Milieueffectrapport kavel Gamma

Windenergiegebied IJmuiden Ver

Ministerie van Klimaat en Groene Groei

722183 | Definitief

18-10-2024

Pondera

Hoofdvestiging Nederland
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia
Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia
Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Vestiging Vietnam
7th Floor, Serepok Building
56 Nguyen Dinh Chieu Street, Da Kao Ward,
District 1 Ho Chi Minh City
Vietnam

Colofon

Soort document
Milieueffectrapport kavel Gamma

Projectnaam
Windenergiegebied IJmuiden Ver

Versienummer
Definitief

Datum
18 oktober 2024

Project nummer
722183

Opdrachtgever
Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Auteur
Joost Sissingh, Maarten Sosef, Roy van Alst & Gitte Hanegraaf

Nagekeken door
Sergej van de Bilt

Disclaimer

In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten en aanbevelingen. Pondera is niet aansprakelijk voor schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing.Pondera werkt met een kwaliteitsmanagementsysteem dat door EIK gecertificeerd is volgens de ISO 9001:2015 norm.

EIK
ISO 9001:2015
gecertificeerd

Inhoudsopgave

Samenvatting 6

1. Inleiding 6
2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten 7
3. Locatiekeuze windenergiegebied 9
4. Verkaveling 10
5. Wijze van effectbeoordeling 12
6. Resultaat milieubeoordeling 15
7. Cumulatie 22
8. Grensoverschrijdende effecten 24
9. Mitigerende maatregelen 24
10. Overwegingen voorkeursalternatief 26
11. Leemten in kennis 27
12. Monitoring en evaluatie 28

Summary 30

1. Introduction 30
2. Policy context and reason for Wind Farm Site Decisions 31
3. Site choice offshore wind farm zones 34
4. Site subdivision 35
5. Method of impact Assessment 37
6. Result of environmental Assessment 40
7. Cumulation 46
8. Transboundary effects 49
9. Mitigation 49
10. Considerations on preferred alternative 51
11. Knowledge gaps 52
12. Monitoring and evaluation 52

1 Inleiding 55

1.1 M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit 59
1.2 Inhoud milieueffectrapportage 59
1.3 Initiatiefnemer en betrokken partijen 59
1.4 Inspraak 61
1.5 Leeswijzer 61

2 Wet- en regelgeving en beleidskader 63

2.1 Beleid windenergie op zee 63
2.2 Belangrijkste internationale beleid 69

3 Locatiekeuze 72

3.1 Locatiekeuze IJmuiden Ver 72
3.2 Ligging en beschrijving van windenergiegebied IJmuiden Ver 75
3.3 Ligging kavel in het Windenergiegebied IJmuiden Ver 77

4 Aanpak effectbeoordeling 86

4.1 Inleiding bandbreedte-benadering 86

4.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven 87
4.3 Milieuaspecten 94
4.4 Effectbeoordeling 99
4.5 Mitigerende maatregelen 106

5 Morfologie en hydrodynamica 107
5.1 Beoordelingskader en locatie 107
5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 115
5.3 Effectbeschrijving 124
5.4 Effectbeoordeling 140
5.5 Cumulatie 140
5.6 Mitigerende maatregelen 141
5.7 Leemten in kennis 141

6 Vogels en vleermuizen 142
6.1 Inleiding 142
6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte 142
6.3 Beoordelingskader 143
6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 145
6.5 Effectbeschrijving 152
6.6 Conclusie 174
6.7 Cumulatie 176
6.8 Mitigerende maatregelen 182
6.9 Leemten in kennis en informatie 186
6.10 Grensoverschrijdende effecten 187

7 Onderwaterleven 188
7.1 Inleiding 188
7.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte 188
7.3 Beoordelingskader 190
7.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 194
7.5 Effectbeoordeling 200
7.6 Mitigerende maatregelen 212
7.7 Cumulatie 215
7.8 Leemten in kennis 220

8 Scheepvaartveiligheid 226
8.1 Inleiding 226
8.2 Bandbreedte en alternatieven 228
8.3 Beoordelingskader 228
8.4 Aanpak MARIN 228
8.5 Effectbeschrijving 239
8.6 Effectbeoordeling 245
8.7 Cumulatie 246
8.8 Mitigerende maatregelen 246
8.9 Leemten in kennis 249

9 Landschap 251
9.1 Inleiding 251

9.2 Beoordelingskader 253
9.3 Effectbeoordeling 263
9.4 Cumulatie 264
9.5 Leemten in kennis 264

10 Overige gebruiksfuncties 265
10.1 Inleiding 265
10.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte 266
10.3 Beoordelingskader 268
10.4 Visserij 269
10.5 Mijnbouw 288
10.6 Luchtvaart 291
10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning 297
10.8 Baggerstort 299
10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar 300
10.10 Kabels en leidingen 306
10.11 Telecommunicatie 309
10.12 Militaire activiteiten en NGE'en 312
10.13 Recreatie en toerisme 316
10.14 Cultuurhistorie en archeologie 320
10.15 Bestaande windparken 325
10.16 Effectbeoordeling 327
10.17 Cumulatie 328
10.18 Mitigerende maatregelen 329
10.19 Leemten in kennis 330

11 Elektriciteitsopbrengst, vermeden emissies en circulariteit 331
11.1 Inleiding 331
11.2 Te beschouwen bandbreedte en alternatieven 332
11.3 Beoordelingskader 334
11.4 Berekende situaties 334
11.5 Effectbeschrijving 337
11.6 Effectbeoordeling 343
11.7 Cumulatie 343
11.8 Mitigerende maatregelen 345
11.9 Leemten in kennis 345

12 Conclusie 346
12.1 Inleiding 346
12.2 Toetsing aan wettelijk kader 346
12.3 Effecten binnen de bandbreedte 347
12.4 Cumulatie 353
12.5 Bandbreedtebenadering en milieuaspect-overschrijdende conclusies 356
12.6 Grensoverschrijdende effecten 358
12.7 Mitigerende maatregelen 359
12.8 Overwegingen voorkeursalternatief 361
12.9 Leemten in kennis 361
12.10 Monitoring en evaluatie 362

13 Effectbeoordeling splitsing kavel Gamma 365
13.1 Aanleiding 365
13.2 Splitsing kavel 365
13.3 Effectbeoordeling per milieuaspect 367

Bijlagen MER IJmuiden Ver

Bijlage 1 – Literatuurlijst
Bijlage 2 – Voornemen
Bijlage 3 – Coördinaten
Bijlage 4 – Achtergrondrapport vogels, vleermuizen, vissen en benthos
Bijlage 5 – Achtergrondrapport onderwaterleven
Bijlage 6 – Achtergrondrapport scheepsvaartveiligheid
Bijlage 6b Aanvulling achtergrondrapport scheepvaartveiligheid - aanpassing kavelgrens
Bijlage 7 – Soortenbeschermingstoets
Bijlage 8 – Passende beoordeling
Bijlage 9 – Elektriciteitsopbrengst berekening
Bijlage 10 – Aanvullende cumulatieve effectbeoordelingen vogels
Bijlage 11 – KRM-toets

Samenvatting

1. Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. In 2022 heeft de (toenmalig) Minister voor Klimaat en Energie de doelstelling voor wind op zee verhoogd tot een vermogen van 21 GW. In de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030[1] is opgenomen welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld worden. Het gaat hierbij om de windenergiegebieden IJmuiden Ver (noord), Hollandse Kust (west) kavel VIII, Nederwiek, Lagelander en Doordewind, welke zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027.

De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In paragraaf § 7.2.3 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) zijn algemene regels voor windparken op zee vastgelegd .

De Minister van Klimaat en Groene Groei kan, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke ordening en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

Dit document betreft het MER voor kavel Gamma in het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Figuur S1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel.

In deze samenvatting passeren de volgende paragrafen de revue na deze inleiding (paragraaf 1):

2. de beleidscontext en de aanleiding voor het te nemen kavelbesluit;
3. de locatiekeuze voor windenergiegebied IJmuiden Ver;
4. de verkaveling binnen windenergiegebied IJmuiden Ver;
5. de wijze van effectbeoordeling;
6. het resultaat van de effectbeoordeling;
7. cumulatie;
8. grensoverschrijdende effecten;
9. mitigerende maatregelen;
10. overwegingen voorkeursalternatief;
11. leemten in kennis en informatie;
12. monitoring en evaluatie.

[1] R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022

2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

De routekaart windenergie op zee omvat plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ongeveer 21,5 GW in de volgende windenergiegebieden:

- Borssele met een vermogen van 1.502 MW;
- Hollandse Kust (zuid) met een vermogen van 1.520 MW;
- Hollandse Kust (west) met een vermogen van 2.100 MW;
- Ten noorden van de Waddeneilanden met een vermogen van 700 MW;
- IJmuiden Ver met een vermogen van circa 6.000 MW;
- Nederwiek met een vermogen van circa 6.000 MW;
- Doordewind met een vermogen van 4.000 MW;

Conform deze routekaart moet in 2030 ongeveer 11 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn. De routekaart windenergie op zee is weergegeven in Figuur S1. In Tabel S1 is ook de verkaveling per windenergiegebied weergegeven. Dit MER is opgesteld voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver.

Tabel S1 Aanvullende routekaart Windenergie op Zee 2030 (juni 2022)

Omvang (ca. GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	(Verwachte) ingebruikname windpark
1,0	In 2015 bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Gerealiseerd in 2020	(2023)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Gerealiseerd in 2022	(2025 - 2026)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		(2025 - 2026)
1,0	IJmuiden Ver, kavel III	Vierde kwartaal 2023	(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV		(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel I		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, kavel II		(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), kavel V	Tweede kwartaal 2025	(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), kavel VI		(2029)
2,0	Nederwiek (zuid), kavel I		(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel II	2026	(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel III		(2031)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VIII	2026/2027	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	2026/2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel I	2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel II	2027	(2031)

Figuur S1 Routekaart Windenergie op zee juni 2022

3. Locatiekeuze windenergiegebied

In het Programma Noordzee 2022 - 2027 zijn eerder aangewezen gebieden herbevestigd als windenergiegebied. Daarbij is ervoor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven en zijn de kavels nog niet allemaal vastgelegd.

Onderzoek naar de locatiekeuze in eerdere MER

In de MER's voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid) is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de windenergiegebieden gemaakt. Uit deze vergelijking op hoofdlijnen komen aandachtspunten naar voren waar rekening mee gehouden moet worden bij de verdere ontwikkeling van windenergie in de windenergiegebieden, zoals het effect op zeezoogdieren en vogels. Dit MER zal daar ook nadrukkelijk aandacht aan besteden.

Onderzoek naar de locatiekeuze in Programma Noordzee

Het Programma Noordzee (PNZ) 2022-2027, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma (NWP), heeft acht zoekgebieden op kaart gezet die in aanmerking komen om aangewezen te worden als windenergiegebied in de Noordzee tot 2040. Ook is sprake van een viertal reeds aangewezen en nog niet benutte (delen van) windenergiegebieden, die herbevestigd zijn. Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO_2-reductie te kunnen behalen. Hiertoe is onderzocht wat nodig is voor het invullen van de resterende opgave van de 49%-doelstelling (0,7 GW) in de bestaande windenergiegebieden en het vinden van ruimte voor de versnellingsopgave (55% EU-doelstelling) tot 2030.

Uit het planMER voor de aanvulling op het Programma Noordzee blijkt dat de 11 GW in de nieuw aangewezen en deels herbevestigde windenergiegebieden in zijn geheel nodig is om de 55% EU-doelstelling te kunnen halen. Het noordelijke deel (kavel Gamma) van het windenergiegebied IJmuiden Ver is herbevestigd in het Programma Noordzee. IJmuiden Ver maakt daarmee dus onderdeel uit van de routekaart om de CO_2-doelstelling in 2030 te halen. Verdere CO_2-reductie zal worden behaald met de nieuwe aangewezen gebieden.

Een locatieafweging tussen de nieuw aangewezen en deels herbevestigde gebieden met het windenergiegebied IJmuiden Ver is in zoverre niet noodzakelijk, omdat voor het behalen van de doelstellingen alle aangewezen gebieden noodzakelijk zijn.

4. Verkaveling

Het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 53 kilometer vanaf de kust, gemeten van het dichtstbijzijnde punt in Texel. Het windenergiegebied had oorspronkelijk een oppervlakte van in totaal 1170 km^2. Echter is in het Programma Noordzee 2022-2027 de zuidelijke begrenzing van het windenergiegebied IJmuiden Ver aangepast vanwege de aanwijzing van de Bruine Bank als Vogelrichtlijngebied. Het beoogde gebied voor de kavel Gamma ligt in het noorden van dit gebied en heeft een oppervlakte van ca. 227 km^2. De waterdiepte in het gehele (oorspronkelijk aangewezen) windenergiegebied varieert van 16,8 tot 46,9 meter (lowest astronomical tide - LAT).[2]

Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver is ruimte voor drie kavels van 2 GW. De tender van kavel Gamma is gepland in het tweede kwartaal van 2025. Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee met betrekkelijk compacte kavels van ca. 10 MW/km^2.

Bij de verkaveling worden diverse kaders en richtlijnen gehanteerd. In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn bijvoorbeeld het ‘Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken’ en het ‘Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken’ opgenomen. Ook zijn onderzoeken verricht naar de effecten van zogturbulentie van windturbines op de vliegveiligheid[3] en naar de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms.

Kavel Gamma

Kavel Gamma in het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt aan de noordoostzijde van het windenergiegebied. Kavel Gamma wordt aan de noordzijde begrensd door het defensie-oefengebied EHD41, de helikopterveiligheidszone van platform K14-FB1 en het zuidelijk deelgebied van het nieuwe windenergiegebied Lagelander. Zowel aan de westzijde als oostzijde van kavel Gamma ligt een scheepvaartroute. In het midden van kavel Gamma wordt een zone vrijgehouden voor net op zee IJmuiden Ver Gamma. De zuidelijke grens van kavel Gamma wordt gevormd door de voorgenomen ‘clearway’ ten behoeve van de ontsluiting van de zeehavens van IJmuiden en Amsterdam.

[2] Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op https://offshorewind.rvo.nl/generalIJmuiden

[3] NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Figuur S2 Ligging windenergiegebied IJmuiden Ver en verkaveling gebied.

5. Wijze van effectbeoordeling

Bandbreedte

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit (zie tekstkader). In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde ‘kavel’). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen een dergelijke kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver wordt aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit.

Bandbreedte

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbinetypes en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een vooraf bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft binnen de bandbreedte de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die het kavelbesluit mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een worst-case-benadering: als de worst-case-situatie van de bandbreedte wat betreft de effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen binnen de bandbreedte mogelijk.

