circa 1000 ind./10 cm^2) [Holtmann en 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

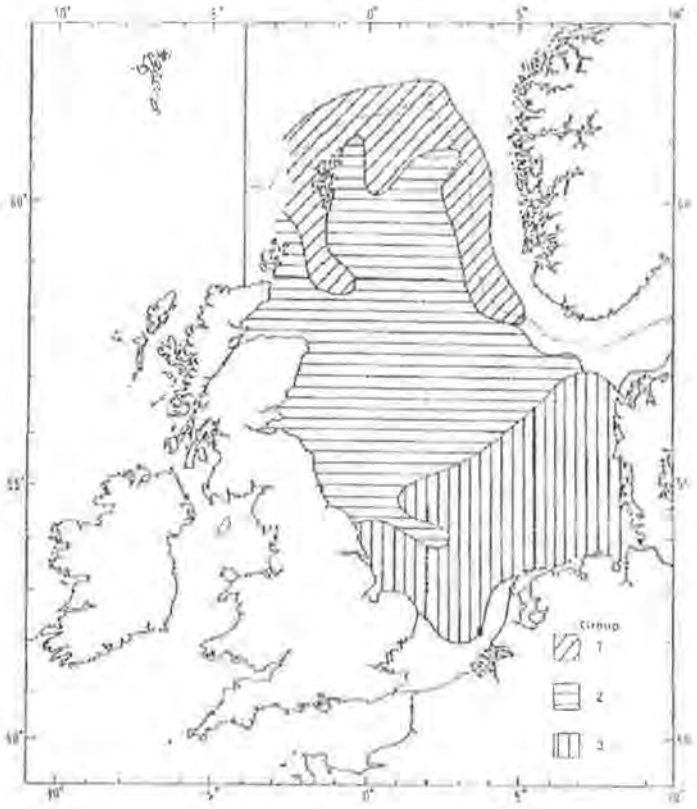
Algemeen

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 Rijnveld West 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



Verdeling van de Noordzee op grond van soortensamenstelling van de visfauna (Daan et al., 1990)
(1= zone rond de rand van het Continentaal Plat, 2= centrale zeegebied, 3= zuidoostelijk zeegebied)

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 waaroor er geen relatie is met de onderliggende zeebodem. Veel vissoorten kennen geen specifieke paailocaties maar paaien over een zeer groot gebied.
In de Noordzee zetten slechts enkele soorten vissen 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 Rijnveld West 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. Dat 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 Rijnveld West tot de kust zijn hier minder zeldzame vissoorten te verwachten.

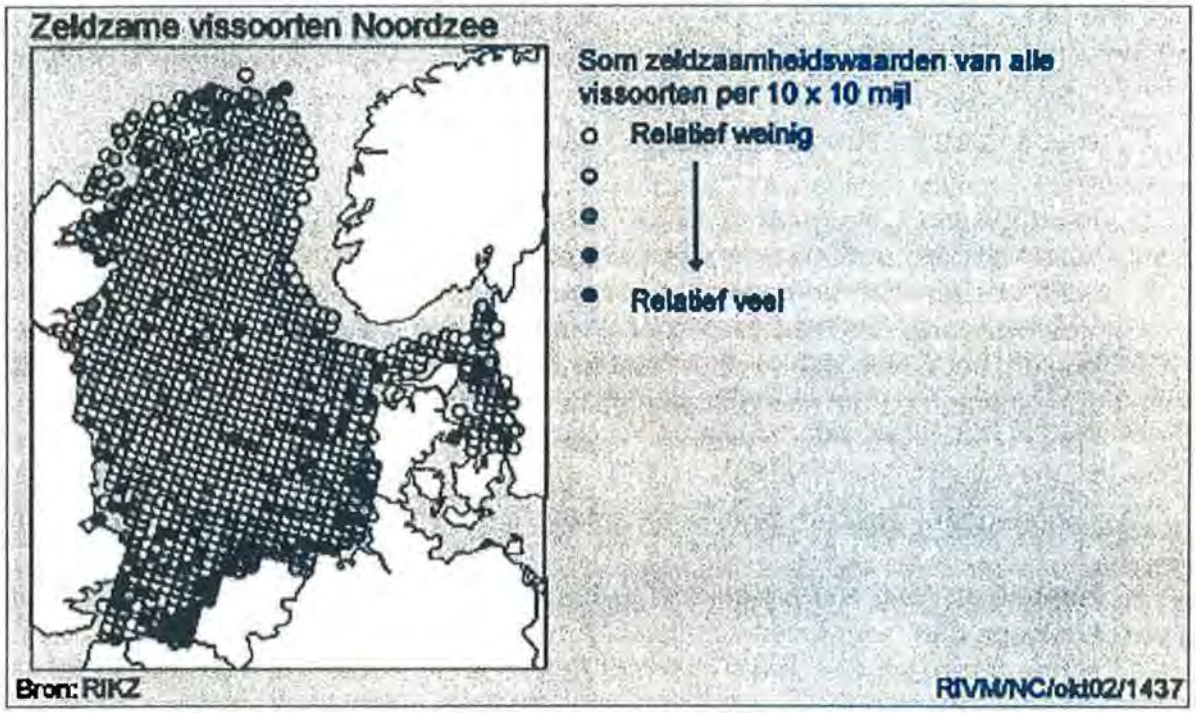
In de Zuidelijke Bocht komen vissoorten voor die kenmerkend zijn voor de open Noordzee (dieper dan 20 m). Het ondiepere deel van de Zuidelijke Bocht ligt in de overgangszone waarin soorten voorkomen van open zee en soorten die kenmerkend zijn voor de kustzone. Voorbeelden hiervan zijn pitvis, schurftvis, 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 habitatrichtlijn geniet een aantal diadrome soorten, zoals de zeeprik, 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 [NMP, 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 paaien en kraamkamerfunctie. Deze zone ligt echter buiten het plangebied.
Binnen het plangebied ontbreken de gegevens om een goede detaillering van de visfauna mogelijk te maken. Specifieke (substraatgebonden) paaigebieden zijn in het plangebied niet aanwezig.

Figuur 10.2 Het voorkomen van zeldzame vissoorten in de Noordzee



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.

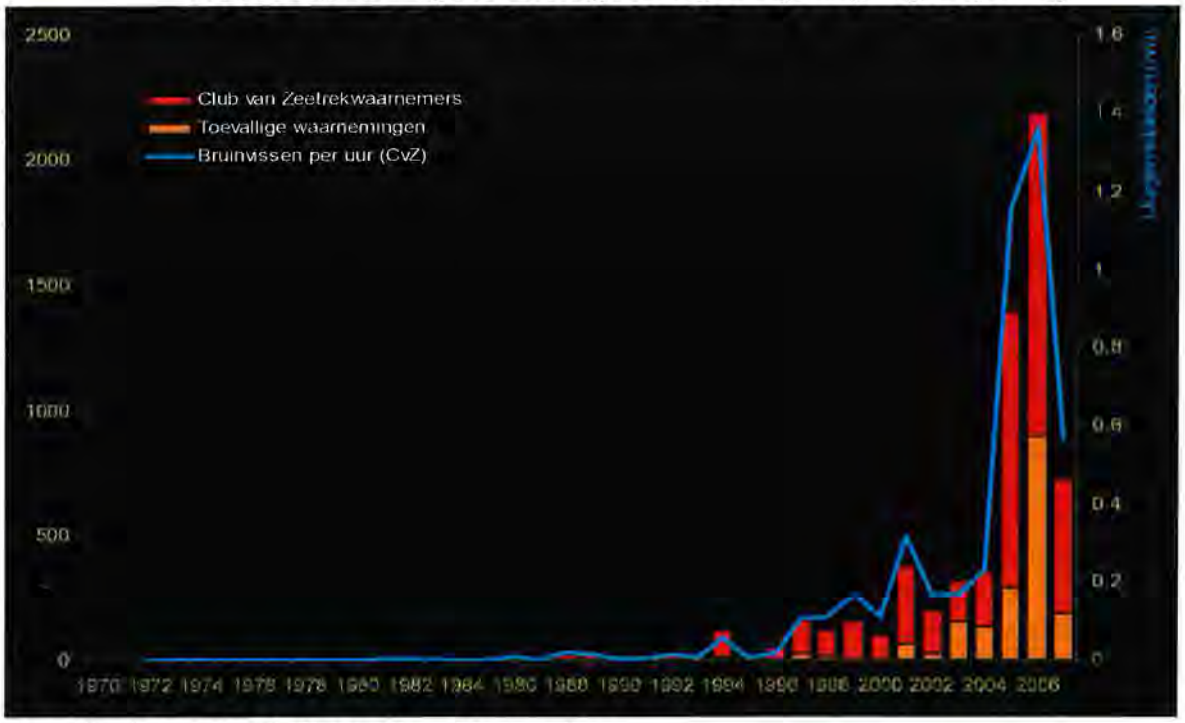
In de gehele Noordzee komen momenteel tussen de 267.000 en 465.000 bruinvissen voor [Frisse zeewind 2, 2005]. Berekeningen voor het NCP komen uit op circa 0,2 ex./km^2 in 2004, hetgeen neerkomt op circa 11.500 bruinvissen op het NCP [Arts & Berrevoets, 2005]. In de eerste helft van de vorige eeuw was 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 en 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 wer d 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 de zuidelijke richting [Addink, 2000]. Er wordt vermoed dat wat betreft deze verschuiving (geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee hierbij een rol speelt. Recente studies laten deze toename 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 een 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.
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 er was vermoedelijk geen directe mortaliteit door het heien van de turbinepalen [persoonlijke mededeling M. Leopold]. De bouw van Q7 vond 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 ex./ km^2. 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 ex./ km^2.

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 [Brasseur *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^2, 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, zijn gecorrigeerd. 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.

Figuur 10.3 Vanaf de kust in het voorjaar (jan-jun) waargenomen bruinvissen sinds 1970. De blauwe lijn is effort-gecorrigeerd [Camphuysen, 2007]



Bron: http://home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html

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 [Ministerie Verkeer en Waterstaat, 2000] 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 en 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 in de populatie in het Kanaal suggereert.
Daarnaast is de Noordzee 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.wxs.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.

Pinnipedae
Onder de Pinnipedae 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 4 afkomstig uit [Lindeboom *et al.*, 2005]).

Hieruit blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele NCP bestrijkt. Maar 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 verder hier vandaan veel lager. Ter plaatse van het windpark Rijnveld West is de kans om een gewone zeehond waar te nemen niet erg groot.

Vooral 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 (Friese Front). Theoretisch betekent dit dat op de meest noordelijke locaties in de Noordzee de meeste zeehonden zouden kunnen voorkomen en niet rond Rijnveld West.

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 [website ZeeInzicht]. 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.

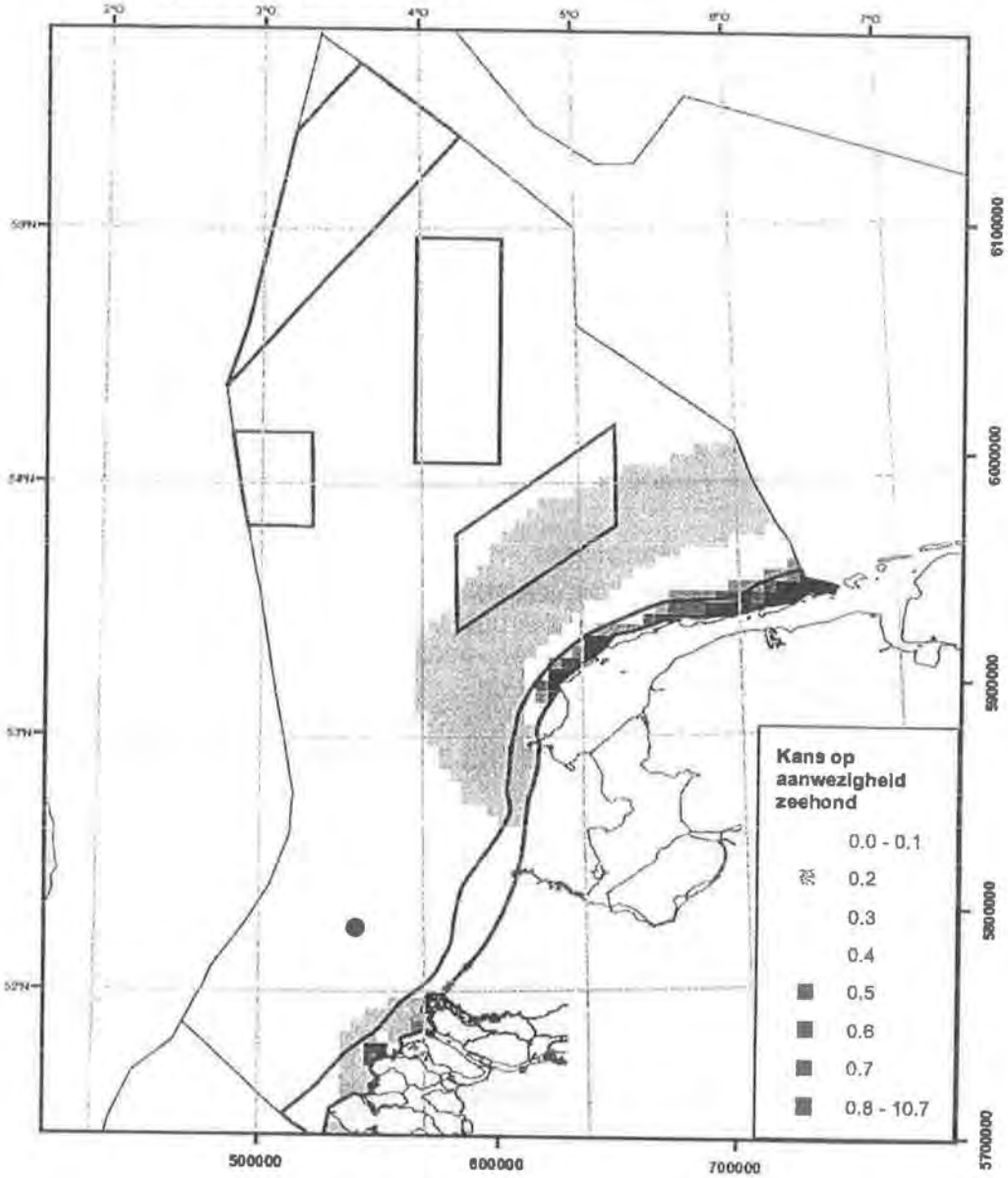
Er is in Nederland nog geen onderzoek gedaan naar het habitatgebruik van deze dieren, maar aannemelijk is dat ze, evenals hun soortgenoten in Schotland, nog grotere afstanden kunnen overbruggen om te foerageren dan de gewone zeehond (> 200 kilometer). Ook voor deze soort zal in de Noordzee rekening moeten worden gehouden met nog nader te identificeren hotspots, die grijze zeehonden opzoeken.

De aantallen zeehonden in de (Voor)Delta nemen nog steeds toe [Witte en 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 worden 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	-	-

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 Rijnveld West

Tabel 10.3 Zeezoogdieren in de Nederlandse kustwateren en de Noordzee

Soort	Status				Aantal exemplaren	
					Gebied	
	Habitat richtlijn	Flora- & faunawet	Rode Lijst	ishd***	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)		10-15.000
Witsnuitdolfijn	Noordzee (Annex 4)	Cat. 3	•	behoud		7.500**

* voor de zeehonden zijn concrete instandhoudingsdoelstellingen opgenomen voor de Voordelta in het concept aanwijzingsbesluit (1e tranche).

** aantallen witsnuitdolfijn gelden 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).

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.

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 zeehonden hebben een instandhoudingdoelstelling in de Voordelta, de Noordzeekustzone en de Waddenzee.

De bruinvis heeft alleen een instandhoudingsdoelstelling in de Noordzeekustzone (als HR 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. Vooralsnog 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 zeehonden 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 zeehondenpopulaties 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 zeehond) 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 effecten 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 geluidsdrukniveau 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.

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 en 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, luchtbellen, 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 geluidsdrukniveaus waren minimaal circa 95 dB re 1 µPa en maximaal circa 110 dB re 1 µPa. Meetresultaten van geluidsmetingen in het Nederlandse deel van de Noordzee zijn niet beschikbaar. Verboom veronderstelt dat de Duitse geluidsdrukniveaus toepasbaar zijn voor in 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 µPa in het frequentiegebied van 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe wateren niet ongewoon zijn. Tijdens een regenbui, het voorbijvaren van een schip, en dergelijke, kunnen de geluidsniveaus tijdelijk oplopen tot 110 - 120 dB re µPa [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 µPa op een afstand van 100 meter als richtwaarde worden verwacht. Voor een vissersschip is dat ongeveer 127 dB re µPa 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.

Gedeeltelijk vanwege het geheime karakter van defensie activiteiten, 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West 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 visverspreiding gegevens zijn er geen speciale beschermingsgebieden aangewezen. Voor vissen is de locatie Rijnveld West niet van speciale betekenis.

Voor de *zeezoogdieren* geldt dat de gewone en grijze zeehond duidelijke instandhoudingdoelstellingen 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, zoals 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 Rijnveld West zullen enkele potentieel verstorende activiteiten plaatsvinden. Dat zijn met name:

- 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 soorten beïnvloeden.

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.

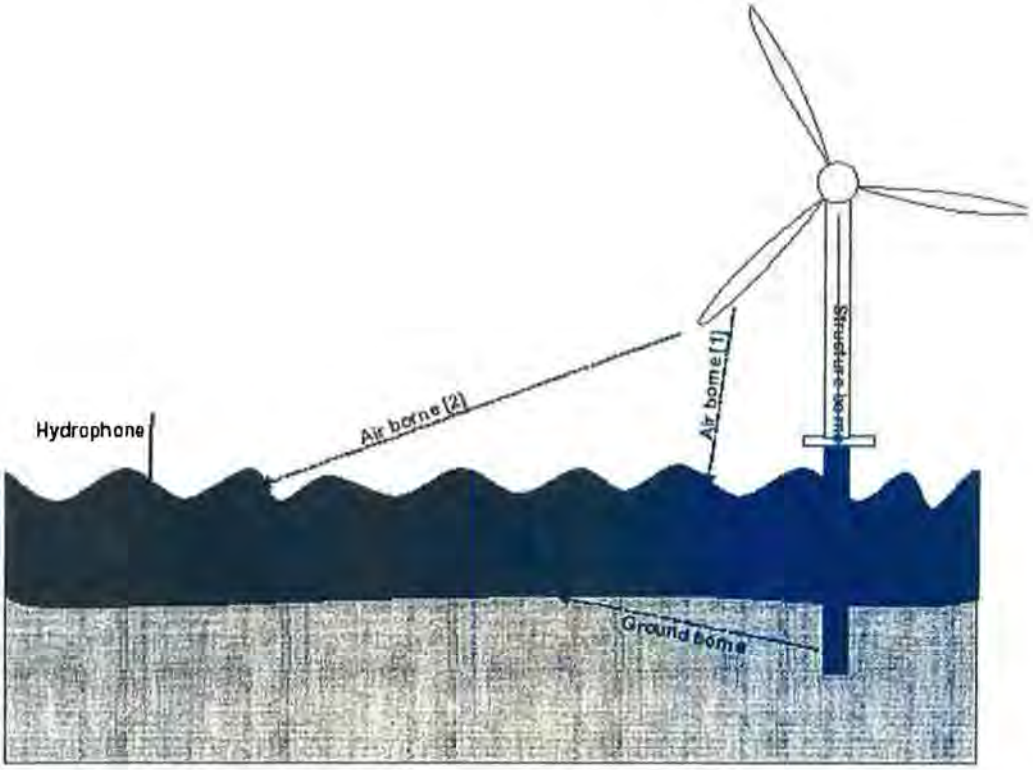
In ondiep water neemt de verspreiding toe door het zogenaamde tunneleffect. Een gestratificeerde waterkolom waarbij bovenin zoeter water aanwezig is en daaronder zout water (of door temperatuurgelaagdheid) kan ook dit tunneleffect veroorzaken. Door reflecties tegen de bodem, geulranden en het wateroppervlak 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 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 heislag, voor een paal met een diameter van 4 meter, een bronniveau van 215 dB re 1 µPa 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 binnenoor [Frisse zeewind 2, 2005]. Het heien kan grote gevolgen hebben voor vissen. De hoge druk van een geluidsgolf kan er voor 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 kilometer 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]. 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 rond het windpark om een gebied van 920 vierkante kilometer, dat 1,6 procent van het NCP omvat en bij een gemiddelde dichtheid van 0,4 bruinvis per vierkante kilometer neerkomt op 368 bruinvissen. Dit is 3,7 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 3.239 vierkante kilometer, hetgeen overeenkomt met 5,7 procent van het NCP-oppervlak. Het aantal verstoorde bruinvissen loopt dan op tot 1.296 stuks, 13,0 procent van de NCP-populatie respectievelijk 0,3 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 de bruinvissen na aanleg van het park terugkeerden naar het gebied [NERI, 2005a]. Echter, 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. Een verstoringspercentage van 0,3 procent van de Noordzeepopulatie wordt niet als significant beschouwd. 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 (WDCS) 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 verbleef 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 en 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, weliswaar in mindere mate, maar wel vaker.
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 geluidsdruk niveaus zijn in principe ook hoog genoeg voor het veroorzaken van weefselbeschadigingen van 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.

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 Rijnveld West.

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 resulteert 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 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, hun reactie op kano's en kayaks is echter even sterk. Dit suggereert dat visuele aspecten dominanter zijn dan de geluidsaspecten. De reacties van zeezoogdieren, zoals walvissen en dolfijnen, 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.
Bij het windpark wordt geen gebruik gemaakt van aangroeiwerende middelen (anti-foulings). Dit zou niet alleen ingrijpende gevolgen hebben op het leven op en rond de windturbines, ook het bodemleven in een groot deel van het stroomafwaarts gelegen gebied zou in dat geval de gevolgen van deze stoffen ondervinden.

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 Rijnveld West, en dan met name voor de bruinvis en eventueel andere dolfijnachtigen, 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.

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 effecten 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 0,05 promille van het oorspronkelijke oppervlak van de zeebodem ter plaatse van het offshore windpark Rijnveld West. Als rond de funderingen van de windturbines erosiebescherming wordt aangebracht, is de afname aan oorspronkelijk substraat natuurlijk groter.
De erosiebescherming beslaat een vierkant van 18 x 18 meter rond elke buispaal en betekent een afname van 1 promille van het oppervlak van de oorspronkelijke zeebodem ter plaatse van windpark Rijnveld West. Een erosiebescherming met een straal van ongeveer zes meter rond een funderingspaal komt overeen met een afname van het oppervlak van de oorspronkelijke zeebodem van 0,01 procent.

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 Rijnveld West.

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 als dat 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 (zand, 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 zandige 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/∅, waarbij d staat voor de waterdiepte en ∅ 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 substraat soorten 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 substraat soorten ook aan [Leonhard & Pedersen, 2005]. Ook werd een toename van de dichtheden van de meest voorkomende soorten aangetroffen bij Horns Rev, ten opzichte van het referentiegebied [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 een laag mosselen van 8 tot 10 centimeter, voordat de pijlers schoon gemaakt werden. De mechanische verwijdering van aangroei vindt meestal jaarlijks plaats tot op een diepte van 8 tot 10 meter, daaronder minder frequent omdat de aangroei er minder dik is. In 1986 werd op drie diepten de bedekking van een pijler van de Meetpost Noordwijk geschat [Waardenburg, 1987]. De mossel *(Mytilus edulis)* vormde tot op 16 meter diepte een bedekking tot 100 procent. De dikte varieerde 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^2 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 en vermoedelijk zullen de aantallen en biomassa bodemdieren toenemen, maar waarschijnlijk 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 harde substraat ophouden. Diverse vissoorten, zoals de zeedonderpad *(Myoxocephalus scorpius* en *Enophrys 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 Rijnveld West.

Door het verbod op commerciële visserij rond en in het windpark zullen de negatieve effecten op benthische 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 opgevist 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 van vissoorten, zoals de steenbolk, harder en zeebaars, bij de windturbines 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 naar 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].

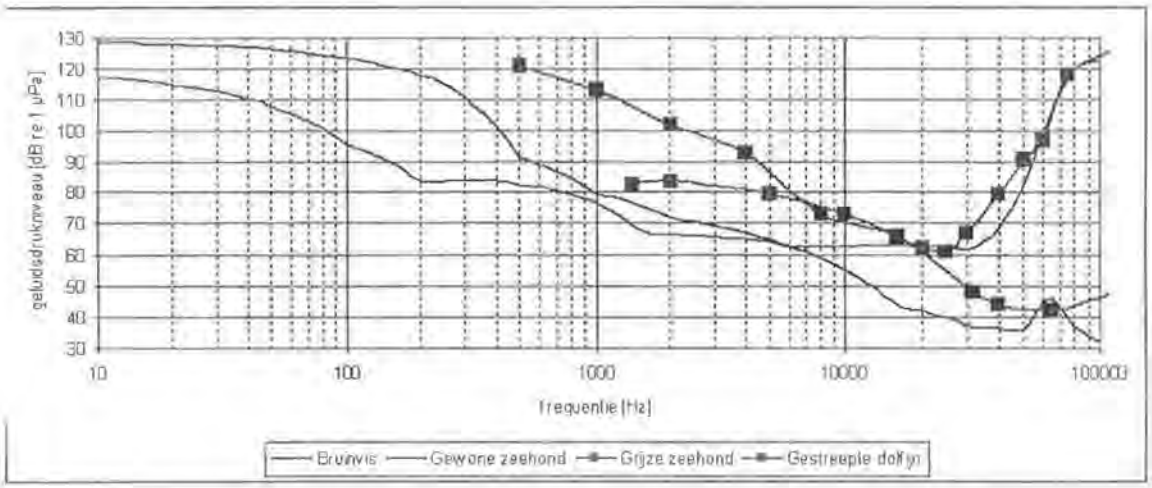
Onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Om zich te handhaven dienen deze soorten doelmatig te reageren op roofvijanden en prooien. Daarnaast moet aandacht worden besteed aan de voortplanting. Bij al deze levensfuncties en gedragingen kan geluid een rol spelen. 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 gehoorgrens van deze organismen.
Daarnaast kan onderwatergeluid van windturbines worden vergeleken met de frequentie en sterkte van geluiden, die door deze organismen worden geproduceerd (vocalisatie). Tenslotte kan er een verband worden gelegd tussen het (vermijdings)gedrag en geluid.

Voor een overzicht van het gehoor, de gevoeligheid voor geluid, de 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 als model soort meegenomen in de berekeningen (zie Bijlage Onderwatergeluid voor verdere details).

Figuur 10.6 Audiogram van verschillende soorten met omringend geluid als referentie



Naar Nedwell *et al.*, 2004a

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 model berekeningen 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 geluidsdrukniveau 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 olielekkages 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 locale 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 (kabelaanleg) tot zeer sterke verhoging (heien) van de geluidsniveaus onder water. Ook dat betreft tijdelijke verstoringen.
Hierdoor zal tijdelijk een gebied van ca. 990 tot 3.400 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 vogels en 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. Hardsubstraatsoorten 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 substraat soorten 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. De effecten per inrichtingsvariant zijn hetzelfde.

Tabel 10.6 Mogelijke effecten op aanwezige natuurwaarden

Soorten	Huidige Situatie*	Basisvariant 3 MW		
		Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect permanent	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
Witsnuitdoltijn (Noordzee populatie)	7.500	- (geluid)	0	nee
Biomassa macrobenthos (asvrij drooggewicht/m^2)	12,5**	- (verwijdering habitat)	0/+ (aangroei hard substraat)	nee
Diversiteit macrobenthos (H_o)	15	- (verwijdering soorten)	++ (hard substraat)	nee
Biomassa vissen	Onbekend	- (geluid)	++ (refugium)	nee
Diversiteit vissen (H_o)	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^2

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 Rijnveld West 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 minder dan 0,1 procent van de bodemfauna in het windpark beïnvloeden. Daartegenover staat dat zich in het gebied nieuwe flora en fauna gemeenschappen 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 de meeste effecten op het onderwaterleven klein zijn en dat er slechts geringe verschillen aan te geven zijn in zowel de abiotische als de biotische component van de onderwater levensgemeenschap in het plangebied voor windpark Rijnveld West. 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, geluidsdruk niveaus veroorzaakt. Mogelijkheden om deze geluidsdruk niveaus 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 geluidsdrukniveaus 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 µPa uitkwam. Gerasch *et al.* schat dat het intrillen van de monopalen tot 30 dB lagere geluidsdrukniveaus 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 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 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. Daarnaast kunnen akoestische afschrikmiddelen gebruikt worden waarmee zeezoogdieren afgeschrikt worden uit de directe nabijheid van de bouwlocatie.
  Tijdens de aanleg van Horns Rev is gebruik gemaakt van pingers, systemen die een bepaald geluid afgeven om er voor te zorgen dat zeezoogdieren afgeschrikt worden voordat met heien begonnen wordt.
- 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[1]. 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 [2] worden ingezet.

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

Aanleg kabel en aanlandingspunt
Er worden vanwege onderwatergeluid geen negatieve effecten voor 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 belangrijkste mitigerende maatregelen om de effecten op het onderwaterleven te beperken zijn samengevat in tabel 10.7.

[1] Echter, bruinvissen komen vrijwel nooit geheel of voor een groot deel boven water. Het dier komt alleen even boven om te ademen. Dan is meestal niet meer dan het bovenste deel van de rug met de rugvin zichtbaar. Daar komt bij dat ze klein zijn. Het waarnemen van bruinvissen op zee, al helemaal bij enige golfslag, is daardoor moeilijk.
[2] Porpoise detectors. Deze detecteren de klikgeluiden, en dus de aanwezigheid van o.a. bruinvissen.

Tabel 10.7 Samenvattend overzicht van de belangrijkste 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)
	Intrillen in plaats van inheien
	Zachte start met laag vermogen
	Geluidarme hei-installatie gebruiken
	Monitoring aanwezigheid zeezoogdieren en uitstel heiwerkzaamheden bij aanwezigheid
Magnetische velden	Nader onderzoek mogelijkheid bundelen van kabels
Overig	Instellen van refugium

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:

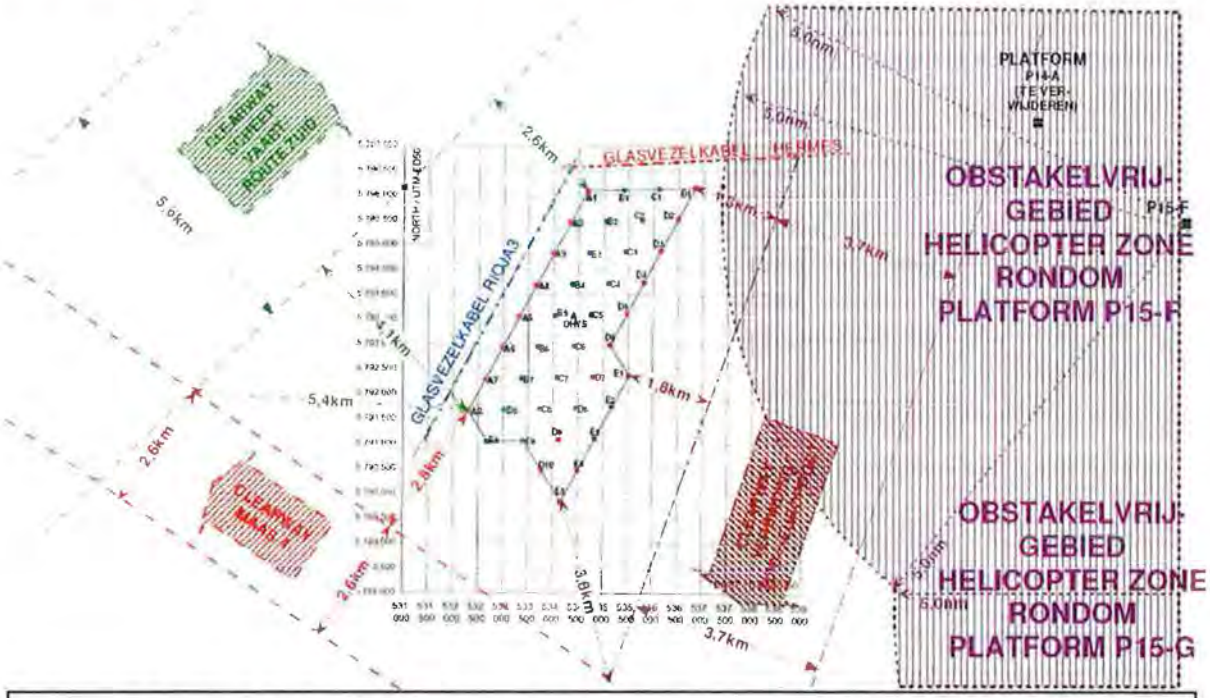
- de kans dat een schip in aanvaring komt met een windturbine;
- de kans dat een aanvaring een zodanig effect heeft dat er schade aan het milieu optreedt;
- de impact hiervan op het milieu.

In dit hoofdstuk wordt hierop nader ingegaan.

Locatie windpark ten opzichte van scheepvaartroutes

In verband met de nieuwste informatie op gebied van scheepvaartveiligheid is de locatie Rijnveld West zoals deze in de startnotitie is voorgelegd, aangepast. De afstand tot de scheepvaartroutes is 3,5 keer vergroot ten opzichte van de verplicht gestelde veiligheidszone van 500 meter, wat heeft geresulteerd in een kleiner oppervlakte van het windpark en dus een reductie van het aantal windturbines. In figuur 11.1 is de ligging van Windpark Rijnveld West weergegeven ten opzichte van deze scheepvaartroutes. In de figuur zijn ook de nabij liggende platforms P14-A en P15-F opgenomen. Platform P14-A wordt verwijderd voordat Windpark Rijnveld West gerealiseerd wordt. Wanneer dit platform verwijderd is, zijn er meer mogelijkheden voor schepen op clearway verbinding Zuid-Europoort om naar het oosten uit te wijken voor het windpark. Hierdoor neemt de scheepvaartveiligheid rond het windpark toe. Platform P15-F ligt op een veilige afstand van het windpark (> vijf nautische mijlen).