Alternatieven

De worst case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere worst case situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de worst case situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een worst case situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in de volgende tabel. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek en verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit.

Tabel S2 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Totaal opgesteld vermogen kavel	2,0 – 2,3 GW
Maximaal aantal turbines	153
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4 maal de rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2, 3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket, drijvende fundering
Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	160 of 164 dB re 1 μPa^2s SELss op 750 meter van de geluidsbron
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 11,5 tot 15 meter
Multipile (waaronder ‘tripods’ en ‘jackets’)	3 tot 4 palen van 3 - 5 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot 50 meter in diameter
Suction Bucket	Tot 30 meter in diameter
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 meter diepte

Tabel 4.3 geeft de te onderzoeken alternatieven aan. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven en voor beide basisalternatieven een overplantingscenario van circa 5 procent (2,1 GW) en circa 15 procent (2,3 GW). Deze overplantingsscenario’s worden beschouwd vanwege een maximale capaciteit van het TenneT-platform van 2,3 GW.

De worst case situatie kan voor verschillende milieuaspecten anders zijn. De worst case situaties, zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke best case situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. In de themahoofdstukken (hoofdstuk 5 tot en met 11) zijn de te onderzoeken alternatieven (waaronder de type fundering) in meer detail beschreven.

Tabel S3 Alternatieven

Alternatief 1a	Alternatief 2a	Alternatief 1b (overplanting 5%)	Alternatief 2b (overplanting 5%)	Alternatief 1c (overplanting 15%)	Alternatief 2c (overplanting 15%)
134 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m

Beoordeling

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief (dat is de huidige situatie en de autonome ontwikkeling). Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel S4. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel S4 Scoringsmethodiek

Beoordeling ten opzichte van het nulalternatief (de referentiesituatie)	Score
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	--
Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	-
Het voornemen onderscheidt zich niet van het nulaternatief	0
Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	+
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering	++

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten op Natura 2000-gebieden.

Naast het effect van een windpark in kavel Gamma zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

6. Resultaat milieubeoordeling

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer, zonder de inzet van mitigerende maatregelen[4]. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken.

6.1 Morfologie en hydrodynamica

Voor het aspect morfologie en hydrodynamica zijn twee basisalternatieven en vier overplantingsalternatieven onderzocht. De twee basisalternatieven zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering. Hieronder staan de twee basisalternatieven beschreven. De effectbeoordeling staat in Tabel S5.

- Alternatief 1 (minste bodemberoering, **best case**): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter per poot. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.
- Alternatief 2 (meeste bodemberoering, **worst case**): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter of op een suction bucket fundering met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming voor beide gevallen (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Naast de basisalternatieven zijn er ook vier overplantingsalternatieven van 5 en 15 % beschouwd. Hierbij worden er in plaats van 100 (20 MW) en 134 (15 MW) respectievelijk het volgende aantal windturbines geplaatst:

- 106 en 140 windturbines (5 %)
- 115 en 153 windturbines (15 %)

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard en daarmee niet van natuurlijke events te onderscheiden. Dit resulteert veel neutrale beoordelingen. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen, voor zover 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 aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee negatief.

[4] Voor onderwaterleven geldt wel dat de geluidnormen uit het Kader Ecologie en Cumulatie 4.0 als uitgangspunt zijn gehanteerd. Aan deze geluidsnormen kan alleen worden voldaan als er maatregelen getroffen worden bij het heien.

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten, met name voor overplanting van 15 %. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven vanwege een aantal extra turbines ten opzichte van de basisalternatieven met 100 à 134 turbines is echter dusdanig klein dat de effecten zeer beperkt zijn. Dit heeft geleid tot een zelfde effectenbeoordeling voor de overplantingsalternatieven als voor de basisalternatieven.

Tabel S5. Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1a (15 MW)	Alternatief 2a (20 MW)	Overplantings-alternatief 1b (5%) (15 MW)	Overplantings-alternatief 2b (5%) (20 MW)	Overplantings-alternatief 1c (15%) (15 MW)	Overplantings-alternatief 2c (15%) (20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodemvormen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.2 Vogels en vleermuizen

Alternatief 1 (134 tot 153 turbines x 15 MW) leidt tot enkele tientallen tot een honderdtal vogelslachtoffers meer dan Alternatief 2 (100 tot 115 turbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat alternatief 1 met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 153) dan Alternatief 2 (naar schatting max. 115). Alternatief 2 is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel S6.

Tabel S6 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in IJmuiden Ver op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase vogels						
- aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanlegfase vleermuizen						
- aanleg funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Gebruiksfase vogels						
Lokale zeevogels						
- aanvaringen	--	--	--	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	-	-	-	-	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	-	-	-	-	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000						
- aanvaringen	--	--	--	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0	0	0	0	0	0
Gebruiksfase vleermuizen						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Verwijderingsfase vogels						
- weghalen funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfase vleermuizen						
- weghalen funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

Voor dit MER is ook een passende beoordeling opgesteld. Daaruit blijkt het volgende:

- Effecten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies op **niet-broedvogels** uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel Gamma zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.
- Significant negatieve effecten van kavel Gamma op de broedpopulaties van **kleine mantelmeeuwen** uit de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee zijn uit te sluiten. De additionele sterfte door het windpark is maximaal 0,06%, en dit valt onder de 1% natuurlijke mortaliteitsnorm.
- Effecten op enkele soorten **trekvogels** op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden als gevolg van aanvaringen zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.

Voor dit MER is ook een soortentoets uitgevoerd. Daaruit blijkt het volgende:

- Voor de meeste soorten waarvan in kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver slachtoffers worden verwacht, bedraagt de voorspelde sterfte bij alle soorten minder dan 1,0% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie in de Nederlandse EEZ. De uitzonderingen betreffen de jan-van-gent, grote mantelmeeuw en kleine mantelmeeuw. Op basis hiervan kan voor alle soorten, behalve jan-van-gent, grote mantelmeeuw en kleine mantelmeeuw, met zekerheid uitgesloten worden dat de realisatie van kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver zal leiden tot effecten op de GSI van de betrokken populaties. Dit effect moet voor alle soorten nog wel in cumulatie met andere projecten worden beoordeeld. Dit gebeurt in paragraaf 7 van deze samenvatting.

6.3 Onderwaterleven

De effecten op benthos (bodemdieren) en vissen zijn klein van omvang en soms zelfs licht positief (zie Tabel S7). Echter, voor Sabellaria-banken ontstaat mogelijk een negatief effect door habitatdestructie tijdens bodemberoerende activiteiten. Dit effect wordt daarom licht negatief beoordeeld voor bodemdieren. Sabellaria-banken zijn een kritische habitat die mogelijk aanwezig zijn in het plangebied. Deze rifvormende soort, die een rifbreedte van enkele meters kan bereiken en hiermee een habitat creëert voor andere soorten, kan worden vernietigd door de aanleg van een turbine en erosiebescherming. Dit effect zal groter zijn voor alternatief (1c) waarbij 53 turbines meer worden geplaatst dan alternatief (2a). In vergelijking met een monopile fundering beslaat een gravity based fundering een groter oppervlakte en een tripod fundering een kleiner oppervlak. Respectievelijk zal het effect hierdoor ook groter en kleiner worden. Desondanks leiden deze verschillen niet tot een onderscheidende beoordeling.

Voor zeezoogdieren treden tijdens de aanleg van het windpark effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten (zie Tabel S8). Tijdens het heien kan het gedrag van zeezoogdieren in een relatief groot gebied een periode verstoord worden (dierverstoringsdagen). Herhaaldelijke blootstelling binnen een kleiner gebied van de geluidsbron zou tot aantasting van het gehoororgaan kunnen leiden, maar is door de realisatie van kavel Gamma onwaarschijnlijk. Uit geluidsberekeningen blijkt dat deze effecten bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB of 164 dB (SELSS op 750m (dB re 1 µPa2s)), zowel voor de populatie van bruinvissen als zeehonden niet leiden tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (Svi). Echter, met overplantingsalternatief 1c vindt voor bruinvissen wel een overschrijding plaats van het aantal dierverstoringsdagen zoals berekend in het KEC 4.0. Dit alternatief scoort daarom negatiever in de effectbeoordeling. Ook zonder overschrijding van de KEC 4.0 waarde ontstaat er beperkte verstoring in het gedrag van zeezoogdieren. Dit effect wordt vooral groter naarmate er meer turbines geplaatst worden.

Tijdens de exploitatie treedt er geen effect op door de aanwezigheid van schepen, turbines en hard substraat, en de afwezigheid van bodemberoerende visserij.

Tabel S7 Effectbeoordeling IJmuiden Ver Gamma benthos en vissen

Fase	Effecten windpark	Benthos (1a – 2c)	Vissen (1a – 2c)
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0/-

Tabel S8 Effectbeoordeling IJmuiden Ver Gamma zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aanleg						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Exploitatie						
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0
Verwijdering						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0

6.4 Scheepvaartveiligheid

Tabel S9 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

De totale aanvaring- en aandrijffrequentie voor kavel Gamma is 0,0468, wat neerkomt op één aanvaring per 21 jaar. Vanuit het meest recente onderzoek (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine)

voor het scenario RK2030 0,987 per jaar (eens in de 1,0 jaar). Dit is het scenario uit de oorspronkelijke routekaart (t/m IJmuiden Ver I-IV) plus de versnellingsopgave, maar zonder de toekomstige routekaart 2040. Daarom is de beoordeling voor kans op aanvaringen en aandrijvingen negatief (-).
Voor kavel Gamma is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving met een windturbine 0,034953 (beoordeling 0/-). Dat cijfer gaat uit van een gondel en mast die op het dek van het schip vallen.

Er zijn weinig tot geen situaties waarbij Kavel Gamma de zichtlijnen voor kruisende schepen beïnvloedt (beoordeling 0).

6.5 Landschap

Voor kavel Gamma geldt dat de worst case turbines theoretisch gezien zichtbaar zullen zijn op ooghoogte van 1,6 meter en op een hoogte van 20 meter (aan de kust). De meteorologische omstandigheden zullen echter vrijwel altijd de turbines aan het zicht onttrekken. Het windpark zal theoretisch minder dan 1% van de tijd (minder dan 1 dag per zomer, en op die dag minder dan 7 minuten lang) zichtbaar zijn. Zichtbaarheid wordt als neutraal beoordeeld.

Tabel S10 Effectbeoordeling landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

6.6 Overige gebruiksfuncties

De effectbeoordelingen voor de diverse inrichtingssalternatieven zijn niet onderscheidend. De meeste effecten op de overige gebruiksfuncties worden neutraal beoordeeld omdat ze gering van omvang zijn, of op voorhand uit te sluiten. Dat geldt voor Luchtvaart (met uitzondering van helikopterverkeer), Zand-, grind- en schelpenwinning, Baggerstort, Scheeps-, wal- en luchtvaartradar, Kabels en leidingen, Telecommunicatie, Militaire activiteiten, en Recreatie en toerisme.

Tabel S11 Effectbeoordeling van de onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Effectscore
Visserij	Beperkingen visserij	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0
	Interferentie helikopterverkeer	0/-
	Interferentie Kustwacht	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie luchtvaartradar	0
	Interferentie wal- en scheepsvaartradar	0

Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie militaire activiteiten	0
	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0
	Beperkingen kustrecreatie	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-

De effecten op de visserij als geheel worden als licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. Ook de effecten op helikopterverkeer zijn als licht negatief beoordeeld vanwege de doorkruising van de HMR (KZ45) en beperkte overlap met HPZ-zone Unicorn B. De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Tot slot is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van windenergiegebied HKW, waarop beperkte windafvang plaats kan vinden.

Ten aanzien van mijnbouw en niet-gesprongen explosieven (NGE) is de beoordeling negatief. Voor de mijnbouw zijn de effecten negatief beoordeeld vanwege wingebieden voor koolwaterstoffen (met geldende vergunningen) die grotendeels overlappen met kavel Gamma. Binnen de kavels is de aanwezigheid van NGE daarnaast zeer aannemenlijk, waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Hiermee kunnen de effecten goed gemitigeerd worden.

6.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel S12 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 134 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 140 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 153 x 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++	++	++
Vermeden emissies	CO_2-emissie reductie	++	++	++
	SO_2-emissie reductie	++	++	++
	NO_x-emissie reductie	++	++	++

Voor het alternatief met 134 x 15 MW turbines (geen overplanting) is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 8.301 GWh/jaar. Voor het 5 %-overplantingsscenaro (140 x 15 MW) is dit 8.589 GWh/jaar, en voor het 15 %-overplantingsscenario (153 x 15 MW) 9.297 GWh/jaar. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal turbines (153 > 140 > 134). Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling.

7. Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. In de eerste kolom wordt het aspect aangegeven, in de tweede kolom welke effecten in cumulatie relevant kunnen zijn en in de derde kolom wordt aangegeven welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel S13 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
Morfologie en hydrodynamica	Op het schaalniveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal het effect op morfologie en geologie neutraal zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) en de waterbeweging en morfologie. In welke mate de effecten ten aanzien van deze aspecten optreden en welke doorwerking dit heeft op overige geologische en ecologische processen is echter hoogst onzeker.	Geen gevolgen
Vogels en vleermuizen	<u>Vogels</u> Significant negatieve effecten in cumulatie kunnen voor alle vogelsoorten uitgesloten worden. Op basis van nieuwe cumulatieve slachtofferberekeningen als gevolg van o.a. nieuwe dichtheidskaarten (zie bijlage 10) zijn significant negatieve effecten uit te sluiten voor alle soorten in cumulatie, ook voor alk en zeekoet in het internationale scenario waarbij in eerdere MER-en nog een overschrijding van de acceptable level of impact (ALI) norm was. Ook voor jan-van-gent en zilvermeeuw, waar binnen KEC 4.0 nog sprake was van een overschrijding van de ALI-norm, wordt voldaan aan de ALI-norm. <u>Vleermuizen</u> Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn, is niet goed bekend. Volgens de gebruikte rekenmethode komt het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen met 4.620 dieren ruim boven de PBR van 1.905 dieren.	<u>Vogels</u> Er lopen verschillende onderzoeken naar mogelijke mitigerende maatregelen om de effecten te verminderen. Met die maatregelen kan mogelijk het aantal slachtoffers worden gereduceerd. <u>Vleermuizen</u> Gebaseerd op huidige kennis is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het worst case-scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel.
Onderwaterleven	<u>Benthos en vissen</u> De toename van het aantal windturbines en funderingen zou kunnen leiden tot verandering in stroming, stratificatie of primaire productie van bodemdieren. Ook is het mogelijk dat de kolonisatie door exoten faciliteert. Er is echter niet genoeg informatie beschikbaar om deze effecten te kunnen inschatten. <u>Zeezoogdieren</u> Bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1μPa^{2}s of 164 dB re 1 μPa^{2}s op 750 meter van de geluidsbron, zal verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen leiden tot significante cumulatieve effecten.	Er bestaat een kennisleemte als het gaat om verandering in stroming, stratificatie en primaire productie als gevolg van windparken, zo ook over het mogelijke effect van kolonisatie van exoten. Wanneer de in dit MER beschreven geluidsnormen wordt gehanteerd, kunnen effecten op de GSI van zeezoogdieren worden uitgesloten.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
Scheepvaartveiligheid	In dit MER wordt het cumulatieve effect van de verschillende windparken op zee niet apart beschouwd. Het beschouwde nulalternatief is dus ook het cumulatieve scenario. Vanuit het meest recente onderzoek is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario RK2030 inclusief de versnellingsopgave 0,987 per jaar (eens in de 1,8 jaar).	Geen gevolgen
Landschap	Het windkavel IJmuiden Ver Gamma ligt op grote afstand van de kust, en is alleen daardoor op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Hetzelfde geldt voor de nabijgelegen windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en Nederwiek. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht en zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.	Geen gevolgen
Overige gebruiksfuncties	<u>Visserij</u> Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Het toekomstig cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025 vergroten dit effect. <u>Archeologie</u> Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast, of NGE worden getroffen. De realisatie van de kavels binnen van windenergiegebied IJmuiden Ver vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar. <u>Recreatievaart</u> Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt omdat deze tot 24 meter lengte wordt toegelaten binnen bepaalde windparken, en er voor windparken waar dit niet is toegestaan doorvaartpassages worden aangewezen waar schepen tot 46 meter gebruik van kunnen maken. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.	Geen gevolgen
Elektriciteitsopbrengst	Door de toename van windparken op de Noordzee nemen de mogelijke zog-effecten toe. Voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver neemt het aantal vollasturen af van 4130 tot 3605 dankzij de ‘windafvang’ van andere windparken. De zogverliezen zijn met 11,0 %-punt toegenomen van 13,2 tot 24,2 % (voor de opstelling met 134 turbines), en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 12,7 % van 8.300 GWh/j tot 7.245 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 12,7 %.	Geen gevolgen

8. Grensoverschrijdende effecten

Voor de aspecten vogels én onderwaterleven zijn grensoverschrijdende effecten mogelijk te verwachten.

8.1 Vogels en vleermuizen

Broedvogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden.

Niet-broedvogels

Op basis van de cumulatieve berekeningen voor zowel alk als zeekoet worden de normen voor het internationale scenario (alle windparken in de centrale en zuidelijke Noordzee naar verwachting operationeel t/m 2029) overschreden. Daarmee zijn significant negatieve effecten op de alk en de zeekoet niet uit te sluiten. Voor overige soorten zijn significant negatieve effecten wel uit te sluiten. Op basis van nieuwe cumulatieve slachtofferberekeningen als gevolg van onder andere nieuwe dichtheidskaarten (zie bijlage 10) zijn significant negatieve effecten uit te sluiten voor alle soorten, ook voor alk en zeekoet in het internationale scenario.

In hoofdstuk 6 en de Passende Beoordeling is geconcludeerd dat significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden ook in cumulatie zijn uitgesloten. Dit geldt ook voor buitenlandse Natura 2000-gebieden.

Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 4.0 studie populatiemodellen opgesteld. Populatiemodellen van de acht meest kritieke trekvogelsoorten geïdentificeerd in het KEC 4.0 wijzen uit dat onder deze trekvogelsoorten de geldende ALI-normen niet worden overschreden in het nationale en internationale scenario. Geconcludeerd wordt dat er geen significant negatieve effecten optreden en ook significant negatieve effecten op (buitenlandse) Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

8.2 Onderwaterleven

Vissen

Voor vissen geldt dat de effecten van heien marginaal zijn en bovendien sterk locatie gebonden. Het heien zal daarom geen grensoverschrijdende effecten tot gevolg hebben. Operationeel geluid van een windmolen heeft geen aantoonbaar effect op de visgemeenschap en daarmee dus ook geen grensoverschrijdende effecten.

Zeezoogdieren

Het verstoorde gebied voor zeezoogdieren ligt in zijn geheel binnen de Nederlandse EEZ. De berekeningen die zijn gedaan wat betreft de effecten op zeezoogdieren gelden voor de populatie binnen het NCP. Er zijn geen berekeningen gedaan voor andere populaties. Het verstoorde gebied ligt ook in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of het buitenland. Er is geen sprake van grensoverschrijdende effecten of directe externe werking.

9. Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat bij de meeste aspecten kan worden voldaan aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen en het

kunnen verzekeren dat geen verslechtering optreedt van de staat van instandhouding zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten wanneer mitigerende maatregelen genomen worden. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door de volgende maatregelen. Het zijn dus maatregelen die aanvullend genomen kunnen worden en besluitvorming over welke mitigerende maatregelen genomen worden vindt plaats in het kavelbesluit.

Tabel S14 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Vogels en vleermuizen	Verstoring	Bouwen in juni t/m september als er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een 'vogelvriendelijke' kleur
	Verstoring en slachtoffers	Inrichtingsmaatregelen toepassen, zoals het aanleggen van corridors of het gebruik van een alternatieve vorm van het windpark (ruit, vierkant, etc.). Over de effectiviteit en precieze invulling is echter nog niet veel bekend. Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen). Stilzetten windturbines bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Installeer een zo klein mogelijk aantal grote windturbines in plaats van groter aantal kleinere windturbines. Installeer tweebladige in plaats van driebladige turbines. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit
	Verstoring	Slopen in een periode dat er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn.
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie	<u>Benthos</u> Gebruik een zo klein mogelijke fundering. Locaties van biogene riffen ontzien. In de toekomst mogelijk (na operatie) biologisch afbreekbare materialen voor erosiebescherming. <u>Zeezoogdieren</u> Gebruik geluiddempende maatregelen (heimantels, bellenschermen, Acoustic Deterrent Devices (ADDs), e.d.). Kies voor de meest ondiepe locaties in het plangebied. Voer heiwerkzaamheden uit wanneer de dichtheid van het aantal zeezoogdieren laag is (augustus tot december). Kies voor een klein aantal, relatief grote turbines in plaats van meerdere kleinere. Gebruik alternatieve funderingstechnieken, zoals trillen, schroeven of blue piling.

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
		Gebruik andere funderingen, zoals tripods, jackets of suction buckets.
	Verstoring en habtatdestructie	Benthos Verwijder de windturbinezuilen en bestortingen niet, zodat de zich ontwikkelde gemeenschap blijft bestaan. Gebruik biologisch afbreekbare betonstructuren
Scheepvaartveiligheid	Aanvaringsrisico en scheepvaartbewegingen	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) en VHF-antenne in het park Vessel Traffic Management/Monitoring (VTMon) Aanvullende markering en identificatie windturbines Inzetten van een Emergency Towing Vessel Extra SAR-capaciteit ETV uitrusten met bestrijdingsmiddelen tegen olieverontreiniging Fysieke barrière bij windparken om aandrijving te voorkomen
Morfologie en hydrodynamica	n.v.t.	n.v.t.
Landschap	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Voor de betrokken partijen in zijn geheel lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Mijnbouw	Boorlocatie verplaatsen buiten windpark en met een schuine boring het veld bereiken.
	Niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
Elektriciteitsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.

10. Overwegingen voorkeursalternatief

Inleiding

In deze paragraaf worden enkele overwegingen meegegeven ten behoeve van keuze van het voorkeursalternatief, welke mogelijk wordt gemaakt in het kavelbesluit. Het gaat dan om de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen.

Overwegingen bandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken.

Overwegingen te nemen mitigerende maatregelen

Een aantal maatregelen is nodig om cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken en om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogel- en vleermuistrek en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien. In Tabel S14 staan de mogelijke maatregelen die in dit MER zijn genoemd, waarmee effecten kunnen worden gemitigeerd. De keuze wordt in het kavelbesluit toegelicht.

Splitsing kavels

Dit MER is opgesteld ten behoeve van het nemen van een kavelbesluit voor kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver met een vermogen van ten minste 2 GW. De Minister van Klimaat en Groene Groei is voornemens om de kavel van ca. 2 GW te splitsen in twee kavels van ca. 1 GW. Op verzoek is in hoofdstuk 13 per milieuaspect toegelicht wat de splitsing van kavel Gamma in een kavel Gamma-A en Gamma-B kan betekenen voor de effectbeoordeling in het MER, Passende Beoordeling (PB) en Soortenbeschermingstoets (SBT) en Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). De splitsing kan tot gevolg hebben dat er sprake is van meer uiteenlopende periode van werkzaamheden en eventueel meer werkschepen. Dit gevolg zal naar verwachting zeer beperkt zijn. Daarnaast vindt de belangrijkste toetsing ten aanzien van de ecologische thema's in de SBT (bijlage 7) en PB (bijlage 8) en KRM-toets (bijlage 11) plaats in cumulatie met andere windparken op de Noordzee. Voor zowel kavel IJmuiden Ver Gamma als de gesplitste kavels (A & B) geldt een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Geconcludeerd wordt dat de splitsing niet van invloed is op de gepresenteerde conclusies en effectbeoordelingen in het MER, PB, SBT en KRM.

Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken. Wel dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen in het kader van vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

11. Leemten in kennis

Inleiding

Hoewel er de laatste jaren flink wordt gebouwd aan nieuwe windparken op zee, heeft de ontwikkeling van windparken op zee toch een relatief korte geschiedenis. Er zijn monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het gaat om resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Beter inzicht in de exacte aard en omvang van de effecten met (empirisch) onderzoek kan pas op de lange termijn worden geboden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER met een worst-case-aanpak gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven kennisleemten bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee. In brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In elk effecthoofdstuk zijn de leemten in kennis per milieuthema toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver. Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt met dit MER.

12. Monitoring en evaluatie

12.1 WOZEP

Het monitorings-en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Omgevingswet.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteed aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek zich met name op het verkrijgen van meer inzicht in de cumulatieve ecologische effecten en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

Stand van zaken

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Inmiddels is ook het Meerjarenprogramma Wozep 2024-2030 vastgesteld. Ieder jaar wordt gekeken naar de voortgang, de resultaten en of er nieuwe vragen ontstaan zijn. Dit resulteert ieder jaar in een Jaarplan waarin de nieuwe deelprojecten staan die het opvolgende jaar zullen worden uitgevoerd.

Voor meer informatie zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch.

De leemten in kennis uit dit MER bieden input voor monitoring binnen WOZEP (voor de ecologische aspecten) en voor monitoring voor de aspecten scheepvaart en morfologie en hydrologie.

12.2 MOSWOZ

In 2019 heeft Rijkswaterstaat de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid onderzocht. Het gaat om de windparken die tot 2030 worden gebouwd op het zuidelijke deel van de Nederlandse Noordzee. In totaal betreft het circa 850 extra windturbines over een gebied van zo’n 1.600 km^2.

Ondanks het vele onderzoek en de betrokkenheid van allerlei experts zijn er nog onzekerheden over de daadwerkelijke risico’s en over de effectiviteit van een aantal maatregelen. Dat is de reden dat het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) is gestart. Het programma loopt tot 2029 en houdt de komende jaren de vinger aan de pols bij ontwikkelingen rond scheepvaartveiligheid in relatie tot de uitrol van windparken op zee. De uiteindelijke doelen zijn om meer

inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Om deze doelen te bereiken heeft MOSWOZ de genoemde kennisleemtes uitgewerkt in onderzoeksvragen en vervolgens gebundeld in verschillende thema's Binnen die thema's zal in de komende jaren gezocht worden naar de antwoorden op onderzoeksvragen, om zo beleidsmakers en andere betrokkenen goed te kunnen ondersteunen en adviseren.

Het programma is zo ingericht dat het gebruik kan maken van voortschrijdend inzicht. Keuzes en prioriteiten worden afgestemd op de actualiteit.

Tabel S15 MOSWOZ Thema's

Thema	Uitleg thema
Hydro/Meteo	Analyseren of er hydrodynamische of meteorologische effecten zijn die voor scheepvaartveiligheid relevant zijn in de omgeving van windparken.
Aanvaringen	Analyseren wat de mogelijke scenario's zijn als een schip tegen een windturbine vaart of drijft.
Noodsleephulp	De inzet verkennen van meerdere Emergency Rescue and Towing Vessels (ERTV's) – effectiviteit en werkwijze.
Doorvaart	De risico's in kaart brengen van doorvaart van windparken versus omvaren.
Verkeersbegeleiding	Inrichten van een vorm van verkeersbegeleiding samen met de Kustwacht.
Monitoring	Volgen hoe het scheepvaartverkeer en de risico's op scheepvaartveiligheid veranderen als gevolg van de aanleg van windparken.
Ankergebieden	Onderzoeken of en zo ja hoe het beter benutten van ankergebieden kan helpen de scheepvaartveiligheid te verbeteren.
Crisisorganisatie	De impact verkennen op crisisorganisatie (in verband met complexiteit).
Buitenlandse benchmarking	Uitwisselen van kennis en inzichten met onze buurlanden over beleids- en beheersmatige zaken voor scheepvaartveiligheid in en om windparken op zee.

Voor meer informatie, zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/

Summary

1. Introduction

The Netherlands has set ambitious targets for achieving sustainable – renewable – energy production. Wind energy plays a prominent role in achieving that target. In 2022, the (former) Minister for Climate and Energy raised the target for offshore wind to a capacity of 21 GW. The Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030[5] includes which (parts of) the new wind farm zones will be developed when. These are the wind farm zones IJmuiden Ver (North), Hollandse Kust (west) site VIII, Nederwiek, Lagelander and Doordewind – which are designated in the North Sea Programma 2022 – 2027.

The Offshore Wind Energy Act allows the national government to issue sites for the development of offshore wind farms. The sites will be established within the boundaries of the areas designated as wind farm zones in the North Sea Programme 2022 - 2027. The Wind Farm Site Decision determines where and under what conditions a wind farm may be built and operated. Following a Wind Farm Site Decision, licensing follows. Only the permit holder has the right to build and operate a wind park at the location of the site. The Water Decree lays down general rules for offshore wind farms.

The Minister of Climate and Green Growth, in agreement with the Minister of Infrastructure and Water Management, the Minister of Housing and Spatial Planning and the Minister of Agriculture, Fisheries, Food Security and Nature, can take a Wind Farm Site Decision and prepares an Environmental Impact Assessment (EIA) for the purpose of the Wind Farm Site Decision.