Figuur 11.1 Ligging Windpark Rijnveld West ten opzichte van scheepvaartroutes



LOCATIE OFFSHORE WINDPARK RIJNVELD-WEST MET SCHEEPVAARTROUTES & PLATFORMS

Aanpak MARIN

In dit hoofdstuk wordt de veiligheidsstudie voor het offshore Windpark Rijnveld West beschreven, die MARIN heeft uitgevoerd [Koldenhof & 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 Rijnveld West 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 twee inrichtingsvarianten van het Windpark Rijnveld West. 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

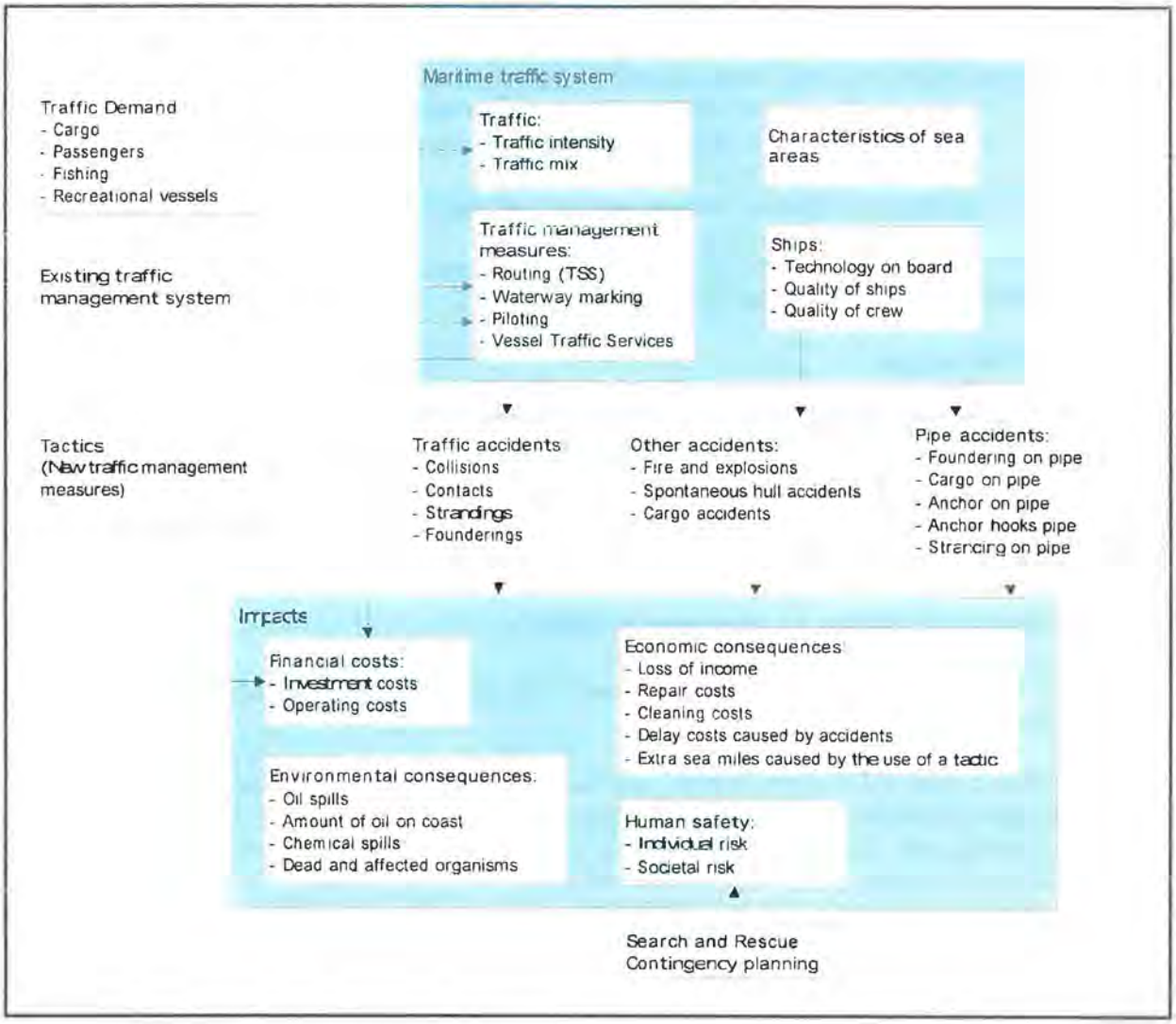
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten, die met het model 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 ongevalskansmodellen 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 Systeemdiagram 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 koopvaardijschepen, 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 Intellingence Unit (voorheen Lloyd's Maritime Information Services) verzameld. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van alle scheepsreizen van het jaar 2004, die verwerkt zijn tot de verkeersdatabase 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 windpark locatie 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 (VONOVI). VONOVI 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 VONOVI-vlucht wordt een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai vaart, ziet, wordt 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 VONOVI-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^2 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^2 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 dichter 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West varieert de aanvaar/aandrijfkans van 0,13 procent tot 0,24 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.

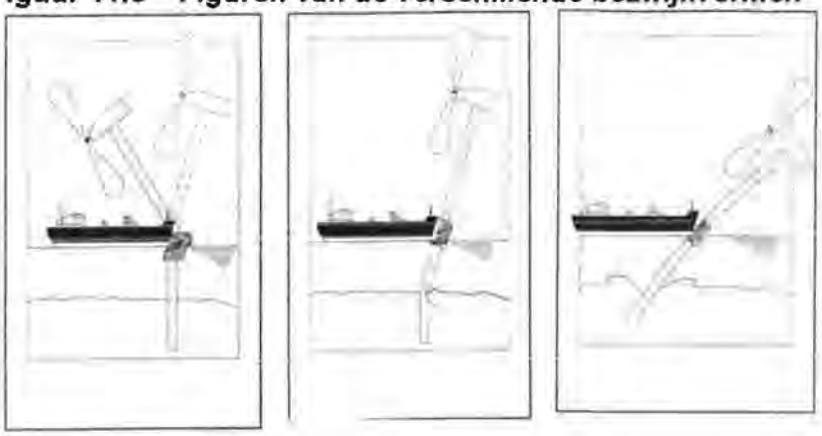
Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen, is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie welke maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels 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) omver geduwd. 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 uitwaaierende 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

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (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[1]	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.

[1] 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 Norkske 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 1000 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 rekenslagen 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".

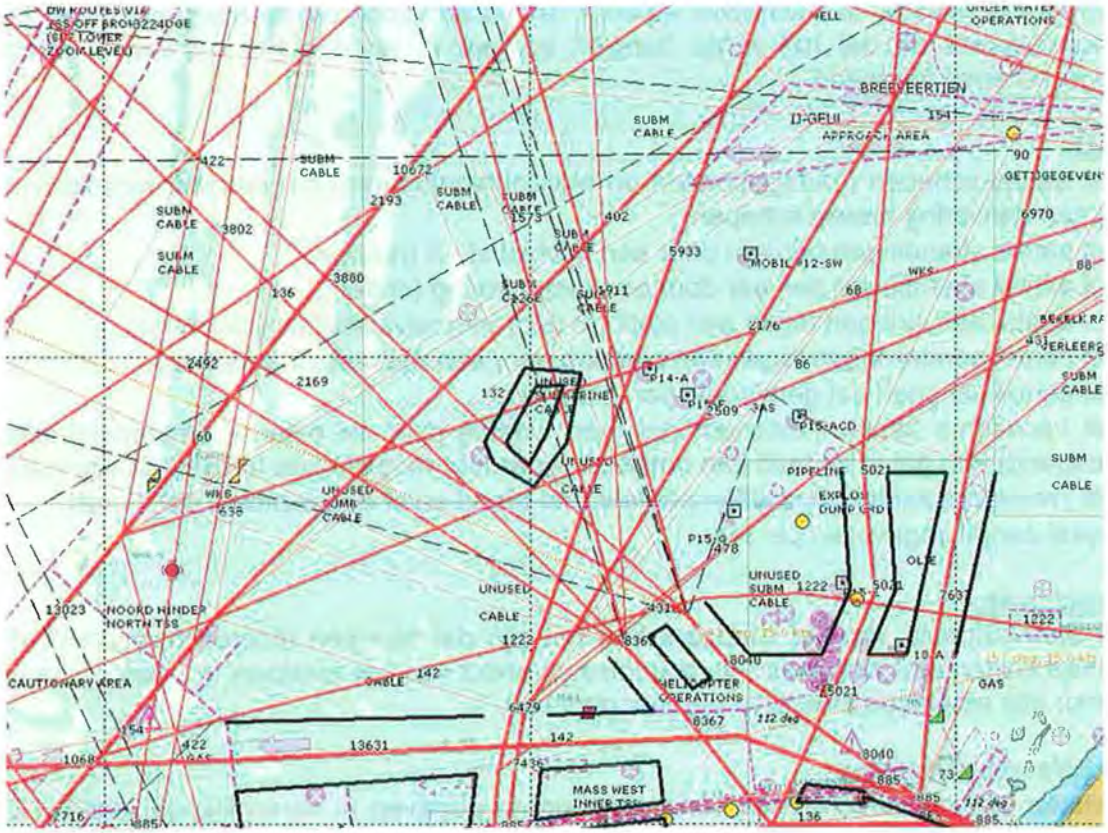
11.4.1 Locatie en inrichtingsvarianten
Voor Rijnveld West is het effect op de scheepvaart voor twee inrichtingsvarianten onderzocht, namelijk:
- Een variant met 41 turbines van 3 MW en 1 High Voltage Station, verder aangeduid met RV_W_3.0MW.
- Een variant met 25 turbines van 4,5 MW en 1 High Voltage Station, verder aangeduid met RV_W_4.5MW.

In figuur 11.4 is Windpark Rijnveld West weergegeven met de verkeersdatabase voor 2004, waarbij de locatie nog niet vrijgemaakt is. In figuur 11.5 wordt de verkeersdatabase getoond waarbij de locatie Rijnveld West vrijgemaakt is.

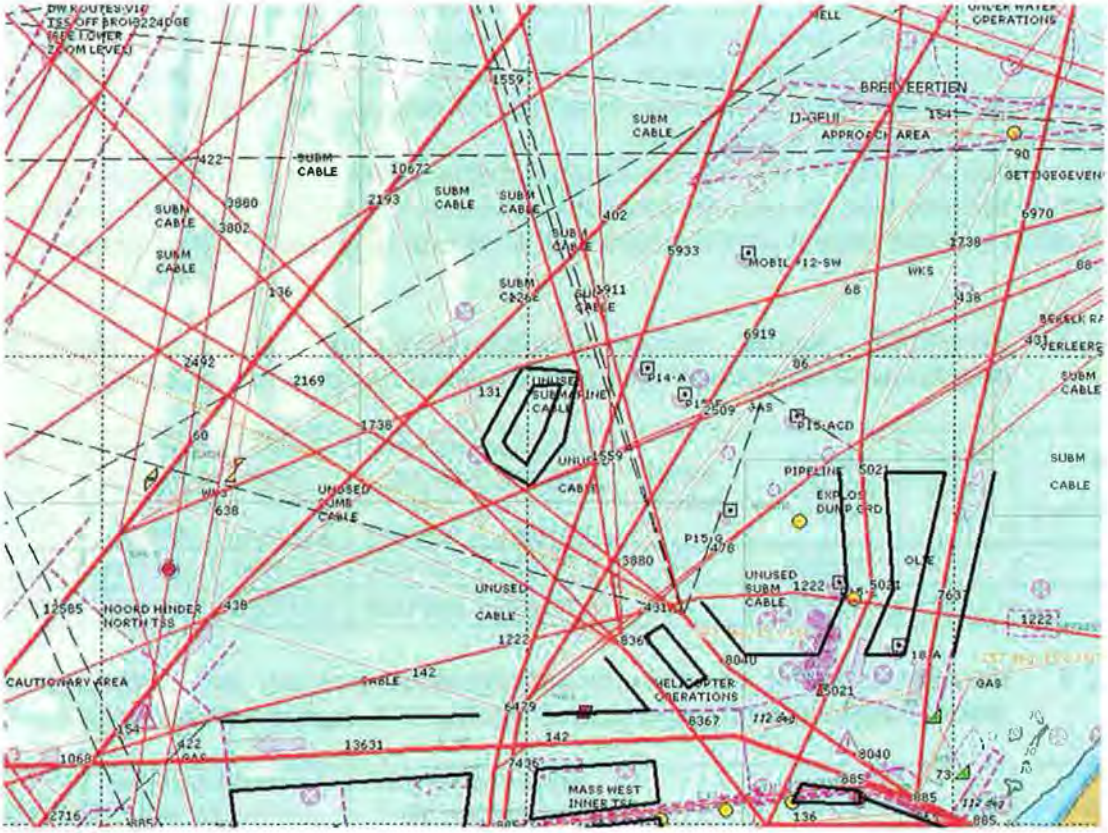
In figuur 11.4 en 11.5 zijn twee gebieden getekend. Het binnenste gebied is getrokken over de buitenste windturbines van de 3 MW variant.

Het buitenste gebied is een gebied op een afstand van 1 zeemijl van de buitenste turbines.

Figuur 11.4 Verkeersbeeld bij windparklocatie Rijnveld West in de huidige situatie met het nieuwe verkeersscheidingsstelsel voor Rotterdam



Figuur 11.5 De windparklocatie Rijnveld West vrijgemaakt van scheepvaartverkeer met het nieuwe verkeersscheidingsstelsel voor Rotterdam



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 verkeersdatabase 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.

In tabel A1-1 en tabel A2-1 van bijlage 5 staan voor respectievelijk de eerste en tweede variant 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.

Uit tabel A1-1 en tabel A2-1 volgt dat de windturbines die het dichtst bij de rand van de separatiezone liggen de hoogste aanvaarkans hebben. Dit geldt vooral voor de turbines in de noordoostelijke en de zuidelijke hoek van het gebied. De meest centraal gelegen turbines hebben de kleinste aanvaarkans.

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 Rijnveld West. 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^2 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 **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km^2]	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	14,14	476830	41	0,011025	0,001929	0,028576	0,001614	0,043144
4,5 MW	13,57	475000	25	0,007228	0,001428	0,017863	0,001028	0,027547

Tabel 11.3 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)

Inrichtings-variant **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km^2]	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	14,14	476830	41	2,31E-08	4,05E-09	5,99E-08	3,38E-09	9,05E-08
4,5 MW	13,57	475000	25	1,52E-08	3,01E-09	3,76E-08	2,16E-09	5,80E-08

Tabel 11.4 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per km^2 voor de beschouwde inrichtingsvarianten (inclusief hoogspanningsstation)

Inrichtings-variant **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km^2]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar / km^2		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar / km^2		Totaal per jaar / km^2
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	14,14	476830	41	0,000780	0,000136	0,002021	0,000114	0,003051
4,5 MW	13,57	475000	25	0,000533	0,000105	0,001316	0,000076	0,002030

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 types 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 70% van de contacten met turbines door driften wordt veroorzaakt, en 30% door rammen. Verder blijkt dat het voor bijna 92% 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 498 jaar (= 1/(0,001487+0,000521)).
De gemiddelde uitstroom van afgerond 2,5 m^3 ladingolie voor de variant van 3 MW in tabel 11.5 dient alleen als vergelijking. Een gemiddelde van afgerond 2,5 m^3 ieder jaar geeft een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 2.500 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 0,40% (=(0,001487+0,000521) / (0,353402+0,148723) * 100%).

In tabel 11.7 zijn de uitstroomfrequenties gegeven per MWh. De kans op een uitstroom omgerekend naar de frequentie per km^2 wordt gegeven in tabel 11.8.

Tabel 11.5 Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Variant **Rijnveld West**	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
3 MW	0,001487	672	0,690	0,000521	1918	2,515	498
4,5 MW	0,001017	984	0,471	0,000364	2747	1,734	724
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 **Rijnveld West**	Bunkerolie		Ladingolie	
	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
3 MW	0,42%	1,01%	0,35%	0,17%
4,5 MW	0,29%	0,69%	0,24%	0,12%
EEZ	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabel 11.7 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per MWh

Variant **Rijnveld West**	Energie-opbrengst [MWh]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m3 per MWh	Frequentie per MWh	Gemiddelde uitstroom per jaar in m3 per MWh
3 MW	476830	3,12E-09	1,45E-06	1,09E-09	5,27E-06
4,5 MW	475000	2,14E-09	9,92E-07	7,66E-10	3,65E-06

Tabel 11.8 De uitstroom van bunkerolie en ladingolie per km^2

Variant **Rijnveld West**	Oppervlakte [km^2]	Bunkerolie		Ladingolie	
		Frequentie per km^2	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3 per km^2	Frequentie per km^2	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3 per km^2
3 MW	14,14	0,000105	0,048818	0,000037	0,177867
4,5 MW	13,57	0,000075	0,034737	0,000027	0,127796

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 1/8506 per jaar (zie tabel A1-10). Het windpark heeft een lengte van ongeveer 6,9 km, dus per kilometer vaarweg is de kans van $1{,}70*10^{-5}$. 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 7,0 tegenover 5,1 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 Rijnveld West voor de scheepvaart.

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor hele EEZ na aanpassing van het verkeer bij Rijnveld West	Effect windpark t.o.v. autonome situatie	Relatieve effect van het windpark t.o.v. autonome situatie.
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's	aantal	1,257	0,0000	0,00%
Chemicaliën tankers	aantal	18,965	-0,0010	-0,01%
Olietankers	aantal	8,987	-0,0130	-0,14%
Gas tankers	aantal	5,793	0,0020	0,03%
Bulkers	aantal	26,835	0,0010	0,00%
Unitised	aantal	84,016	0,0090	0,01%
General Dry Cargo	aantal	6,452	0,0020	0,03%
Passenger schepen + conv. ferries	aantal	1,088	0,0000	0,00%
High Speed Ferries	aantal	0,273	0,0000	0,00%
Overig	aantal	5,199	-0,0020	-0,04%
Totaal routegebonden	aantal	158,865	-0,0020	0,00%
Totaal niet routebonden	aantal	194,149	0,0000	0,00%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	10,972	-0,0050	-0,05%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	6,277	0,0000	0,00%
Stranding als gevolg van motor storing	aantal/jaar	1,434	0,0000	0,00%
Rammen van platform na navigatiefout	aantal/jaar	0,269	-0,0003	-0,11%
Driften tegen platform na motorstoring	aantal/jaar	0,048	0,0000	-0,05%
Zinken	aantal/jaar	1,432	0,0000	0,00%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0,000	0,0000	
Brand/Explosie	aantal/jaar	0,000	0,0000	
Totaal	aantal/jaar	20,433	-0,0053	-0,03%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / year	1123,848	0,1375	0,01%

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 Rotterdam de uitvalsbasis voor het Windpark Rijnveld West worden. Vanuit Rotterdam naar het plangebied Rijnveld West is het ongeveer 3 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 3 uur varen = 5400 vaaruren voor de aanleg. Dit levert een verhoging van het gemiddelde aantal schepen op zee op van 0,6 schip (= 5400 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 1,2 schip. In deze periode van een half jaar is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit 0,8% hoger dan normaal. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0,4%.

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 Rijnveld West maar voor erg beperkte toename zorgt van het aantal scheepsongevallen, anders dan aanvaringen. Het toegenomen scheepvaartverkeer door onderhouds- en reparatiewerkzaamheden in Rijnveld West 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 Rijnveld West valt net binnen de radardekking van de verkeersdienst voor de aanloop van Rotterdam. Het radarbeeld van de VTS (Vessel Traffic System) van Rotterdam wordt dus verstoord door het windpark Rijnveld West.
Wel is het zo dat door de komst van AIS (zie 11.6.1) de verkeersdienst niet meer alleen afhankelijk is van radarwaarnemingen. Hoe verstorend het windpark zal zijn voor de radar en of een steunradar nodig is, is op dit moment moeilijk te bepalen. Ware grootte metingen bij het Near Shore Windpark zullen meer inzicht geven in de mogelijke verstoring van een radar door een windpark.

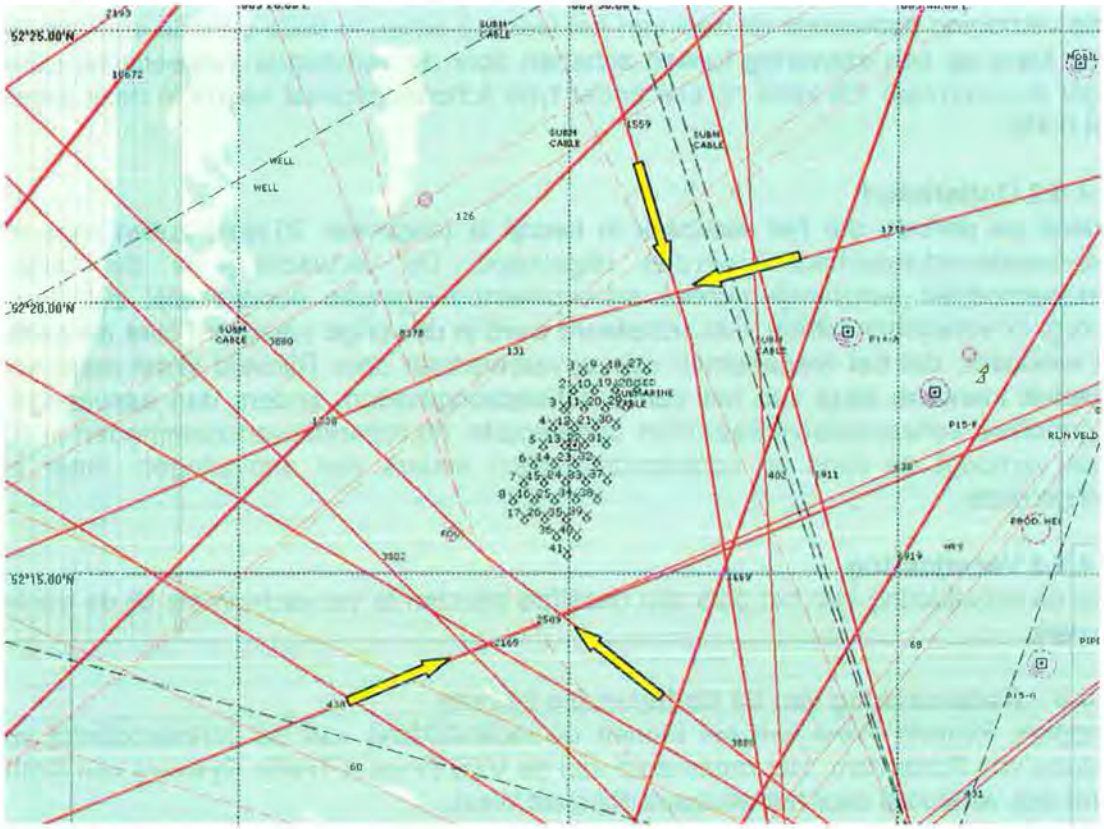
11.4.7 Kruisende scheepvaart

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 Rijnveld West 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 zich geen kritische ontmoetingen tussen routegebonden schepen voordoen, waarbij het windpark een extra belemmering vormt. Wel zal het windpark een zichtbelemmering vormen voor de ontmoetingen tussen routegebonden en niet-routegebonden schepen aan bijvoorbeeld de westkant van het park, waar de routegebonden schepen vanuit Rotterdam die in noordwestelijke richting varen, niet-routegebonden schepen ontmoeten die langs het park in zuidelijke richting varen.

Figuur 11.6 Verkeersafwikkeling bij Rijnveld West

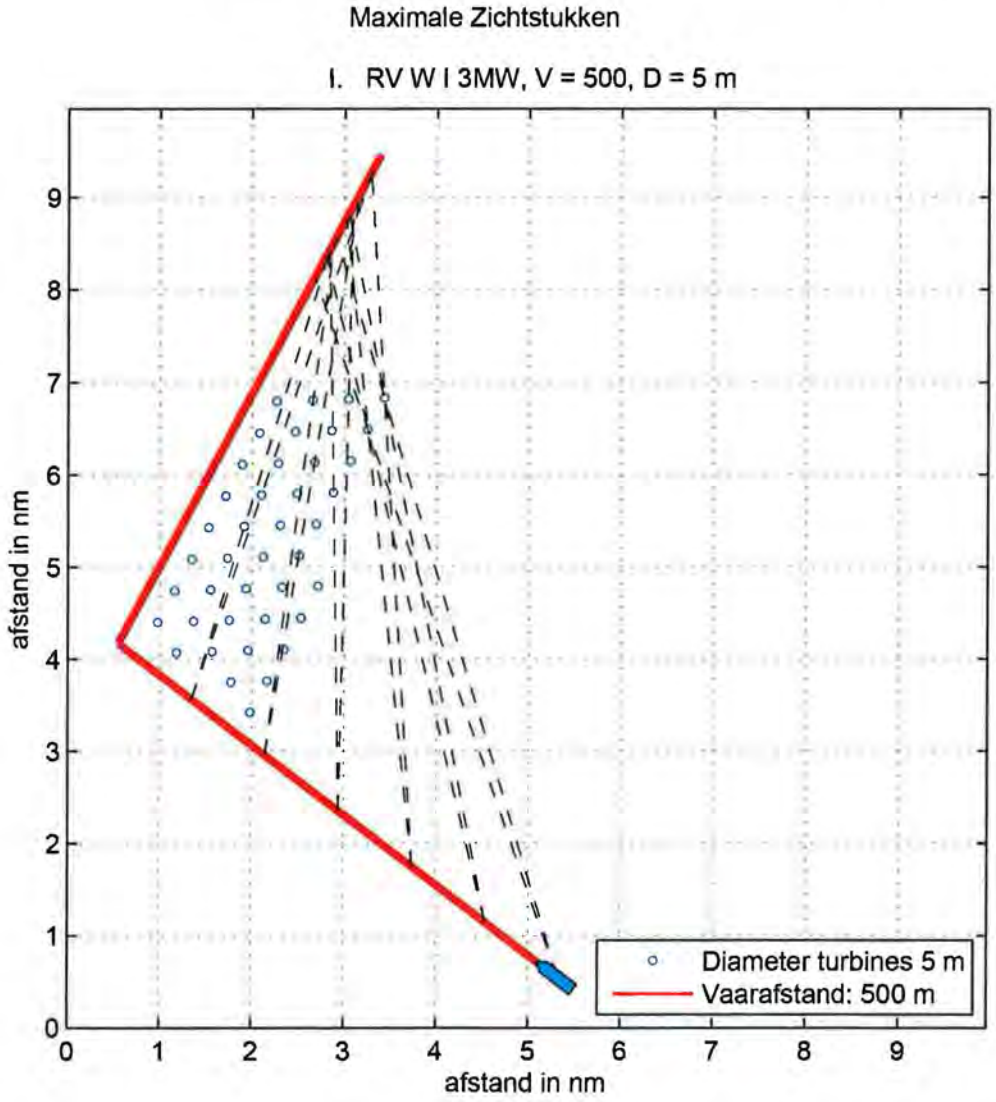


Voor deze situatie, een kruising tussen een noordwest gaand routegebonden schip en een zuidgaand niet-routegebonden schip, zijn voor de twee inrichtingsvarianten de schaduwstukken bepaald. Aangenomen wordt dat het niet-routegebonden schip op 500 m afstand van het park vaart. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 11.7 tot en met figuur 11.10 voor het blauwe schip dat langs de rode track vaart.

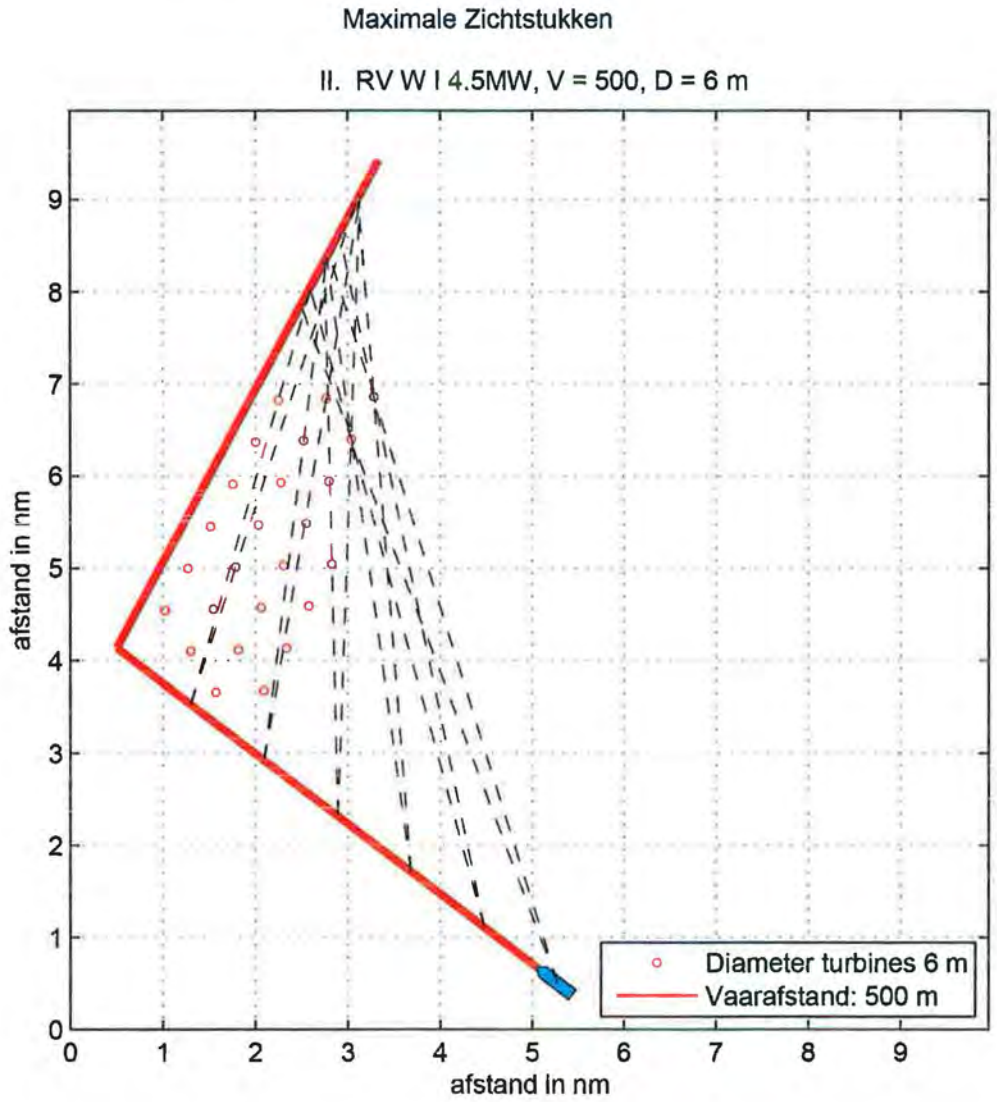
De figuren tonen dat er voor de 3 MW variant een moeilijk punt is zo'n 2 nm voor het kruispunt, waar zich een groot schaduwstuk bevindt (>40m), voor de 4,5 MW variant ligt een dergelijk punt op 1.5 nm voor het kruispunt. Voor beide varianten zijn er geen schaduwstukken groter dan 50 meter. Verder laten de figuren zien dat het aantal schaduwstukken voor beide inrichtingsvarianten vrijwel gelijk is. Het absolute aantal schaduwstukken blijft klein.

In paragraaf 11.4.8 wordt aangegeven wat de orde van grootte is van de extra kans op een aanvaring door de zichtbelemmering.

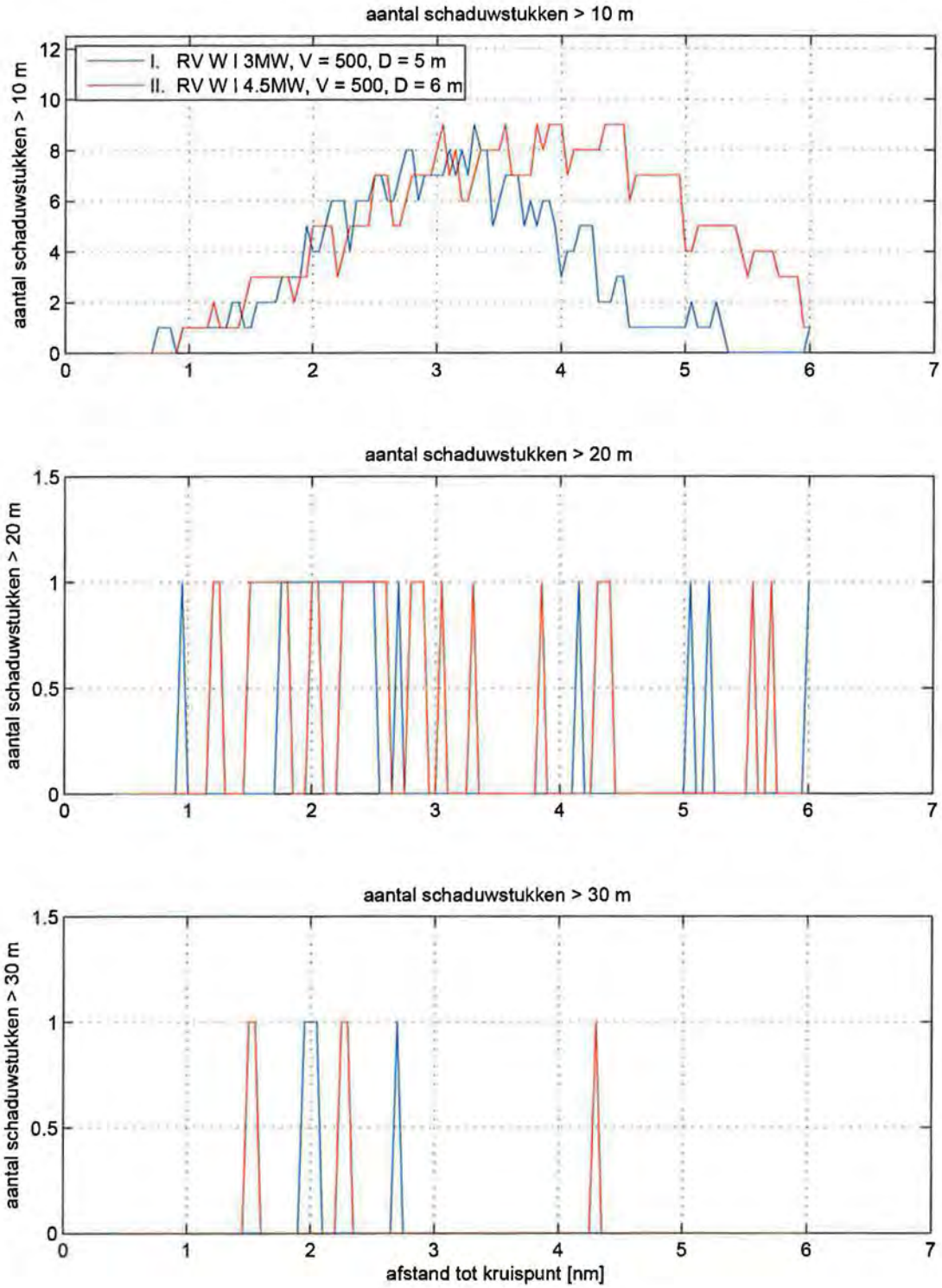
Figuur 11.7 Noordwestwaarts varend routegebonden verkeer kruisend met zuidwaarts varend niet-routegebonden verkeer in de westelijke hoek van de 3 MW variant



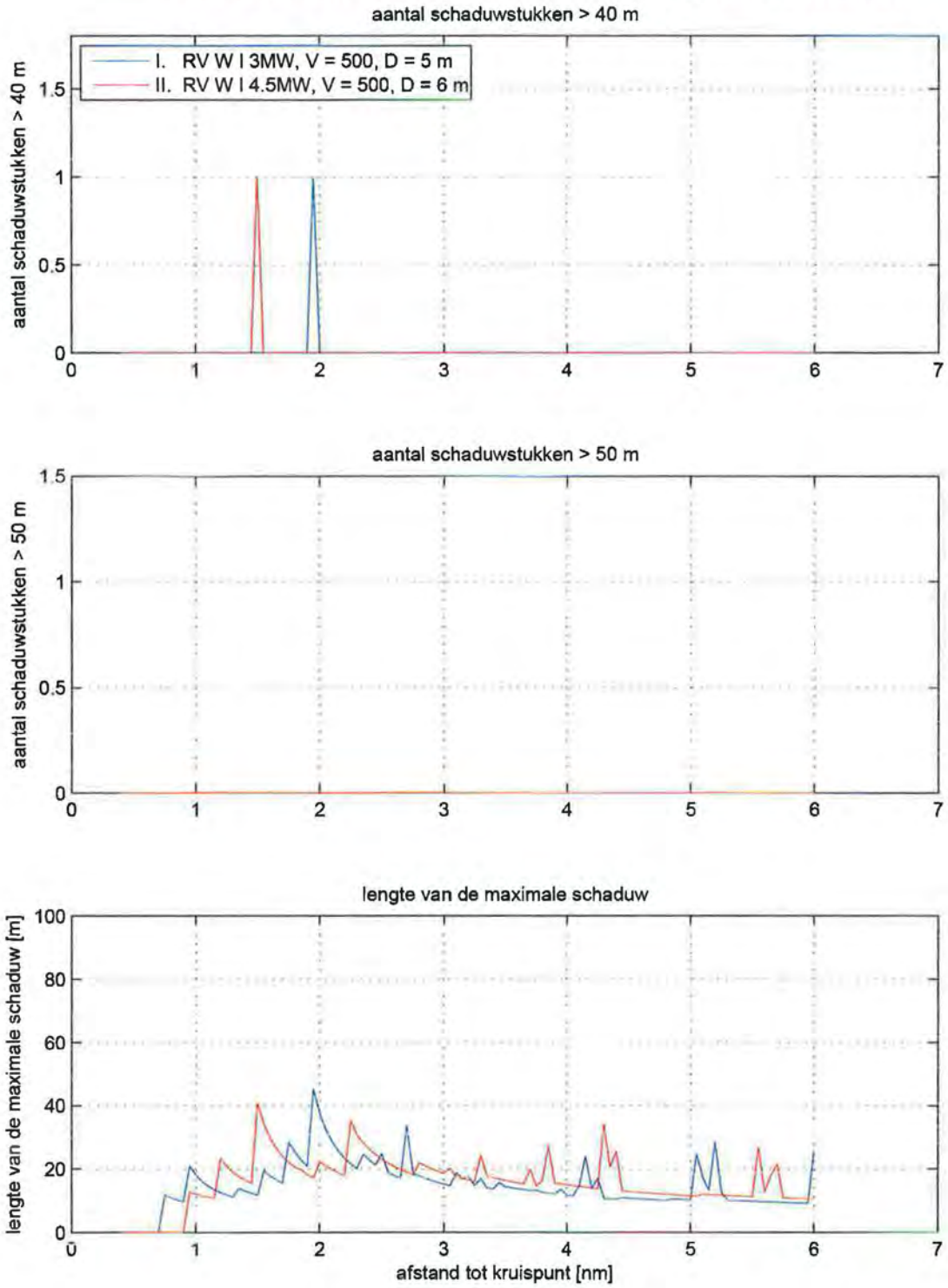
Figuur 11.8 Noordwestwaarts varend routegebonden verkeer kruisend met zuidwaarts varend niet-routegebonden verkeer in de westelijke hoek van de 4,5 MW variant



Figuur 11.9 Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en 30m voor noordwestwaarts varend routegebonden verkeer kruisend met zuidwaarts varend niet-routegebonden verkeer



Figuur 11.10 Aantallen schaduwstukken >40m, >50m en maximale lengte van een schaduwstuk voor noordwestwaarts varend routegebonden verkeer kruisend met zuidwaarts varend niet-routegebonden verkeer

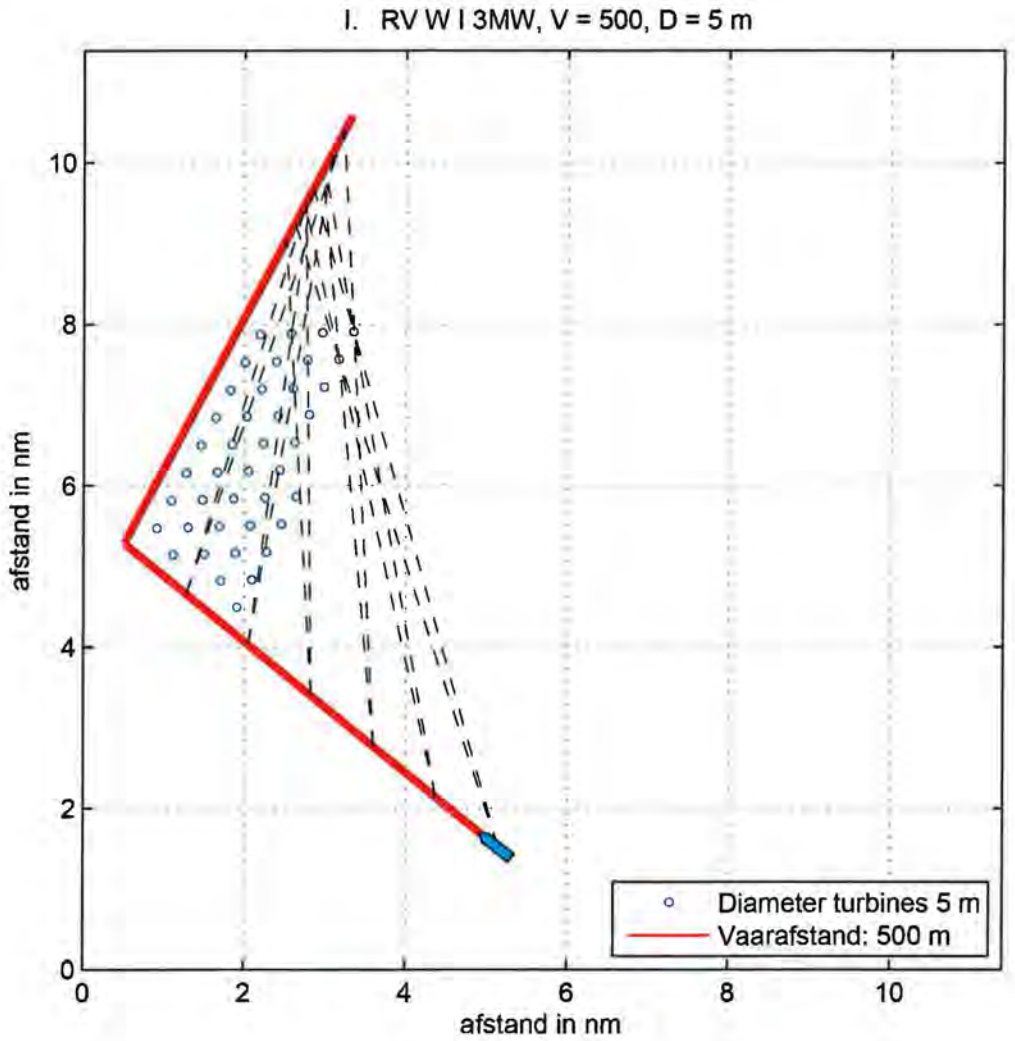


In figuur 11.11 tot en met figuur 11.14 zijn de figuren gemaakt voor het niet-routegebonden verkeer. Voor dit verkeer is aangenomen dat het naar dezelfde moeilijke hoek vaart en dat ze vlak langs het park op een afstand van 500 m varen.

Voor de 3 MW variant ligt wederom het 'moeilijke' punt op ongeveer 2 nm voor het kruispunt. Hier bevindt zich een schaduwstuk groter dan 40 meter. Voor de 4,5 MW variant wijkt het beeld nu af van de kruising routegebonden – niet-routegebonden. Dit komt doordat de track nu meer noordwaarts loopt, doordat de turbines anders zijn opgesteld. Hierdoor zijn er in dit geval op grotere afstand meer schaduwstukken. Bovendien bevindt er zich nu ook een schaduwstuk groter dan 40 meter op iets meer dan 1 nm van het kruispunt en een schaduwstuk groter dan 50 meter op ongeveer 1,7 nm van het kruispunt.

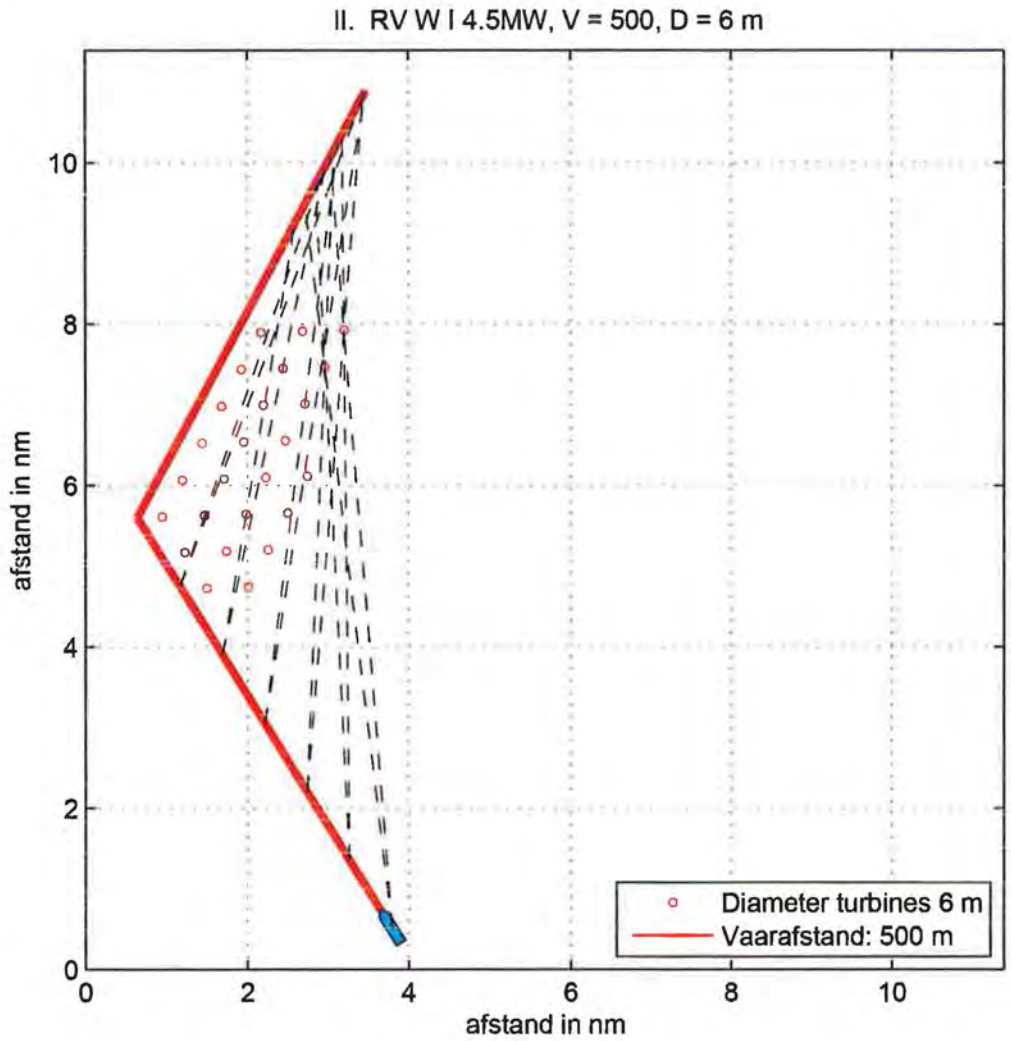
Figuur 11.11 Niet-routegebonden kruisend verkeer voor de 3 MW variant

Maximale Zichtstukken

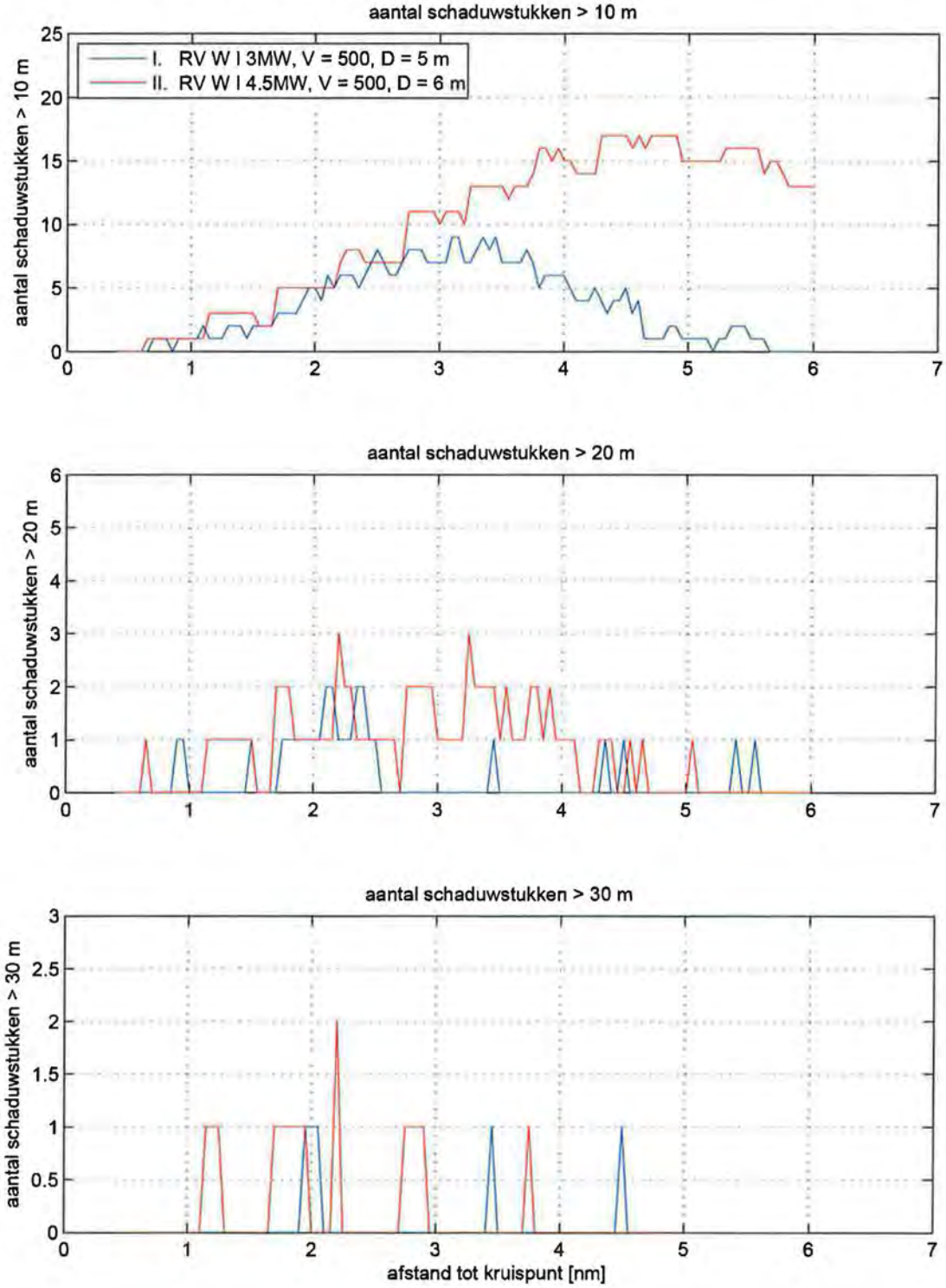


Figuur 11.12 Niet-routegebonden kruisend verkeer voor de 4.5 MW variant

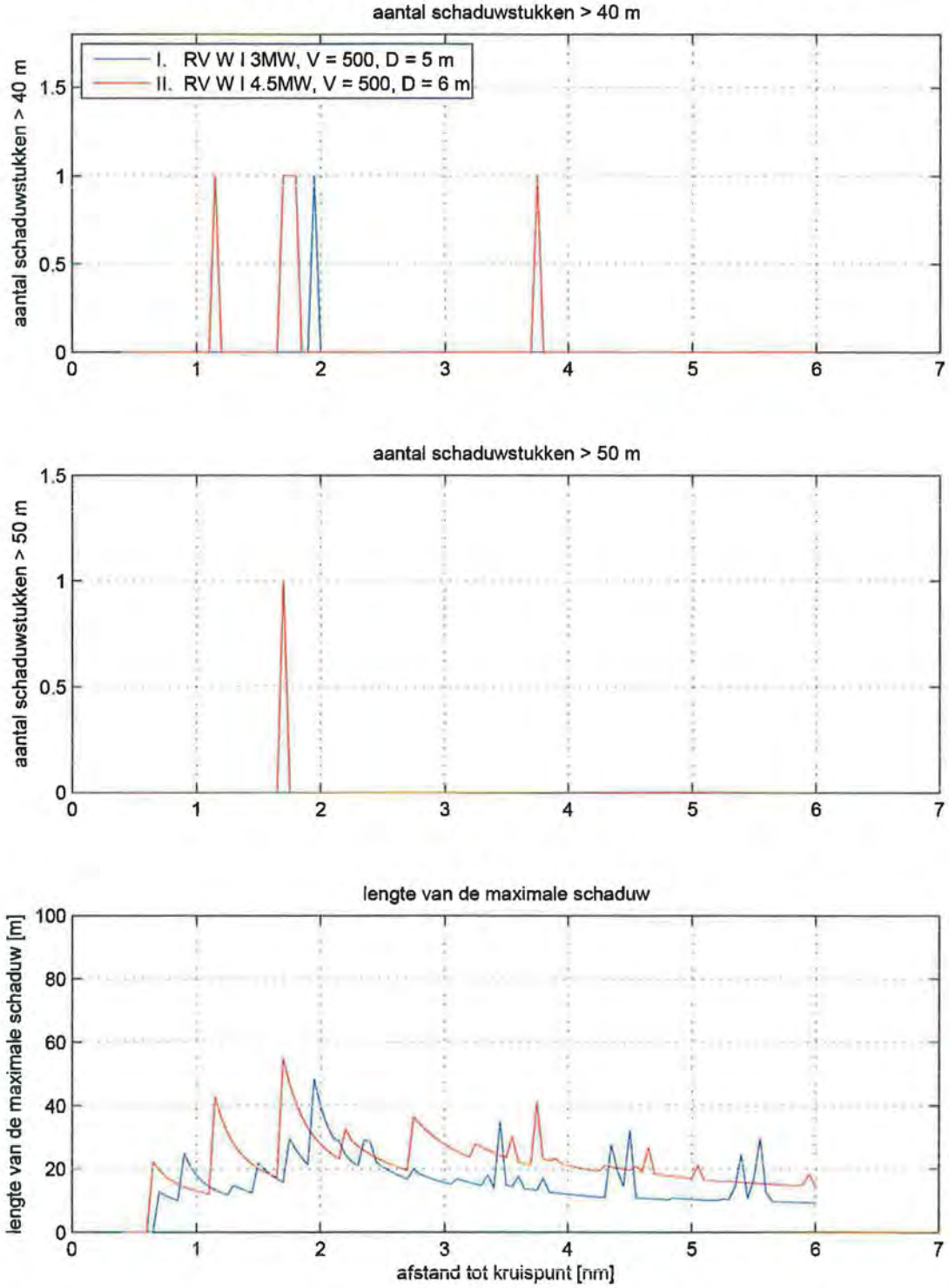
Maximale Zichtstukken



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 Rijnveld West gegeven.
De meest kritische situatie zal zich voordoen aan de zuidwestkant 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 zichtkwestie 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 0,0569 aanvaringen tussen kruisend verkeer per jaar verwacht worden, ofwel een aanvaring eens in de 15 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 noordoostkant van het windpark Rijnveld West is voor de zuidgaande verkeersstroom geen probleem omdat er steeds een open hoek, met kruisend verkeer aanwezig is, dus 0% van de ontmoetingen met verhoogd risico. Ook aan de zuidwestkant heeft de verkeersstroom vanuit Rotterdam goed zicht op het kruisende verkeer. In de omgeving van het windpark is er dan ook geen situatie waarbij twee routegebonden schepen elkaar dichtbij het windpark kruisen waarbij het zicht belemmerd wordt door het windpark.
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

	zonder extra factor voor moeilijk kruisend verkeer				toegepaste factoren			
Type aanvaring	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	extra aantal aanvaringen door windpark eens in de .. jaar
Tussen twee route-gebonden schepen	0,0676	0	0,0338	30	0%	10%	3	
Een route-gebonden schip met een niet-route-gebonden schip	0,0191	0,0191	0,0191	52	25%	20%	2,25	837
Tussen twee niet-route-gebonden schepen	0	0,0079	0,0040	253	25%	20%	1,5	10.122
Totaal			0,0569	18				773

Conclusie

De schatting resulteert in een extra aanvaring als gevolg van het windpark eens in de 773 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 Rijnveld West of een andere locatie moet de absolute veiligheid of de veiligheid per MWh voor Rijnveld West 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

Inrichtingsvariant **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km²]	Energie opbrengst [MWh]	Aantal turbi-nes	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar
				R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	
3 MW	14,14	476.830	41	0,011025	0,001929	0,028576	0,001614	0,043144
4,5 MW	13,57	475.000	25	0,007228	0,001428	0,017863	0,001028	0,027547

Tabel 11.12 Verwachte aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per MWh voor de beschouwde inrichtingsvarianten

Inrichtingsvariant **Rijnveld West**	Opper-vlakte [km²]	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	14,14	476.830	41	2,31E-08	4,05E-09	5,99E-08	3,38E-09	9,05E-08
4,5 MW	13,57	475.000	25	1,52E-08	3,01E-09	3,76E-08	2,16E-09	5,80E-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 0,40% 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, kan de volgende relatieve effectbeoordeling 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/-

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 scoort de 4,5 MW compacte variant het best. Deze variant heeft 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 wordt 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	0,030189	0,018736	-37,94%
4,5 MW	0,018898	0,011742	-37,87%

De Waker reduceert het aantal aandrijvingen met bijna 38%. Deze 38% 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West 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, 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 die 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 telefoon verkeer. 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 Rijnveld West geen van de beschermde straalpaden kruist.

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.

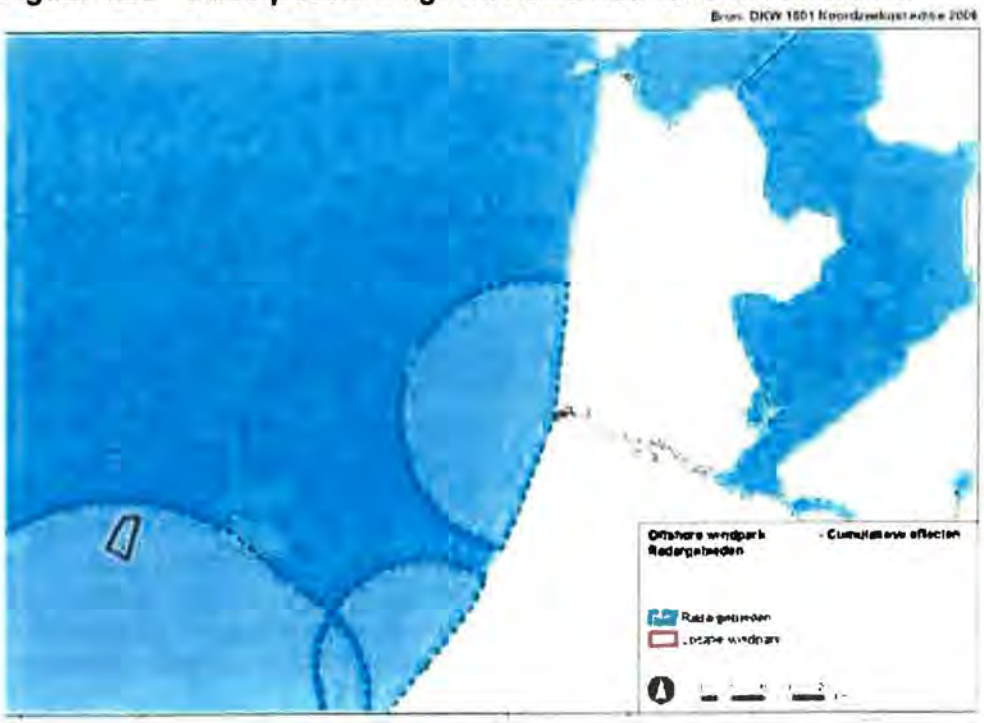
Figuur 12.1 Ligging straalpaden in de omgeving van Windpark Rijnveld West (Bron: NAM, 2006. TRA-NE-CP-01 (persoonlijk contact NAM))

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 gehele windpark binnen 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 Rijnveld West 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 dichter bij 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 (TMAI Schiphol en TMA2 Rotterdam), is de vlieghoogte tenminste circa 500 m. Volgens IVW [IVW, 2006] wordt niet verwacht dat offshore windparken op zee, waaronder Rijnveld West, 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 Rijnveld West niet in of nabij een laagvliegzone ligt.

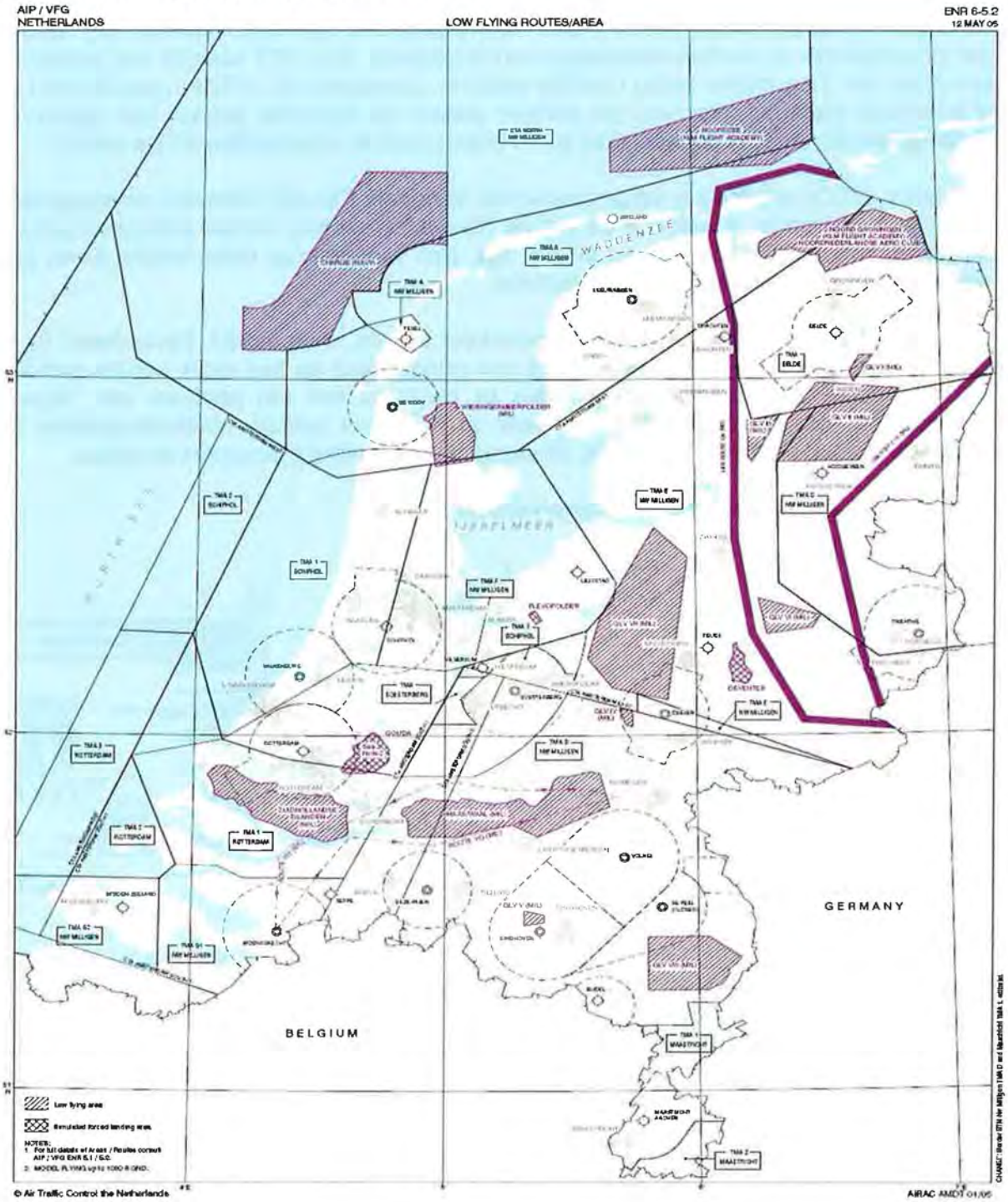
Militaire vliegtuigen vliegen in de praktijk soms laag over delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn. De realisatie van locatie Rijnveld West kan betekenen dat ter hoogte van deze locatie restricties zullen gaan gelden wat betreft het laagvliegen van militaire vliegtuigen.

De marine luchthaven Valkenburg is de meest nabij gelegen militaire luchthaven. Het kabinet heeft besloten dat per 1 januari 2005 een einde komt aan het militair gebruik van het Marinevliegkamp. 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 platforms 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.

Figuur 12.3 Ligging laagvliegroutes

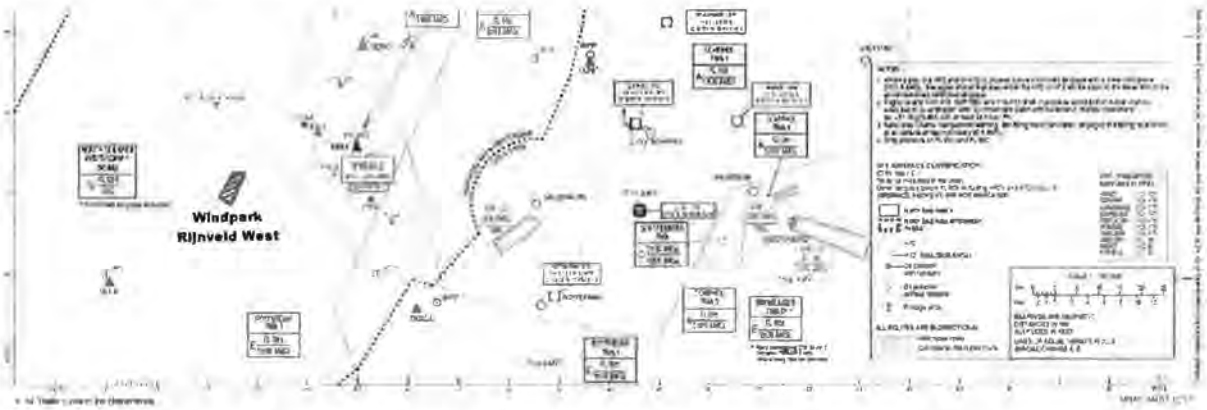


Rond offshore platforms zijn zones ingesteld waar helikopters gebruik kunnen maken van een vlieghoogte tot 2000 voet, dit zijn de zogenaamde Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ). Rond ieder platform is een HTZ ingesteld ten behoeve van de aankomst- en vertrekmanoeuvres van helikopters. Een HTZ bestrijkt een gebied met een straal van 2 nautische mijlen rond het platform. Daarnaast zijn HPZ's ingesteld rond één of meerdere platforms, waarvan het verkeer tussen die platforms gebruik kan maken. De afmeting van een HPZ is dusdanig dat die in ieder geval de afzonderlijke HTZ's omvat.

De HMR's, HTZ's en HPZ's in de omgeving van Windpark Rijnveld West zijn weergegeven in figuur 12.4. Hierop is te zien dat de locatie Rijnveld West niet binnen helikopterroutes en helikopterzones (HMR's, HTZ's en HPZ's) ligt. Een windpark op deze locatie vormt geen belemmering vormt voor het helikopterverkeer.

Er bestaat een mogelijkheid dat helikopterverkeer 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 platforms kan het windpark een beperkte belemmering vormen voor helikopterverkeer. In dat geval kunnen windturbineparken een negatieve invloed hebben op het veilig uitvoeren van dergelijke procedures en acties.

Figuur 12.4 Ligging routes helikopterverkeer



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 recreatie luchtvaart rekening moet houden met de op de Noordzee aanwezige installaties en veiligheidszones. Het aantal vliegbewegingen van de recreatievaart is beperkt.

12.3 Effectbeschrijving

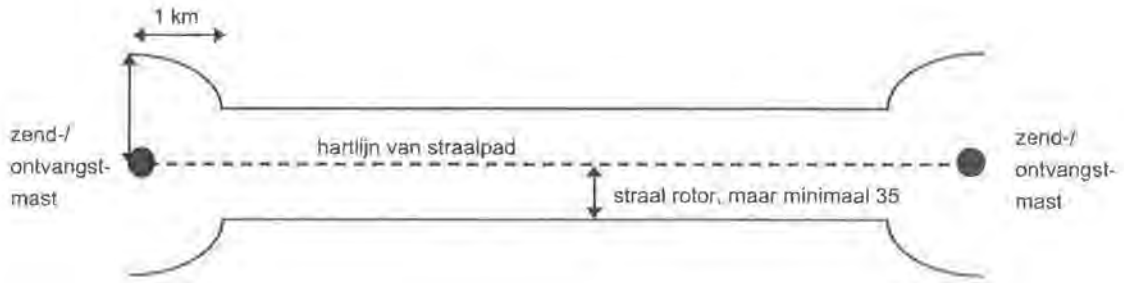
12.3.1 Straalpaden

Voor de beschrijving van het effect van het windpark op straalpaden wordt één toetsingscriterium gehanteerd: verstorend 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).

Aangezien windpark Rijnveld West niet door straalpaden wordt gekruist, zijn er geen effecten van het windpark op de straalpaden te verwachten. De effectbeoordeling is 0.

12.3.2 Radar

Gezien het bereik van de radarposten langs de Noordzeekust betekent dit dat het gehele windpark Rijnveld West binnen het bereik van radarsystemen ligt.

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. Aangezien het Windpark Rijnveld West geheel binnen het bereik van radarposten ligt, treedt dit effect op.

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.

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 Rijnveld West 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 voor de burgerluchtvaart en Helicopter Main Routes (HMR). 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.

Het windpark ligt niet in HMR's, HTZ's en HPZ's rond offshore platforms. Dit betekent dat helikopters van en naar de platforms geen gevolgen ondervinden van de windturbines en daarop hun vliegroute of -hoogte niet 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 Rijnveld West wordt niet doorsneden door straalpaden. Er is dus geen sprake van een effect van het windpark op de straalpaden.

Het windpark zal, zonder maatregelen, leiden tot een verstoring van een radarsysteem.

De wijze van inrichting van het windpark is niet of nauwelijks van invloed op dit effect, in alle gevallen zal sprake zijn van effect op het radarsysteem. Omdat het windpark geheel binnen het radargebied ligt, is sprake van een aanzienlijke invloed op de werking van de radar.

Er worden geen negatieve effecten van het windpark verwacht op de luchtvaart. De vlieghoogte van de burgerluchtvaart is voldoende hoog en het windpark ligt niet in helikopterroutes en –zones rond offshore platforms. 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
Effect op straalpaden	0	0	0	0
Effect op radar	-	-	-	-
Effect op vliegverkeer	0	0	0	0

12.5 Mitigerende maatregelen

Straalpaden

Er zijn geen mitigerende maatregelen nodig met betrekking tot straalpaden omdat deze het geplande windpark niet kruisen.

Radar

Schaduwwerking

Het optreden van schaduwwerking 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 Rijnveld West nagenoeg gelijk zijn aan de huidige situatie.

Wanneer helikopterverkeer 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 helikopterverkeer. 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 Rijnveld West.

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 gevist, 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 van 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.

Uit onderzoek van het RIVO (2000) blijkt dat in het ICES vak 33/F3, waarin het windpark ligt (zie tabel 13.1) de boomkor het belangrijkste visserijtype is. Met de boomkor wordt voornamelijk gevist op platvissoorten zoals schol, tong, schar, tarbot en griet. Circa 88% van het totale aantal zeedagen wordt gevist door de boomkorvisserij. Daarnaast is ook de staand want (7% van het totale aantal zeedagen) van belang. Ook in de ICES vakken 33/F4 en 34/F4 is de boomkorvisserij veruit het belangrijkst.

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		ICES vak		
	pk klasse	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 33/F3 heeft gevist, blijkt min of meer het zelfde (zie tabel 13.2). De boomkorvisserij is het belangrijkste type visserij, gevolgd door de staand want.