This document concerns the Environmental Impact Assessment for Site Gamma in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone (see Figure S1). The Environmental Impact Assessment describes the environmental effects that occur during the construction, operation and removal of wind turbines in the site.

In this summary the following sections are covered after this introduction (section 1):

2. the policy context and the reason for the Wind Farm Site Decision to be taken;
3. the choice of location for IJmuiden Ver wind farm zone;
4. the site subdivision of IJmuiden Ver wind farm zone;
5. the method of the EIA;
6. the result of the EIA;
7. cumulation;
8. transboundary effects;
9. mitigation;
10. considerations of the preferred alternative;
11. gaps in knowledge and information;
12. monitoring and evaluation.

[5] R.A.A. Jetten, Minister for Climate and Energy, Parliamentary Paper Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030, 21 June 2022

2. Policy context and reason for Wind Farm Site Decisions

The Offshore Wind Energy Roadmap includes plans to develop wind farms with a total capacity of about 21.5 GW in the following wind farm zones:

- Borssele with a capacity of 1,502 MW;
- Hollandse Kust (zuid) with a capacity of 1,520 MW;
- Hollandse Kust (west) with a capacity of 2,100 MW;
- North of the Wadden Islands with a capacity of 700 MW;
- IJmuiden Ver with a capacity of approximately 6,000 MW;
- Nederwiek with a capacity of approximately 6,000 MW;
- Doordewind with a capacity of 4,000 MW.

In accordance with this roadmap, approximately 11 GW of offshore wind capacity should be operational by 2030. The offshore wind roadmap is shown in Figure S1. Table S0.1 also shows the site subdivision for each wind farm zone. This EIA has been prepared for Site Gamma of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone.

Figure S1 Offshore wind energy roadmap June 2022

Table S0.1 Additional roadmap offshore wind energy 2030 (June 2022)

Size (ca. GW)	Wind farm zone, site(s)	Site tenders	(expected) commissioning of wind parks
1,0	In 2015 existing offshore wind parks	-	-
0,7	Borssele, sites I en II	Realised in 2016	2020
0,7	Borssele, sites III, IV en V	Realised in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites I en II	Realised in 2017	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (zuid), sites III en IV	Realised in 2019	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (noord), site V	Realised in 2020	(2023)
0,7	Hollandse Kust (west), site VI	Realised in 2022	(2025 - 2026)
0,7	Hollandse Kust (west), site VII		(2025 - 2026)
1,0	IJmuiden Ver, site III	Fourth quarter of 2023	(2028)
1,0	IJmuiden Ver, site IV		(2028)
1,0	IJmuiden Ver, site I		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, site II		(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), site V	Second quarter of 2025	(2029)
1,0	IJmuiden Ver (noord), site VI		(2029)
2,0	Nederwiek (zuid), site I		(2030)
2,0	Nederwiek (zuid), site II	2026	(2030)
2,0	Nederwiek (zuid), site III		(2031)
0,7	Hollandse Kust (west), site VIII	2026/2027	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, site I	2026/2027	(2031)
2,0	Doordewind, site I	2027	(2031)
2,0	Doordewind, site II	2027	(2031)

3. Site choice offshore wind farm zones

In the Environmental Impact Assessments for the Sites of Wind Farm Zone Borssele and Sites I and II of Hollandse Kust (South), a general comparison between the wind farm zones was made. This general comparison highlights specific aspects that need to be taken into account in the further development of wind energy in the wind farm zones, such as the effect on marine mammals and birds. This Environmental Impact Assessment will pay explicit attention to these aspects.

Site selection study in the North Sea Programme

The North Sea Programme (PNZ) 2022-2027, which is part of the National Water Programme (NWP), has mapped eight search areas eligible for designation as wind farm zones in the North Sea until 2040. There are also four already designated and not yet used (parts of) wind farm zones, which have been reconfirmed. In fulfilling the target and the required acceleration till 2030, offshore wind energy plays an vital role. According to the Additional Task Steering Group, 10 GW of offshore wind energy is needed to achieve 55% CO_2 reduction. To this end, the study examined what is needed to fulfil the remaining target of the 49% target (0.7GW) in the existing wind farm zones and to find space for the additional EU acceleration target (55%) until 2030.

The Strategic Environmental Assessment for the supplement to the North Sea Programme shows that the 11 GW in the newly designated and partially reconfirmed wind farm zones are needed in their entirety to meet the 55% EU target. The northern part (site Gamma) of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone was reconfirmed in the North Sea Programme. IJmuiden Ver is thus part of the roadmap to meet the CO_2 target in 2030. Additional CO_2 reduction will be achieved with the newly designated wind farm zones.

A location trade-off between the newly designated and partly reconfirmed areas with the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is not necessary since all designated areas are necessary to achieve the targets.

4. Site subdivision

The designated IJmuiden Ver Wind Farm Zone is located in the Dutch Exclusive Economic Zone (EEZ). The area lies approximately 53 kilometres from the coast, measured from the closest point in Texel. Zone originally had a total area of 1170 square kilometres. However, the North Sea Programme 2022-2027 adjusted the southern boundary of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone due to the designation of the Brown Bank as a Birds Directive area. The intended area for site Gamma is situated in the northern part of this area and covers an area of approximately 227 square kilometres. The water depth in the entire (originally designated) wind energy area ranges from 16.8 to 46.9 metres (lowest astronomical tide – LAT).[6]

Within the IJmuiden Ver Wind Farm Zone, there is space for three sites of 2 GW. The tender of site Gamma is planned in the second quarter of 2025. One of the starting points of the North Sea Programma 2022-2027 is to combine the use of scarce space in the North Sea as much as possible with relatively compact sites of approximately 10 MW/km^2.

In the site subdivision process of the zones various frameworks and guidelines are used. For example, the North Sea Programme 2022-2027 includes the 'Design process: distance between mining sites and wind farms' and the 'Design criterion distance between shipping lanes and wind farms'. Studies have also been conducted on the effects of wake turbulence from wind turbines on flight safety and on the helicopter accessibility[7] of mining platforms.

Site Gamma

Site Gamma in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is situated on the north east side of the wind energy area. Site Gamma is bordered on the north side by the military training area EHD41, the helicopter safety zone of platform K14-FB1 and the southern subarea of the new wind energy area Lagelander. There is a shipping route on both the west and east side of site Gamma. In the middle of site Gamma, a zone is kept clear for the IJmuiden Ver Gamma Offshore Grid. The southern boundary of site Gamma is the proposed ‘clearway’ for the purpose of opening up the sea ports of IJmuiden and Amsterdam.

[6] For more information, see the location studies at https://offshorewind.rvo.nl/generalIJmuiden

[7] NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.

Figure S2 Location of IJmuiden Ver Wind Farm Zone and site subdivision

5. Method of impact Assessment

Bandwidth

In an Environmental Impact Assessment, alternatives of an activity are assessed by examining the effects an activity might have and comparing them side by side. As stated above this Environmental Impact Assessment does not examine site alternatives. Instead this Environmental Impact Assessment examined alternatives for one area with one wind farm (so-called 'site'). The alternatives consist of a range or bandwidth (see text box) of different wind turbine types and configurations possible within such a site.

The site within the IJmuiden Ver Wind Farm Zone is thus issued with the possibility for the wind farm developer configure the site as it wishes. The bandwidth within which it must remain is laid down in the Wind Farm Site Decision.

Bandwidth

This site is issued with a predetermined bandwidth. This allows for a flexible site design within which different types of turbines, configurations and foundations are possible. Within the bandwidth, the developer has the freedom to create an optimal design for the wind farm in terms of cost-effectiveness and energy yield. This bandwidth approach places specific requirements on the Environmental Impact Assessment. All environmental impacts associated with all possible configurations enabled by the Wind Farm Site Decision must be investigated. However, investigating all possible configurations is not possible due to the multitude of conceivable combinations. Therefore, a worst-case approach is adopted: if the worst-case situation of the bandwidth is acceptable in terms of impacts, then all setups within the bandwidth are possible.

Alternatives

The worst case situation will be different for different aspects (e.g. different for birds than for marine mammals). The study takes this into account by examining and comparing multiple worst case situations as alternatives in the Environmental Impact Assessment. The parameters delineating the worst case situations are named and described; for example, things like maximum number of turbines, maximum lower/upper limit of the rotor, maximum rotor swept area, characteristics of the foundation construction method, etc.

To obtain a picture of the possibilities to reduce impacts, mitigating measures are also identified and examined for each aspect. This prevents only a worst-case situation from being portrayed and identifies opportunities for optimisation.

The bandwidth of the site to be issued is shown in the following table. The values of the bandwidth are based on the current state of the art and expectations regarding developments for the coming years. The upper and lower limits of the bandwidth will be laid down in the Wind Farm Site Decision.

Table S0.2 Bandwith EIA

Subject	Bandwidth
Installed capacity site	2,0 – 2,3 GW
Maximum number of turbines	153
Power of individual wind turbines	Minimum 15 MW
Tip height (top) individual wind turbines	Maximum 305 meter
Tip height (bottom) individual wind turbines	Minimum 25 meter
Rotor diameter individual wind turbines	236 – 280 meter
Spacing between wind turbines	Minimum 4 times the rotordiameter
Number of blades per wind turbine	2, 3
Type of foundations	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket
Maximum noise level (in case of pile driving)	160 or 164 dB re 1 μPa^2s SELss 750 metres from the noise source
In case of foundation piling: diameter of foundation pile/piles and number of piles per turbine:	
Monopile	1 pile of 11,5 to 15 meter
Multipile (including ‘tripods’ en ‘jackets’)	3 to 4 piles of 3 - 5 meter
In case of foundation without piling: dimensions on seabed:	
Gravity Based	Up to 50 meter in diameter
Suction Bucket	Up to 30 meter in diameter
Electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV, buried at a depth of 1 metre

Table S0.3 shows the alternatives to be assessed. The alternatives consist out of two baseline alternatives, and for both baseline alternatives an overplanting scenario of approximately 5 percent (2,1 GW) and of approximately 15 percent (2,3 GW).

The worst case situation may be different for different aspects. The worst case situations, being alternatives per aspect, are assessed and compared. Where useful, the possible best case situation has also been examined, to gain an understanding of the full range of effects. The theme chapters (chapters 5 through 11) describe the alternatives to be investigated (including the type of foundation) in more detail.

Table S0.3 Alternatives

Alternative 1a	Alternative 2a	Alternative 1b (overplanting 5%)	Alternative 2b (overplanting 5%)	Alternative 1c (overplanting 15%)	Alternative 2c (overplanting 15%)
134 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m

Assessment

To compare the effects of the alternatives for each aspect, they are assessed on a +/- scale compared to the zero alternative (which is the current situation and autonomous development). The following rating scale is used for this purpose, as shown in Table S0.4. The assessment is elaborated.

Table S0.4 Assessment methodology

Assessment relative to the zero alternative (the reference situation)	Score
The plan leads to a strong noticeable negative change	--
The plan leads to a noticeable negative change	-
The plan does not differ from the zero alternative	0
The plan leads to a noticeable positive change	+
The plan leads to a significant positive change	++

If the effects are marginal, this is indicated by 0/+ (marginal positive) or 0/- (marginal negative) where applicable.

The Appropriate Assessment quantifies effects in order to make statements on whether or not significant effects on Natura 2000 areas will occur.

Besides the effect of a wind farm in Site Gamma, cumulative effects of other wind farms and activities have also been considered, as well as mitigating measures.

6. Result of environmental Assessment

The following tables show the ratings of the alternatives by aspects according to the different assessment criteria, without the use of mitigation measures[8]. The tables are then discussed for each aspect.

6.1 Morphology and hydrodynamics

For the aspect morphology and hydrodynamics, two baseline alternatives and four overplanting alternatives were assessed. The two baseline alternatives are those in which placing the foundation and installing the soil protection results in the least and most soil disturbance, respectively. The two baseline alternatives are described below. The impact assessment is shown in Table S0.5.

- Alternative 1 (least soil disturbance, **best case**): a 15 MW turbine on a tripod foundation with a diameter of 3 meter per foundation pile. Scour protection (armour stone): three times the diameter of the foundation pile.
- Alternative 2 (most soil disturbance, **worst case**): a 20 MW turbine on a gravity-based foundation met a diameter of 50 meter, or on a suction bucket foundation with a diameter of 30 meter on the seabed. Scour protection for both cases (armour stones): three times the diameter of the foundation pile.

In addition to the baseline alternatives, four overplanting alternatives of 5 and 15 percent were assessed. In these cases, instead of 100 (20 MW) and 134 (15 MW) respectively, the following number of windturbines will be placed:

- 106 and 140 wind turbines (5%)
- 115 and 153 wind turbines (15%)

All morphological and hydrological changes resulting from the construction, use, removal and maintenance of the planned wind farm and cables are very limited in magnitude. Additionally, the effects during construction and removal are only temporary in nature and therefore indistinguishable from natural events. This results in many neutral assessments. Operation does bring long-term changes that are mainly assessed slightly negatively. The changes, when they occur, are very small compared to the natural dynamics of the area. Due to the relatively small size of the foundation piles, the relatively large distance between the wind turbines and the number of wind turbines, the changes are very localised. The impact is limited to the immediate vicinity of the foundation piles and the park cable route and is again only temporary. Only in the case of a gravity-based foundation the effects on water movement are slightly greater due to the larger dimensions of the foundation, thus scoring negative.

The expected changes as a result of the wind energy area are the same for the overplanting and baseline alternatives. The overplanting alternatives marginally lead to greater effects, especially the overplanting of 15%. However, the increase in effects for the overplanting alternatives due to additional turbines, compared to the baseline alternatives with 100 to 134 turbines is so small that the effects are very limited. This has resulted in the same impact assessment for the overplanting alternatives and the baseline alternatives.

[8] For marine life, however, the noise standards from the Ecology and Cumulation Framework 4.0 have been used as a starting point. These noise standards can only be met if measures are taken during pile driving.

Table S0.5 Impact assessment morphology and hydrology

Aspect (during construction,maintenance and operation)	Alternative 1a (15 MW)	Alternative 2a (20 MW)	Overplanting alternative 1b (5%) (15 MW)	Overplanting alternative 2b (5%) (20 MW)	Overplanting alternative 1c (15%) (15 MW)	Overplanting alternative 2c (15%) (20 MW)
Waves	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Water movement (water level and current)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Water depth and bedforms	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Soil composition	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Turbidity	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Water quality	0	0	0	0	0	0
Stratification	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sediment transportation	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.2 Birds and bats

Alternative 1 (134 to 153 turbines x 15 MW) results in several dozens to hundreds of bird casualties more than alternative 2 (100 to 115 turbines x 20 MW). Based on current knowledge, alternative 1, with more and smaller turbines, is expected to result in a higher number of bat casualties (an estimated max. 153) than alternative 2 (an estimated max. 115). Alternative 2 is therefore the most environmentally-friendly alternative from the perspective of birds and bats, mainly due to the lower number of collision casualties than the other alternative with more turbines. The complete impact assessment is summarised in Table S0.6.