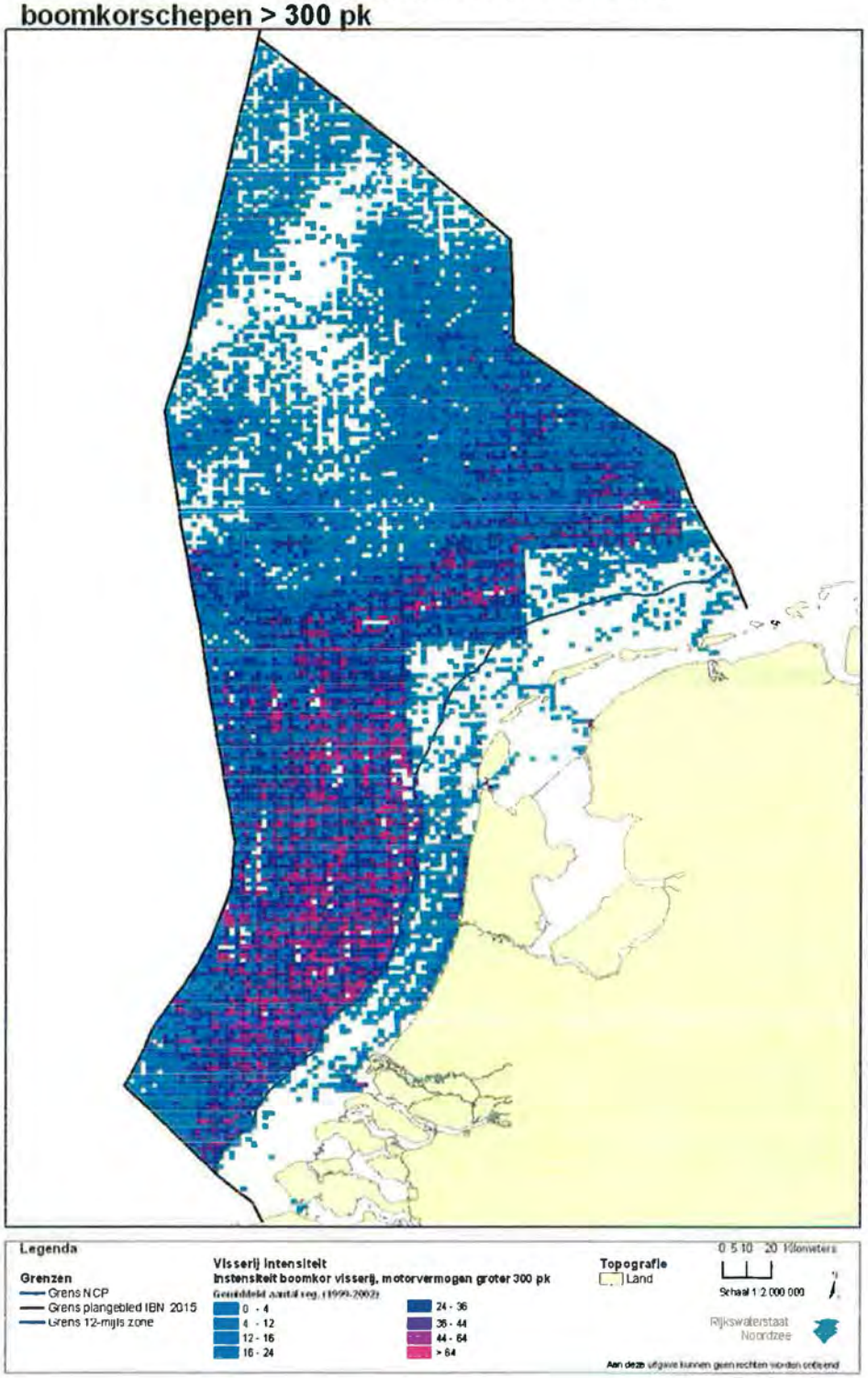
Tabel 13.2 Gemiddeld aantal vissende schepen per jaar (periode 1995-1998) per visserij type, pk klasse en per ICES vak

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

Bestaand gebruik visserij-intensiteit Nederlandse boomkorschepen > 300 pk



13.2.2 Effecten van de inrichting

Het door de Nederlandse boomkorvissers in de Noordzee beviste gebied is circa 171.500 km^2 [RIVO, 2000]. Dit gebied omvat zowel het NCP (circa 57.000 km^2) als gebieden daarbuiten. De bouw van het windpark leidt ertoe dat een gebied van circa 24 km^2 (inclusief de veiligheidszone van 500 m) wordt afgesloten voor de scheepvaart. Door de realisatie van het windpark gaat circa 0,014% 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 0,25% 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^2) heeft een militaire bestemming. Er zijn gebieden voor schietoefeningen, vliegoefeningen 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 19 km ten zuidoosten van het plangebied. Dit betreft een munitiestortplaats. 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 130 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.

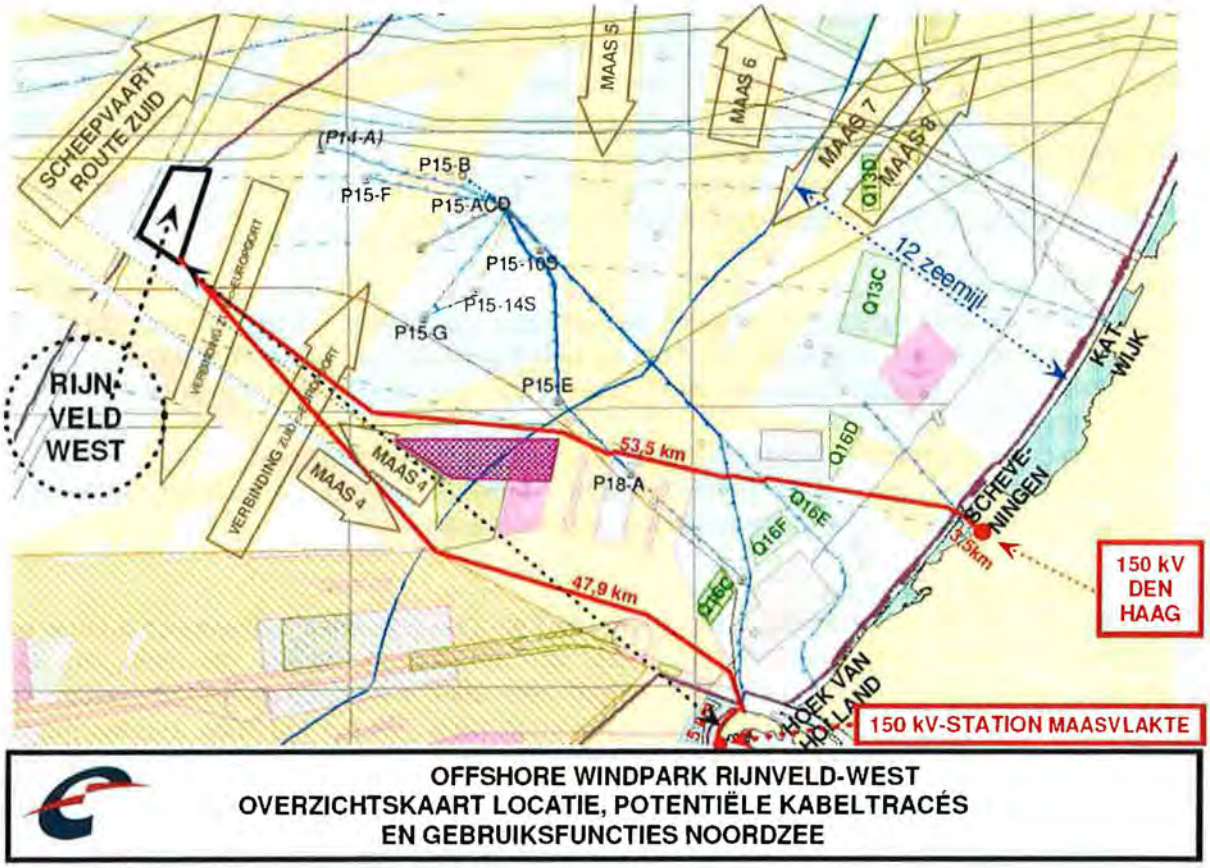
Bij het zoeken naar een geschikte locatie voor het windpark is rekening gehouden met bestaande, vergunde en geplande platforms. Rond deze platforms geldt een veiligheidszone van 500 meter. Windpark Rijnveld West ligt wel in een gebied, waarvoor concessie is verleend, namelijk aan Wintershall. Er zijn geen (tijdelijk of definitief) verlaten boorgaten aanwezig in het plangebied. Binnen het concessiegebied staat een platform, waar olie en/of gas wordt gewonnen.

In figuur 13.2 zijn deze 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 concessiehouder ter plaatse van het windpark activiteiten wenst te ondernemen. Uitwinning van de concessies is naar verwachting vanaf het bestaande platform mogelijk. In nader overleg met de concessiehouder 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 (Bron: Rijkswaterstaat - juni 2006)



OFFSHORE WINDPARK RIJNVELD-WEST
OVERZICHTSKAART LOCATIE, POTENTIËLE KABELTRACÉS EN GEBRUIKSFUNCTIES NOORDZEE

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^3 per jaar mag worden gewonnen [IDON, 2005]. Zandwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijn en in de vaargeulen (Euromaasgeul en IJgeul). Diepe zandwinning is toegestaan vanaf 2 km zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijn. Momenteel wordt jaarlijks ongeveer 35 miljoen m^3 zand gewonnen [IDON, 2005], hiervan wordt 20 miljoen m^3 gebruikt voor ophoogzand en 15 miljoen m^3 voor de kustverdediging (vooroever- of suppletiezand).
Scenarioberekeningen in het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (RON) laten zien dat tot 2020 jaarlijks gemiddeld 29 miljoen m^3 zand nodig is voor ophoging en ongeveer 12 miljoen m^3 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^3 extra ophoogzand nodig. Voor de winning van dit zand is een zoekgebied gereserveerd van circa 1.400 km^2. 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 15 km afstand van het plangebied. De dichtstbijzijnde zandwingebieden liggen op meer dan 20 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

Realisatie van het windpark en de aanleg van het kabeltracé kunnen van invloed zijn op de mogelijkheden voor onderhoud en reparatie van bestaande kabels en leidingen. De vaartuigen voor onderhoud en reparatie hebben een zekere manoeuvreerruimte nodig. Bij onderwater werkzaamheden gaan de vaartuigen voor anker, de ankerdraden kunnen hierbij enkele honderden meters naar voor en achter 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.

Het kabeltracé en de tracévarianten kruisen een aantal kabels en één kabeltracé kruist leidingen.
Het tracé naar het aanlandingspunt op de Maasvlakte, de voorkeursvariant, kruist een in gebruik zijnde telecomkabel en twee verlaten telecomkabels. De verlaten telecomkabels zullen plaatselijk worden verwijderd.
De tracévariant naar het aanlandingspunt bij Scheveningen kruist één keer een in gebruik zijnde telecomkabel en twee keer een verlaten telecomkabel. De verlaten telecomkabels zullen plaatselijk worden verwijderd. Ook kruist deze tracévariant drie buisleidingen.

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 35 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 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 dichter bij de kust geplaatst is dan Windpark Rijnveld West.

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 middelhoge 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 beperkt negatief beoordeeld (0/-).

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 nu Windpark Q7-WP is gerealiseerd een proefproject met een MZI, die zal worden bevestigd aan de ondersteuningsconstructie van twee of meer windturbines, uit te gaan voeren.
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 20.000 hectare in de Voordelta gerealiseerd (figuur 13.1). 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 ruim 40 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 Rijnveld West, 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). Het NSW 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 Rijnveld West, 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 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 Rijnveld West.

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
Effecten windpark				
Gebruik windpark				
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
Aanleg en verwijdering windpark	0	0	0	0
Onderhoud windpark	0	0	0	0
Effecten kabeltracé				
Gebruik kabel	0	0	0	0
Aanleg en verwijdering kabel	0/-	0/-	0/-	0/-
Onderhoud kabel	0	0	0	0

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 Rijnveld West hierna besproken. Daarnaast speelt nog een aantal andere factoren een rol, zoals niet-beschikbaarheid van de windturbines, de ruwheid van het rotorblad en 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 Rijnveld West.

Gebruikte winddata

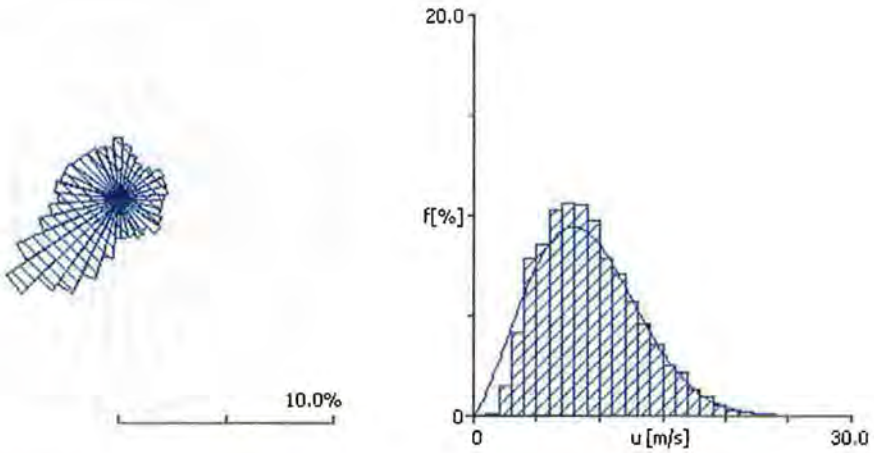
Over het windklimaat op land is vrij veel bekend. Over het windklimaat boven zee zijn minder gegevens bekend. Voor het windklimaat boven zee geldt, net als voor het windklimaat op land, dat sprake is van een horizontale en verticale structuur in de wind. Op land is de ruimtelijke verdeling goed bekend, 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 zijn. 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West (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 Rijnveld West 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West.

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 progamma 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 basisvariant

	Correctie (%)	Opbrengst (MWh/jaar)
Bruto energieopbrengst 3 MW basisvariant		553.500
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 beschikbaarheid aansluiting op landelijk net	-0,5%	
Netto energieopbrengst 3 MW basisvariant		476.800

De belangrijkste correctiefactor op de bruto energieopbrengst is het parkeffect. Deze wordt door WindPro berekend op basis van een standaard empirische 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^2
3 MW basisvariant	7,2%	476.800	34.100
3 MW compacte variant	14,1%	790.800	56.500
4,5 MW basisvariant	6,2%	475.000	33.900
4,5 MW compacte variant	11,9%	779.000	55.600

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 vrijwel niet door het vermogen van de windturbine (3 MW of 4,5 MW). Bij de compacte variant is de netto energieopbrengst ongeveer 60% hoger dan bij de basisvariant. Dit komt doordat meer windturbines op hetzelfde oppervlak worden geplaatst.
De 3 MW compacte variant heeft de hoogste netto energie opbrengst (790.800 MWh/jr) en de 4,5 MW basisvariant de laagste (475.000 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 60 % hoger dan de basisvarianten.

14.3 Vermeden emissies

Het windpark levert onder andere een bijdrage aan de reductie van de emissies van CO_2 (broeikasgas) en NO_x en SO_2 (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_2, NO_x en SO_2 is recht evenredig met de netto energieopbrengst. In tabel 14.4 zijn de vermeden emissies CO_2, NO_x en SO_2 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_2/GJ [SenterNovem, 2004], 0,07 kg NO_x/GJ en 0,02 kg SO_2/GJ [Seebregts & Volkers 2005].
Voor het rendement van de Nederlandse elektriciteitcentrales is uitgegaan van 42,7% [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 60% hoger dan bij de basisvarianten (3 MW en 4,5 MW).

De 3 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^2. Het verschil met de 4,5 MW compacte variant is niet groot.

Tabel 14.4 Vermeden emissies

Varianten	Vermeden CO_2 emissie (ton/jr)		Vermeden NO_x emissie (ton/jr)		Vermeden SO_2 emissie (ton/jr)	
	Windpark	Per km^2	Windpark	Per km^2	Windpark	Per km^2
3 MW basisvariant	286.200	20.400	281	20	134	10
3 MW compacte variant	474.700	33.900	467	33	222	16
4,5 MW basisvariant	285.200	20.400	280	20	133	10
4,5 MW compacte variant	476.600	33.400	460	33	218	16

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_2. 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_2 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West 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, 4,9 à 8,1 %. Voor duurzame energie is deze bijdrage 3,1 à 5,1 %. De feitelijke bijdragen zullen lager uitkomen, doordat in 2010 resp. 2020 het elektriciteits- en energieverbruik hoger zal zijn.

Tabel 14.6 Bijdrage Windpark Rijnveld West aan doelstellingen

Varianten	6.000 MW windenergie vermogen op zee	reductie CO_2 40 megaton/jaar	9% duurzame elektriciteit	1,7% van de totale energiegebruik dient met windenergie te worden opgewekt
3 MW basisvariant	2,1% (123 MW)	0,7% (0,29 Mton/jr)	4,9 % (477 GWh/jr)	3,1 % (477 GWh/jr)
3 MW compacte variant	3,4 % (204 MW)	1,2% (0,47 Mton/jr)	8,1% (791 GWh/jr)	5,1 % (791 GWh/jr)
4,5 MW basisvariant	1,9 % (112,5 MW)	0,7% (0,29 Mton/jr)	4,9 % (475 GWh/jr)	3,1 % (475 GWh/jr)
4,5 MW compacte variant	3,1% (184,5 MW)	1,2% (0,48 Mton/jr)	8,0 % (779 GWh/jr)	5,0 % (779 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 windturbine 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 bouw locatie en de aanleg en installatie van het windpark, de parkbekabeling en het hoogspanningstation 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 verwijderingfase: 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
Verwijderingfase	- 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 verwijderingfase 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 (476.800 MWh/jr : 41 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_2, NO_x en SO_2 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 Rijnveld West ligt echter op 45 km uit de kust in water met een diepte van ongeveer 30 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 2x zo groot is en van de kabelverbinding 3x 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, 2001].

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 straal van 150 km.

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 Rijnveld West gepresenteerd. Bij het bepalen van de scenario's is rekening gehouden met hoe ver de betreffende windparken gevorderd zijn in de procedure. Daarom is bijvoorbeeld in het versnipperde scenario gekozen voor windpark Helmveld en niet voor Den Helder Noord, terwijl deze verder weg ligt. Voor Helmveld is echter al wel een vergunningaanvraag ingediend bij het Bevoegd Gezag en voor Den Helder Noord niet.

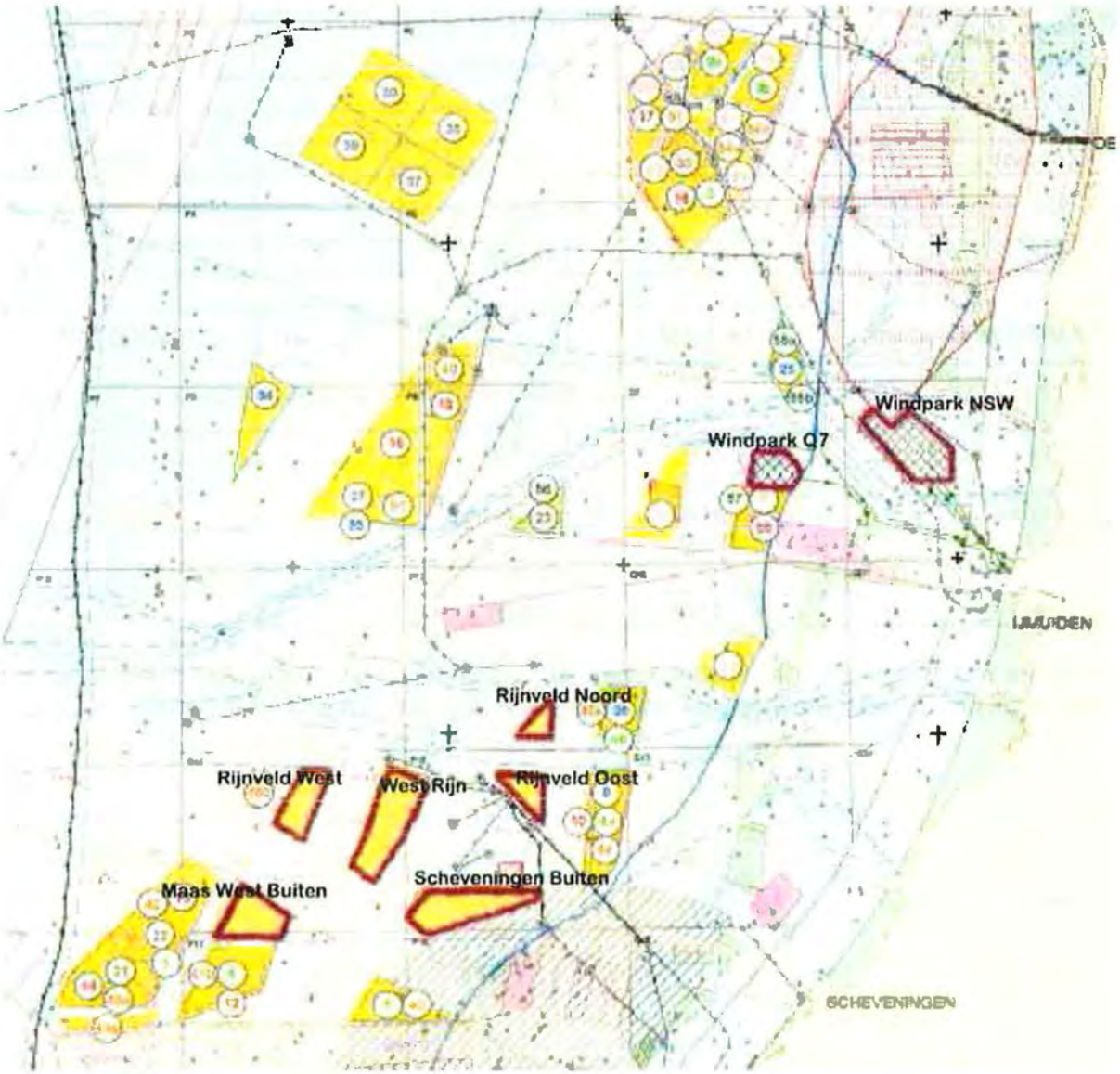
Tabel 15.1 Cumulatieve scenario's voor Windpark Rijnveld West

Gebundelde scenario's Rijnveld West			
3 MW basisvariant	**Aantal MW**	**3 MW compacte variant**	**Aantal MW**
Rijnveld West	123	Rijnveld West	204
West Rijn	284	West Rijn	284
Scheveningen Buiten	320	Scheveningen Buiten	320
Rijnveld Noord	81	Rijnveld Noord	81
Rijnveld Oost	135	Rijnveld Oost	135
Maas West Buiten	175		
Subtotaal	**1.118**	**Subtotaal**	**1.024**
NSW	108	NSW	108
Q7-WP	120	Q7-WP	120
Totaal	**1.346**	**Totaal**	**1.252**
4,5 MW basisvariant	**Aantal MW**	**4,5 MW compacte variant**	**Aantal MW**
Rijnveld West	113	Rijnveld West	185
West Rijn	284	West Rijn	284
Scheveningen Buiten	320	Scheveningen Buiten	320
Rijnveld Noord	81	Rijnveld Noord	81
Rijnveld Oost	135	Rijnveld Oost	135
Maas West Buiten	175		
Subtotaal	**1.108**	**Subtotaal**	**1.005**
NSW	108	NSW	108
Q7-WP	120	Q7-WP	120
Totaal	**1.336**	**Totaal**	**1.233**

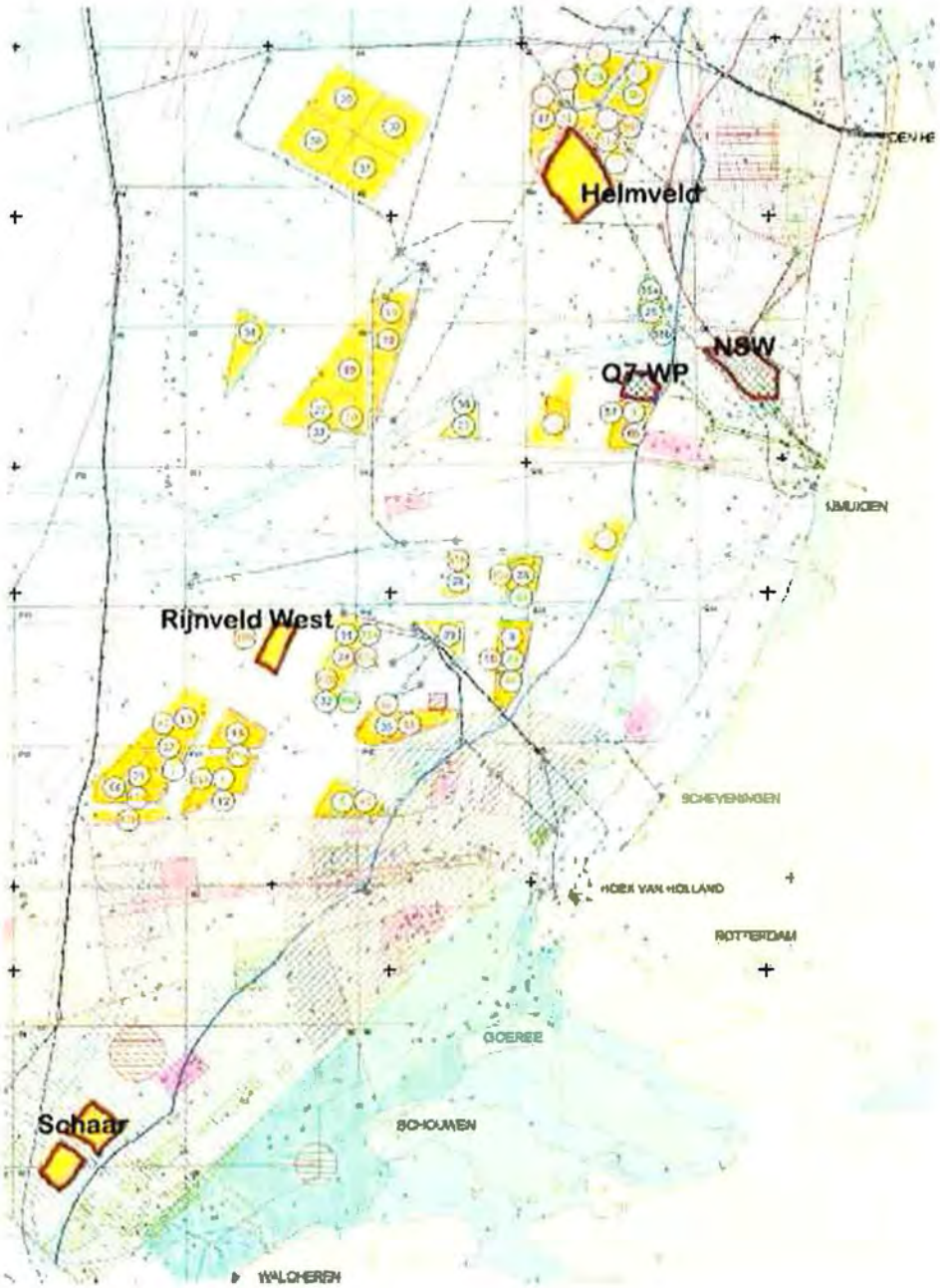
Versnipperde scenario's Rijnveld West			
3 MW basisvariant	**Aantal MW**	**3 MW compacte variant**	**Aantal MW**
Rijnveld West	123	Rijnveld West	204
Helmveld	493	Helmveld	493
Schaar	328	Schaar	328
NSW	108		
Subtotaal	**1052**	**Subtotaal**	**1025**
Q7-WP	120	Q7-WP	120
		NSW	108
Totaal	**1172**	**Totaal**	**1253**
4,5 MW basisvariant	**Aantal MW**	**4,5 MW compacte variant**	**Aantal MW**
Rijnveld West	113	Rijnveld West	185
Helmveld	493	Helmveld	493
Schaar	328	Schaar	328
NSW	108		
Subtotaal	**1042**	**Subtotaal**	**1006**
Q7-WP	120	Q7-WP	120
		NSW	108
Totaal	**1162**	**Totaal**	**1234**

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 – Rijnveld West alle varianten



Figuur 15.2 Versnipperd scenario – Rijnveld West alle varianten



Achtereenvolgens worden de cumulatieve effecten behandeld voor vogels, zeezoogdieren, vissen, benthos, overige effecten natuur en milieu en 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 oefenterrei-nen	Scheepvaart	Tweede Maasvlakte	Kabels	Pijpleidingen	Beroeps- en sportvisserij	Luchtverkeer	Telecommuni-catie	Schelpwin-ning
Vogels														
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**	-	-	-	-	-	-
Zeezoogdieren														
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**	-	-	-	-	-	-
Vissen														
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	-	-	-	-	-	-
Benthos														
Directe schade	-	**x**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Habitatverlies door verandering	-	x	-	**x**	-	-	-	**x**	-	-	-	-	-	-
Overige effecten														
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.

Tabel 15.3 Mogelijke cumulatieve effecten van offshore windparken met andere windparken en andere gebruiksfuncties op 'Geomorfologie'

	Mosselzaadinvang installaties	Offshore mijnbouw	Zand- en grindwinning	Baggerstort	Munitiestort-gebieden	Militaire activiteiten en oefenterreinen	Scheepvaart	Tweede Maasvlakte	Kabels	Pijpleidingen	Beroeps- en sportvisserij	Luchtverkeer	Telecommunicatie	Schelpwinning
Verlies aan areaal van geomorfologische structuren	x	x	x	x	-	-	-	x	x	x	x	-	-	x
Verandering in bodemsamenstelling	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	x	-	-	x

15.3 Gebundeld scenario

15.3.1 Vogels

Sterfte door botsingen

Naast Rijnveld West 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 vermogen, dan zullen in een *worst-case* scenario 8.618 (compacte variant 4,5 MW) tot 11.322 (basisvariant 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 aanvaringsslachtoffers uitgedrukt in aantallen vogelslachtoffers per jaar en als percentage van de natuurlijke mortaliteit van de vogels. De getallen in tabel 15.4 tot en met 15.7 zijn gebruikt voor de samenvattende MER-tabel in hoofdstuk 5 'Effectvergelijking en Meest Milieuvriendelijk Alternatief'.
De aanvaringsslachtoffers 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 Rijnveld West 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 grootste 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 en Q7 tot de kust levert in principe aanvaringsslachtoffers op voor de grote stern en de kleine mantelmeeuw die vanaf de broedkolonies in de duinen van Noord-Holland en in de kustwateren foerageren. Echter, het cumulatieve effect met Rijnveld West is zeer beperkt, omdat dit geplande windpark in zeer beperkte mate bijdraagt aan aanvaringsslachtoffers vanuit de (beschermde) broedkolonies in het Zwanenwater en de Pettemer Duinen, en dan alleen voor de kleine mantelmeeuw.
Als we de cumulatieve berekening voor de meest kwetsbare soort doen (kleine mantelmeeuw, inclusief de niet broedende exemplaren) dan komen we op percentages van 0,71 tot 0,89 additionele mortaliteit op de natuurlijke mortaliteit voor respectievelijk de 4,5 MW compacte variant en de 3 MW basisvariant. Uitgedrukt als percentage van de biogeografische populatie zijn deze percentages respectievelijk 0,14 tot 0,18.
Voor alle soorten liggen deze 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 aanzienlijk lager: 0,37 tot 0,43 procent voor respectievelijk de 4,5 MW basisvariant en de 3 MW compacte variant.

Interacties met andere gebruiksfuncties die botsingen kunnen opleveren, zijn er niet.

Tabel 15.4 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West basisvariant 3 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord, Rijnveld Oost en Maas West Buiten in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

RIJNVELD WEST BASISVARIANT 3 MW GEBUNDELD SCENARIO							
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O Maas West Buiten**
Alkachtigen	171.000	103	194	296	322	365	421
Jan van gent	54.000	63	118	179	195	221	254
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	17	18	18	18
Grote stern	24.000	32	37	43	44	47	50
Visdief/Noordse stern	225.000	72	91	113	119	128	140
Steltlopers	4.462.650	8	9	11	11	12	13
Landvogels	197.900.000	822	984	1167	1213	1290	1390
Noordse stormvogel	168.000	38	123	220	244	284	337
Drieteenmeeuw	1.680.000	1107	2569	4215	4632	5327	6227
Zilvermeeuw	440.000	246	267	290	296	305	318
Kleine mantelmeeuw	180.000	703	959	1247	1320	1442	1599
Grote mantelmeeuw	94.000	140	168	199	207	220	238
Stormmeeuw	360.000	272	284	297	300	306	313
Jagers	3.500	3	4	4	4	5	5

Tabel 15.5 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West compacte variant 3 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Rijnveld Oost in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

RIJNVELD WEST BASISVARIANT 3 MW GEBUNDELD SCENARIO						
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord Rijnveld Oost**
Alkachtigen	171.000	129	220	322	348	391
Jan van gent	54.000	79	133	195	210	236
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	18	18	18
Grote stern	24.000	33	39	44	46	48
Visdief/Noordse stern	225.000	78	97	119	124	133
Steltlopers	4.462.650	8	10	11	12	12
Landvogels	197.900.000	868	1030	1213	1260	1337
Noordse stormvogel	168.000	63	148	244	268	309
Drieteenmeeuw	1.680.000	1524	2985	4632	5049	5743
Zilvermeeuw	440.000	252	273	296	302	311
Kleine mantelmeeuw	180.000	776	1032	1320	1393	1515
Grote mantelmeeuw	94.000	148	176	207	215	228
Stormmeeuw	360.000	276	287	300	303	309
Jagers	3.500	3	4	4	4	5

Tabel 15.6 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord, Rijnveld Oost en Maas West Buiten in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

RIJNVELD WEST BASISVARIANT 4,5 MW GEBUNDELD SCENARIO							
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O Maas West Buiten**
Alkachtigen	171.000	92	161	239	259	292	335
Jan van gent	54.000	56	98	145	157	177	202
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	17	17	17	18
Grote stern	24.000	31	35	40	41	43	45
Visdief/Noordse stern	225.000	70	84	101	105	112	121
Steltlopers	4.462.650	8	9	10	10	11	12
Landvogels	197.900.000	801	925	1065	1100	1159	1236
Noordse stormvogel	168.000	27	92	166	184	215	256
Drieteenmeeuw	1.680.000	919	2036	3295	3613	4144	4833
Zilvermeeuw	440.000	244	259	277	281	289	299
Kleine mantelmeeuw	180.000	670	866	1086	1142	1235	1355
Grote mantelmeeuw	94.000	137	158	182	188	198	211
Stormmeeuw	360.000	271	280	290	292	296	302
Jagers	3.500	3	4	4	4	4	4

Tabel 15.7 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Rijnveld Oost in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 4,5 MW GEBUNDELD SCENARIO						
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord Rijnveld Oost**
Alkachtigen	171.000	109	179	257	277	310
Jan van gent	54.000	67	108	155	167	187
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	17	17	17
Grote stern	24.000	32	36	41	42	44
Visdief/Noordse stern	225.000	74	88	105	109	116
Steltlopers	4.462.650	8	9	10	11	11
Landvogels	197.900.000	833	957	1096	1132	1191
Noordse stormvogel	168.000	44	109	182	201	232
Drieteenmeeuw	1.680.000	1202	2319	3578	3897	4428
Zilvermeeuw	440.000	248	263	281	285	293
Kleine mantelmeeuw	180.000	720	916	1136	1192	1285
Grote mantelmeeuw	94.000	142	163	187	193	203
Stormmeeuw	360.000	273	282	292	294	298
Jagers	3.500	3	4	4	4	4

Tabel 15.8 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West basisvariant 3 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord, Rijnveld Oost en Maas West Buiten in percentage additionele mortaliteit per jaar

RIJNVELD WEST BASISVARIANT 3 MW GEBUNDELD SCENARIO							
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O Maas West Buiten**
Alkachtigen	171.000	0,06	0,11	0,17	0,19	0,21	0,25
Jan van gent	54.000	0,12	0,22	0,33	0,36	0,41	0,47
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,13	0,15	0,18	0,18	0,19	0,21
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,02	0,07	0,13	0,15	0,17	0,20
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,07	0,15	0,25	0,28	0,32	0,37
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,39	0,53	0,69	0,73	0,80	0,89
Grote mantelmeeuw	94.000	0,15	0,18	0,21	0,22	0,23	0,25
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Jagers	3.500	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14

Tabel 15.9 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West compacte variant 3 MW, NSW en Q7 West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Rijnveld Oost in percentage additionele mortaliteit per jaar

RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 3 MW GEBUNDELD SCENARIO						
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord Rijnveld Oost**
Alkachtigen	171.000	0,08	0,13	0,19	0,20	0,23
Jan van gent	54.000	0,15	0,25	0,36	0,39	0,44
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Visdief/Noordse stern	225.000	0,32	0,40	0,49	0,52	0,55
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,04	0,09	0,15	0,16	0,18
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,09	0,18	0,28	0,30	0,34
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,43	0,57	0,73	0,77	0,84
Grote mantelmeeuw	94.000	0,16	0,19	0,22	0,23	0,24
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Jagers	3.500	0,10	0,11	0,13	0,13	0,13

Tabel 15.10 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord, Rijnveld Oost en Maas West Buiten in percentage additionele mortaliteit per jaar

RIJNVELD WEST BASISVARIANT 4,5 MW GEBUNDELD SCENARIO							
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N Rijnveld O Maas West Buiten**
Alkachtigen	171.000	0,05	0,09	0,14	0,15	0,17	0,20
Jan van gent	54.000	0,10	0,18	0,27	0,29	0,33	0,37
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,13	0,15	0,17	0,17	0,18	0,19
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,02	0,05	0,10	0,11	0,13	0,15
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,05	0,12	0,20	0,22	0,25	0,29
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,37	0,48	0,60	0,63	0,69	0,75
Grote mantelmeeuw	94.000	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,22
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Jagers	3.500	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13

Tabel 15.11 Cumulatieve effecten gebundeld scenario windparken Rijnveld West compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Rijnveld Oost in percentage additionele mortaliteit per jaar

RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 4,5 MW GEBUNDELD SCENARIO						
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/j)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 West Rijn**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**	**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord Rijnveld Oost**
Alkachtigen	171.000	0,06	0,10	0,15	0,16	0,18
Jan van gent	54.000	0,12	0,20	0,29	0,31	0,35
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,13	0,15	0,17	0,17	0,18
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,03	0,06	0,11	0,12	0,14
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,07	0,14	0,21	0,23	0,26
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,40	0,51	0,63	0,66	0,71
Grote mantelmeeuw	94.000	0,15	0,17	0,20	0,21	0,22
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Jagers	3.500	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12

Habitatverlies ten gevolge van verstoring
Habitatverlies ten gevolge van verstoring op vogels kan naast Rijnveld West mogelijk ook optreden door andere windparken, mosselzaadinvanginstallaties, 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 dichter onder de kust (waar ook de grootste concentraties eenden voorkomen en de schelpdierenbestanden bereikbaar zijn voor de eenden) zal de bijdrage van Rijnveld West 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 Rijnveld West zo ver van de kust verwijderd dat effecten van dit windpark op eenden nihil zullen zijn.