Table S0.6 Impact assessment of the different IJmuiden Ver wind farm alternatives on colony birds, local seabirds, migratory birds and bats

Effects of wind farm	Alternative 1a	Alternative 1b	Alternative 1c	Alternative 2a	Alternative 2b	Alternative 2c
Wind turbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Construction phase birds						
- construction of foundations	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Construction phase bats						
- construction of foundations	0	0	0	0	0	0
- increased shipping	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Operation phase birds						
Local seabirds						
- collisions	--	--	--	-	-	-
- barrier effect	0	0	0	0	0	0
- habitat loss	-	-	-	-	-	-
- indirect effects	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

Breeding (colony) birds						
- collisions	-	-	-	-	-	-
- barrier effect	0	0	0	0	0	0
- habitat loss	-	-	-	-	-	-
- indirect effects	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Non breeding birds from Natura 2000						
- collisions	--	--	--	-	-	-
- barrier effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitat loss	0	0	0	0	0	0
- indirect effects	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Migratory birds						
- collisions	-	-	-	-	-	-
- barrier effect	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitat loss	0	0	0	0	0	0
- indirect effects	0	0	0	0	0	0
Bats						
- collisions	-	-	-	-	-	-
- barrier effect	0	0	0	0	0	0
- habitat loss	0	0	0	0	0	0
- indirect effects	-	-	-	-	-	-
Removal phase birds						
- deconstruction of foundations	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Removal phase bats						
- deconstruction of foundations	0	0	0	0	0	0
- increased shipping	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

An Appropriate Assessment has also been prepared for this Environmental Impact Assessment. This shows the following:

- Effects due to collisions and habitat loss on non-breeding birds from Natura 2000 areas, which use Site Gamma outside the breeding season, cannot be ruled out. Significant effects, however, can be ruled out.
- Significant negative effects of Site Gamma on breeding populations of lesser black-backed gulls from the Dutch Natura 2000 areas Dunes and Lage Land Texel, Dunes Vlieland and Wadden Sea can be ruled out. The additional mortality caused by the wind farm is at most 0.06%, and this falls below the 1% natural mortality standard.
- Effects on some species of migratory birds on seasonal migration from Natura 2000 areas as a result of collisions cannot be ruled out. Significant effects, however, can be ruled out.

A Species Assessment was also carried out for this Environmental Impact Assessment. This shows the following:

- For most species whose victims are expected in Site Gamma in IJmuiden Ver Wind Farm Zone, the predicted mortality for all species is less than 1.0% of the annual natural mortality of the population in the Dutch EEZ. The exceptions are the northern gannet, the great black-backed gull and the lesser black-backed gull. On this basis, for all species except the northern gannet, great black-backed gull and lesser black-backed gull, it can be said with certainty that the realisation of Site Gamma in IJmuiden Ver Wind Farm Zone will not lead to effects on the GSI of the populations concerned. This effect does still need to be assess for cumulation with other projects. This is described in paragraph 7 of this summary.

6.3 Marine life

Impacts on benthic animals and fish are small in magnitude and sometimes even slightly positive (see Table S0.7). However, for Sabellaria reefs there is a possible negative effect caused by the habitat destruction during bottom trawling activities. This effect is therefore assessed as slightly negative for benthic animals. Sabellaria reefs are a critical habitat potentially present in the plan area. This reef-forming species, which can reach a reef width of several metres, thus creating a habitat for other species, may be destroyed by turbine construction and scour protection. This effect will be greater for alternative (1c) where 53 more turbines are placed than alternative (2a). Compared to a monopile foundation, a gravity-based foundation covers a larger area and a tripod foundation a smaller area. Because of this, the effect will be greater and smaller, respectively. Nevertheless, the differences do not result in a distinctive assessment.

For marine mammals (porpoises and seals), effects will occur during the construction phase of the wind farm due to the underwater noise created by pile-driving activities (see Table S0.8). During pile driving, animals may be disturbed in their behaviour in a relatively large area around the sound source. Repeated exposure within a smaller area around the sound source could potentially lead to impairment of the auditory organ, but is unlikely due to the realisation of site Gamma. The noise calculations show that, when applying a noise level standard of 160 dB or 164 dB (SEL_{SS} at 750m (dB re 1 µPa2s)), this disturbance will not lead to population effects for either seals or porpoises, so the effects will not lead to a deterioration of the State of Conservation (Svi). For the overplanting alternative 1c, however, the disturbance days are exceeded, as calculated in the KEC 4.0. This alternative scores more negatively in the impact assessment. Even without exceeding the KEC 4.0 value, a limited disturbance occurs in marine mammal's behaviour. This effect increases especially as more turbines are installed. During operation, no effect occurs as a result of the presence of ships, turbines and hard substrate, and the absence of bottom trawling.

Table S0.7 Impact assessment benthos and fish

Phase	Effects wind farm	Benthos (1a – 2c)	Fish (1a – 2c)
Construction	Noise vibrations from pile driving	0	0/-
	Turbidity due to bottom trawling	0	0
	Habitat loss due to bottom trawling	-	0/-
Operation	Artificial hard substrate	0/+	0/+
	Exclusion of fishing	0/+	0
	EMF due to cables	0/-	0/-
Removal	Removal hard substrate	0	0
	Noise vibrations from removal	0	0/-

Table S0.8 Impact assessment marine mammals

Phase / effect		Alternative 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Construction							
Distrubance days (impulsive noise):	Porpoises	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
	Common seal	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
	Grey seal	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Number animals affected		0	0	0	0	0	0
Operation							
Disturbance by ships and turbines (continuous noise)		0	0	0	0	0	0
Presence hard substrate		0	0	0	0	0	0
Ban on bottom trawling		0	0	0	0	0	0
Removal							
Disturbance days (impulsive noise):	Porpoises	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
	Common seal	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
	Grey seal	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Number animals affected		0	0	0	0	0	0

6.4 Shipping and safety

Table S0.9 Impact assessment shipping and safety

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment
Safety	Probability of collision and drifting with wind turbines	-
	Consequential damage from collision and propulsion	0/-
Shipping	Diversion possibilities for crossing shipping	0

The total expected collision and drift frequency for site Gamma is 0.0468, which comes down to one collision every 21 years. From the most recent study (which assumes that there will be no passage in the wind farms), the total expected collision and drift frequency (with a turbine) for the scenario RK2030 is 0.987 per year (once every 1.0 year). This is the scenario from the original roadmap (up to IJmuiden Ver I-IV) plus the assignment to accelerate, but without the future roadmap 2040. Therefore, the assessment in terms of probability of collisions and drifts is negative (-).

For site Gamma the expected average number of casualties per year due to a collision or drift with a wind turbine is 0.034953 (score 0/-). That figure assumes a nacelle and mast falling on the deck of the ship.

There are few to no situations where site Gamma affects the sightlines for crossing shipping (score 0).

6.5 Landscape

For site Gamma, the worst-case turbines will be theoretically visible at an eye level of 1.6 metres and at a height of 20 metres (on the coast). However, the meteorological conditions will almost always obscure the turbines from view. The wind farm will theoretically be visible less than 1% of the time (less than 1 day per summer, and for less than 7 minutes on that day). Visibility receives a neutral score (0).

Table S0.10 Impact assessment landscape

Assessment criterion	Assessment
Visibility in percentage of time	0

6.6 Other use functions

The impact assessments for the various alternatives are not distinctive. Most effects on the other use functions are assessed neutrally because they are minor in magnitude, or can be ruled out beforehand. This applies to Aviation (excluding helicopter traffic), Sand, gravel and shell mining, Dredged sediment, Ship, shore and aviation radar, Cables and pipes, Telecommunications, Military activities, and Recreation and tourism.

Table S0.11 Impact assessment other use functions

Functions	Assessment criteria	Effectscore
Fisheries	Restrictions on fisheries	0/-
Mining	Restrictions on oil and gas extraction	-
Aviation	Interference civil aviation	0
	Interference helicopter traffic	0/-
	Interference Coast Guard	0
	Interference military aviation	0
Sand, gravel and shell mining	Restrictions on shallow mineral extraction	0
Dredged sediment	Restrictions of dredging locations	0
Ship, shore and aviation radar	Interference aviation radar	0
	Interference shore and ship radar	0
Cables and pipes	Interference cables and pipes	0
Telecommunications	Wave interference	0
Military activities and UXO	Interference military activities	0
	Presence unexploded ordnance	-
Recreation en tourism	Restrictions recreational navigation	0

Functions	Assessment criteria	Effectscore
	Restrictions coastal recreation	0
Cultural history and archaeology	Damage to archaeological remains	0/-
Existing wind farms	Influence on electricity yield from existing wind farms	0/-

The effects on fisheries as a whole are assessed slightly negatively. The area closure of the site is small compared to the area available to fishermen. However, individual fishermen may experience greater impacts than others if they frequently use fishing grounds within the site. The effects on helicopter traffic are also assessed slightly negatively due to the crossing of the Helicopter Main Route (KZ45) and limited overlap with Helicopter Protection Zone Unicorn B. The effects on cultural history and archaeology are also assessed slightly negatively due to the presence of (possible) archaeological values that need to be taken into account. Finally, there is a slightly negative effect on existing wind farms due to the proximity of wind energy area HKW, which can negatively influence the amount of wind another wind farm can capture.

The assessments for mining and unexploded ordnance are negative. For mining the effects are assessed negatively due to hydrocarbon extraction areas (with permits in force) that largely overlap with site Gamma. Within the sites the presence of UXO are highly likely, making necessary measures essential. With these measures, the possible effects will be mitigated.

6.7 Electricity yield

Table S0.12 Impact assessment electricity yield

Sub aspects	Assessment criteria	Impact assessment alternative 134 x 15 MW	Impact assessment alternative 140 x 15 MW	Impact assessment alternative 153 x 15 MW
Electricity yield	Electricity yield	++	++	++
Avoided emissions	CO_2-emission reduction	++	++	++
	SO_2-emission reduction	++	++	++
	NO_x-emission reduction	++	++	++

For the alternative with 134 x 15MW turbines (no overplanting) there is a calculated net electricity yield of 8,301 GWh/year. For the 5% overplanting scenario (140 x 15 MW) this is 8,589 GWh/year, and for the 15% overplanting scenario (153 x 15 MW) 9,297 GWh/year. The yields and avoided emissions are, logically, greater for a larger number of turbines (153 > 140 > 134). This, however, does not make a difference to the impact assessment.

7. Cumulation

The following table briefly indicates the cumulative effects and the consequences this has for the Wind Farm Site Decision. The first column indicates the aspect, the second column indicates which effects may be relevant in cumulation and the third column indicates the implications for the Wind Farm Site Decision.

Aspects	Relevant cumulative effects	Consequences of Wind Farm Site Decision
Morphology and hydrodynamics	At the level of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone, the effect on morphology and geology will be neutral. However, recent studies have shown that very large-scale developments of wind farm zones in the North Sea could potentially affect (mixing) and water movement and morphology. However, the extent of effects regarding these aspects and the repercussions on other geological and ecological processes is highly uncertain.	No consequences
Birds and bats	<u>Birds</u> On the basis of new cumulative casualty calculations as a result of, among other things, new density maps (see Appendix 10), significant negative effects can be ruled out for all species in the accumulation, including for razorbills and guillemots in the international scenario, where previous EIAs still exceed the acceptable level of impact (ALI) of these bird species. The ALI standard is also met for gannets and herring gulls, where the ALI standard was still exceeded within KEC 4.0. <u>Bats</u> Much less information is available on bats than on birds. The bats that fly over the North Sea are well established, but their numbers, the population sizes from which these animals originate and their behaviour at sea are not well known. According to the calculation method used, the number of casualties among pipistrelle bats, at 4,620 animals, is well above the PBR of 1,905 animals.	<u>Birds</u> Several studies on possible mitigation measures to reduce impacts are ongoing. These measures could potentially reduce the number of casualties. <u>Bats</u> Based on current knowledge, it cannot be ruled out with certainty that negative effects on the conservation status of rough-legged dwarf bat will occur in the worst-case scenario, even after applying downtime as a mitigation measure.
Marine life	<u>Benthos and fish</u> The increase in the number of wind turbines and foundations could lead to changes in flow, stratification or primary production of benthos. It is also possible that it facilitates colonisation by exotic species. However, not enough information is available to estimate these effects. <u>Marine mammals</u> Applying an underwater noise level of 160 dB re $1\mu Pa^2s$ or 164 dB re $1\mu Pa^2s$ on 750 meters of the noise source, the disturbance will not lead to significant cumulative effects for either seals or porpoises, so the effects will not lead to a deterioration of the State of Conservation (Svi).	There is a knowledge gap when it comes to changes in flow, stratification and primary production as a result of wind farms, as well as the possible effect of colonization by exotic species. If the noise standard described in this EIA is applied, effects on the GSI of marine mammals can be ruled out.
Navigation and safety	In this Environmental Impact Assessment, the cumulative impact of the different offshore wind farms is not considered separately. The considered zero alternative is therefore also the cumulative scenario. Most recent research indicates that the total expected collision and drift frequency (with a	No consequences

Aspects	Relevant cumulative effects	Consequences of Wind Farm Site Decision
	turbine) for the scenario Rk2030 (1281 turbines) is 0.56 per year (once every 1.8 years). For the scenario that includes acceleration, this frequency increases to 0.987 (once every 1.0 years).	
Landscape	IJmuiden Ver site Gamma is located at a great distance from the coast. Only because of this, it is visible for less than 24 hours on an annual basis. The same applies to nearby wind energy zones such as Hollandse Kust (west) and Nederwiek. Therefore, no significant contribution to cumulative effects is expected and no mitigating measures are required.	No consequences
Other uses	Fisheries The arrival of more offshore wind farms increases the total land used. As a result, a larger area will be closed to fishing. The future cumulative effect of this area closure for fisheries is partly determined by future developments in the ecology of the North Sea and the policy and socio-economic context. The possibility of more nature areas being closed to fishing in the future, and the possible closure of UK waters after 2025 increases this effect. Archaeology With a greater number of turbines in the North Sea, the likelihood of archaeological remains being affected, or NGE being struck, also increases. The realisation of the sites within the IJmuiden Ver Wind Farm Zone increases this chance, although good mitigation measures are available for this. Recreational navigation For recreational shipping, the cumulative effects are limited because it is allowed for ships up to 24 metres in length within certain wind farms, and for wind farms where this is not allowed, passages are designated that ships up to 46 metres can use. In addition, recreational shipping mainly uses the 10 to 20 km wide zone along the coast, so area closures further out to sea have a limited effect.	No consequences
Electricity yield	The increase of wind farms in the North Sea increases the potential wake effects. For site Gamma of IJmuiden Ver Wind Farm Zone, the number of full-load hours decreases from 4,130 to 3,605 due to the 'wind capture' of other wind farms. The wake losses increases by 11.0 percentage points, from 13.2 to 24.2% (for the layout with 134 turbines), and the net electricity yield decreases by 12.7% from 8,300 GWh/y to 7,245 GWh/y. The amount of avoided emissions decreases by 12.7%.	No consequences

8. Transboundary effects

For the aspects of birds and bats as well as marine life, transboundary effects are potentially to be expected.