Rijnveld West zal geen significante bijdrage leveren aan de cumulatieve effecten van mosselzaadinvanginstallaties, 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West 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 er van 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). Wel is uitgegaan van eenzelfde extra oppervlakte verstoringsafstand voor deze parken tezamen als voor het geplande windpark. Voor de overige parken is een vergelijkbaar effect als voor Rijnveld West 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 verstoring voor Rijnveld West in combinatie met NSW/Q7, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Oost en Maas West Buiten, uitgedrukt in aantallen en in percentages van de biogeografische populatie

	Met NSW/Q7		**Met NSW/Q7 West Rijn**		**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten**		**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord**		**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord Rijnveld Oost**		**Met NSW/Q7 West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord Rijnveld Oost Maas West Buiten**	
Vogelsoort	aantal	% pop	aantal	% pop	aantal	% pop	aantal	% pop	aantal	% pop	aantal	% pop
Alkachtigen	312	0,02	1064	0,06	1560	0,08	1704	0,09	1944	0,10	2360	0,12
Jan van Gent	66	0,01	250	0,03	371	0,04	406	0,05	465	0,05	567	0,06
Grote stern	24	0,02	32	0,02	38	0,02	39	0,02	42	0,03	46	0,03
Visdief/ Noordse Stern	50	0,00	70	0,00	83	0,01	87	0,01	94	0,01	105	0,01
Noordse stormvogel	184	0,01	771	0,03	1159	0,04	1271	0,05	1459	0,05	1784	0,06
Drieteenmeeuw	91	0,00	292	0,00	425	0,01	464	0,01	528	0,01	639	0,01
Zilvermeeuw	232	0,01	272	0,01	299	0,01	307	0,01	319	0,01	342	0,02
Kleine mantelmeeuw	224	0,02	385	0,04	491	0,05	522	0,06	574	0,06	663	0,07
Grote mantelmeeuw	100	0,02	140	0,03	167	0,04	175	0,04	187	0,04	210	0,04
Stormmeeuw	90	0,01	98	0,01	104	0,01	105	0,01	108	0,01	112	0,01
Jagers	1	0,00	3	0,01	4	0,01	4	0,01	5	0,01	6	0,02

Voor ter plaatse verblijvende soorten is in hoofdstuk 7 Vogels berekend dat het sterkste verstoringseffect van Rijnveld West optreedt op de alkachtigen, jan van gent en de noordse stormvogel (0,01% van de populaties). In het gebundeld scenario treedt het grootste effect voor de alkachtigen en kleine mantelmeeuw met respectievelijk 0,12 procent en 0,07 procent van de populatie. Voor de overige soorten zal het verlies lager zijn.
Bij de parken die in de cumulatie zijn meegenomen is de oppervlakte circa 13 keer de oppervlakte van windpark Rijnveld West. Door de nabije ligging van de parken West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Oost en Maas West Buiten overlappen de verstoringsgebieden van de windparken gedeeltelijk (bijvoorbeeld verstoring tot op 4 kilometer afstand voor de jan van gent: de afstand tussen de parken Rijnveld Noord en Rijnveld Oost 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 verstoringsgebieden door een aantal windparken. Dit betekent dat er een overschatting van het habitatverlies is gemaakt. De oppervlakte van het NCP is 57.272 km^2.

Tabel 15.13 Habitatverlies ten opzichte van NCP, gebundeld scenario

Vogelsoort	Versto-rings-afstand	Rijnveld West	NSW	Q7-WP	West Rijn	Scheve-ningen Buiten	Rijnveld Noord	Rijnveld Oost	Maas West Buiten	Totaal	Aandeel habitatverlies NCP %
Alkachtigen	2	64	81	53	108	83	43	55	75	562	0,98
Jan van Gent	4	137	158	117	194	160	102	120	149	1137	1,99
Overige eenden	1	35	53	30	74	54	23	32	47	348	0,61
Grote stern	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Visdief/Noordse stern	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Noordse stormvogel	1	35	53	30	74	54	23	32	47	348	0,61
Drieteenmeeuw	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Zilvermeeuw	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Kleine mantelmeeuw	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Grote mantelmeeuw	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Stormmeeuw	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32
Jagers	0	14	30	14	47	31	9	15	26	186	0,32

Voor de jan van gent bedraagt het habitatverlies ten aanzien van het NCP voor het cumulatieve scenario van windpark Rijnveld West 1,99 procent. Echter, de cumulatieve scenario's gaan uit van meer dan 1.300 MW aan windparken op zee. Indien uitgegaan wordt van 1000 MW komt het percentage uit op 1,47 voor het geplande windpark. Dit percentage ligt nog steeds boven de 1 procent van de populatie en wordt als zeer licht significant beschouwd.

Habitatverlies ten gevolge van omvliegen (barrièrewerking)

Habitatverlies ten gevolge van omvliegen voor vogels kan naast Rijnveld West 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 het hoofdstuk 7 'Vogels' van het MER is berekend dat omvliegen voor Rijnveld West een behoorlijke omweg is in vergelijking met rechtdoor vliegen (een factor 3 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). Foerageerende 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West, 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 niet optreden.

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 Rijnveld West 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 geluidsdrukniveau 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 verstoorde gebied zal in de gebundelde variant niet zes keer zo groot zijn als het gebied dat ontstaat door de aanleg van Rijnveld West, omdat in de gebundelde variant de verstoorde gebieden van de parken Rijnveld West, West Rijn, Scheveningen Buiten, Rijnveld Noord en Oost en Maas West Buiten elkaar overlappen. Als we uitgaan van een vier keer zo groot gebied (NSW en Q7 zijn dan beide reeds gebouwd), dan varieert dit gebied van 4.000 tot 13.500 km^2, 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 1.600 tot 5.400 verstoorde bruinvissen. Dit betreft dan respectievelijk bijna 7 procent en ruim 23 procent van het oppervlak van het NCP (0,7 en 2,3 procent van de Noordzee) en 0,4 tot 1,4 procent van de Noordzeepopulatie (16 tot 54 procent van de NCP-populatie).

Habitatverlies ten gevolgen 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.

Habitatverlies ten gevolge van verstoring (aanwezigheid)
Effecten op het habitatverlies van zeezoogdieren ten gevolge van verstoring kunnen ook optreden door andere windparken, mosselzaadinvanginstallaties, 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 Rijnveld West 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 (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 voor vissen die van paaigebied naar opgroeigebied trekken of omgekeerd. Passieve verplaatsing van eieren en larven wordt niet beïnvloed. Cumulatieve effecten zijn niet te verwachten.

15.3.4 Benthos

Directe schade

Directe schade aan benthos kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, offshore mijnbouw en telecommunicatie. De directe schade aan benthos ontstaat door bezetting van zandige bodem door palen en funderingen. Het oppervlak, zeker ten opzichte van het totaal aan substraat, is te verwaarlozen. Het vrijwaren van het gebied door bodemverstorende 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. Verandering van habitat treedt dus niet op, en effecten door verandering van habitat zijn niet te verwachten. Wel wordt een hard substraat geïntroduceerd waardoor een kenmerkende hard substraat fauna zich zal vestigen. Deze zal echter geen effecten hebben op de oorspronkelijke fauna, die door uitsluiting van bodemverstorende 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, mosselzaadinvanginstallaties, 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 substraat fauna te verwachten. Er treedt geen competitie voor ruimte op, omdat hard substraat fauna 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, mosselzaadinvanginstallaties, 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 (zoals in hoofdstuk 9 'Morfologie en hydrologie'). 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 bedekte oppervlak van het gehele windpark Rijnveld West is 14 vierkante kilometer. Voor de kabels komt hier maximaal 47,9 km bij (zie hoofdstuk 4 'Voorgenomen activiteit en varianten'). Dit is maar een fractie van het totaal Nederlands Continentaal Plat van 57.000 vierkante kilometer. 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 de tabel op de volgende pagina is een overzicht gegeven van de cumulatieve effecten van Rijnveld West 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	Rijnveld West	Rijnveld West West Rijn	Rijnveld West West Rijn Scheveningen Buiten	Rijnveld West West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld Noord	Rijnveld West, West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N, Rijnveld O	Rijnveld West, West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N, Rijnveld O Maas West Buiten	Rijnveld West, West Rijn Scheveningen Buiten Rijnveld N, Rijnveld O Maas West Buiten NSW en Q7	Met overige gebruiksfuncties
Vogels	Sterfte door botsingen	0/-	-	-	-	-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. verstoring	0	0	0/-	0/-	0/-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. omvliegen	0	0	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0
	Fitness trekvogels t.g.v. barrièrewerking	0	0	0	0	0	0	0	0
Zeezoogdieren	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-	-/--	-/--	--	--	-/--
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (zeehonden)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (walvisachtigen)	0	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0	0	0	0
Vissen	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-	-	-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. verstoring	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0	0	0	0
Benthos	Directe schade	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habitatverlies door verandering	0	0	0	0	0	0	0	0
Overige effecten	Refugium effect (uitsluiting)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
	Oase-effect (hard substraat)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Geomorfologie	Verlies aan areaal van geomorfologische structuren	0	0	0	0	0	0	0	0
	Verandering in bodemsamenstelling	0	0	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 vermogen dan is de schatting dat er tussen de 8.199 (basisvariant 4,5 MW) en 10.603 (compacte variant 3 MW) slachtoffers per jaar vallen voor het versnipperd scenario van Windpark Rijnveld West; NSW en Q7-WP meegerekend.
Als we deze berekening voor de meest kwetsbare soort, de kleine mantelmeeuw, uitvoeren, komen we op 0,69 tot 0,84 procent additionele mortaliteit op de natuurlijke mortaliteit voor de 4,5 MW basisvariant en de 3 MW compacte variant.
Alle soorten of soortgroepen geven lagere percentages, de meeste tussen de 0,00 en 0,20 procent. Dergelijke effecten zijn beperkt negatief.

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 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 Rijnveld West. Dezelfde uitgangsgegevens zijn gehanteerd als in het gebundelde scenario.

Een verschil met het gebundelde scenario is, dat naast het effect van NSW/Q7 op broedende kleine mantelmeeuwen uit de Duinen van Petten en Zwanenwater, het geplande windpark Helmveld dichter bij de broedkolonies van de kleine mantelmeeuw op Texel ligt, namelijk 50-55 kilometer. Hierdoor zal een gedeelte van de foeragerende broedende kleine mantelmeeuwen in het plangebied van Helmveld kunnen komen.
Dit is echter geen cumulatief effect van het geplande windpark, maar een uniek effect van Helmveld. Immers, Rijnveld West heeft geen invloed op de broedende kleine mantelmeeuwen op Texel. Indien alleen het NSW en Q7 worden meegenomen (totaal 123 MW + 228 MW = 351 MW), dan zijn de cumulatieve effecten voor de kleine mantelmeeuw aanzienlijk lager: 0,37 tot 0,43 procent.

Interactie met andere gebruiksfuncties die botsingen kunnen opleveren, zijn er niet.

Tabel 15.15 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West basisvariant 3 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST BASISVARIANT 3 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	103	261	366
Jan van gent	54.000	63	158	221
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	18
Grote stern	24.000	32	41	47
Visdief/Noordse stern	225.000	72	106	128
Steltlopers	4.462.650	8	10	12
Landvogels	197.900.000	822	1104	1291
Noordse stormvogel	168.000	38	186	285
Drieteenmeeuw	1.680.000	1107	3644	5332
Zilvermeeuw	440.000	246	282	306
Kleine mantelmeeuw	180.000	703	1147	1443
Grote mantelmeeuw	94.000	140	189	221
Stormmeeuw	360.000	272	292	306
Jagers	3.500	3	4	5

Tabel 15.16 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West compacte variant 3 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 3 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	129	287	392
Jan van gent	54.000	79	173	236
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	18
Grote stern	24.000	33	42	48
Visdief/Noordse stern	225.000	78	111	133
Steltlopers	4.462.650	8	11	13
Landvogels	197.900.000	868	1150	1337
Noordse stormvogel	168.000	63	211	309
Drieteenmeeuw	1.680.000	1524	4061	5749
Zilvermeeuw	440.000	252	288	311
Kleine mantelmeeuw	180.000	776	1220	1516
Grote mantelmeeuw	94.000	148	196	228
Stormmeeuw	360.000	276	296	309
Jagers	3.500	3	4	5

Tabel 15.17 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST BASISVARIANT 4,5 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	92	212	292
Jan van gent	54.000	56	128	177
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	17
Grote stern	24.000	31	38	43
Visdief/Noordse stern	225.000	70	95	112
Steltlopers	4.462.650	8	10	11
Landvogels	197.900.000	801	1016	1160
Noordse stormvogel	168.000	27	140	216
Drieteenmeeuw	1.680.000	919	2858	4148
Zilvermeeuw	440.000	244	271	289
Kleine mantelmeeuw	180.000	670	1010	1236
Grote mantelmeeuw	94.000	137	174	198
Stormmeeuw	360.000	271	286	296
Jagers	3.500	3	4	4

Tabel 15.18 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in aantallen vogelslachtoffers per combinatie per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 4,5 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	109	230	310
Jan van gent	54.000	67	139	187
Ganzen en zwanen	100.900	17	17	17
Grote stern	24.000	32	39	44
Visdief/Noordse stern	225.000	74	99	116
Steltlopers	4.462.650	8	10	11
Landvogels	197.900.000	833	1048	1191
Noordse stormvogel	168.000	44	157	232
Drieteenmeeuw	1.680.000	1202	3141	4432
Zilvermeeuw	440.000	248	275	293
Kleine mantelmeeuw	180.000	720	1059	1285
Grote mantelmeeuw	94.000	142	179	204
Stormmeeuw	360.000	273	288	298
Jagers	3.500	3	4	4

Tabel 15.19 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West basisvariant 3 MW, NSW en Q7, Den Helmveld en Schaar in percentage additionele mortaliteit per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST BASISVARIANT 3 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	0,06	0,15	0,21
Jan van gent	54.000	0,12	0,29	0,41
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,13	0,17	0,20
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,05	0,06
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,02	0,11	0,17
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,07	0,22	0,32
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,39	0,64	0,80
Grote mantelmeeuw	94.000	0,15	0,20	0,23
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08
Jagers	3.500	0,10	0,12	0,13

Tabel 15.20 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West compacte variant 3 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in percentage additionele mortaliteit per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 3 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	0,08	0,17	0,23
Jan van gent	54.000	0,15	0,32	0,44
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,14	0,18	0,20
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,05	0,06
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,04	0,13	0,18
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,09	0,24	0,34
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,07	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,43	0,68	0,84
Grote mantelmeeuw	94.000	0,16	0,21	0,24
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,09
Jagers	3.500	0,10	0,12	0,13

Tabel 15.21 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West basisvariant 4,5 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in percentage additionele mortaliteit per jaar

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST BASISVARIANT 4,5 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	0,05	0,12	0,17
Jan van gent	54.000	0,10	0,24	0,33
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,13	0,16	0,18
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,04	0,05
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,02	0,08	0,13
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,05	0,17	0,25
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,37	0,56	0,69
Grote mantelmeeuw	94.000	0,15	0,18	0,21
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08
Jagers	3.500	0,10	0,11	0,12

Tabel 15.22 Cumulatieve effecten versnipperd scenario windparken Rijnveld West compacte variant 4,5 MW, NSW en Q7, Helmveld en Schaar in percentage additionele mortaliteit voor de 4,5 MW compacte variant.

VERSNIPPERD SCENARIO RIJNVELD WEST COMPACTE VARIANT 4,5 MW				
Vogelsoort	**Natuurlijke mortaliteit (#/jr)**	**Met NSW/Q7**	**Met NSW/Q7 Helmveld**	**Met NSW/Q7 Helmveld Schaar**
Alkachtigen	171.000	0,06	0,13	0,18
Jan van gent	54.000	0,12	0,26	0,35
Ganzen en zwanen	100.900	0,02	0,02	0,02
Grote stern	24.000	0,13	0,16	0,18
Visdief/Noordse stern	225.000	0,03	0,04	0,05
Steltlopers	4.462.650	0,00	0,00	0,00
Landvogels	197.900.000	0,00	0,00	0,00
Noordse stormvogel	168.000	0,03	0,09	0,14
Drieteenmeeuw	1.680.000	0,07	0,19	0,26
Zilvermeeuw	440.000	0,06	0,06	0,07
Kleine mantelmeeuw	180.000	0,40	0,59	0,71
Grote mantelmeeuw	94.000	0,15	0,19	0,22
Stormmeeuw	360.000	0,08	0,08	0,08
Jagers	3.500	0,10	0,11	0,12

Habitatverlies ten gevolge van verstoring
Ten opzichte van het gebundeld scenario zijn er een paar verschillen in het versnipperd scenario met betrekking tot verstoring. Dit komt doordat in het versnipperd scenario een kleiner aantal windparken is opgenomen met minder megawatt en een kleinere oppervlakte. 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. Zo is de dichtheid van de alkachtigen in het noordelijk deel van het versnipperd scenario (dat wil zeggen ter hoogte van Den Helder/Texel) iets hoger dan in het gebied van het gebundeld scenario (zie bijvoorbeeld Arts & Berrevoets 2005). Dit zal niet leiden tot een opvallende verhoging van het verlies aan habitat, maar wel tot een iets hoger aantal verstoorde exemplaren.

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. Het enige verschil is dat in het versnipperd scenario vogels uit andere kolonies betreft, zoals kleine mantelmeeuwen vanuit het Zwanenwater of vanaf Texel en Vlieland. De actieradius van grote sterns vanaf de Wadden, en dan met name vanaf Griend, is dermate beperkt dat ook in dit geval de kans dat ze in het plangebied van de windturbines foerageren, verwaarloosbaar klein is.

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). Ook is weer uitgegaan van eenzelfde extra oppervlakte verstoringsafstand voor deze parken tezamen als voor het geplande windpark. Voor de overige parken is een vergelijkbaar effect als voor Rijnveld West 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 zijn weergegeven in tabel 15.23.

Tabel 15.23 Cumulatief effect verstoring voor Rijnveld West in combinatie met NSW/Q7, Helmveld en Schaar, uitgedrukt in aantallen en in percentages van de biogeografische populatie

	Met NSW/Q7		**met NSW/Q7 Helmveld**		**met NSW/Q7 Helmveld Schaar**	
Vogelsoort	aantal	% pop	aantal	% pop	aantal	% pop
Alkachtigen	312	0,02	1096	0,06	1896	0,10
Jan van Gent	66	0,01	258	0,03	453	0,05
Grote stern	24	0,02	33	0,02	41	0,03
Visdief/ Noordse Stern	50	0,00	71	0,00	92	0,01
Noordse stormvogel	184	0,01	796	0,03	1421	0,05
Drieteenmeeuw	91	0,00	301	0,00	515	0,01
Zilvermeeuw	232	0,01	274	0,01	317	0,01
Kleine mantelmeeuw	224	0,02	392	0,04	563	0,06
Grote mantelmeeuw	100	0,02	142	0,03	185	0,04
Stormmeeuw	90	0,01	99	0,01	107	0,01
Jagers	1	0,00	3	0,01	5	0,01

Voor ter plaatse verblijvende soorten is in hoofdstuk 7 'Vogels' berekend dat het sterkste verstoringseffect van Rijnveld West optreedt op de alkachtigen, jan van gent en de noordse stormvogel (0,01% van de populaties). In het versnipperd scenario is het grootste effect te verwachten voor de alkachtigen en kleine mantelmeeuw; respectievelijk 0,10 procent en 0,06 procent van de populatie. Voor de overige soorten zal het verlies lager zijn. Bij de parken die in de cumulatie zijn meegenomen is de oppervlakte circa 11 keer zo groot. Voor de versnipperde variant gaat het verlies van randeffecten van nabijgelegen windparken niet op. Toch hebben we in de berekening dezelfde getallen voor de twee varianten toegepast. 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 totale 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 Rijnveld West 1,42 procent. Echter, de cumulatieve scenario's gaan uit van bijna 1200 MW aan windparken op zee. Indien uitgegaan wordt van 1000 MW komt het percentage uit op 1,21 voor het geplande windpark. Dit percentage wordt als zeer licht significant beschouwd.

Tabel 15.24 Habitatverlies ten opzichte van NCP, versnipperd scenario

Vogelsoort	Verstorings-afstand km	Rijnveld West	NSW	Q7-WP	Helmveld	Schaar	Totaal	Aandeel habitatverlies NCP %
Alkachtigen	2	64	81	53	111	113	422	0,74
Jan van gent	4	137	158	117	199	201	812	1,42
Overige eenden	1	35	53	30	77	78	273	0,48
Grote stern	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Visdief/Noordse stern	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Drieteenmeeuw	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Zilvermeeuw	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Kleine mantelmeeuw	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Grote mantelmeeuw	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Stormmeeuw	0	14	30	14	49	50	157	0,27
Jagers	0	14	30	14	49	50	157	0,27

Habitatverlies ten gevolge van omvliegen
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 mosselzaadinvanginstallaties 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 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 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 en niet significant.

15.4.2 Zeezoogdieren
Gezondheidseffecten aanleg
In het versnipperde scenario zijn bij de basisvarianten minder turbines gepland dan in het gebundelde scenario. Derhalve is over een kortere tijd onderwatergeluid te verwachten bij de aanleg van deze variant.

Echter, daar waar in de gebundelde variant overlapping van de door onderwatergeluid verstoorde gebieden optreedt, is dit afwezig in de versnipperde variant. Dit betekent dat in het versnipperde scenario het verstoorde gebied groter is dan in het gebundelde scenario. Omdat we de randeffecten van de overlappende gebieden niet hebben meegenomen in de berekeningen van de gebundelde variant, gelden de getallen van de gebundelde variant hier ook. Het volstaat dus om naar de getallen van de gebundelde variant te verwijzen.

Habitatverlies ten gevolge van verstoring (aanwezigheid)
Evenals bij de gebundelde variant geldt dat bij de versnipperde variant windparken vooral bij de aanleg verstorend werken voor zeezoogdieren. Het verstorende geluidsdrukniveau 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 noordelijk deel van het gebied, bij het plangebied Helmveld. Door de nabijheid tot de Waddenzee kan de aanleg van het park Helmveld leiden tot sterke verstoring van zeehonden in en nabij de Waddenzee. Hierbij is het niet ondenkbaar dat migratierouten tijdelijk geblokkeerd worden. De bijdrage van Rijnveld West aan dit effect zal echter zeer klein zijn, vanwege de afstand waarop deze parken zich bevinden. 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. Er zijn geen significante effecten te verwachten, maar deze kunnen niet worden uitgesloten.

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. Er zijn geen significante effecten te verwachten.

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. Er zijn geen significante effecten te verwachten.

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 niet anders dan de effecten van de gebundelde variant. Er zijn geen significante effecten 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 effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant. Er zijn geen significante effecten te verwachten.

15.4.5 Overige effecten natuur en milieu

Refugiumeffect (uitsluiting)

Het refugiumeffect kan mogelijk naast het geplande windpark ook optreden door andere windparken, mosselzaadinvanginstallaties, offshore mijnbouw en munitiestortgebieden. De effecten van de versnipperde variant zijn niet anders dan de effecten van de gebundelde variant. Er zijn geen significante effecten te verwachten.

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. Er zijn geen significante effecten te verwachten.

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, mosselzaadinvanginstallaties, 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. 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	Rijnveld West	Rijnveld West Helmveld	Rijnveld West Helmveld Schaar	Rijnveld West Helmveld Schaar NSW en Q7	Met overige gebruiksfuncties
Vogels	Sterfte door botsingen	0/-	0/-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. verstoring	0	0/-	0/-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. omvliegen	0	0/-	0/-	0/-	0
	Fitness trekvogels t.g.v. barrièrewerking	0	0	0	0	0
Zeezoogdieren	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-/--	-/--	-/--
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (zeehonden)	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. verstoring (walvisachtigen)	0	0	0/-	0/-	0/-
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0
Vissen	Gezondheidseffecten aanleg	-	-	-	-	-
	Habitatverlies t.g.v. verstoring	0	0	0	0	0
	Habitatverlies t.g.v. blokkeren migratierouten	0	0	0	0	0
Benthos	Directe schade	0	0	0	0	0
	Habitatverlies door verandering	0	0	0	0	0
Overige effecten	Refugium effect (uitsluiting)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
	Oase-effect (hard substraat)	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Geomorfologie	Verlies aan areaal van geomorfologische structuren	0	0	0	0	0
	Verandering in bodemsamenstelling	0	0	0	0	0

o geen of verwaarloosbaar klein effect
\+ positief effect
\- beperkt negatief effect
-- sterk negatief effect

15.5 Scheepvaartveiligheid

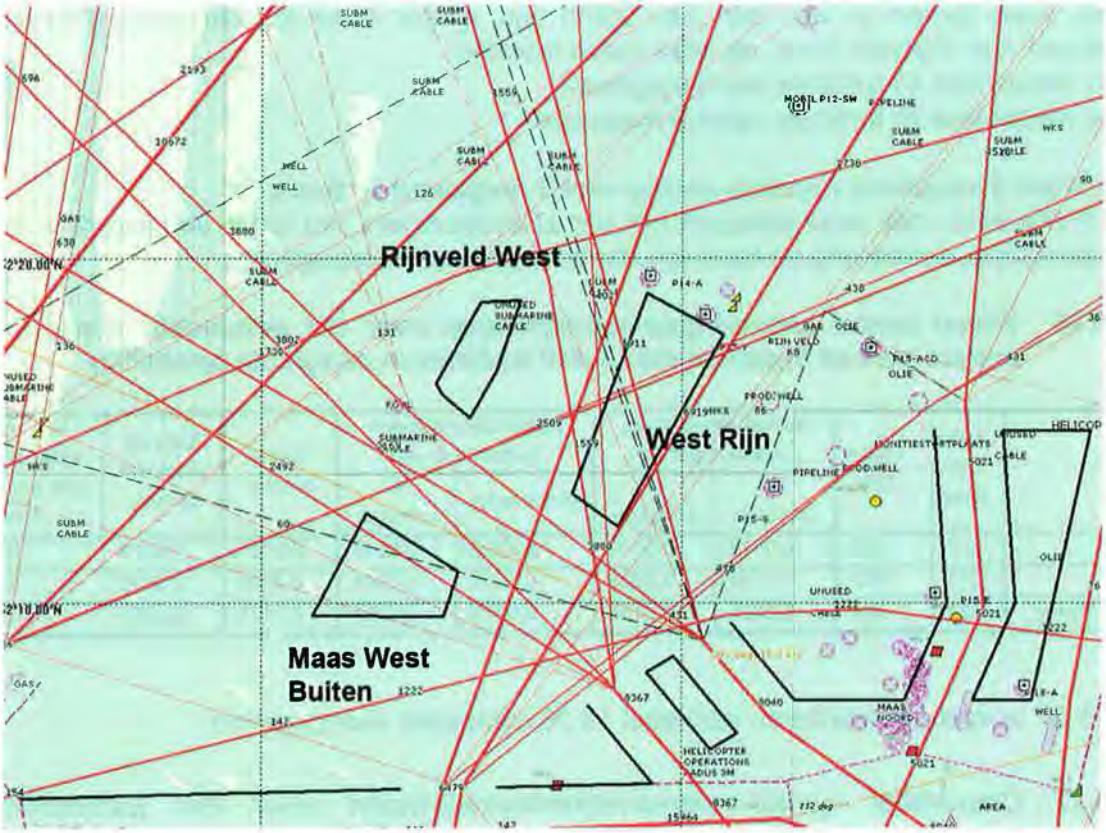
15.5.1 Inleiding

De cumulatieve effecten voor de veiligheid van de scheepvaart wordt 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:

- een 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 Rijnveld West met 4,5 MW turbines wordt uitgerust, en de overige in beschouwing genomen windparken met 5 megawatt turbines worden uitgerust met een dichtheid van 3/5x4,8=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 Rijnveld West 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 begrenzingen van de locaties van de windparken met de twee genoemde varianten. De parken die worden meegenomen bij het bepalen van de cumulatieve effecten zijn West Rijn en Maas West Buiten (zie figuur 15.3). Bij het bepalen van het cumulatieve effect wordt voor de andere windparken uitgegaan van de uiterste begrenzingen 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 Rijnveld West, West Rijn en Maas West Buiten ruim 1.100 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 bunkerolie;
- verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen vanwege de hogere concentratie scheepvaartverkeer op de routen langs de windparken;
- de mogelijke omweg ten gevolgde 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 West Rijn en Maas West Buiten. Rijnveld West heeft vier alternatieven. In het onderliggende onderzoek [Van Iperen & van der Tak 2008] zijn echter twee inrichtingsalternatieven doorgerekend voor Rijnveld West, de twee basisvarianten:

- Een variant met 41 turbines van 3 megawatt
- Een variant met 25 turbines van 4,5 megawatt

Rijnveld West 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

nr	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			
1	3 MW	41	123	0,0110	0,0019	0,0286	0,0016	0,0431	0,0020	0,0163
2	West Rijn	213	639	0,1179	0,0094	0,1648	0,0084	0,3005	0,0115	0,0181
3	Maas West Buiten	128	384	0,0225	0,0119	0,0779	0,0057	0,1179	0,0055	0,0144

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			
3 MW	41	123	0,0110	0,0019	0,0286	0,0016	0,0431	0,0020	0,0163
3 MW + West Rijn	254	762	0,1289	0,0113	0,1934	0,0100	0,3436	0,0135	0,0178
3 MW + West Rijn + Maas West Buiten	382	1146	0,1514	0,0232	0,2713	0,0156	0,4615	0,0191	0,0166
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,1321	0,0202	0,2367	0,0136	0,4027	0,0166	0,0166

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 tur-bines	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			
3 MW	41	123	90,7	518,4	35,0	619,6	23,2	498,0	61,3
3 MW + West Rijn	254	762	7,8	88,4	5,2	100,4	2,9	73,8	56,3
3 MW + West Rijn + Maas West Buiten	382	1146	6,6	43,2	3,7	63,9	2,2	52,4	60,1
Gemiddeld per 1000 MW		1000	7,6	49,5	4,2	73,3	2,5	60,1	60,1

Indien van de drie parken de totale vermogens worden opgeteld, dan komt dit neer op 1.146 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 1000/1146 toegepast (totaal aantal megawatt van de parken gedeeld door 1.000 megawatt).

Rijnveld West 4,5 megawatt / andere parken met 3 megawatt turbines

Ook wanneer Rijnveld West 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

nr	Windpark	Aantal tur-bines	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			
1	4.5 MW	25	113	0,0072	0,0014	0,0179	0,0010	0,0275	0,0013	0,0111
2	West Rijn	213	639	0,1179	0,0094	0,1648	0,0084	0,3005	0,0115	0,0181
3	Maas West Buiten	128	384	0,0225	0,0119	0,0779	0,0057	0,1179	0,0055	0,0144

Tabel 15.30 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 3 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal tur-bines	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			
4.5 MW	25	113	0,0072	0,0014	0,0179	0,0010	0,0275	0,0013	0,0111
4.5 MW + West Rijn	238	752	0,1251	0,0108	0,1827	0,0094	0,3280	0,0128	0,0170
4.5 MW + West Rijn + Maas West Buiten	366	1136	0,1476	0,0227	0,2606	0,0151	0,4459	0,0183	0,0161
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,1300	0,0200	0,2295	0,0133	0,3927	0,0161	0,0161

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 tur-bines	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			
4.5 MW	25	113	138,4	700,3	56,0	972,8	36,3	797,4	89,7
4.5 MW + West Rijn	238	752	8,0	92,5	5,5	106,6	3,0	78,2	58,8
4.5 MW + West Rijn + Maas West Buiten	366	1136	6,8	44,1	3,8	66,4	2,2	54,6	62,0
Gemiddeld per 1000 MW		1000	7,7	50,1	4,4	75,4	2,5	62,0	62,0

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. Rijnveld West met 4,5 megawatt turbines levert minder kans op een aanvaring of aandrijving op dan Rijnveld West met 3 megawatt turbines, voornamelijk vanwege het feit dat er minder turbines nodig zijn.