8.1 Birds and bats

Breeding birds

IJmuiden Ver Wind Farm Zone is out of reach of breeding colonies situated in foreign Natura 2000 areas.

Non-breeding birds

Based on the cumulative calculations for both the razorbill and the guillemot, the standards for the international scenario (all wind farms in the central and southern North Sea expectedly operational up to 2029) are exceeded. This means that significant negative effects on the razorbill and guillemot cannot be ruled out. For other species, significant negative effects can be ruled out. Based on new cumulative casualty calculations as a result of amongst others new density maps (see Appendix 10), significant negative effects can be ruled out for all species, including razorbills and guillemots in the international scenario.

Chapter 6 and the Appropriate Assessment have concluded that, in cumulation, significant effects on populations within Natura 2000 areas are ruled out. This also applies to foreign Natura 2000 areas.

Migratory birds

Population models were established for the eight most critical migratory bird species as part of the KEC 4.0 study. Population models of the eight most critical migratory bird species identified in the KEC 4.0 indicate that among these migratory bird species, the applicable ALI standards will not be exceeded for the national and international scenario. Therefore, significant effects on migratory bird populations and significant effect on (foreign) Natura 2000-areas can be ruled out.

8.2 Marine life

Fish

For fish, the effects of piling are marginal and also highly site-specific. Pile-driving will therefore not result in any transboundary effects. Operational noise from a wind turbine has no demonstrable effect on the fish community and therefore no transboundary effects.

Sea mammals

The disturbed area for sea mammals lies entirely inside the Dutch EEZ. The calculations made regarding the effects on marine mammals apply to the population within the NCP. No calculations have been done for other populations. The disturbed area lies entirely outside Natura 2000 areas designated for porpoises or seals in the Netherlands or abroad. There are no transboundary effects or direct externalities.

9. Mitigation

Assessments show that the conditions of the legal framework can be met for most aspects. Mitigating measures are required to limit cumulative effects on birds, bats and porpoises and to ensure that the conservation status does not deteriorate. However, the occurrence of (residual) negative effects due to construction, operation and removal of the wind farm cannot be excluded when mitigating measures are

taken. These possible residual effects can be mitigated by the following measures. These are therefore measures that can be taken additionally. Decisions making on which mitigating measures will be implemented are made in the Wind Farm Site Decision.

Aspect	Effect	Possible mitigating measures
Birds and bats	Disturbance	Build in June to September when few disturbance-sensitive species are present. Apply minimal lighting on vessels, with a 'bird-friendly' colour.
	Disturbance and casualties	Apply design measures, such as creating corridors or using an alternative shape of the wind farm (diamond, square, etc.). However, not much is yet known about the effectiveness and exact design. Increase detection probability of the wind farm for birds by reflectors, lasers and noise (depending on bird species and thus bound by various restrictions). Shutting down of wind turbines during certain weather conditions in combination with detected migration peaks. Install the smallest possible number of large wind turbines instead of larger number of smaller wind turbines. Install two-bladed instead of three-bladed turbines. Smart planning of maintenance work. When turbines are shut down it can prevent casualties (consider periods of increased bird activity.
	Disturbance	Dismantle at a time when few disturbance-sensitive species are present.
Aquatic life	Disturbance and habitat destruction	<u>Benthos</u> Use the smallest possible foundation. Sparing locations of biogenic reefs. In future possibly (after operation) biodegradable materials for erosion protection <u>Marine mammals</u> Use acoustic measures (piling walls, bubble screens, etc.). Choose the shallowest locations in the planned area. Conduct piling work when the density of marine mammals is low (autumn). Choose a small number of, relatively large turbines rather than several smaller ones. Use alternative foundation techniques, such as vibrating, screwing or blue piling. Use other foundations, such as tripods, jackets or suction buckets.
	Disturbance and habitat destruction	<u>Benthos</u> Do not remove wind turbine pillars and embankments so that the developed aquatic communities remain. Use biodegradable concrete structures.

Aspect	Effect	Possible mitigating measures
Shipping and safety	Collision risk and vessel movements	Using the Automatic Identification System (AIS) and VHF antenna in the park Vessel traffic management (VTM) Additional marking and identification of wind turbines Deployment of an Emergency Towing Vessel Additional SAR capacity ETV equipped with pesticides against oil pollution Physical barrier at wind farms to prevent collision
Morphology and hydrodynamics	N/A	N/A
Landscape	N/A	N/A
Other uses	Restriction on fishing areas	There are opportunities for fishery-friendly design of wind energy areas. However, for stakeholders as a whole, the benefits do not seem to outweigh the costs.
	Mining	Move drilling site outside wind farm and reach field with oblique drilling.
	Unexploded ordnances	Further investigation is required to detect unexploded ordnances and then clear them.
	Impact on archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable to avoid a (possible) archaeological objects.
Electricity yield	N/A	N/A

10. Considerations on preferred alternative

Introduction

In this section, some considerations are given for the choice of the preferred alternative, which will be made possible in the Wind Farm Site Decision. It concerns the bandwidth considered in this Environmental Impact Assessment and the mitigating measures to be taken.

Bandwidth considerations

There are no aspects in this Environmental Impact Assessment that constrain the considered range.

Considerations on mitigating measures

A number of measures are needed to limit cumulative effects on birds, bats and porpoises, and to guarantee the GSI. These include, for example, a shutdown provision during bird and bat migration and compliance with an underwater noise standard during pile driving. Table S12 lists the possible measures identified in this Environmental Impact Assessment that could mitigate impacts. The choice will be explained in the Wind Farm Site Decision.

Splitting of site IJmuiden Ver Gamma

This EIA has been prepared for the purpose of taking a site decision for site Gamma in wind energy area IJmuiden Ver with a capacity of at least 2 GW. The Minister of Climate and Green Growth intends to split the site of about 2 GW into two sites of about 1 GW. Upon request, chapter 13 explains for each environmental aspect what the splitting of site Gamma into a site Gamma-A and Gamma-B may mean for the impact assessment in the EIA, Appropriate Assessment (AA) and Species Assessment (SA) and Marine Strategy Framework Directive (MSFD). The split may result in more diverse periods of operations and possibly more working vessels. This additional effect is expected to be very limited. In addition, the main assessment with regard to the ecological themes in the SA (Appendix 7) and AA (Appendix 8) and MSFD test (Appendix 11) takes place in cumulation with other wind farms in the North Sea. For both site

IJmuiden Ver Gamma and the split sites (A & B), an equal cumulation scenario with other wind farms in the North Sea applies. It is concluded that the splitting of site Gamma does not affect the conclusions and impact assessments presented in the EIA, AA, SA and MSFD.

Conclusion

The Wind Farm Site Decision can enable the preferred site bandwidth at the considered location. However, the application of (at least) the necessary measures should be secured in the context of birds, bats and porpoises.

11. Knowledge gaps

Although there has been significant construction of new offshore wind farms in recent years, offshore wind farm development still has a relatively short history. There are known monitoring evaluations of offshore wind farms in England, Denmark, Germany and the Netherlands, among others. These are results of relatively short monitoring periods. Better insight into the exact nature and extent of the effects with (empirical) research can only be expected in the long term. However, current development and research programmes do provide tools for impact prediction, as presented in this Environmental Impact Assessment with a worst-case approach. During (the preliminary investigation of) the impact prediction for the present Environmental Impact Assessment, several knowledge gaps were identified that limit the understanding of the nature and extent of the impacts of a wind farm in Site II. Knowledge gaps remain about the effects, including the cumulative effects of multiple wind farms among themselves and in cumulation with other activities in the North Sea.

The knowledge gaps that exist are not only due to the recent past of offshore wind energy. In general, much knowledge about animal species and their densities, diversity and behaviour still needs to be expanded. Each impact assessment chapter explains the gaps in knowledge per environmental theme that are relevant in the context of this EIA.

The gaps in knowledge do not mean that a good picture has not been obtained of the effects of a wind farm in Site Gamma in IJmuiden Ver Wind Farm Zone. However, it is important for the decision-making process to have insight into the uncertainties that played a role in the impact predictions. This insight has been provided with this Environmental Impact Assessment.

12. Monitoring and evaluation

12.1 WOZEP

The monitoring and evaluation programme WOZEP focuses on important ecological questions around construction and operation of wind farms at sea that are mainly of a generic nature rather than wind farm specific.

The Wozep covers both the ongoing development of the KEC tool (update and implementation of knowledge) and the MEP (the monitoring and research programme). The MEP covers monitoring and research as mandated by the Environmental Management Act.

The Wozep thus replaces the monitoring obligation per wind farm. In this way, an efficiency improvement is also achieved which also contributes to cost-efficient realisation of the offshore wind energy targets.

On the one hand the evaluation of the Wozep pays attention to the translation of new knowledge into the KEC tool (this can also mean checking assumptions and/or effect calculations) and on the other hand as a translation into policy and management consequences. Example of the latter is the imposition or adaptation of mitigation measures. In the Wozep, the study focuses in particular on gaining more insight into the cumulative ecological effects and visualises and advises the competent authorities.

Current situation

A multi-year monitoring and research programme was published at the end of 2016, broadly outlining the research lines for the period 2017-2023. Meanwhile, the Wozep Multi-Year Programme 2024-2030 has also been adopted. Every year, progress, results and whether new questions have arisen are reviewed. Each year, this results in an Annual Plan that lists the new subprojects that will be carried out the following year.

For more information see website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch.

The gaps in knowledge from this Environmental Impact Assessment provide input for monitoring within WOZEP (for the ecological aspects) and for monitoring for the shipping and morphology and hydrology aspects.

12.2 MOSWOZ

In 2019, Rijkswaterstaat investigated the cumulative effects of wind farms on shipping safety. It concerns the wind farms to be built on the southern part of the Dutch North Sea until 2030. In total, it concerns some 850 additional wind turbines over an area of some 1,600 km^2.

Despite much research and the involvement of all kinds of experts, there are still uncertainties about the actual risks and about the effectiveness of a number of measures. This is the reason why the Monitoring and Research Programme on Marine Safety Wind at Sea (MOSWOZ) was launched. Running until 2029, the programme will monitor shipping safety developments in relation to implementation of offshore wind farms over the next few years. The ultimate goals is to gain more insight into the effect on shipping safety of offshore wind farms and to be able to respond to innovations in this area in a timely manner.

To achieve these goals, MOSWOZ has worked out the aforementioned knowledge gaps into research questions and then bundled them into various themes. Within these themes, answers to research questions will be sought over the next few years, in order to be able to properly support and advise policymakers and other stakeholders.

The programme is designed to make use of progressive understanding. Choices and priorities are geared to current events.

Table S0.13 MOSWOZ themes

Theme	Explanation theme
Hydro/Meteo	Analysing if there are hydrodynamic or meteorological effects that are relevant for shipping safety in the vicinity of wind farms.
Collisions	Analysing what the possible scenarios are when a ship collides or drifts into a wind turbine.

Theme	Explanation theme
Emergency towing vessels	Explore deployment of multiple Emergency Rescue and Towing Vessels (ERTV's) – effectiveness and modus operandi.
Transit	Mapping the risks of wind farm transit versus rerouting.
Traffic control	Establish a form of traffic control together with the Coast Guard.
Monitoring	Tracking how shipping traffic and maritime safety risks change as a result of wind farm construction.
Anchorage areas	Investigate whether and, if so, how better use of anchorage areas can help improve shipping safety.
Crisis organisation	Exploring the impact on crisis organisation (related to complexity).
Foreign benchmarking	Exchange knowledge and insights with our neighbouring countries on policy and management issues for shipping safety in and around offshore wind farms.

For more information, see website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/

1 Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. In 2022 heeft de (toenmalig) Minister voor Klimaat en Energie de doelstelling voor wind op zee verhoogd tot een vermogen van 21 GW. In de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030[9] is opgenomen welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld worden. Het gaat hierbij om de windenergiegebieden IJmuiden Ver (noord), Hollandse Kust (west) kavel VIII, Nederwiek, Lagelander en Doordewind, welke zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027.

De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In paragraaf § 7.2.3 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) zijn algemene regels voor windparken op zee vastgelegd.. Voor een overzicht van benodigde besluiten zie Kader 1.1.

De Minister van Klimaat en Groene Groei kan een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Dit gebeurt in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (artikel 3, lid 1 Wwoz).

Dit document betreft het MER voor kavel Gamma in het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Figuur 1.1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel.

[9] R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022

Figuur 1.1 Verkaveling Windenergiegebied IJmuiden Ver

Legenda

Routekaart Wind op Zee

- Routekaart 2030 (oorspronkelijk)
- Routekaart 2030 (aanvullend)

Kavels IJmuiden Ver

- Bruto kavel
- Netto kavel

Kavelindeling windenergiegebied IJmuiden Ver

Windenergiegebied IJmuiden Ver		
Kavel	Opp. netto (ha)	Opp. bruto (ha)
Alpha	18579	18804
Beta	18624	19598
Gamma	19287	22731

Op 30 juni 2022 is in de Kennisgeving conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau kavelbesluiten voor kavels V en VI (die samen zijn opgegaan als kavel Gamma[10]) in windenergiegebied IJmuiden Ver het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende MER. Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau milieueffectrapporten kavelbesluiten V en VI van windenergiegebied IJmuiden Ver gepubliceerd (Stct 2022, 17082). Hierin wordt een toelichting gegeven op het initiatief om deze kavels uit te geven en is beschreven wat in dit MER onderzocht wordt. Van 1 juli 2022 tot en met 11 augustus 2022 heeft de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD) ter inzage gelegen voor de milieueffectrapportage voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver. Op 2 juni 2023 datum is de definitieve NRD gepubliceerd.