Tabel 15.32 Cumulatief effect voor Rijnveld West, West Rijn en Maas West Buiten 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 Rijnveld West	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
3 MW	3 MW	0,1321	0,0202	0,2367	0,0136	0,4027	0,0166
4,5 MW	3 MW	0,1300	0,0200	0,2295	0,0133	0,3927	0,0163

15.5.3 Maximumvariant

De maximumvariant gaat uit van de bezetting van 5 megawatt-turbines in de parken West Rijn en Maas West Buiten. Rijnveld West heeft vier alternatieven. In het onderliggende onderzoek [Van Iperen & Van der Tak 2008] zijn echter twee inrichtingsalternatieven doorgerekend voor Rijnveld West, de twee basisvarianten:

- Een variant met 41 turbines van 3 megawatt
- Een variant met 25 turbines van 4,5 megawatt

Rijnveld West 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

nr	Windpark	Aantal tur-bines	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			
1	3 MW	41	123	0,0110	0,0019	0,0286	0,0016	0,0431	0,0020	0,0163
2	West Rijn	128	640	0,0740	0,0065	0,1002	0,0052	0,1860	0,0070	0,0110
3	Maas West Buiten	77	385	0,0142	0,0082	0,0474	0,0036	0,0733	0,0034	0,0088

Tabel 15.34 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal tur-bines	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			
3 MW	41	123	0,0110	0,0019	0,0286	0,0016	0,0431	0,0020	0,0163
3 MW + West Rijn	169	763	0,0851	0,0084	0,1288	0,0068	0,2291	0,0090	0,0118
3 MW + West Rijn + Maas West Buiten	246	1148	0,0992	0,0166	0,1762	0,0104	0,3025	0,0124	0,0108
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,0864	0,0145	0,1535	0,0091	0,2635	0,0108	0,0108

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 tur-bines	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			
3 MW	41	123	90,7	518,4	35,0	619,6	23,2	498,0	61,3
3 MW + West Rijn	169	763	11,8	118,9	7,8	146,1	4,4	110,7	84,5
3 MW + West Rijn + Maas West Buiten	246	1148	10,1	60,2	5,7	96,2	3,3	80,6	92,5
Gemiddeld per 1000 MW		1000	11,6	69,1	6,5	110,4	3,8	92,5	92,5

Rijnveld West 4,5 megawatt /andere parken met 5 megawatt turbines

Ook wanneer Rijnveld West 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

nr	Windpark	Aantal tur-bines	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			
1	4.5 MW	25	113	0,0072	0,0014	0,0179	0,0010	0,0275	0,0013	0,0111
2	West Rijn	128	640	0,0740	0,0065	0,1002	0,0052	0,1860	0,0070	0,0110
3	Maas West Buiten	77	385	0,0142	0,0082	0,0474	0,0036	0,0733	0,0034	0,0088

Tabel 15.37 Cumulatief aantal aanvaringen/aandrijvingen voor het gebundeld scenario; andere parken ingericht met 5 MW turbines in compacte opstelling

Windpark	Aantal tur-bines	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			
4.5 MW	25	113	0,0072	0,0014	0,0179	0,0010	0,0275	0,0013	0,0111
4.5 MW + West Rijn	153	753	0,0813	0,0079	0,1181	0,0063	0,2135	0,0083	0,0110
4.5 MW + West Rijn + Maas West Buiten	230	1138	0,0954	0,0161	0,1655	0,0098	0,2869	0,0117	0,0102
Gemiddeld per 1000 MW		1000	0,0839	0,0142	0,1455	0,0086	0,2522	0,0102	0,0102

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 tur-bines	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			
4.5 MW	25	113	138,4	700,3	56,0	972,8	36,3	797,4	89,7
4.5 MW + West Rijn	153	753	12,3	126,4	8,5	159,8	4,7	120,8	90,9
4.5 MW + West Rijn + Maas West Buiten	230	1138	10,5	62,1	6,0	101,9	3,5	85,8	97,6
Gemiddeld per 1000 MW		1000	11,9	70,6	6,9	115,9	4,0	97,6	97,6

Tabel 15.39 Cumulatief effect voor Rijnveld West, West Rijn en Maas West Buiten 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
Variant voor Rijnveld West	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
3 MW	5 MW	0,0864	0,0145	0,1535	0,0091	0,2635	0,0108
4,5 MW	5 MW	0,0839	0,0142	0,1455	0,0086	0,2522	0,0102

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 Rijnveld West met West Rijn en Maas West Buiten

Cumulatief 1000 MW		Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal per jaar	Kans op uitstroom per jaar
Variant voor Rijnveld West	Andere parken	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
3 MW	3 MW	0,1321	0,0202	0,2367	0,0136	0,4027	0,0166
4,5 MW	3 MW	0,1300	0,0200	0,2295	0,0133	0,3927	0,0161
3 MW	5 MW	0,0864	0,0145	0,1535	0,0091	0,2635	0,0108
4,5 MW	5 MW	0,0839	0,0142	0,1455	0,0086	0,2522	0,0102

De verschillen tussen de varianten van Rijnveld West 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 1000 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 0,0164 (zie tabel 15.37) per jaar en voor de maximumvariant 0,0106 per jaar, dus ongeveer 3,3 % bij gebruik van 3 MW windturbines en 2,1 % 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 38 procent van het aantal aandrijvingen worden voorkomen en worden de percentages dus 2,0 procent en 1,3 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.
De routes door West Rijn (figuur 15.3) zullen verplaatst worden in westelijke richting. De routes door Maas West Buiten zullen waarschijnlijk verplaatsen in noordelijke richting. Door deze beide verschuivingen zullen wel meer schepen dichterbij Rijnveld West varen en dus zal het risico iets toenemen.

Bij een geclusterd 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 Rijnveld West kan geconcludeerd worden dat de extra toename van de omweg door de andere windparken in de cluster nihil is.

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 onmanoeuvreerbaar 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 Beschermde en Staatsnatuurmonumenten. Voor deze gebieden zijn specifieke instandhoudingdoelen opgesteld, die worden vastgelegd in aanwijzingsbesluiten. Afronding hiervan wordt eind 2008 voorzien. Tot die tijd vormen de aanwijzingsbesluiten van de Vogelrichtlijngebieden en de Beschermde- 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 Werkingssfeer

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 weergeven 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.

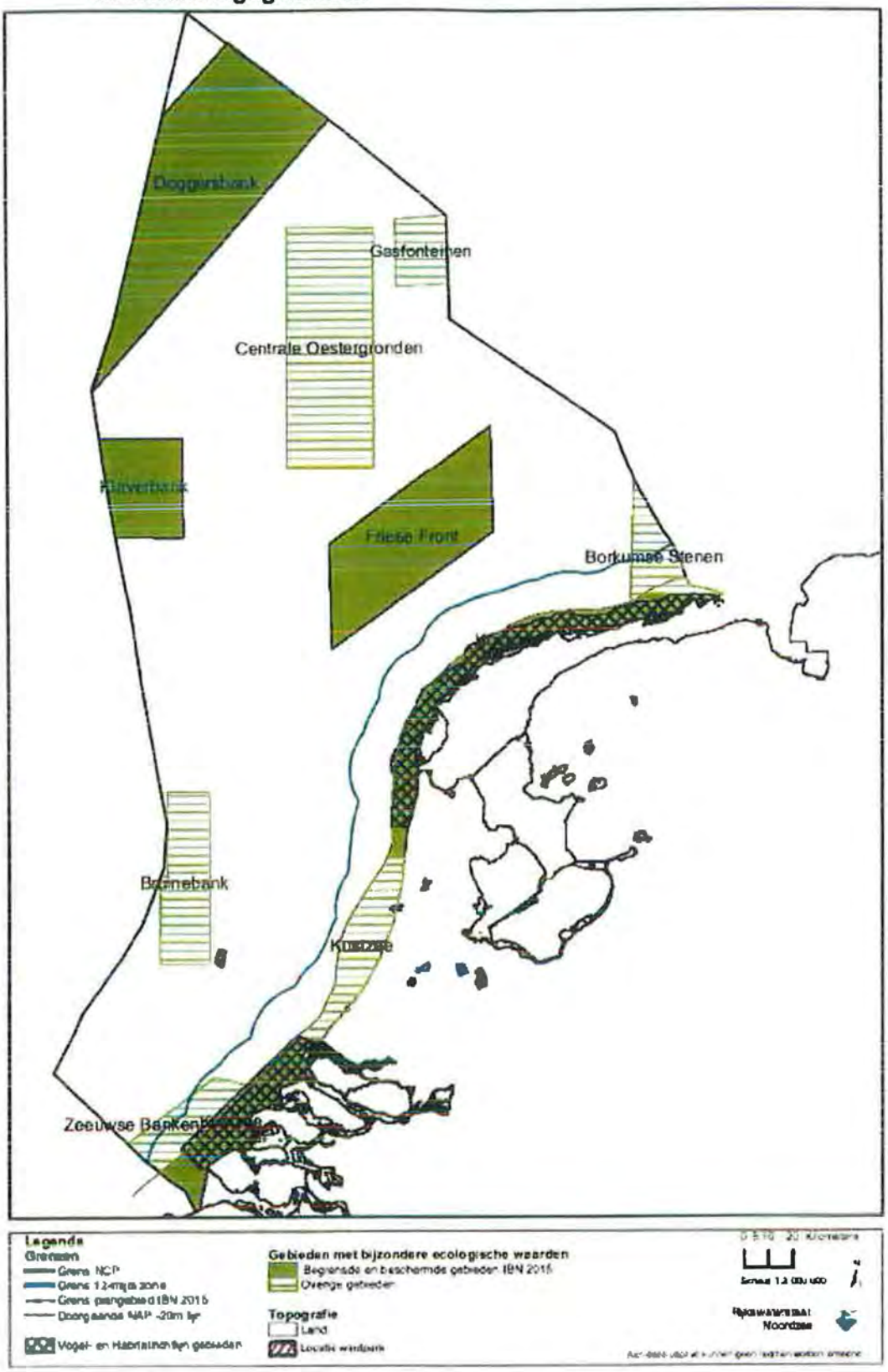
Tabel 16.1 Overzicht van de NB-wet gebieden in de omgeving van het plangebied

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 Zuidhollandse 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
Schelpdieren					
Noordkromp	Artica islandica	(2)			
Purperslak	Nucella lapillus	(1)			
Vissen					
Fint	Alosa fallax			1	
Gevlekte Rog	Raja montagui	2			
Gobius couchi	Gobius couchi	X			
Kortsnuitzeepaardje	Hippocampus guttulatus	X			
Houting	Coregonuslavaretus 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	
Langsuitzeepaardje	Hippocampus hippocampus	X			
Zeeprik	Petromyzon marinus	1		1	
Zoogdieren					
Bruinvis	Phocoena phocoena			(2)	X
Dwergvinvis	Baleanoptera acutorostrata				X
Gewone dolfijn	Delphinus delphis				X
Gewone zeehond	Phoca vitulina			1	
Griend	Globicephala melas				X
Grijze dolfijn	Grampus griseus				X
Grijze zeehond	Halichoerus grypus			X	
Witflankdolfijn	Lagenorhynchusacutus				X
Witsnuitdolfijn	Lagenorhynchus albirostris				X
Vogels					
Dougalls stem	Sterna dougallii	X	X		
Dwergstem	Sterna albifrons		1		
Grauwe franjepoot	Phalaropus lobatus		X		
Grote mantelmeeuw	Larus marinus	(2)			
Grote stem	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 overstroomde 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 Habitatrichtlijn (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 Habitatrichtlijn (VR-G en HR-G).

16.2.4 Het toetsingskader

Met de inwerkingtreding van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn de beschermingsformules van de Vogel- en Habitatrichtlijn (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 (alternatieventoets + 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, oktober 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 Rijnveld West 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.

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 Rijnveld West.

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 Rijnveld West aanwezige natuurwaarden

	Soorten	Huidige situatie	Basisvariant 3 MW			
			Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect sterfte permanent ***	Effect verstoring permanent[α]	Mogelijk significant ?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,023	224	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	0,044	55	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,009	1	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,004	4	Nee
	Steltlopers	4.462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,022	175	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,038	35	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,002	7	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	0,062	28	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,013	7	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,001	1	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,005	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Grijze zeehond (NL)	1.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	1296 (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	Negatief (verwijdering habitat)	Geen tot licht positief (aangroei hard substraat)	Geen	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	Negatief (verwijdering soorten)	Positief (hard substraat)	Geen	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	Negatief (geluid)	Positief (refugium)	Geen	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	Negatief (geluid)	Geen	Geen	Nee

* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

** asvrij drooggewicht/m^2

*** 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

α 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[α]	Mogelijk significant ?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,038	224	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	0,073	55	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,015	1	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,006	4	Nee
	Steltlopers	4.462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,036	175	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,062	35	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,003	7	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	**0,102**	28	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,021	7	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,002	1	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,009	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Grijze zeehond (NL)	1.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	1296 (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	Negatief (verwijdering habitat)	Geen tot licht positief (aangroei hard substraat)	Geen	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	Negatief (verwijdering soorten)	Positief (hard substraat)	Geen	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	Negatief (geluid)	Positief (refugium)	Geen	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	Negatief (geluid)	Geen	Geen	Nee

* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

** asvrij drooggewicht/m^2

*** 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

α 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[α]	Mogelijk significant ?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,016	224	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	0,031	55	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,006	1	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,003	4	Nee
	Steltlopers	4462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,015	175	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,026	35	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,001	7	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	0,043	28	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,009	7	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,001	1	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,004	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Grijze zeehond (NL)	1.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	1296 (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	Negatief (verwijdering habitat)	Geen tot licht positief (aangroei hard substraat)	Geen	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	Negatief (verwijdering soorten)	Positief (hard substraat)	Geen	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	Negatief (geluid)	Positief (refugium)	Geen	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	Negatief (geluid)	Geen	Geen	Nee

* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

** asvrij drooggewicht/m^2

*** 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

α eenheid: aantallen vogels

Vervolg tabel 16.3

	Soorten	Huidige situatie	Compacte variant 4,5 MW			
			Effect tijdelijk (aanleg en verwijdering)	Effect sterfte permanent ***	Effect verstoring permanent[α]	Mogelijk significant ?
Vogels	Alkachtigen	171.000	geen	0,026	224	Nee
	Jan van Gent	54.000	geen	0,050	55	Nee
	Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,000	-	Nee
	Grote stern	24.000	geen	0,011	1	Nee
	Noordse stern	225.000	geen	0,004	4	Nee
	Steltlopers	4462.650	geen	0,000	-	Nee
	Landvogels	197.900.000	geen	0,000	-	Nee
	Noordse stormvogel	168.000	geen	0,025	175	Nee
	Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,043	35	Nee
	Zilvermeeuw	440.000	geen	0,002	7	Nee
	Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	0,071	28	Nee
	Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,015	7	Nee
	Stormmeeuw	360.000	geen	0,002	1	Nee
	Jagers	3.500	geen	0,006	0	Nee
Onderwaterleven	Gewone zeehond (NL)	3.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Grijze zeehond (NL)	1.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee
	Bruinvis (Noordzee)	350.000	1296 (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Witsnuitdolfijn	7.500	Negatief (geluid)	Zeer beperkt	Zeer beperkt	Nee****
	Biomassa macrobenthos	12,5**	Negatief (verwijdering habitat)	Geen tot licht positief (aangroei hard substraat)	Geen	Nee
	Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	Negatief (verwijdering soorten)	Positief (hard substraat)	Geen	Nee
	Biomassa vissen	Onbekend	Negatief (geluid)	Positief (refugium)	Geen	Nee
	Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	Negatief (geluid)	Geen	Geen	Nee

* voor vogels is de huidige situatie de natuurlijke mortaliteit van de populatie, voor zeezoogdieren de omvang van de populatie.

** asvrij drooggewicht/m^2

*** 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

α 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 (het sterkst getroffen volgens de berekeningen) op tot 0,102 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. Er kan dus met zekerheid gezegd worden dat de negatieve effecten niet significant zijn.
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, is de verwachting dat het effect niet significant negatief is. Hierbij is ook meegenomen dat het effect tijdelijk is, en dat herstel kan optreden (alhoewel tot 100 procent nog niet zeker is). 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.

Tabel 16.4 Effecten op natuurwaarden van windpark Rijnveld West 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 sterfte permanent** (%) gebundeld scenario*	*Effect sterfte permanent** (%) versnipperd scenario*	*Mogelijk significant ?*
Alkachtigen	171.000	geen	0,25	0,23	Nee
Jan van gent	54.000	geen	0,47	0,44	Nee
Ganzen en zwanen	100.900	geen	0,02	0,02	Nee
Grote stern	24.000	geen	0,21	0,20	Nee
Noordse stern	225.000	geen	0,06	0,06	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	0,20	0,18	Nee
Drieteenmeeuw	1.680.000	geen	0,37	0,34	Nee
Zilvermeeuw	440.000	geen	0,07	0,07	Nee
Kleine mantelmeeuw	180.000	geen	0,89	0,84	Nee
Grote mantelmeeuw	94.000	geen	0,25	0,24	Nee
Stormmeeuw	360.000	geen	0,09	0,09	Nee
Jagers	3.500	geen	0,14	0,13	Nee
Gewone zeehond (NL)	3.500	Negatief (geluid)	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Nee***
Grijze zeehond (NL)	1.500	Negatief (geluid)	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Nee***
Bruinvis (Noordzee)	350.000	1296 (geluid)	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Nee***
Witsnuitdolfijn	7.500	Negatief (geluid)	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Nee***
Biomassa macrobenthos	12,5	Negatief (verwijdering habitat)	Geen tot licht positief (aangroei hard substraat)	Geen tot licht positief (aangroei hard substraat)	Nee
Diversiteit macrobenthos (aantal soorten)	15	Negatief (verwijdering soorten)	Positief (hard substraat)	Positief (hard substraat)	Nee
Biomassa vissen	Onbekend	Negatief (geluid)	Positief (refugium)	Positief (refugium)	Nee
Diversiteit vissen (aantal soorten)	50 (kustzone)	Negatief (geluid)	Geen	Geen	Nee

* Voor de vogels is de "huidige situatie" de natuurlijke mortaliteit van de populatie

** Voor het permanente effect is het maximale effect genomen uit de twee scenario's "geclusterd" en "versnipperd", dus de 3 MW basisvariant voor "geclusterd" en de 3 MW compacte variant voor "versnipperd" met het maximale aantal windparken, inclusief NSW en Q7. Een uitzondering is gemaakt voor het effect van het onderwatergeluid van het heien op de bruinvissen: NSW en Q7 zijn niet meegeteld, omdat ze (dan) al zijn aangelegd.

*** Significantie als gevolg van aanleg niet verwacht, maar niet volledig uit te sluiten door gebrek aan gegevens over effecten en van overige geluidsbronnen en onbekende effecten, zie tekst.

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat voor geen enkele vogelsoort een negatief effect (>1 procent van de additionele mortaliteit) verwacht wordt. Er zijn dus geen mogelijke significante effecten op vogels.

Tot slot zijn er vooral bij de aanleg van de windparken negatieve effecten te verwachten op de zeezoogdieren door verstoring met 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 bronnen 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 geluidsdrukniveau 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, hoewel niet significant, 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 (1ste 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 hoeveel potentiële aanvaringsslachtoffers van de kleine mantelmeeuw afkomstig zijn 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, inclusief de cumulatieve effecten. 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 betrekt 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 sterk gegroeid, in Nederland zelfs met meer dan 180 procent in de afgelopen jaren [Birdlife International 2004].
3. Het in hoofdstuk 7 van dit MER berekende aantal aanvaringsslachtoffers is niet significant.

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).

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, niet significant

Zeezoogdieren

Op de schaal van de Noordzee of die van Nederland zijn geen significant 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

	Aanleg			Aanwezigheid		
Natura2000gebied	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, maar geen significant effect (met inachtneming van het voorbehoud zoals eerder gesteld)

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 maar het is onwaarschijnlijk dat dit effect significant is. Er treedt, zoals gesteld wel een aanzienlijk (tijdelijk) verlies van habitat op, maar niet binnen het Natura2000 gebied Noordzeekustzone.

Echter, zoals eerder aangegeven is het kennisniveau van de effecten op zeezoogdieren ontoereikend en van overige onder water aanwezige geluidsbronnen onvolledig, zodat significante effecten niet met zekerheid kunnen worden uitgesloten. 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 voor 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 landtracés 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 Werkingssfeer

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. <u>Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden</u>
   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 landschapsniveau 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. <u>Groot openbaar belang</u>
   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 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 als niet significant beoordeeld. 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 is 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 mosselzaad invanginstallaties 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 Rijnveld West 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 Rijnveld West.

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 Werkingssfeer

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, 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 Aanhangsel 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 tijdens 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. 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 bezien 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 ordegrootte schattingen. De gesuggereerde nauwkeurigheid (door zoveel 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 Rijnveld West en de kabelverbinding naar de aansluiting met het landelijk hoogspanningsnet worden in het kader van de gebiedsbescherming van de Vogel- en Habitatrichtlijn geen effecten verwacht op kwalificerende soorten of habitats voor de Speciale Beschermingszones op of rond het NCP, inclusief buitenlandse Natura2000 gebieden.

Omdat er geen negatieve effecten worden verwacht op kwalificerende habitats of soorten is geen effecttabel opgenomen conform tabel 3 uit de Richtlijnen, zoals die zijn vastgesteld door het Bevoegd Gezag.
Gezien de grote afstand en/of ongeschiktheid van het leefmilieu is in het plangebied het voorkomen van de meeste kwalificerende soorten uit te sluiten.

Voor grotere zeezoogdieren als bruinvis en zeehond zijn geen ecologisch significante effecten te verwachten, aangezien deze soorten zeer mobiel zijn en er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn. 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.

Op basis van het voorgaande kan dan ook geconcludeerd worden, dat er geen sprake is van aantasting van de gunstige staat van instandhouding van de Speciale Beschermingszones.
Omdat er geen effecten te verwachten zijn op kwalificerende soorten of habitats is een verslechteringstoets of passende beoordeling niet aan de orde. Omdat er geen effecten te verwachten zijn, is compensatie ook niet aan de orde.
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.
Als gevolg van de lage te verwachten aantallen van de betreffende soorten in relatie tot de biogeografische populatieomvang, de beperkte effectkansen en de uitwijkmogelijkheden worden er geen significante effecten verwacht op de gunstige staat van instandhouding van deze soorten op populatieniveau. 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, transformatorstation en 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:
Rijnveld West

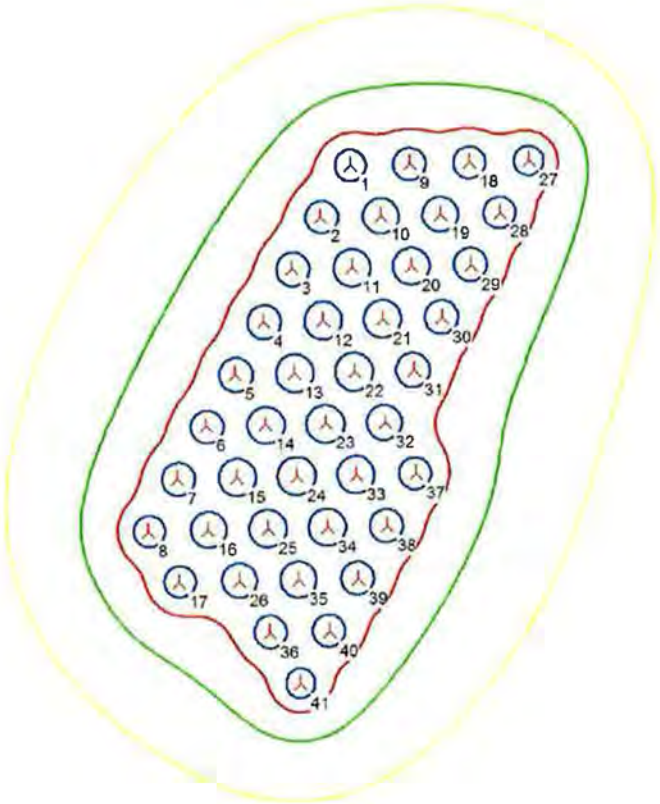
Printed/Page
27-05-2008 16:57 / 1

Licensed user
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980CC Bunnik
+31 30 659 8000

Calculated:
27-05-2008 16:57/2.6.0.181

DECIBEL - Blank map

Calculation: Rijnveld West Basisvariant 3 MW



0 1 2 3 4 km

Map: Blank map , Print scale 1:75.000, Map center UTM ED50 Zone 31 East: 534 663 North: 5 793.086
Noise calculation model: Dutch, 1999 Wind speed: 8,0 m/s

New WTG

Height above sea level: 0,0 m

40,0 dB(A) 45,0 dB(A) 50,0 dB(A) 55,0 dB(A)

Compacte variant 3 MW

WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

Project:
Rijnveld West

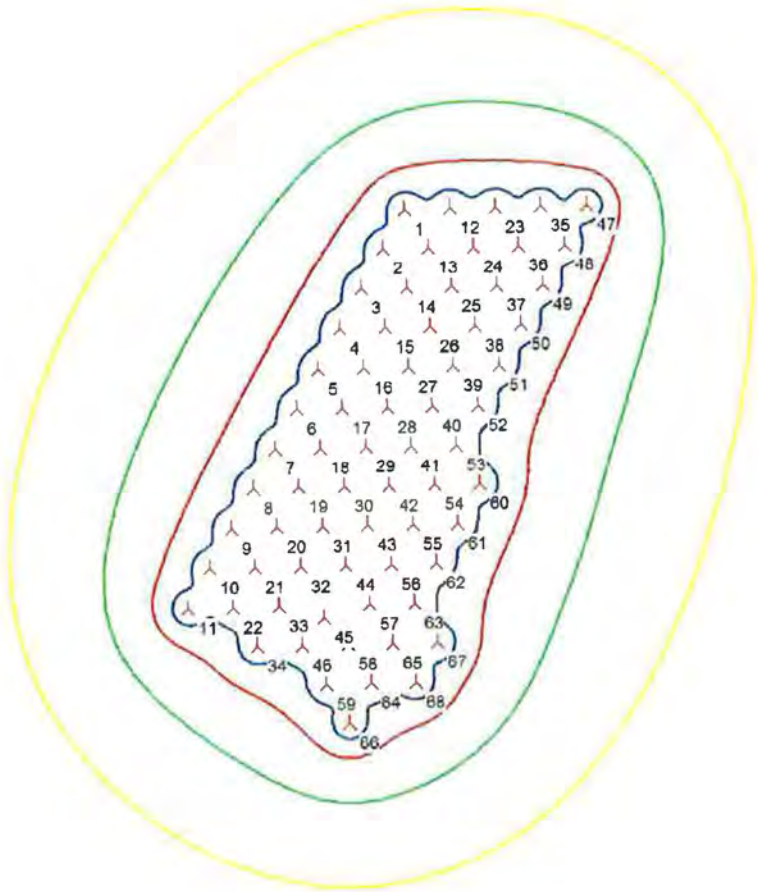
Printed/Page
27-05-2008 16:41 / 1

Licensed user
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980CC Bunnik
+31 30 659 8000

Calculated:
27-05-2008 16:33/2.6.0.181

DECIBEL - Blank map

Calculation: Rijnveld West Compacte variant 3 MW



0 1 2 3 4 km

Map: Blank map , Print scale 1:75.000, Map center UTM ED50 Zone. 31 East: 534 609 North: 5 793 114
Noise calculation model: Dutch, 1999. Wind speed: 8,0 m/s

New WTG

Height above sea level: 0,0 m

40,0 dB(A) 45,0 dB(A) 50,0 dB(A) 55,0 dB(A)

Basisvariant 4,5 MW

WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

Project
Rijnveld West

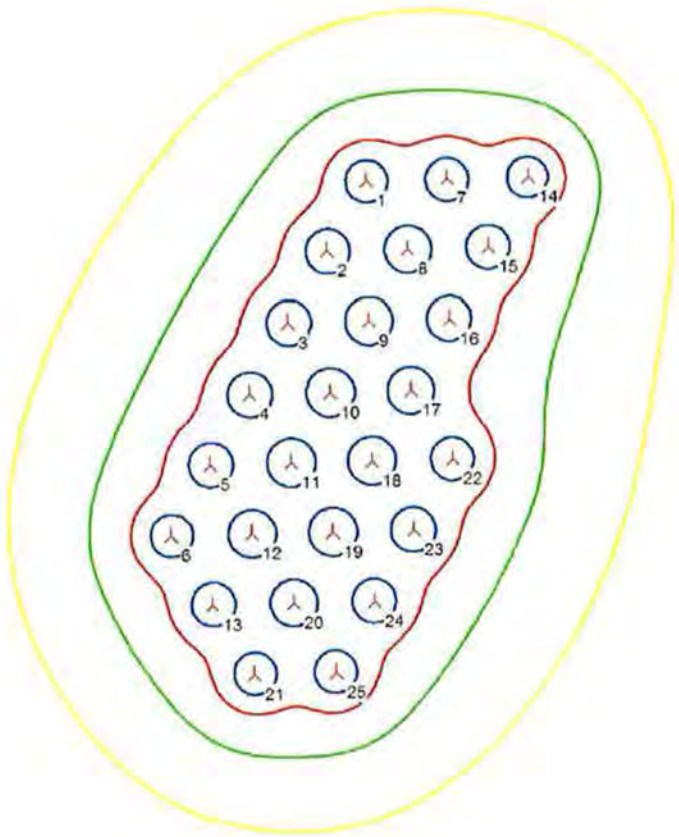
Printed/Page
27-05-2008 17:03 / 1

Licensed user
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980CC Bunnik
+31 30 659 8000

Calculated:
27-05-2008 17:02/2.6.0.181

DECIBEL - Blank map

Calculation: Rijnveld West Basisvariant 4,5 MW



0 1 2 3 4 km

Map: Blank map , Print scale 1:75 000, Map center UTM ED50 Zone 31 East: 534 570 North: 5 793 327
Noise calculation model: Dutch, 1999 Wind speed: 8,0 m/s

New WTG

Height above sea level: 0,0 m

40,0 dB(A) 45,0 dB(A) 50,0 dB(A) 55,0 dB(A)

Compacte variant 4,5 MW

WindPRO version 2.6.0.181 May 2008

Project
Rijnveld West

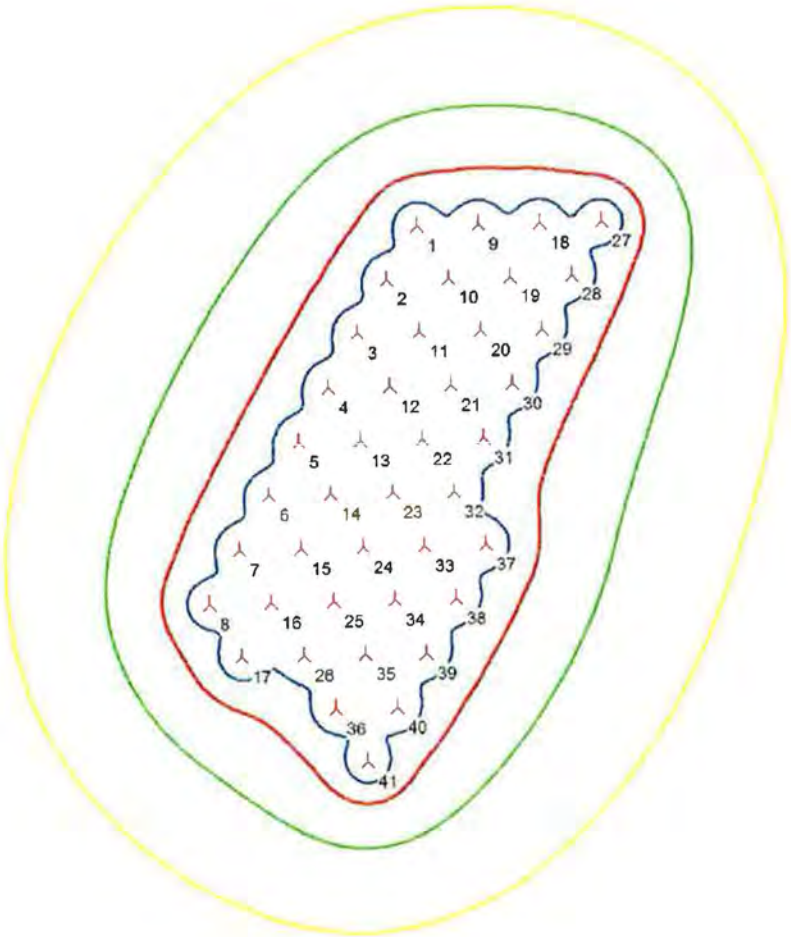
Printed/Page
27-05-2008 16:34 / 1

Licensed user
E-Connection Project BV
Regulierenring 12 F, Postboks 101
NL-3980CC Bunnik
+31 30 659 8000

Calculated:
27-05-2008 16:32/2.6.0.181

DECIBEL - Blank map

Calculation: Rijnveld West Compacte variant 4,5 MW



0 1 2 3 4 km

Map Blank map , Print scale 1:75.000, Map center UTM ED50 Zone 31 East: 534 663 North: 5 793 086
Noise calculation model Dutch, 1999. Wind speed: 8,0 m/s

New WTG

Height above sea level: 0,0 m

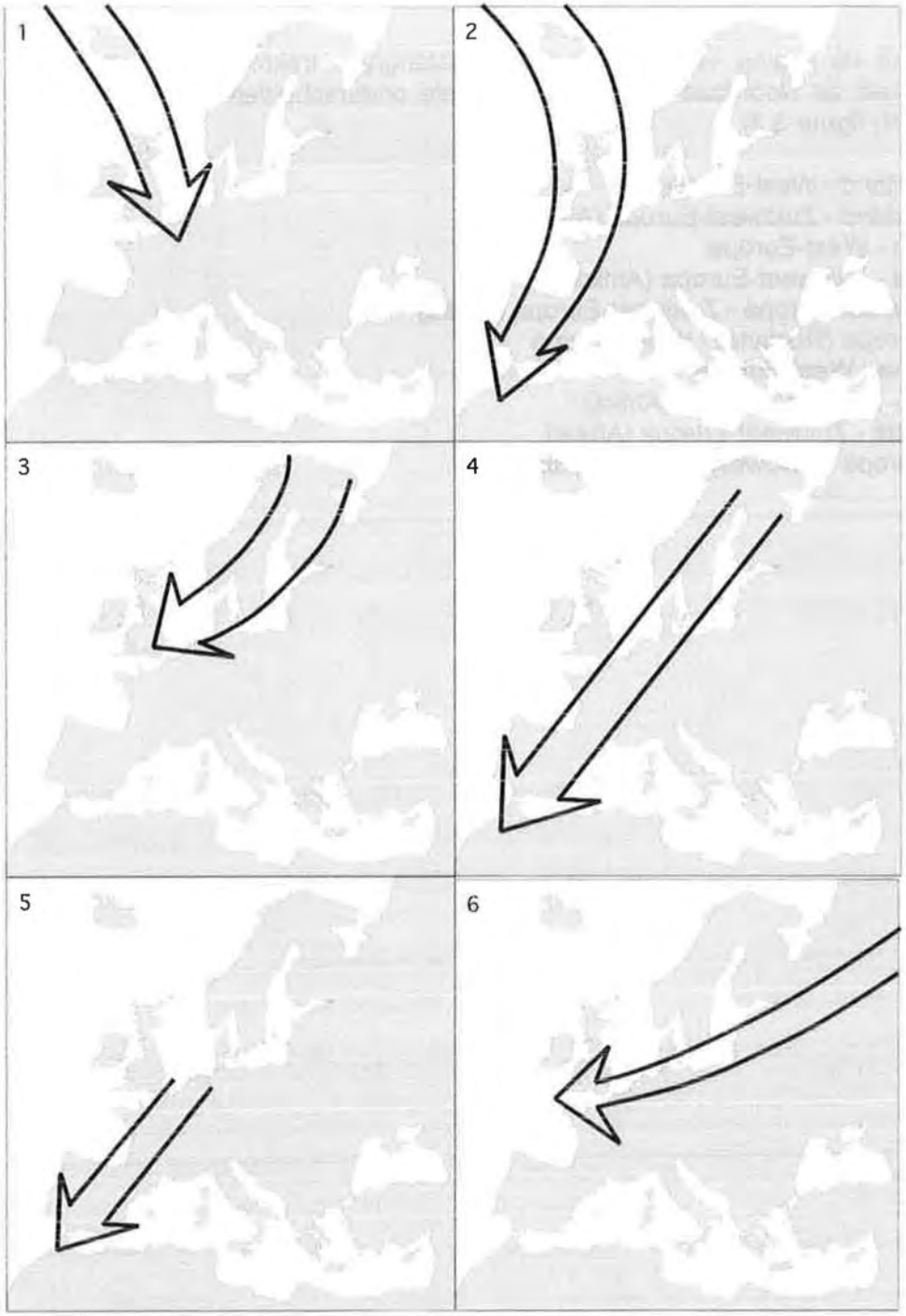
40,0 dB(A) 45,0 dB(A) 50,0 dB(A) 55,0 dB(A)

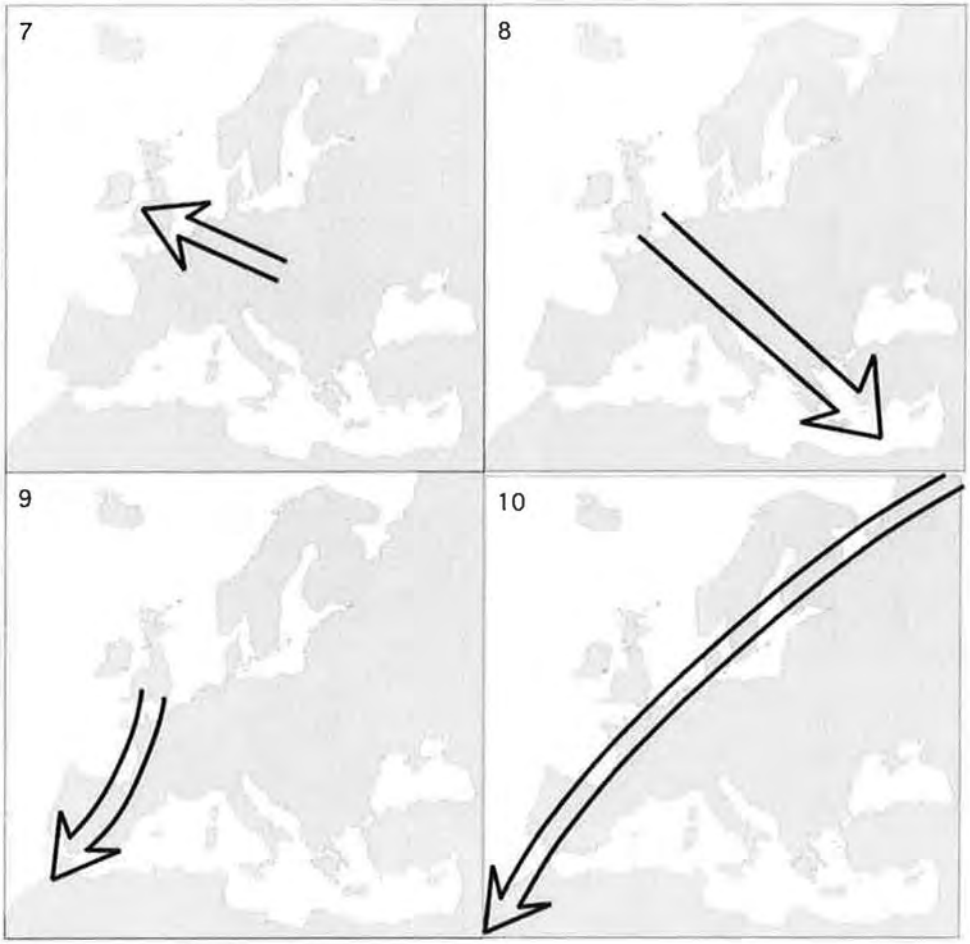
BIJLAGE 2

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)


1
2
3
4
5
6


7
8
9
10

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 voor 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 (zie figuur 4.9 van het MER) komen geen zandgolven voor. Het resterende deel van de kabelroutes vanaf de windparken naar de Maasvlakte en Scheveningen 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, maar in de buurt van het windpark kunnen deze groter dan 6 meter zijn. 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

De maximale stroomsnelheid tijdens springtij vloed is circa 0,9 m/s en komt nagenoeg langs de hele Noordelijke zeeroute voor. De stroomsnelheden tijdens doodtij zijn ongeveer een factor 1,5 lager. De maximale eb stroomsnelheid bedraagt ongeveer 0,85 m/s op het westelijk gedeelte van het NCP en neemt geleidelijk af tot circa 0,7 m/s ter hoogte van de Nieuwe Waterweg.