De windturbines die in het windenergiegebied IJmuiden Ver geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het beoogde kavel Gamma wordt aangesloten op het Net op zee IJmuiden Ver Gamma. Het gaat daarbij om het platform op zee, de kabels die van dit platform naar land lopen en aansluiting via een converterstation op het hoogspanningsnet op land. Voor het net op zee wordt door TenneT een aparte procedure inclusief milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen[11].

[10] De kavel Gamma werd tot voor kort aangeduid als IJmuiden Ver kavels V-VI. Onlangs heeft een naamwijziging plaatsgevonden. Er wordt nu gesproken over IJmuiden Ver Gamma. In eerdere documenten wordt nog verwezen naar de oude naam IJmuiden Ver kavels V – VI.
[11] https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-gamma

Kader 1.1 Besluiten windenergie

Besluiten windenergie op zee

Voordat een windpark op zee gebouwd kan worden, is een aantal besluiten nodig.

1. Eerst worden in een nationaal waterplan gebieden op de Noordzee aangewezen die geschikt zijn voor windenergie. Voor de periode 2022-2027 is dit het Programma Noordzee, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027. Alleen binnen deze windenergiegebieden mogen kavels worden uitgegeven.
2. Binnen die gebieden wordt vervolgens voor elk windpark een kavel aangewezen. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden.
3. Los van het kavelbesluit worden het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee van netbeheerder TenneT voorbereid. Het inpassingsplan uit de Wet ruimtelijke ordening wordt in de Omgevingswet vervangen door het instrument 'projectbesluit'). Het net op zee wordt voor een of meer kavels aangelegd en zorgt voor de stroomverbinding van het windpark of windparken met het landelijk hoogspanningsnet. Het net op zee bestaat uit een platform met een verbinding van vier kabels onder de zeebodem naar de kust. Dit zijn de pluspoolkabel (+525kV), minpoolkabel (-525kV), metallic return (back up kabel) en een glasvezelkabel. Vervolgens worden de landkabels via een converterstation op een bestaand hoogspanningsstation aangesloten.
4. Wie uiteindelijk een windpark mag bouwen, wordt bepaald in een tenderprocedure waarvoor geïnteresseerde partijen een voorstel kunnen indienen. Deze stap vindt plaats nadat een kavelbesluit is genomen. De indiener aan wie een kavel wordt toegewezen ontvangt een vergunning als bedoeld in artikel 12 van de Wet windenergie op zee.

Een kavelbesluit wordt in een vaste volgorde genomen met de volgende mogelijkheden voor inspraak of beroep:

- Eerst bestaat een mogelijkheid tot inspraak op de conceptnotitie reikwijdte en detailniveau die beschrijft wat er in de m.e.r.procedure onderzocht zal worden. De inspreker kan daarbij aangeven wat in het milieueffectrapport (meer, of anders) onderzocht moet worden om tot een ontwerp-kavelbesluit te komen.
- Als het onderzoek naar de milieueffecten is afgerond, bestaat een mogelijkheid om een zienswijze kenbaar te maken over het ontwerp-kavelbesluit en het MER en de 'passende beoordeling, waarbij aangegeven kan worden wat er aan veranderd zou moeten worden. Een 'passende beoordeling' is een beoordeling van de effecten van een activiteit op de natuurdoelstellingen van een Natura 2000-gebied. De betreffende stukken worden ter inzage gelegd.
- Een definitief kavelbesluit staat open voor beroep bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Het kavelbesluit wordt gepubliceerd in de Staatscourant.

Een belangrijk onderdeel van een kavelbesluit behelst de toets van de natuuraspecten. Ingevolge de Wet windenergie op zee worden de toetsen die op grond van de Omgevingswet dienen te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Bij de toetsing speelt het Kader Ecologie en Cumulatie een belangrijke rol (zie paragraaf 2.1.7).

1.1 M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit

De m.e.r.-procedure voor besluiten die gaan over activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten, is voorgeschreven op grond van nationale en Europese wetgeving. De aard en omvang van deze activiteiten (wanneer m.e.r.-plichtig of m.e.r.-beoordelingsplichtig) zijn opgenomen in het Omgevingsbesluit bijlage V. De m.e.r.-procedure resulteert in een rapport, het milieueffectrapport (MER). De inhoudelijke eisen die gesteld worden aan een MER staan in Afdeling 11.2 van het Omgevingsbesluit.

Voor het kavelbesluit wordt een project-m.e.r. doorlopen. Het kavelbesluit treedt in de plaats van een omgevingsvergunning Natura 2000-activiteiten (artikel 5.1, lid 1 onder e van de Omgevingswet) en een omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit (artikel 5,1, lid 2 onder g van de Omgevingswet)[12]. Het detailniveau van dit MER is zodanig dat voor de realisatie van het windpark op basis van het kavelbesluit, geen verdere m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden.

Omdat het niet op voorhand uit te sluiten is dat er significante effecten op Natura 2000-gebieden optreden bij de realisatie van windparken in windenergiegebied IJmuiden Ver, wordt er ook een ‘Passende Beoordeling’ opgesteld voor het kavelbesluit. Deze maakt onderdeel uit van dit MER en bevat een beoordeling van de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

1.2 Inhoud milieueffectrapportage

Het doel van dit MER is om informatie te leveren die het mogelijk maakt om het milieubelang - in brede zin - een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming van het kavelbesluit. Hiertoe bevat dit MER de volgende zaken:

- De locatieonderbouwing: geschiktheid windenergiegebied IJmuiden Ver.
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied IJmuiden Ver.
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsalternatieven binnen het kavel. Dit gebeurt door binnen een bandbreedte te variëren in de posities van windturbines en diens eigenschappen zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

1.3 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van de Minister van Klimaat en Groene Groei, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.

Ook bij het tot stand komen van de verkaveling van het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn en worden partijen betrokken middels consultatie in het voortraject en via de inspraakmogelijkheden. Ook is uitgebreide informatie te vinden op de website windopzee.nl.

[12] Artikelen 5 en 7, lid 1 van de Wwoz

Advies Commissie voor de m.e.r.

De Commissie voor de m.e.r. heeft op 30 mei 2024[13] een toetsingsadvies geven over een eerdere versie van dit MER (de versie van 8 januari 2024). De Commissie signaleerde bij de toetsing dat het MER bijna compleet is. Op twee punten ontbreekt nog belangrijke informatie. Het gaat om de volgende punten:

- Potenties verhoging tiplaagte windturbine: De verhoging van de tiplaagte (de afstand van de rotorbladen tot het wateroppervlak) zou volgens het MER (belangrijk) kunnen bijdragen aan het verminderen van het aantal vogelslachtoffers. Een nadere beschouwing en uitwerking van deze maatregel ontbreekt.
- Effecten aanvaringen en mogelijke verdrinkingen: Het MER brengt de risico's in beeld van aanvaringen met schepen en verdrinkingen, maar de effecten daarvan zijn niet in beeld gebracht of aangeduid als kennisleemte. Niet is aangegeven hoe wordt omgegaan met deze onzekerheden.

De analyse van het verhogen van de tiplaagte is uitgevoerd voor de meest relevante zeevogels en opgenomen in hoofdstuk 8 van bijlage 4.

Ten aanzien van scheepvaartveiligheid is in bijlage 6 en hoofdstuk 8 informatie toegevoegd over:

- de risico's op olie uitstroom op basis van (inter)nationaal onderzoek;
- actieve verkeersbegeleiding (VTMon) als mitigerende maatregel, ook de effectiviteit van deze maatregel is beschouwd;
- de kennisleemten over effecten van aanvaringen en verdrinkingen, waarbij is aangeven hoe met deze leemten in kennis wordt omgegaan.

Tot slot beveelt de Commissie aan om voor volgende kavelbesluiten te onderzoeken of, en zo ja hoe, de uitkomsten van alle milieuaspecten meer in samenhang in beeld gebracht kunnen worden. Een aanzet hiertoe is opgenomen in hoofdstuk 12 (conclusies) in dit MER voor IJmuiden Ver Gamma.

De Commissie voor de m.e.r. heeft een toetsingsadvies uitgebracht op basis van een eerdere versie van het MER (de versie van 8 januari 2024). Naast bovenstaande wijzigingen op basis van het toetsingsadvies zijn er op hoofdlijnen nog de volgende wijzigingen doorgevoerd in het definitieve MER zoals dat nu voorligt:

- De kavelgrens van kavel Gamma is verkleind aan de zuidzijde met 100 tot 200 meter, zodat de breedte van de clearway in lijn is met het uitgangspunt van het Programma Noordzee (zie ook Kader 3.1). Voor het aspect scheepvaartveiligheid is een aanvullend memo opgesteld (zie bijlage 6a aanvulling achtergrondrapport scheepvaartveiligheid). Daaruit blijkt dat de verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties iets afnemen, maar deze afname is verwaarloosbaar klein. De conclusie is dat de alternatieve kavelgrenswijziging als gevolg van het verkleinen van kavel Gamma met 100 tot 200 meter geen effect heeft op de eerder getrokken conclusies uit bijlage 6 (achtergrondrapport scheepvaartveiligheid).
- In bijlage 10 bij dit MER zijn nieuwe cumulatieve vogelslachtofferberekeningen opgenomen. Belangrijkste aanleiding voor nieuwe cumulatieve berekeningen voor vogels is omdat de uitgangspunten in KEC 4.0 ten aanzien van dichtheidskaarten, aantallen windturbines en afmetingen zijn geactualiseerd. Uit deze cumulatiestudie kan worden geconcludeerd dat op basis van de nieuwe berekeningen de cumulatieve effecten op vogels in dezelfde ordegrootte liggen, waarmee de effecten van de nieuwe berekeningen op hoofdlijnen vergelijkbaar zijn als reeds

[13] https://www.commissiemer.nl/adviezen/3808

eerder gepresenteerd. De enige conclusie die op basis van de nieuwe berekeningen wijzigt is: op basis van de nieuwe berekeningen zijn ook significant negatieve effecten op zeekoet en alk in het internationale scenario uitgesloten (dat is en was ook het geval in het nationale scenario), waarbij dat niet het geval was op basis van de eerdere resultaten uit het MER.

- Tekstuele aanpassingen naar aanleiding van het advies van de Commissie in hoofdstuk 7 (onderwaterleven), zodat duidelijker is dat er voor de beoordeling in eerste instantie wordt vergeleken met de zeezoogdierverstoringsdagen uit KEC 4.0 en dat er in de cumulatie wordt getoetst aan de populatie middels de ecologische norm[14].
- Uitsplitsing van aanvaringsslachtoffers onder de ruige dwergvleermuis voor kavel 1 van Nederwiek (zuid), het nationale scenario en het internationale scenario. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd in paragraaf 6.7.4.

1.4 Inspraak

Deze m.e.r.-procedure kent twee momenten waarop zienswijzen kunnen worden ingediend. Er heeft er een plaatsgevonden rondom de terinzagelegging van de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau van 1 juli 2022 tot en met 11 augustus 2022. Vervolgens is de definitieve Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) door de Minister vastgesteld op 2 juni 2023 en deze NRD vormt het kader voor dit MER. Het tweede moment is tijdens de terinzagelegging van de ontwerp-kavelbesluiten voor kavel Gamma in het gebied IJmuiden Ver, inclusief het onderhavige MER voor deze kavel.

De inspraakperiodes worden bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant of op een andere geschikte wijze. Na verwerking van de zienswijzen worden de definitieve kavelbesluiten vastgesteld. Tegen die besluiten kan beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de relevante wet- en regelgeving en het beleidskader voor dit MER beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de locatiekeuze van windenergiegebied IJmuiden Ver beschreven en wordt nader ingegaan op de kavelbegrenzingen van kavel Gamma. Hoofdstuk 4 gaat in op de te onderzoeken bandbreedte en inrichtingsalternatieven. Vervolgens zal hoofdstuk 4 het beoordelingskader schetsen van de verschillende te onderzoeken milieuaspecten. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 t/m 11 de verschillende milieuaspecten beschreven en beoordeeld. Deze milieueffecthoofdstukken hebben vergelijkbare opbouw. In hoofdstuk 12 wordt een afweging en conclusie gegeven. In hoofdstuk 13 wordt een overzicht gegeven van de gevolgen voor de effectbeoordeling van dit MER wanneer het 2 GW kavel wordt gesplitst in twee kavels van elk 1 GW.

Tevens zijn een aantal bijlagen opgenomen met achtergronddocumenten ten aanzien van een aantal milieuaspecten zoals scheepvaart, zeezoogdieren en vogels. Ook de Passende Beoordeling vormt een bijlage, evenals de toetsing van de soortbescherming , het natuurwaardenonderzoek, in het kader van de Omgevingswet namelijk het verrichten van een flora- en fauna-activiteit.

[14] De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat dat de populaties op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft zonder aanleg van windparken.

2 Wet- en regelgeving en beleidskader

2.1 Beleid windenergie op zee

2.1.1 Ronde 1 en 2 windparken (Waterwet)

De bouw en exploitatie van de eerste windturbines op de Noordzee zijn vergund op basis van de Waterwet. Hieronder vallen de zogenoemde ‘ronde 1-parken’, te weten het Offshore Windpark Egmond aan Zee (10 kilometer uit de kust bij Egmond) en het Prinses Amaliawindpark buiten de 12-mijlszone (voorheen genaamd Q7, 22 kilometer uit de kust bij IJmuiden). Deze hebben een vermogen van respectievelijk 108 en 120 MW.

Vervolgens zijn ook de zogenoemde “ronde 2-parken” op die manier vergund. Hieronder vallen de drie windparken Luchterduinen (voorheen Q10), en Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats). Deze hebben een vermogen van respectievelijk 129 en twee maal 300 MW.

2.1.2 Wet windenergie op zee (Wwoz)

Op grond van artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie op zee kan de Minister van Klimaat en Groene Groei een kavelbesluit nemen, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. In het kavelbesluit wordt een kavel aangewezen ten behoeve van een windpark, en de aansluitverbinding tussen het windpark en het net op zee. Ingevolge artikel 3, tweede lid, van de Wet windenergie op zee kan een kavel slechts worden aangewezen binnen de daartoe aangewezen windenergiegebieden in het nationaal waterprogramma (o.b.v. artikel 3.9, lid 2 onder e van de Omgevingswet).

Bij de voorbereiding van het kavelbesluit moeten de belangen zoals opgenomen in artikel 3, derde lid, van de Wet windenergie op zee, onderzocht en afgewogen worden. Deze belangen betreffen de vervulling van maatschappelijke functies op zee, de gevolgen voor derden, het ecologisch belang, de kosten om een windpark in het gebied te realiseren, en het belang van een doelmatige aansluiting op een elektriciteitsnet.