Golven

De golven in het studiegebied zijn afgeleid uit de golfmetingen die op de stations IJmuiden munitiestortplaats en Europlatform, nabij locatie Rijnveld West (meetplatforms op de Noordzee die onderdeel zijn van het Meetnet Noordzee (MNZ)) 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 windrichtingen met de hoogste golven is noordwest.

Voor alle windrichtingen (omni-directioneel) geldt bij de meetpunten IJmuiden munitiestortplaats en Europlatform voor eens in de 10 jaar een extreme golfhoogte van 6,0 tot 6,7 meter, voor eens in de 100 jaar is een extreme golfhoogte van 6,8 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 zonnebank, warmtetherapie, magnetron, inductie-koken 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 elektrische achtergrondveld in het studiegebied tussen 39 µV/m en 42 µV/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 µV/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 Rijnveld West van ongeveer 50 µT.

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 Rijnveld West wordt naar de kust geleid om op het elektriciteitsnet aan te sluiten.
De kabel heeft afhankelijk van het kabeltracé op zee een lengte van 48-54 km. De ligging en de route van de potentiële kabeltracés zijn in figuur 4.9 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 in het zeebed gelegd op een diepte van 3 meter. 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	48-54 km	30 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	1 m
Breedte van de geul	2 m	2 m
Aansluitingspunt	Maasvlakte/Scheveningen	
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 milieucomponent en per fase van het windpark (aanleg, operationeel zijn en demontage). 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.

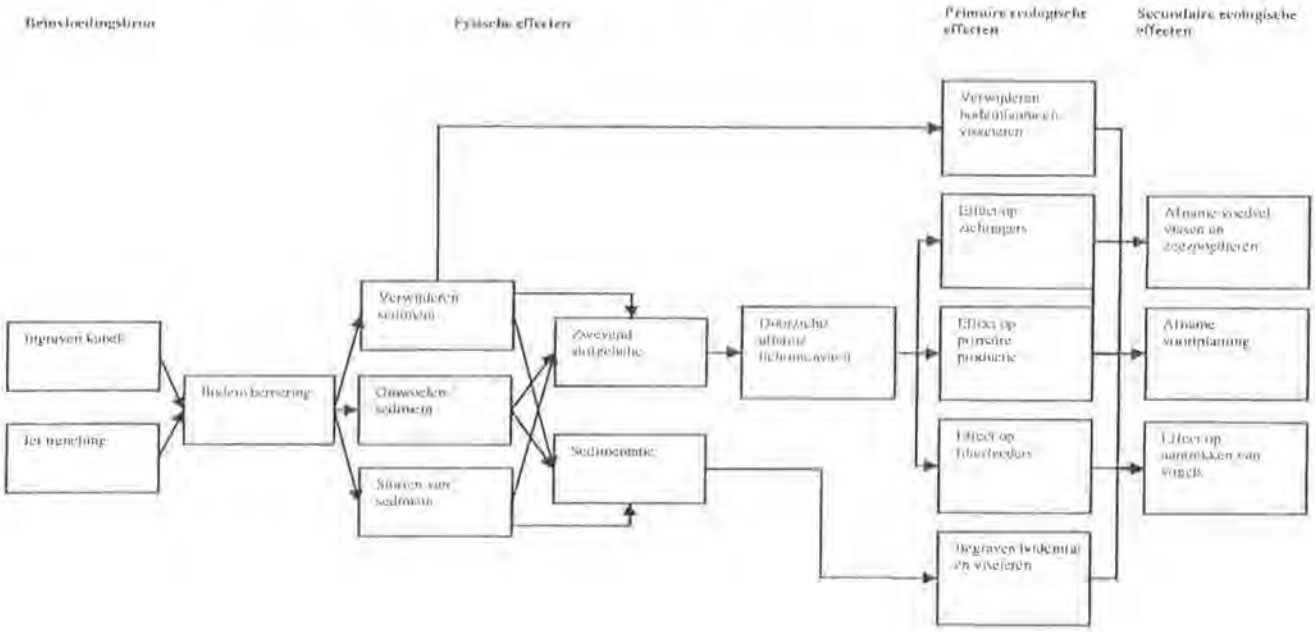
2.1 Bodemdieren

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 zal van zeer korte duur zijn en zeer lokaal plaatsvinden. De kustzone is nog dynamischer dan de zeebodem van open zee, en de leefgemeenschap zal zich daardoor nog gemakkelijker aan kunnen passen. Hierdoor zal geen meetbaar milieueffect optreden ten aanzien van de sedimenten verstoring.
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 totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de kustzee (0,02%). Bovendien betreft het een tijdelijk effect. Het onderwaterleven zal na de constructieperiode van het windpark en de kabels snel terugkeren naar het gebied.

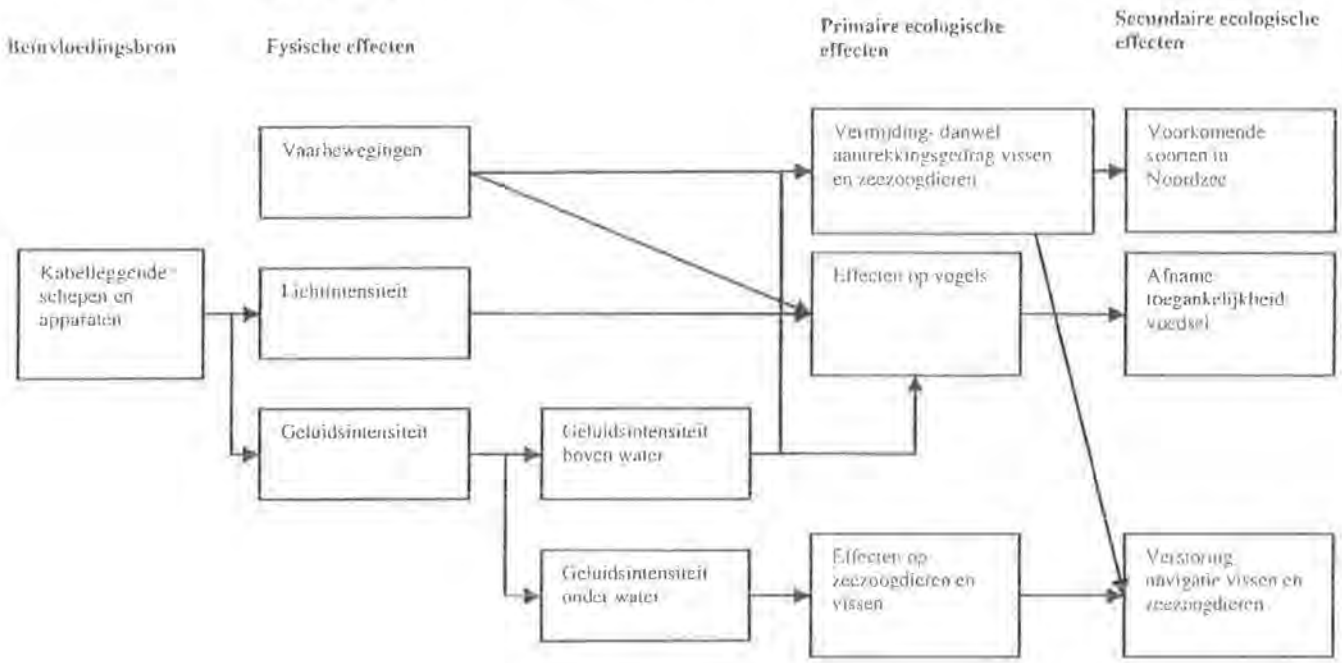
Exploitatie en onderhoud
Gezien de diepte van de ligging van de kabel zijn er tijdens de periode van exploitatie en onderhoud van het windpark geen effecten van de kabel te verwachten voor bodemdieren.

Verwijdering
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 hier dan ook niet van toepassing.

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 geluidsdrukniveau 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 geluidssterkte te hoog wordt. Daarbij gaat het om niveaus van 180-200 dB re 1 µPa 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 (Anguilla anguilla) 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 µPa bedraagt; op een afstand van 400 m van de bron is dit gedaald tot circa 120 dB re 1 µPa [Royal Haskoning 2005]. In de directe nabijheid van de bron kan het geluid dus tot tijdelijke (temporary treshold shift TTS) dan wel tot permanente gehoorbeschadigingen (permanent treshold 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.

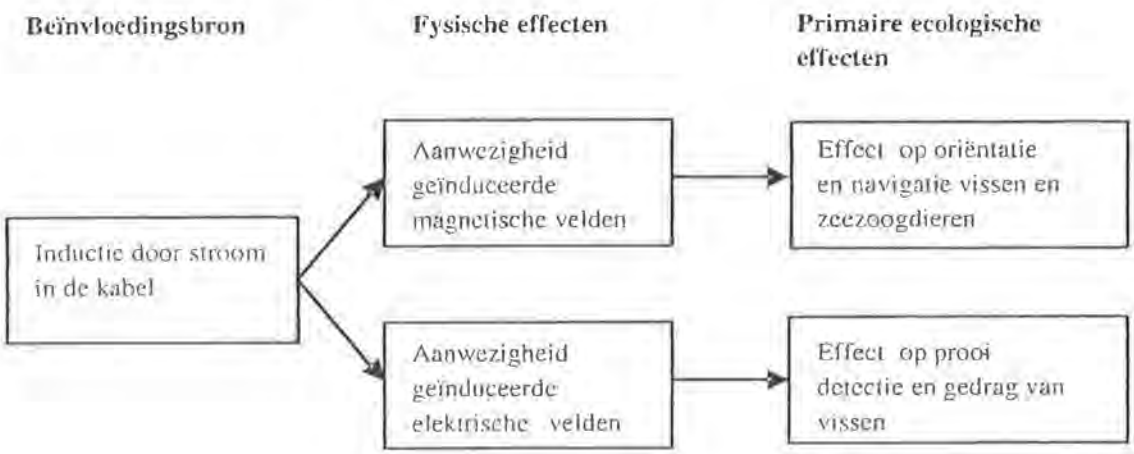
Verwachte effecten van de aanleg voor vissen
Er zal een tijdelijke toename van geluidsintensiteit onder en boven water optreden. Tevens is er een tijdelijke toename van vervoersbewegingen van schepen. De geluidsproductie van vaartuigen voor de aanleg van de elektriciteitskabel kan enige verstoring geven. 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 de belangrijkste geluidsbronnen, 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 en dus 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 µTesla oplopen, maar op een afstand van 6 meter zal het rond de 50 µTesla 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 samensteiling 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 marine 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 µTesla 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 µV/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 migratie 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 monitoringsprogramma'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.

Verwijdering
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 hier dan ook niet van toepassing.

2.3 Zeezoogdieren

Aanleg

Geluid
Lage frequenties van geluid en trillingen van machines tijdens aanleg kunnen evenals op vissen effect hebben op zeehonden, dolfijnen en walvissen.

Zeezoogdieren vertrouwen op geluid om te kunnen communiceren, hun prooi te vinden en de omgeving te verkennen. Hierdoor is het waarschijnlijk dat zeezoogdieren, zoals de bruinvis, beïnvloed worden door geluid van het windpark.

Zeezoogdieren 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. 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].

Zeezoogdieren gebruiken geluid om met elkaar te communiceren en om hun prooi op te sporen of obstakels te lokaliseren. 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 gehoorschade kan optreden bij geluidssterktes boven de 183 dB re µPa (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 µPa [Grontmij, 2003].

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 µPa zullen mijden (ongeveer 500 m rond de bron).

Verwachte effecten van de aanleg voor zeezoogdieren
Er zal een tijdelijke toename van geluidsintensiteit onder en bovenwater 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 marine organismen die dicht bij de elektroden leven, afhankelijk van hydrografische omstandigheden.

Zeezoogdieren met zintuigen die gebruik maken elektromagnetische sensoren worden mogelijk beïnvloed wanneer ze een elektromagnetisch veld kruisen.

Verwachte effecten van exploitatie en onderhoud op zeezoogdieren
Uit verschillende onderzoeken en monitoringsprogramma'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 onderzoeken bij Deense windparken Horns Rev en Nysted blijkt dat na aanleg van het park er 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.

Verwijdering
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 hier dan ook niet van toepassing.

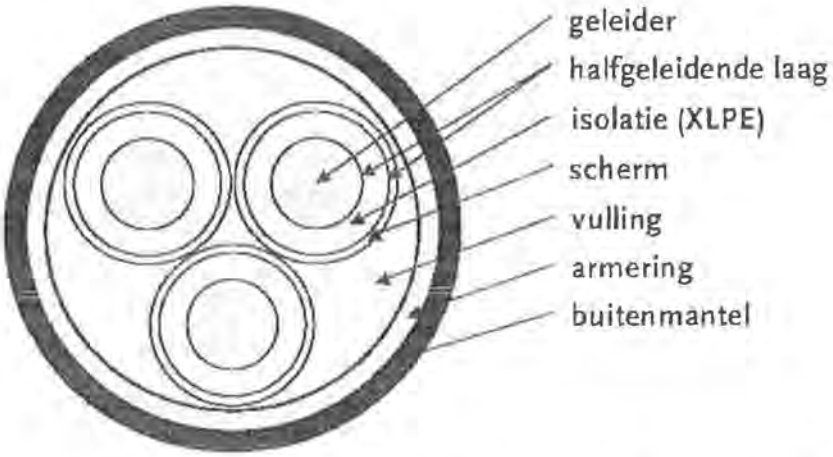
2.4 Risico's beschadiging

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:

- 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 veroudert. 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 dan 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/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.

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 en 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, luchtbellen, 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 c.a. 95 dB re 1 µPa en maximaal c.a. 110 dB re 1 µPa. Meetresultaten van geluidsmetingen in het Nederlandse deel van de Noordzee zijn niet beschikbaar. Verboom veronderstelt dat de Duitse geluidsdrukniveaus 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 µPa 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 µPa [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 µPa op een afstand van 100 m als richtwaarde worden verwacht. Voor een vissersschip is dat ongeveer 127 dB re 1 µPa 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, mogelijk van invloed op het achtergrondgeluid van antropogene oorsprong zijn:

- De aanleg van de 2e 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, aan de geluidsniveaus geen bijdrage zullen leveren.

- 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 geoogst die vergelijkbaar zijn met die voor de aanleg van de 2e 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 VOOR ONDERWATERGELUID

3.1 Aanleg- en sloopfases

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. Dat vindt bij de sloop niet plaats.

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 µPa 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 µPa op 1m**	**referentie**
heien met dieselblok van monopaal	215	Nedwell *et al.* 2004a
5 m Zodiac met buitenboordmotor	156	Richardson *et al.* 1995
sleepboot met bak	171	Richardson *et al.* 1995
kabellegger	178	Nedwell *et al.* 2004b

Uit het overzicht van tabel 1 blijkt dat de geluidsproductie tijdens het heien maatgevend is voor de geluidsdrukniveaus tijdens de aanleg- en sloopwerkzaamheden.
Ook is onzeker 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[1], 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 Seascape [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 en 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 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 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 vanwege een offshore windturbine wordt in principe veroorzaakt door:

1. De instraling van het directe luchtgeluid vanwege de rotorbladen en uit 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].

[1] *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 geluidsdrukniveaus 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	Bronvermogenniveau in dB(A) re 1 pW	Bronvermogenniveau in dB(lin) re 1 pW	Ashoogte in m	Geluidsdrukniveau in dB re 1 µPa
3	109	125	ca. 70	111,3

N.B.: Bronvermogenniveau bij een windsnelheid van 8 m/s

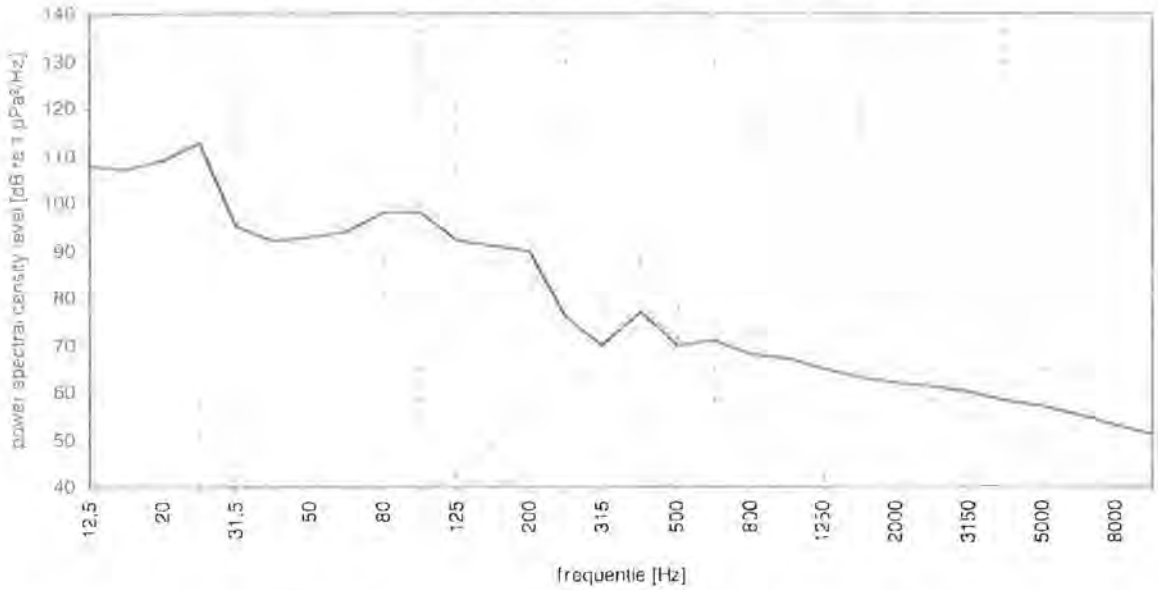
De windturbine veroorzaakt dus bij een windsnelheid van 8 m/s onder water een geluidsdrukniveau van ca. 111 dB re 1 µPa in de directe nabijheid van de windturbine. Een dergelijk geluidsdrukniveau is niet relevant. Indien bij hogere windsnelheden het bronvermogenniveau toeneemt met 5 dB en de geluidsoverdracht met ten hoogste 7 dB [Richardson *et al.*, 1995], dan zal dat geluidsdrukniveau toenemen tot ten hoogste 123 dB re 1 µPa. Een dergelijke verhoging van het geluidsdrukniveau bij hogere windsnelheden is nog steeds belangrijk lager dan een geschat geluidsdrukniveau op een afstand van 1 meter van 152 dB re 1µPa (windturbine van 3 MW) en 155 dB re 1 µPa (windturbine van 4,5 MW)[2].

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 afstraalgraad 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 geluidsdrukniveau vanwege deze diverse ontstaansmechanismen zal ondergeschikt zijn aan het geluidsdrukniveau 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 geluidsdrukniveau 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 µPa 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.

[2] De schatting van deze geluidsdrukniveaus 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 afstraalgraad van de toren en de geluidsoverdracht in het water[3] 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 windsneiheid 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:

$Lsx - Lsr = x \log Px / Pr$ dB dan is $x = 17{,}8 \approx 20$

Met:
Lsx en Px de bronsterkte en het elektrische vermogen van de 2 MW windturbine;
Lsr en Pr de bronsterkte en het elektrische vermogen van de 550 kW windturbine.

---

[3] *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, met een diepte van gemiddeld 30 meter, 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.*

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 MW: 127 + 20 log(3,0/0,55) + 10 ≈ 152 dB re 1 µPa op 1 m;
4,5 MW: 127 + 20 log(4,5/0,55) + 10 ≈ 155 dB re 1 µPa op 1 m.
Tot een afstand van ongeveer 4 km, en bij een diepte van ca. 30 meter zoals hier het geval is, ondervindt het geluid onder water over een afstand van R meter een verzwakking van ongeveer 20 logR - 6 dB [Marsh & Schulkin, 1963]. In paragraaf 1.2 wordt toegelicht dat het natuurlijke achtergrondgeluidsniveau in de Noordzee bij de Duitse kust varieert tussen circa 95 dB re 1 µPa en ca. 110 dB re 1 µPa. 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 geluidsdrukniveau bij de onderhavige locatie bij de Nederlandse kust vanwege het achtergrondgeluid ca. 110 dB re 1 µPa bedraagt. Op een afstand van 250 meter van de 3,0 MW turbine en een afstand van 360 meter van de 4,5 MW windturbine blijkt het geluidsdrukniveau vanwege de turbine ongeveer 110 dB re 1 µPa 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 3,0 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 werkboten voor het uitvoeren van onderhoud en reparaties. Omdat het windturbinepark echter gesloten zal zijn voor overig scheepvaartverkeer zal deze incidentele inzet van werkboten per saldo niet leiden tot een verhoging van de geluidsdrukniveaus vanwege scheepvaart in en nabij het windturbinepark.

Vissen reageren op laagfrequente signalen (lager dan 50 Hz). In dit frequentiegebied zijn de geluidsdrukniveaus het hoogste 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 [Hoffmann *et al.* 2000]. 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 [Hoffmann *et al.*, 2000]. Betke [2004] stelt zelfs vast dat vanaf 800 Hz geen geluid vanwege de door hem gemeten windturbines waarneembaar was. Echter, zoals in bijlage 3 aangegeven is verder onderzoek hiernaar wenselijk.

Verstoring van visseneieren, die zijn afgezet op de bodem door aanlegwerkzaamheden 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 paaiende 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 geluidsdrukniveaus 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 µPa 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 sloopfases

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 fundatiepalen:* Door het omhullen van de fundatiepalen 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 µPa 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.

- *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[4]. 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 [5] 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 meer 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 meer beschouwd.

5 MMA

Met betrekking tot onderwatergeluid is er geen meest milieuvriendelijk alternatief te benoemen. Bij alle varianten is het onderwatergeluid vanwege het heien van de monopalen tijdens de aanleg potentieel even schadelijk voor het marinemilieu. Van het onderwatergeluid tijdens de aanleg van de kabel en in de exploitatiefase worden geen negatieve effecten verwacht.

---

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

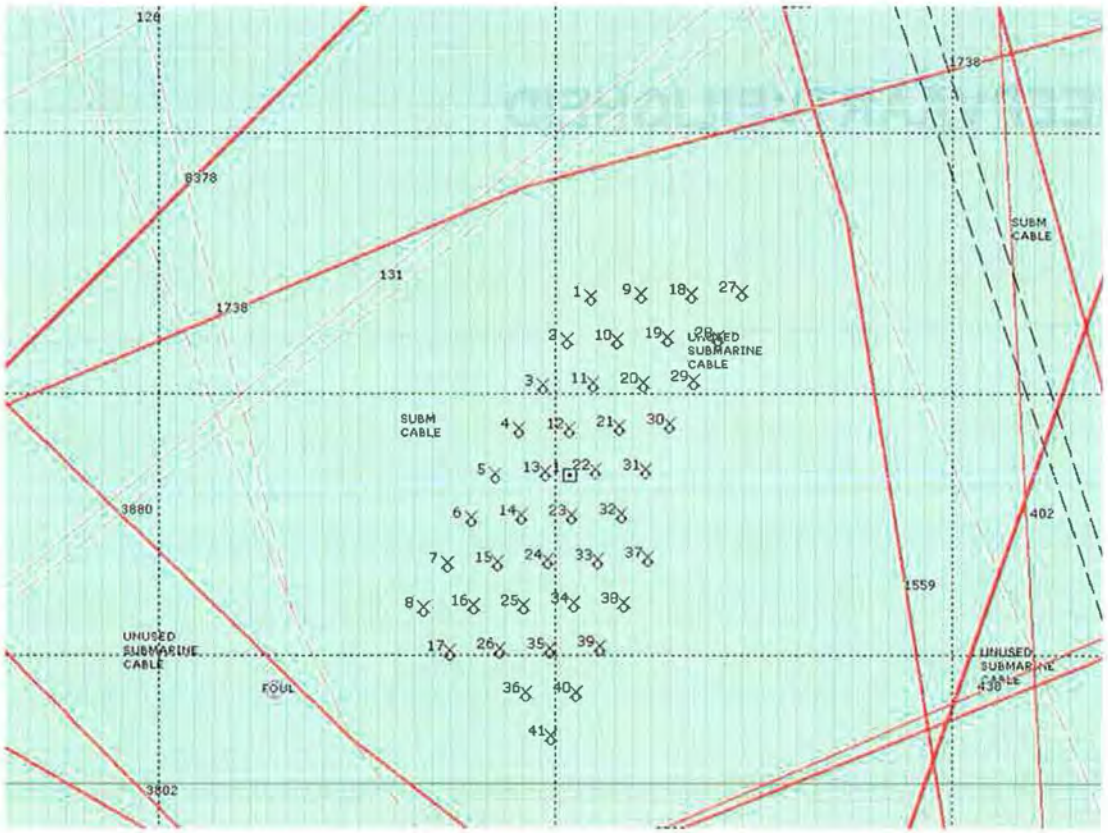
[5] *Porpoise detectors. Deze detecteren de klikgeluiden, en dus de aanwezigheid. van o.a. bruinvissen.*

BIJLAGE 5

SCHEEPVAARTVEILIGHEID

Resultaten windpark Rijnveld West 3MW basis variant:
41 windturbines van 3 MW (+ 1 hoogspanningsstation)

Figuur A1-1 Windpark Rijnveld West, 3 MW basis variant met 41 windturbines



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-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.RV_W_3MW	5218,7	330,4	0,000355	0,000048	0,000661	0,000034	0,001098	911
002.RV_W_3MW	5218,4	330,1	0,000261	0,000046	0,000653	0,000035	0,000994	1006
003.RV_W_3MW	5218,0	329,8	0,000187	0,000046	0,000657	0,000036	0,000926	1079
004.RV_W_3MW	5217,7	329,5	0,000143	0,000046	0,000660	0,000036	0,000885	1130
005.RV_W_3MW	5217,4	329,2	0,000137	0,000045	0,000669	0,000037	0,000889	1125
006.RV_W_3MW	5217,0	328,9	0,000176	0,000048	0,000692	0,000038	0,000953	1049
007.RV_W_3MW	5216,7	328,6	0,000277	0,000053	0,000719	0,000039	0,001088	919
008.RV_W_3MW	5216,3	328,3	0,000445	0,000063	0,000750	0,000041	0,001299	770
009.RV_W_3MW	5218,7	331,1	0,000419	0,000056	0,000655	0,000036	0,001166	857
010.RV_W_3MW	5218,4	330,8	0,000197	0,000020	0,000637	0,000034	0,000888	1126
011.RV_W_3MW	5218,1	330,5	0,000147	0,000018	0,000635	0,000035	0,000834	1200
012.RV_W_3MW	5217,7	330,2	0,000111	0,000017	0,000634	0,000035	0,000798	1254
013.RV_W_3MW	5217,4	329,9	0,000097	0,000016	0,000655	0,000037	0,000805	1243
014.RV_W_3MW	5217,0	329,6	0,000105	0,000017	0,000670	0,000037	0,000829	1206
015.RV_W_3MW	5216,7	329,3	0,000137	0,000018	0,000690	0,000037	0,000883	1132
016.RV_W_3MW	5216,4	329,0	0,000193	0,000026	0,000718	0,000039	0,000976	1025
017.RV_W_3MW	5216,0	328,7	0,000537	0,000102	0,000765	0,000044	0,001448	691
018.RV_W_3MW	5218,8	331,7	0,000543	0,000074	0,000663	0,000037	0,001316	760
019.RV_W_3MW	5218,4	331,4	0,000257	0,000023	0,000640	0,000035	0,000954	1048
020.RV_W_3MW	5218,1	331,1	0,000167	0,000013	0,000631	0,000035	0,000846	1182
021.RV_W_3MW	5217,7	330,8	0,000123	0,000011	0,000632	0,000034	0,000800	1250
022.RV_W_3MW	5217,4	330,5	0,000098	0,000008	0,000639	0,000035	0,000781	1281
023.RV_W_3MW	5217,0	330,2	0,000089	0,000007	0,000652	0,000036	0,000783	1277
024.RV_W_3MW	5216,7	329,9	0,000095	0,000006	0,000668	0,000037	0,000807	1239
025.RV_W_3MW	5216,4	329,6	0,000115	0,000008	0,000695	0,000037	0,000855	1170
026.RV_W_3MW	5216,0	329,3	0,000265	0,000050	0,000739	0,000042	0,001096	912
027.RV_W_3MW	5218,8	332,3	0,000738	0,000088	0,000685	0,000039	0,001549	645
028.RV_W_3MW	5218,4	332,0	0,000510	0,000068	0,000664	0,000038	0,001281	781
029.RV_W_3MW	5218,1	331,7	0,000339	0,000049	0,000650	0,000037	0,001075	930
030.RV_W_3MW	5217,7	331,4	0,000250	0,000038	0,000643	0,000037	0,000968	1033
031.RV_W_3MW	5217,4	331,1	0,000178	0,000029	0,000643	0,000037	0,000887	1127
032.RV_W_3MW	5217,1	330,8	0,000145	0,000023	0,000648	0,000038	0,000853	1172
033.RV_W_3MW	5216,7	330,5	0,000140	0,000020	0,000666	0,000039	0,000865	1157
034.RV_W_3MW	5216,4	330,2	0,000167	0,000027	0,000693	0,000040	0,000927	1079
035.RV_W_3MW	5216,0	329,9	0,000215	0,000037	0,000726	0,000042	0,001020	980
036.RV_W_3MW	5215,7	329,6	0,000424	0,000098	0,000764	0,000047	0,001333	750
037.RV_W_3MW	5216,7	331,1	0,000271	0,000063	0,000672	0,000041	0,001046	956
038.RV_W_3MW	5216,4	330,8	0,000287	0,000065	0,000693	0,000042	0,001087	920
039.RV_W_3MW	5216,0	330,5	0,000372	0,000099	0,000731	0,000044	0,001247	802
040.RV_W_3MW	5215,7	330,2	0,000513	0,000152	0,000771	0,000049	0,001485	673
041.RV_W_3MW	5215,4	329,9	0,000709	0,000179	0,000805	0,000051	0,001744	573
OHVS.RV_W_3MW	5217,4	330,2	0,000094	0,000010	0,000639	0,000035	0,000779	1284
Totaal per jaar			0,011027	0,001927	0,028574	0,001615	0,043144	23
Dit is eens in .. jaar			91	519	35	619	23	

Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Rijnveld West, 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	0,011025	91	0,028576	35	0,039601	25
Niet-routegebonden	0,001928	519	0,001614	620	0,003542	282
Totaal	0,012953	77	0,030190	33	0,043143	23

Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

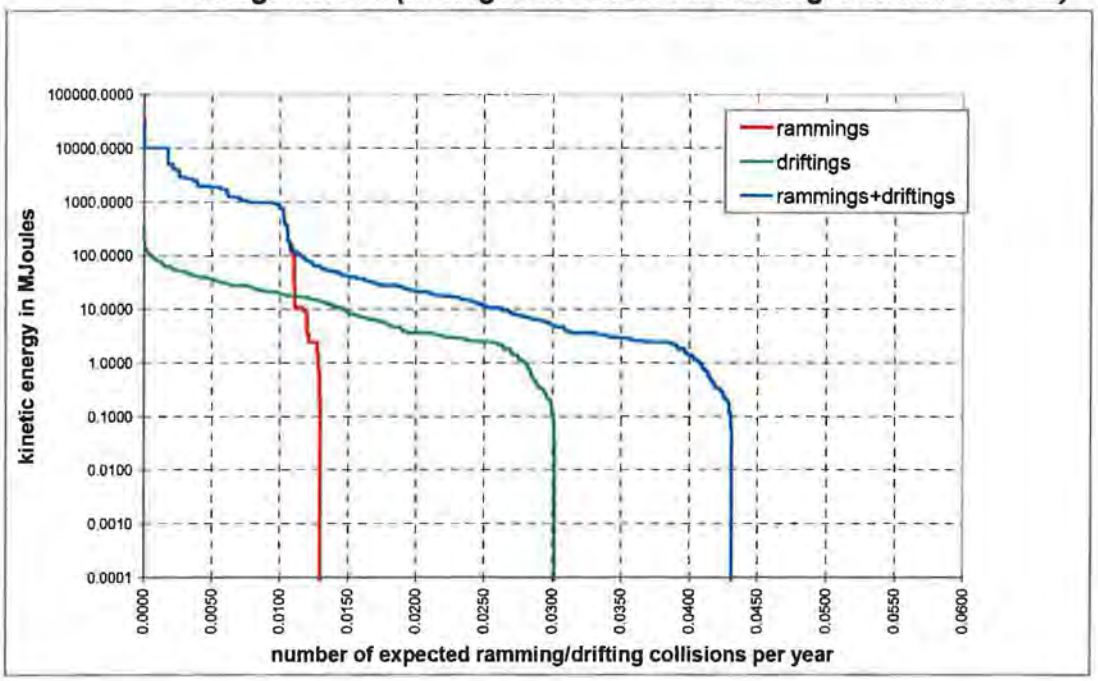
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000167	0,002656	0,001538	0,004361
Chemicaliën tanker	0,000101	0,004115	0,001038	0,005254
Gastanker	0,000005	0,000684	0,000061	0,000750
Container+ RoRo	0,000527	0,008307	0,004806	0,013640
Ferry	0,000011	0,000155	0,000106	0,000272
Overige R-schepen	0,000250	0,011981	0,003093	0,015324
N-schepen	0,000000	0,000002	0,003540	0,003542
Totaal	0,001063	0,027900	0,014180	0,043143

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	0,000185	0,000000	0,001734	0,002328	0,001612	0,002328	0,003531	0,005859	171
Scheef	0,000000	0,000008	0,000024	0,000001	0,012126	0,000002	0,012151	0,000011	0,012162	82
Omvallen	0,000992	0,000000	0,008945	0,000000	0,014121	0,000000	0,024058	0,000000	0,024058	42
GosMos[1]	0,000110	0,000000	0,000953	0,000000	0,000000	0,000000	0,001063	0,000000	0,001063	941
Totaal	0,001103	0,000193	0,009922	0,001735	0,028575	0,001614	0,039599	0,003542	0,043141	23

[1] 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%	0,4%	0,4%	1,3%	3,7%	5,1%	1,3%	4,1%	5,5%
1-3	0,0%	1,6%	1,6%	12,7%	0,0%	12,7%	12,7%	1,6%	14,3%
3-5	0,0%	0,3%	0,3%	10,4%	0,0%	10,4%	10,4%	0,3%	10,7%
5-10	0,0%	0,8%	0,8%	7,9%	0,0%	7,9%	7,9%	0,8%	8,7%
10-15	0,0%	1,3%	1,3%	5,5%	0,0%	5,5%	5,5%	1,3%	6,8%
15-50	0,1%	0,1%	0,1%	21,5%	0,0%	21,5%	21,5%	0,1%	21,6%
50-100	0,1%	0,0%	0,1%	5,8%	0,0%	5,8%	5,9%	0,0%	5,9%
100-200	0,9%	0,0%	0,9%	1,2%	0,0%	1,2%	2,1%	0,0%	2,1%
>200	24,5%	0,0%	24,5%	0,0%	0,0%	0,0%	24,5%	0,0%	24,5%
Totaal	25,6%	4,5%	30,0%	66,2%	3,7%	70,0%	91,8%	8,2%	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^3	Windpark Rijnveld West; inrichtingvariant 3 MW		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0,01-20	0,000008	122599	0,000
20-150	0,000451	2216	0,036
150-750	0,000786	1272	0,310
750-3000	0,000237	4227	0,327
3000-10000	0,000005	219592	0,016
Totaal	0,001487	672	0,690

Tabel A1-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Rijnveld West; inrichtingvariant 3 MW		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000053	18763	0,027
750-3000	0,000115	8691	0,278
3000-10000	0,000325	3081	1,764
10000-30000	0,000028	35939	0,425
30000-100000	0,000001	1541507	0,020
Totaal	0,000521	1918	2,515

Tabel A1-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine

Windpark Rijnveld West; inrichtingvariant 3 MW	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0,001487	672	0,690	0,000521	1918	2,515	498

Tabel A1-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

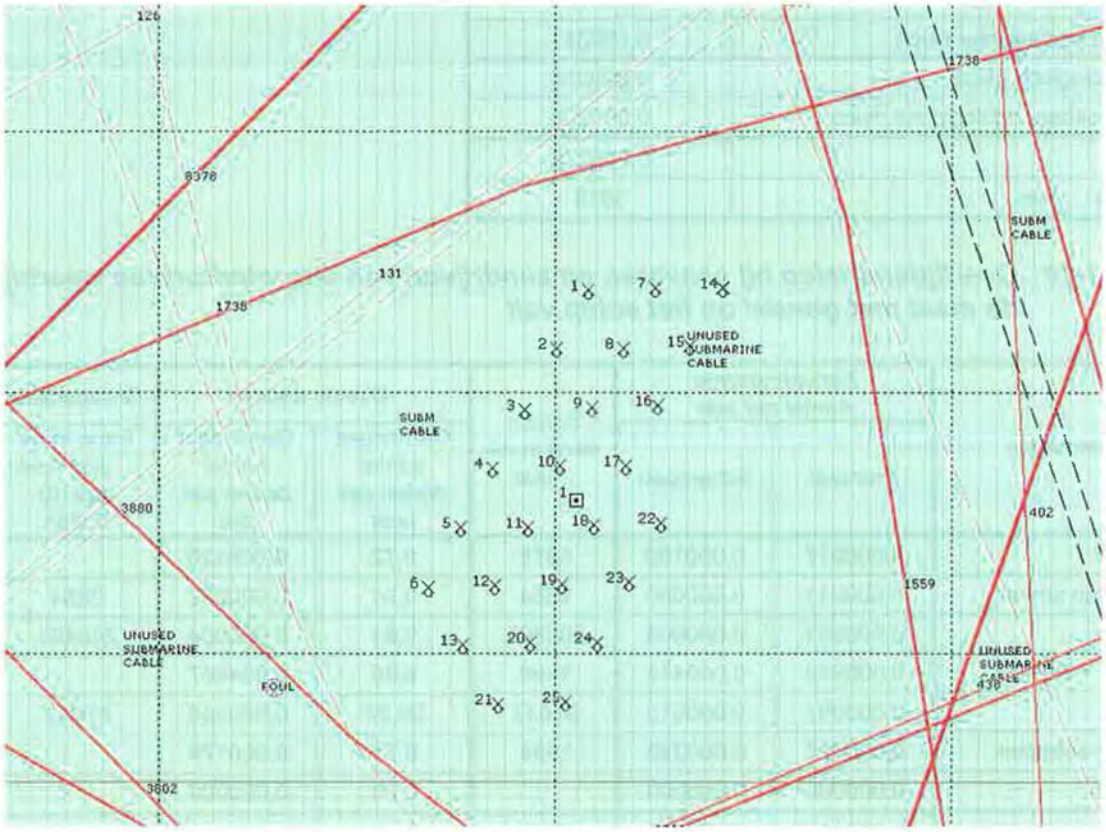
Ecologische risico-indicator	Verkeer 2004
Zeer hoog ecologisch risico	0,000000
Hoog ecologisch risico	0,000000
Gemiddeld ecologische risico	0,000041
Gering ecologisch risico	0,000030
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000205
Totaal	0,000276
Eens in de ... jaar	3619

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
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000017	0,000150	5978	0,72	0,000120	
Chemicaliën tanker	0,000011	0,000090	9884	0,91	0,000092	9884
Gastanker	0,000001	0,000004	200401	0,81	0,000004	200401
Container + RoRo	0,000053	0,000474	1896	8,85	0,004667	
Ferry	0,000001	0,000010	87642	30,24	0,000345	87642
Overige R-schepen	0,000027	0,000223	3994	0,71	0,000179	
N-schepen	0,000000	0,000000		0,00	0,000000	
Totaal	0,000110	0,000953	941	5,09	0,005406	8506

Resultaten Windpark Rijnveld West – 4,5 MW basis variant:
25 windturbines van 4,5 MW in Rijnveld West (+ 1 hoogspanningsstation)

Figuur A2-1 Windpark Rijnveld West, 25 windturbines van 4,5 MW



Tabel A2-1 Locatie met aanvaar/aandrijfkans per windturbine

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de ... jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.RV_W_4.5MW	5218,8	330,4	0,000367	0,000052	0,000666	0,000035	0,001120	893
002.RV_W_4.5MW	5218,3	330,0	0,000243	0,000051	0,000659	0,000036	0,000988	1012
003.RV_W_4.5MW	5217,8	329,6	0,000164	0,000050	0,000664	0,000037	0,000914	1094
004.RV_W_4.5MW	5217,4	329,2	0,000143	0,000049	0,000675	0,000038	0,000905	1105
005.RV_W_4.5MW	5216,9	328,8	0,000206	0,000052	0,000709	0,000039	0,001006	994
006.RV_W_4.5MW	5216,5	328,4	0,000393	0,000066	0,000745	0,000041	0,001245	803
007.RV_W_4.5MW	5218,8	331,3	0,000464	0,000068	0,000664	0,000037	0,001232	812
008.RV_W_4.5MW	5218,3	330,8	0,000177	0,000015	0,000636	0,000035	0,000864	1158
009.RV_W_4.5MW	5217,9	330,5	0,000123	0,000014	0,000637	0,000035	0,000809	1236
010.RV_W_4.5MW	5217,4	330,1	0,000096	0,000013	0,000657	0,000037	0,000803	1245
011.RV_W_4.5MW	5217,0	329,6	0,000103	0,000013	0,000670	0,000038	0,000823	1215
012.RV_W_4.5MW	5216,5	329,2	0,000143	0,000016	0,000708	0,000039	0,000905	1105
013.RV_W_4.5MW	5216,0	328,9	0,000506	0,000109	0,000763	0,000045	0,001423	703
014.RV_W_4.5MW	5218,8	332,1	0,000692	0,000090	0,000686	0,000040	0,001508	663
015.RV_W_4.5MW	5218,3	331,7	0,000376	0,000053	0,000658	0,000038	0,001124	889
016.RV_W_4.5MW	5217,9	331,3	0,000215	0,000033	0,000642	0,000037	0,000927	1078
017.RV_W_4.5MW	5217,4	330,9	0,000146	0,000020	0,000645	0,000037	0,000848	1179
018.RV_W_4.5MW	5217,0	330,5	0,000119	0,000015	0,000656	0,000038	0,000828	1207
019.RV_W_4.5MW	5216,5	330,1	0,000135	0,000016	0,000687	0,000039	0,000877	1140
020.RV_W_4.5MW	5216,1	329,7	0,000182	0,000028	0,000727	0,000042	0,000979	1022
021.RV_W_4.5MW	5215,6	329,3	0,000647	0,000178	0,000792	0,000051	0,001668	599
022.RV_W_4.5MW	5217,0	331,3	0,000274	0,000070	0,000668	0,000041	0,001054	949
023.RV_W_4.5MW	5216,5	330,9	0,000271	0,000064	0,000688	0,000042	0,001066	938
024.RV_W_4.5MW	5216,1	330,5	0,000368	0,000108	0,000735	0,000046	0,001255	797
025.RV_W_4.5MW	5215,6	330,1	0,000589	0,000177	0,000785	0,000050	0,001601	625
OHVS.RV_W_4.5MW	5217,2	330,2	0,000090	0,000007	0,000649	0,000036	0,000782	1279
Totaal per jaar			0,007231	0,001427	0,017870	0,001028	0,027556	36
Dit is eens in .. jaar			138	701	56	973	36	

Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor Rijnveld West, 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	0,007228	138	0,017863	56	0,025091	40
Niet-routegebonden	0,001427	701	0,001028	973	0,002455	407
Totaal	0,008655	116	0,018891	53	0,027546	36

Tabel A2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

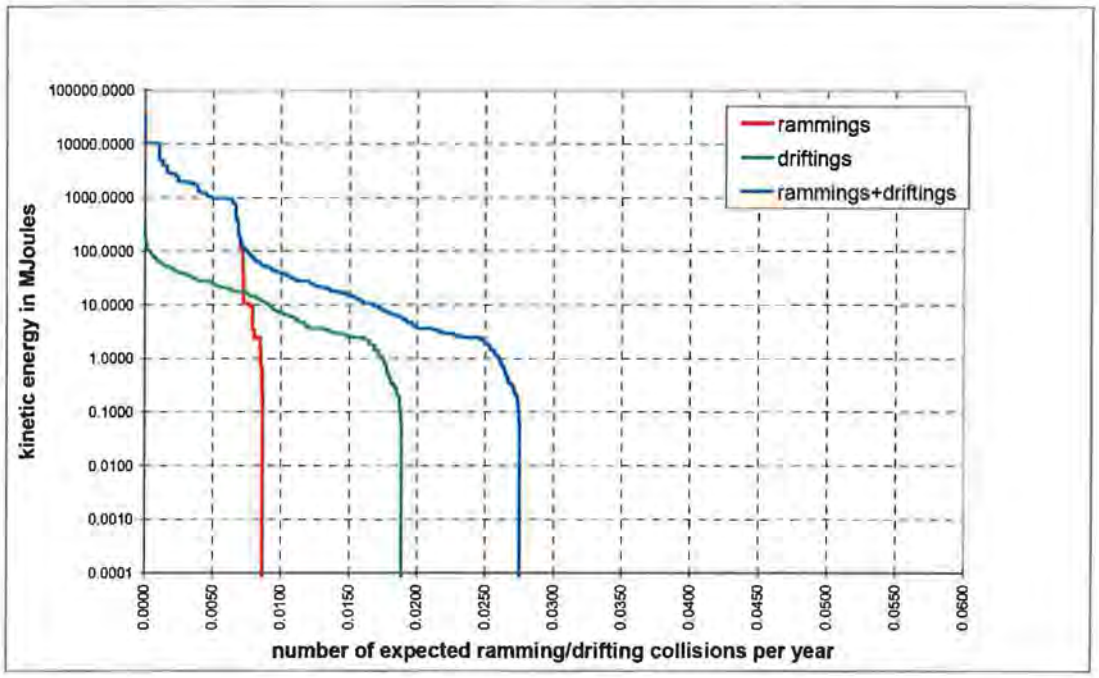
Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[2]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0,000106	0,001646	0,000981	0,002733
Chemicaliën tanker	0,000066	0,002565	0,000680	0,003311
Gastanker	0,000003	0,000428	0,000044	0,000475
Container+ RoRo	0,000343	0,005186	0,003127	0,008656
Ferry	0,000008	0,000098	0,000069	0,000175
Overige R-schepen	0,000169	0,007509	0,002068	0,009746
N-schepen	0,000000	0,000001	0,002454	0,002455
Totaal	0,000695	0,017433	0,009423	0,027551

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	0,000137	0,000000	0,001283	0,001467	0,001027	0,001467	0,002447	0,003914	255
Scheef	0,000000	0,000006	0,000018	0,000001	0,007602	0,000001	0,007620	0,000008	0,007628	131
Omvallen	0,000651	0,000000	0,005864	0,000000	0,008800	0,000000	0,015315	0,000000	0,015315	65
GosMos[1]	0,000072	0,000000	0,000623	0,000000	0,000000	0,000000	0,000695	0,000000	0,000695	1439
Totaal	0,000723	0,000143	0,006505	0,001284	0,017869	0,001028	0,025097	0,002455	0,027552	36

[2] 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%	0,5%	0,5%	1,3%	3,7%	5,0%	1,3%	4,2%	5,5%
1-3	0,0%	1,8%	1,8%	12,5%	0,0%	12,5%	12,5%	1,8%	14,3%
3-5	0,0%	0,4%	0,4%	10,2%	0,0%	10,2%	10,2%	0,4%	10,6%
5-10	0,0%	1,0%	1,0%	7,7%	0,0%	7,7%	7,7%	1,0%	8,7%
10-15	0,0%	1,5%	1,5%	5,3%	0,0%	5,3%	5,3%	1,5%	6,9%
15-50	0,1%	0,1%	0,1%	21,0%	0,0%	21,0%	21,0%	0,1%	21,1%
50-100	0,1%	0,0%	0,1%	5,7%	0,0%	5,7%	5,8%	0,0%	5,8%
100-200	1,0%	0,0%	1,0%	1,2%	0,0%	1,2%	2,2%	0,0%	2,2%
>200	25,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	25,0%
Totaal	26,2%	5,2%	31,4%	64,8%	3,7%	68,6%	91,1%	8,9%	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^3	Windpark Rijnveld West; 4,5 MW variant		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0,01-20	0,000005	194771	0,000
20-150	0,000283	3534	0,023
150-750	0,000492	2034	0,194
750-3000	0,000147	6793	0,203
3000-10000	0,000003	353635	0,010
Totaal	0,000930	1076	0,430

Tabel A2-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine

Uitstroom van ladingolie in m^3	Windpark Rijnveld West; 4,5 MW variant		
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0,000000		0,000
150-750	0,000033	29974	0,017
750-3000	0,000071	13987	0,173
3000-10000	0,000202	4962	1,096
10000-30000	0,000017	57865	0,264
30000-100000	0,000000	2482101	0,013
Totaal	0,000324	3086	1,562

Tabel A2-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving tegen een windturbine

Windpark Rijnveld West; 4,5 MW variant	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de .... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de ... jaar
Verkeer 2004	0,000930	1076	0,430	0,000324	3086	1,562	798

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	0,000000
Hoog ecologisch risico	0,000000
Gemiddeld ecologische risico	0,000026
Gering ecologisch risico	0,000019
Verwaarloosbaar ecologische risico	0,000128
Totaal	0,000173
Eens in de ... jaar	5792

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
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de ... jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000011	0,000095	9426	0,95	0,000101	
Chemicaliën tanker	0,000007	0,000059	15210	1,19	0,000078	15210
Gastanker	0,000000	0,000003	290698	0,99	0,000003	290698
Container + RoRo	0,000035	0,000308	2916	12,33	0,004230	
Ferry	0,000001	0,000007	132363	39,84	0,000301	132363
Overige R-schepen	0,000018	0,000151	5915	0,93	0,000157	
N-schepen	0,000000	0,000000		0,00	0,000000	
Totaal	0,000072	0,000623	1439	7,01	0,004870	13031

LITERATUURLIJST

Addink, 2000
The Harbour porpoise Phocoena phocoena in Dutch coastal waters: Analysis of stranding records for the period 1920-1994.
Lezing Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming,
M.J. Addink, 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

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, 2006
Windenergie op zee: Basisdocument vogels en zeezoogdieren.
Ecologisch Adviesbureau Henk Baptist, 2006, 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, 64 blz.
Bech M, Frederiksen R, Petersen J, Leonhard SB

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.

Bergman et al. 1991
Protected areas in the North Sea: necessity and possibilities. NIOZ-rapport, 91(3). Netherlands Institute for Sea Research: Den Burg, Texel (The Netherlands). 195 pp.
MJN Bergmann, HJ Lindeboom, G Peet, PHM Nelissen, H Nijkamp & MF Leopold

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.

Berrevoets et al., 2005
Watervogels en zeezoogdieren in de zoute Delta 200312004. Rapport RIKZ 2005.011
CM Berrevoets, RCW Strucker, FA Arts, S Lilipaly & PL Meininger

Berrevoets & Arts, 2003
Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Drieteenmeeuw op het NCP.
Rapport RIKZ/2003.033, Middelburg.
C.M. Berrevoets & F.A. Arts

Betke et al., 2004
Underwater noise emissions from offshore wind turbines, DAGA '04
Betke K., Schulz-von Glahn M. & Matuschek R. 2004

Beurskens & Van Kuik, 2001
Alles in de Wind, Vragen en antwoorden over windenergie
Beurskens, J. & G. van Kuik. 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. 2001
GMB Uitgeverij / KNNV, Haarlem/Utrecht.

BirdFacts, website
www.bto.org/birdfacts

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, Bio-Comsult SH, Hamburg.
J Blew, A Diederichs, T Grünkorn, M Hoffmann, G Nehls.

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 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, 80p.

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.

Butler et al., 1997
Wind assistance: a requirement for migration of shore birds? Auk 114: 456-466.
RW Butler, TD Williams, N Warnock, MA Bishop

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.

Camphuysen, 1995
Grauwe pijlstormvogel Puffinus griseus en Noordse pijlstormvogel P. Puffinus in de zuidelijke Noordzee: een offshore perspectief. Limosa 68: 1-9.
CJ Camphuysen

Camphuysen, 2000
Vogels in het Noord-Holandse kustgebied, rond en buiten de 20 m diepte contour. CPR Consultancy Report 2000-01, CSR Consultancy, Oosterend, Texel, 20pp.
CJ Camphuysen

Camphuysen, 2004
The return of the harbour porpoise (Phocoena Phocoena) in the Dutch coastal waters. Lutra 47 113-12
CJ Camphuysen

Camphuysen, 2007
Marine Mammal Database, home.planet.nl/~camphuys/Bruinvis.html, updated juni 2007

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 I998-2, IBN-rapport 354.

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 & 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 & Leopold, 1993
The harbour porpoise Phocoena phocoena in the southern North Sea, particularly the Dutch sector
C.J. Camphuysen & M.F. Leopold. Lutra 36: 124.

Camphuysen & Van Dijk, 1983
Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-1979
C.J. Camphuysen & J. van Dijk, Limosa 56: 81-230.

Camphuysen et al., 1982
Meetpost Noordwijk 19781981, verslag nr. 1, Gaviidae-Ardeidae
C.J. Camphuysen, G.O. Keijl & J.E. den Ouden. CvZ-verslag, Amsterdam.

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.

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. Ibis 148: 198-202
DE Chamberlain, ME Refisch, AD Fox, M Deshalm, SJ Anthony

Christensen et al., 2001
Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev: results and conclusions 2000/2001. NERI report 2001. 21pp
TK Christensen, J Clausager, IK Petersen

Christensen et al., 2003
Bird surveys at the offshore wind farm at Horns Rev, results from the base-line and construction periods. NERI report 2003. 43 pp
TK Christensen, J Clausager, IK Petersen

Clausager & Nøhr, 1996
Impact of wind turbines on birds, an overview of European and American experience
I. Clausager & H. Nehr.
pages 156-159 in: Proceedings 1996 European Union Wind Energy Conference, Göteborg, Sweden.

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, 2002.

COWRIE, 2004
A review of offshore wind farm related underwater noise sources

Craeymeersch & Perdon, 2004
De halfgeknotte strandschelp Spisula subtruncata, in de Nederlandse kustwateren in 2003.
J.A. Craeymeersch & J. Perdon, 2004. RIVO rapport C040/04, 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, 2002. 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 1990.
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 habitatrichtlijn in de Noordzee.
NMJA Dankers, MF Leopold, CJ 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 collisian risk at an offschore wind farm. Biol Lett 1: 196-298.
M Desholm, & J Kahlert, 2005

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), 2005.
ECN-rapport: ECN-RX--05-160.

De Jong et al., 2005
Het voorkomen van zee- en eidereenden in de winter van 2004-2005 in de Waddenzee en de Noordzee kustzone.
ML de Jong, SJ Ens, MF Leopold, 2005. Alterra rapport 1208.

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.

E-Connection, 2001
Milieueffectrapport Offshore Windpark Q7-WP,
E-Connection Project BV, Bunnik, juni 2001.

E-Connection, 2005
Startnotitie MER Offshore windpark Rijnveld West
E-Connection Project BV.

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).

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
Ministerie van Economische Zaken, Connect II, Den Haag, november 2005.

EZ, 2004
Ministerie van Economische Zaken, Connect 6.000 MW, Den Haag, juli 2004.

EZ, 1996
Ministerie van Economische Zaken, Derde Energienota.

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, MP Harris, P Rothery & LJ Wilson, 2004. J Appl Ecol 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 App. Ecology 41: 724-734.

Gell & Roberts, 2003
The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishy Closures
FR Gell & CM Roberts, 2003. 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
Juni 1995

Gill & Taylor, 2001
The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon Elasmobranch fishes
Dr. AB Gill & H Taylor, 2001. 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 Cataceans 10. Proceedings, 10th Annual Conference European Catecean 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, in: Wintermans, G. *et al.* (1996). Habitat mapping and description of the Dutch coastal waters. BEON Rapport = BEON-report, 96(5): pp. 33-94
EM Hartgers, PD de Jonge & Ad Rijnsdorp, 1996

Haskoning, 1997
Haalbaarheidstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark
Haskoning. Cluster I: Voorstudie Locatieselectie, Deelstudie Windaanbod.

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.govlhq/envlbio/files/ Effects_of_Sound_on_Fish23Au g05.pdf

Heessen et al., 1999
Ecosysteemdoelen Noordzee: Vissen
H.J.L. Heessen, P.M. de Vries en H.C. Welleman
Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (RIVO), IJmuiden, RIVO-Rapport C060/99.

Heessen, 1998
Gevolgen voor de zeevisserij van infrastructurele werken in de kustzone
H.J.L. Heessen. Symposium Productschap Vis, Den Haag, januari 1998.

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, 2000

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).
Holtmann & Groenewols, 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 en 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
SE 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, pp 244.

Houbolt, 1998
Recent sediments in the Southern Bight of the North Sea
J.J.H.C. Houbolt. Geologie en Mijnbouw 47, 245-273.

Hvidt et al., 2005
Hydroacoustic Monitoring of Fish Communities in Offshore Wind Farms.
CB Hvidt, L Brünner, FR Knudsen, 2005. Annual Report 2004, Horns Rev Offshore Wind Farm, 33 blz.

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), Wageningen. Commissioned by NoordzeeWind, 2007

IVW, 2006
Brief met kenmerk IVW/LuLu/06.540391 betreffende de effecten van windturbines op helikopterverkeer
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, PS Kristensen, E Hoffmann, August 2004. Report to ELSAM. Danish Institute for Fisheries Research, Charlottenlund. 26 blz.

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)
Handbook of Sensory Physiology 3 blz. 147-200

Kamerstuk 24611, 1995-1996
Risico-normering vervoer gevaarlijke stoffen
Kamerstuk 24611; vergaderjaar 1995-1996.

Karlsen, 1992
Infrasand sensitivity in the plaice (Pleuronectus platessa)
HE Karlsen, 1992. 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

Koninklijke Marine, 2006
Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren

Koldenhof & Van der Tak, 2004
Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee
Y. Koldenhof & C. van der Tak. MARIN, juli 2004.

Korevaar, 1990
North Sea Climate: Based on observations from ships and light vessels
C.G. Korevaar, KNMI.

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 2003. Marine Ecology Prog Series Vol. 265: 263-273, 2003.

Krijgsveld et al., 2005
Baseline studies North Sea Wind Farms; fluxes, flight paths and altitudes of flying birds
KL Krijgsveld, R Lensink, H Schekkerman, P Wiersma, MJM Poot, EHWG Meesters & S Dirksen, 2005

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.
RGM Kwak,A van den Berg, 2004

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 Ecosysteemdoelen 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
SB Leonhard & J Pedersen, 2006. Annual status report 2004, 79 blz.

Leopold & Camphuysen, 2006
Bruinvisstrandingen in Nederland in 2006. Achtergronden, leeftijdsverdeling, sexratio, voedselkeuze en mogelijke oorzaken
MF Leopold, CJ Camphuysen,, 2006. IMARES rapport C083-06, NIOZ rapport 2006-5

Leopold & Dankers, 1997
Natuur in de zoute wateren.
MF Leopold & NMJA Dankers, 1997. 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,1999
Ecosysteemdoelen Noordzee
Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij

LNV, 2006
Website aanwijzing Natura2000-gebieden, 2006
http://www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/Natura2000_2006/Natura2000.htm

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.

Marsh & Schulkin, 1963
Shallow-Water Transmission
J. Acoust. Soc. Am., Vo1.34, 863

McKenzie-Maxon, 2000
Offshore Wind-turbine Construction, offshore Pile-driving Underwater and Above-water Noise Measurements and Analysis
C McKenzie-Maxon, 2000. Report 00.877, Report to SEAS Distribution A.m.b.A.

MNP, 2006
Overall report baseline studies Near Shore Wind Farm, 2006
www.mnp.nl/mnc/i-nl-1247.html

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 Langworrthy & D Howell, 2004. 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 Langworrthy & B Edwards, October 2003. 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

OPTI-PILE, 2004
Optimisation of Monopile Foundations for offshore Wind Turbines in Deep Water and North Sea condictions. NNE5/2001/245.
E-Connection Project, Vestas Wind Systems, Germanischer Lloyd Windenergie.
Technology Implementation Plan & Knowledge Dissemination and Exploitation Plan, 30 maart 2004.

Pals et al., 1982
Orientation reactions of the dogfish, Scyliorhinus Canicule, to local electric fields (Reacties op het oriënteringsvermogen van hondshaaien op lokale elektrische velden)
Netherlands Journal of Zoology 32 (4) blz. 195-512

Petersen, 2005
Bird numbers and distribution in the Horns Rev offshore windfarm area.
IK Petersen, 2005. 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
IK Petersen, TK Christensen, J Kahlert, M Desholm & AD Fox, 2006. 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., 1985
K7-FA-I, K8-FA-I, Zeevogelobservaties winter 1984/85
M. Platteeuw, N.F. van der Ham & C.J. Camphuysen

Platteeuw et al., 1994
Zeetrektellingen in Nederland in de jaren tachtig
M. Platteeuw, N.F. van der Ham & J.E. den Ouden. Sula 8 (112, special issue): 1-203.

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 Cateceans 11
Proceedings 11th Annual Conference European Catecean 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.

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: Wintermans, G., N. Dankers, H. van der Veer, A.D. Rijnsdorp, P.I. van Leeuwen & B. Vingerhoed, Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone, BEON rapp. 9512.

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.

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

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.

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, PS Enger, HE Karlsen, F Knudsen & T Kvernstuen, March 2000. Environmental Biology of Fishes 57-3

Seascape, 2002
Burbo Offshore Windfarm, Environmental Statement

Seebregts & Volkers, 2005
Seebregts, A.J., C.H. Volkers, 2005. Monitoring Nederlandse elektriciteitscentrales 2000-2004. ECN-rapport: ECN-C-05-090, november 2005.

SenterNovem, 2004
Protocol Monitoring Duurzame Energie 2004
C. Abeelen & L. Bosselaar
Publicatienummer 2DEN04.35

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.

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/soorten.asp?euring=6000&lang=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 Sandviciensis.
EWM Stienen, 2006. PhD Thesis Rijksuniversiteit Groningen

Stone, 2003
Marine mammal observations during seismic surveys in 2000
CJ Stone, 2003. 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

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. 2006.
Helgoland Mar. Res. DOI 10.1007/s10152-006-0021-z.

Tien et al., 2004
Baseline studies wind farm for demersal fish
NSH Tien, IYM Tulp & RE Grift, 2004. RIKZ door Royal Haskoning, TNO en WUR

TNO, 2008
Bathymetrie P14 & P15
TNO, 9 januari 2008.

TNO, 2003
Radaronderzoek Noordzeewind, Near Shore Windpark
TNO, 2003

Tucker, 1996
A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors
V.A. Tucker. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262.

Tweede Kamer, 1996

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.

Van den Berg & Bosman, 1999
Avifauna van Nederland I-Zeldzame vogels van Nederland, met vermelding van alle soorten.
A.B. van den Berg & Bosman C.A.W. 1999. KNNV, Utrecht, 397p.

Van den Berg et al., 2002
Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in broedtijd
LMJ van den Berg, AL Spaans & ND Van Swelm, 2002. Limosa 75: 25-32.

Van der Hut et al., 2006
Gevoeligheidskaarten van broedvogels in het Deltagebied
RMG van der Hut, M Kersten, A Brenninkmeijer, R Klaver, 2006. A&W rapport 756, Altenburg en Wymenga, ecologisch onderzoek BV, Veenwouden.

Van der Meij & Camphuysen, 2006
The distribution and diversity of whales and dolphins (Cetacea) in the southern North Sea 1970-2005
SET Van der Meij & CJ Camphuysen, 2006. Lutra 49 3-28

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. 1996.
8th International Symposium on Vessel Traffic Services.

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 Iperen & van der Tak, 2008
Veiligheidsstudie offshore windpark Rijnveld West
W.H. van Iperen & C. van der Tak. MARIN, nr. 22510.620/C3, juni 2008

Van Malde, 1996
Historical extraordinary water movements in the North Sea area
J van Malde, 1996. The hydrographic journal (86), 17 – 24.

Van Moorsel, 1999
Deelstudie Onderwaterleven, MER locatie Demonstratieproject Near Shore Windpark
GWNM van Moorsel, Bureau Waardenburg, 1999

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.

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.

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, 2005. RIZA rapport BM05/15. SOVON-monitoringrapport 2005/03

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

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., 2005
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.

V&W, 2007
Overzicht gebruik Noordzee
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 29 oktober 2007.

V&W, 2006
Richtlijnen inzake de inhoud van de milieueffectrapporten m.b.t. de offshore windturbineparken Rijnveld Noord, Rijnveld Oost, Rijnveld West, WindNed Noord, WindNed Zuid, HoriWind, Brown Ridge Oost en Rijnveld Zuid
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 24 april 2006.

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, 2000
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

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
J. Acoust. Soc. Am., Vo1.34 1936-1956

Wernham et al., 2002
The migration Atlas: movements of the birds of Britain and Ireland
CV Wernham, MO Toms, JH Marchant, JA Clark, GM Siriwarena, SR Baillie (eds) 2002T & AD 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.

Winkelman, 1992a-d
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels,
1: aanvaringsslachtoffers, 2: nachtelijke aanvaringskansen, 3: aanvlieggedrag overdag, 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.
RH Witte & SJM van Lieshout, 2003. 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 and 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 pilling
B Würsig, CR Greene, TA Jefferson, 2000. Marine Environmental Research 49.

ZeeInzicht, website
http://www.zeeinzicht.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, 2006. BfN Eigenvertrieb: Bonn. (=BfN-Skripten, no. 186). 284 pages.

Zwarts, 2007
Common Eiders *Somateria mollissima* in the Netherlands: The rise and fall of breeding and windtering populations in relation to the stocks of shellfish.
R Zwarts, 2007. 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-foulings	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_2	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

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

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_x	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

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_2	Zwaveldioxide
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