Met betrekking tot het ecologische belang is een belangrijk onderdeel van het kavelbesluit de toets van de natuuraspecten. De geïntegreerde uitvoering van de toets van de natuuraspecten is nader uitgewerkt in de artikelen 5 en 7 van de Wet windenergie op zee. Dit heeft als gevolg dat er geen aparte omgevingsvergunning flora- en fauna-activiteit of Natura 2000-activiteit op grond van de Omgevingswet nodig is.

Op grond van artikel 4, eerste lid, van de Wet windenergie op zee worden aan het kavelbesluit regels en voorschriften verbonden. Daarbij gaat het met name om locatie-specifieke randvoorwaarden voor de bouw en exploitatie van een windpark teneinde de hierboven genoemde belangen te beschermen. Naast het verbinden van regels en voorschriften moeten ook onderdelen in het kavelbesluit opgenomen worden zoals gesteld in artikel 4, tweede lid, van de Wet windenergie op zee. Dit betreft onder meer de uitkomsten van locatie-specifieke onderzoeken.

Op grond van hoofdstuk 3 van de Wet windenergie op zee kan door de Minister van Klimaat en Groene Groei een vergunning verleend worden voor de bouw en exploitatie van een windpark op zee binnen een kavel waarvoor een kavelbesluit is genomen. In deze vergunning wordt onder meer bepaald voor welk

tijdvak de vergunning geldt en binnen welke termijn de in de vergunning aangegeven activiteiten moeten worden verricht. Overigens moeten alle windparken voldoen aan de bepalingen in paragraaf § 7.2.3 van het Bal.

2.1.3 Aanwijzing windenergiegebieden in het Nationaal Water Programma

De Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Klimaat en Groene Groei leggen samen in het Nationaal Water Programma de hoofdlijnen vast van (onder meer) het Noordzeebeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid. De Omgevingswet vormt de grondslag voor het opstellen van een nationaal waterplan met de hoofdlijnen van het nationaal waterbeleid waar het Noordzeebeleid onderdeel van uitmaakt.

Een onderdeel van het Programma Noordzee is het aanwijzen van gebieden waar kavels voor windparken kunnen worden uitgegeven. Vanuit de EU is de CO_2-reductiedoelstelling voor 2030, mede op verzoek van ons land, verder aangescherpt tot 55 procent. Daarom zijn er extra windparken nodig voor 2030. Maar ook voor de periode daarna. Tot 2050 zal minimaal 38 GW aan windenergie op zee worden gerealiseerd, zoals is berekend in de Noordzee Energie Outlook.

In het Programma Noordzee worden (de buitengrenzen van) gebieden op zee aangewezen waar windparken gebouwd mogen worden (binnen nog uit te geven kavels). Om hierin een zorgvuldige afweging te kunnen maken wordt onderzoek gedaan naar onder andere:

- het effect van windparken op zee op de ecologie;
- de gevolgen voor interactie met scheepvaart;
- de mogelijkheden voor verplaatsing en/of medegebruik van militaire oefengebieden;
- de interactie met mijnbouwactiviteiten.

In het Programma Noordzee 2022-2027 worden niet alleen nieuwe windenergiegebieden aangewezen maar ook enkele gebieden herbevestigd die eerder in het Nationaal Waterplan 2016-2021 zijn aangewezen. Windenergiegebied IJmuiden Ver is een van die gebieden, zie Figuur 2.1. Het Programma Noordzee bevat tevens ruimtelijke kaders voor de inpassing van windparken op zee op diverse aspecten.

Figuur 2.1 Ligging aangewezen windenergiegebieden op zee – Nationaal Water Programma (Programma Noordzee)

2.1.4 Routekaart windenergie op zee

Op 7 december 2016 heeft het kabinet Rutte II de Energieagenda aan de Tweede Kamer aangeboden (Kamerstukken II, 2016/17, 31 510, nr. 64). Hierin kondigde het toenmalige kabinet een nieuwe routekaart voor windenergie op zee aan. Op 27 maart 2018 is door de Minister van Economische Zaken en Klimaat deze routekaart windenergie op zee aangeboden aan de Tweede Kamer (Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42). De belangrijkste uitgangspunten bij de routekaart windenergie op zee zijn:

- Doorgaan met de uitrol van gebieden verder op zee binnen de al in het Nationaal Waterplan aangewezen gebieden, in een gelijkmatig tempo van gemiddeld 1 GW per jaar.
- Het Rijk houdt de regie bij de ruimtelijke besluiten en voorbereidende onderzoeken en TenneT sluit de windparken aan.
- Doorgaan met kostprijsverlaging en stimuleren van innovatie en concurrentie. Streven is dat windparken op zee subsidievrij gerealiseerd worden.
- Verzilveren van verdienkansen en uitbreiden van de werkgelegenheid.
- Combineren met andere functies op de Noordzee waarmee synergie-effecten zijn te behalen, voor zover dit de kosten van windenergie op zee verder reduceert of de maatschappelijke kosten van de energietransitie beperkt. Het kan gaan om natuurontwikkeling, visserij, olie- en gaswinning, interconnectie en energieopslag.
- Voorbereiden op de mogelijkheden van grootschalige multinationale windparken en op internationale verbindingen op zee om deze windparken aan te sluiten, en eventueel de keuze voor nieuwe aan te wijzen windenergiegebieden.

De oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030 omvatte plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ten minste 6,1 GW. Samen met de al bestaande windparken, en de plannen uit de routekaart 2023, zou daarmee circa 11 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn in 2030. De aanvullende routekaart windenergie op zee voegt daar nog 10 GW aan toe, om in 2030 circa 21 GW aan gezamenlijk vermogen windenergie op zee te hebben. De planning uit de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 staat in Tabel 2.1 hieronder. Bij de aanvulling op de routekaart is ervoor gekozen om de kavels in het windenergiegebied Lagelander niet te benutten. De belangrijkste reden hiervoor is dat dit gebied de komende jaren nog intensief gebruikt wordt voor de winning van gas en er, naast windenergie op zee, ook andere nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden die maken dat een efficiënte benutting van het gebied in de periode tot circa 2030 lastig is vorm te geven. In de (aanvullende) routekaart is er uitgegaan van 2 kavels (V en VI) in windenergiegebied IJmuiden Ver (noord). In de NRD is ervoor gekozen om één kavelbesluit te nemen voor kavel V en VI (kavel Gamma).

Tabel 2.1 – Aanvullende routekaart Windenergie op Zee 2030 (juni 2022)

Omvang (ca. GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Tender Kavels	(Verwachte) ingebruikname windpark
1,0	In 2015 bestaande windparken	-	-
0,7	Borssele, kavels I en II	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	Gerealiseerd in 2016	2020
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	Gerealiseerd in 2017	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	Gerealiseerd in 2019	(2022 - 2023)
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	Gerealiseerd in 2020	(2023)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	Gerealiseerd in 2022	(2025 - 2026)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		(2025 - 2026)
1,0	IJmuiden Ver, kavel III (Beta)	Vierde kwartaal 2023	(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV (Beta)		(2028)
1,0	IJmuiden Ver, kavel I (Alpha)		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, kavel II (Alpha)		(2029)
1,0	IJmuiden Ver, kavel V (Gamma)	Tweede kwartaal 2025	(2029)
1,0	IJmuiden Ver, kavel VI (Gamma)		(2029)
2,0	Nederwiek (zuid), kavel I		(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel II	2026	(2030)
2,0	Nederwiek (noord), kavel III		(2031)
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VIII	2026/2027	N.t.b.
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	2026/2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel I	2027	(2031)
2,0	Doordewind, kavel II	2027	(2031)

2.1.5 Noordzeeakkoord en Programma Noordzee

Om stevig maatschappelijk eigenaarschap van de visie, ambitie en keuzes in het Noordzeebeleid voor de lange termijn te waarborgen, hebben het Rijk en de betrokken belangenorganisaties in 2020 onder onafhankelijk voorzitterschap het Akkoord voor de Noordzee gesloten. Dit Noordzeeakkoord brengt met afspraken over keuzes en beleid de strategische opgaven voor de energietransitie (uit het Klimaatakkoord), natuurherstel en een gezonde toekomst voor visserij op de Noordzee concreet en langdurig met elkaar in balans. Daarbij wordt rekening gehouden met andere gebruikers zoals zeevaart, defensie, recreatie en zandwinning. Het Akkoord voor de Noordzee vormt samen met de internationale beleidsontwikkelingen, de wettelijke kaders en de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) de basis voor de

beleidsvoornemens die in het Programma Noordzee 2022-2027 zijn uitgewerkt, waaronder de realisatie van windenergie op zee.

Het Programma Noordzee 2022-2027 geldt voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) en de niet-bestuurlijk ingedeelde territoriale zee. Ook geeft het programma invulling aan de vereisten van de Europese richtlijn Maritieme Ruimtelijke Planning. Het is daarmee tevens het door de EU vereiste Ruimtelijk Maritiem Plan. De ambitie van het beleidsdocument is het bereiken van een duurzaam en veilig gebruik van de Noordzee dat bijdraagt aan de maatschappelijke, economische en ecologische doelstellingen van Nederland. De opgave is om de juiste maatschappelijke balans te vinden om te kunnen komen tot een ruimtelijke ontwikkeling van de Noordzee die efficiënt en veilig is en past binnen de randvoorwaarden van een gezond ecosysteem. De concrete uitwerking van deze opgave gebeurt op basis van de voortzetting van bestaand beleid, en nieuw beleid. In het Programma Noordzee zijn ruimtelijke uitgangspunten, afwegingskaders en beleid geformuleerd voor de inpassing van windparken op zee.

2.1.6 Overige nationale wetgeving

De Nederlandse wet geldt in beginsel in de Nederlandse territoriale zee (de 12-mijlszone). Buiten de Nederlandse territoriale zee zijn in de EEZ alleen de wetten van toepassing die voor die zone door de wetgever van kracht zijn verklaard. Dat zijn bijvoorbeeld de Wet windenergie op zee, de Omgevingswet en de Mijnbouwwet. Voor kavel Gamma geldt dat deze geheel buiten de Nederlandse territoriale zee is gelegen, maar binnen de EEZ.

2.1.7 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp in de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Volgens het Programma Noordzee moeten ruimtelijke besluiten, zoals kavelbesluiten, voor windenergie op zee worden beoordeeld aan de hand van het toetsingskader Ecologie en Cumulatie. Aan de hand van dat toetsingskader wordt beoordeeld of uitgesloten kan worden dat een windpark op zee afzonderlijk, of in cumulatie met andere windparken, ongewenste effecten op de ecologie zal hebben. Dat toetsingskader wordt het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) genoemd. Het KEC is in 2021 (versie 4.0) op basis van de laatste inzichten herzien[15].

In de Kamerbrief van juni 2022 schrijft de Minister dat de grenzen van de ecologische kaders worden genaderd met het toenemende aantal windparken op de Noordzee. De conclusie in het KEC is dat voor de meeste beschermde soorten de effecten binnen de werknormen (Acceptable Level of Impact, of ALI) blijven die hiervoor in het KEC worden gehanteerd. Voor twee vogelsoorten (de jan-van-gent en de zilvermeeuw) kwam naar voren dat bij verdere uitrol van windenergie op zee, op basis van de huidige kennis en met inachtneming van het voorzorgsprincipe, de norm overschreden wordt waardoor de kans op een populatie-afname groter wordt. De definitieve toetsing van de te realiseren windparken in relatie tot de ecologische ruimte vindt plaats in onderhavig milieueffectrapportage. Het aspect stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden is niet in het KEC betrokken, maar wordt aanvullend behandeld in de passende beoordeling (zie bijlage 8).

[15] Zie https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/

2.1.8 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

Op grond van de Elektriciteitswet 1998 (Stb, 2016, 116.) is TenneT aangewezen als de beheerder van het net op zee voor het transport van met wind opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet. De kavel wordt door TenneT voorzien van een transformatorstation in zee en een aansluitverbinding met het hoogspanningsnet op het land. Dit net op zee is geen onderdeel van het kavelbesluit. Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor de kavel en het net op zee wel zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.
De ontwerpbesluiten voor het net op zee IJmuiden Ver Gamma hebben ter inzage gelegen van 23 december 2022 tot en met 2 februari 2023. Dit net op zee zal het windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver met een gelijkstroomverbinding aansluiten op het hoogspanningsnet op land. Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee IJmuiden Ver Gamma, is een MER opgesteld en wordt de rijkscoördinatieregeling doorlopen.

2.2 Belangrijkste internationale beleid

Een aantal internationale afspraken en beleidskaders speelt op de achtergrond. Ze werken indirect door in dit MER in verschillende milieuaspecten. Hieronder zijn de belangrijkste genoemd.

2.2.1 Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening

Kaderrichtlijn Mariene Strategie

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht elke Europese lidstaat tot het vaststellen van een mariene strategie, welke is gericht op bescherming, behoud en herstel van het mariene milieu (een goede milieutoestand (GMT) van de Noordzee) waarbij tevens een duurzaam gebruik van de Noordzee wordt gegarandeerd.

De Nederlandse Mariene Strategie voor de Noordzee bestaat uit drie delen, die met tussenpozen van twee jaar zijn verschenen. Elk deel heeft een looptijd van zes jaar en wordt dan geactualiseerd.

1. Mariene Strategie deel 1 (2018-2024), een beschrijving van de huidige milieutoestand, de gewenste goede milieutoestand, milieudoelen, descriptoren en indicatoren.
2. Mariene Strategie deel 2 (2020-2026), dat het KRM-monitoringprogramma beschrijft en toelicht hoe Nederland dit uitvoert.
3. Mariene Strategie deel 3 (2022-2027), het Programma van maatregelen dat Nederland heeft opgesteld en uitvoert om de goede milieutoestand te behalen. Dit document is een bijlage bij het Programma Noordzee 2022-2027.

De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf kwalitatieve descriptoren. Per descriptor zijn er verschillende criteria beschreven ter beoordeling van de goede milieutoestand. In Bijlage 11 (KRM-toets) wordt per descriptor een toelichting gegeven en de eventuele invloed van de aanleg en exploitatie van een windpark in kavel Gamma van IJmuiden Ver.

Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening

Tevens in Europees verband vastgesteld, is de Richtlijn Maritieme Ruimtelijke Ordening (RICHTLIJN 2014/89/EU) welke het volgende bevat (artikel 9):

> Maritieme ruimtelijke planning zal bijdragen aan het doeltreffende beheer van maritieme activiteiten en het duurzame gebruik van de natuurlijke hulpbronnen van zeeën en kusten, door een kader te scheppen voor consistente, transparante, duurzame en wetenschappelijke besluitvorming. Om de doelstellingen te verwezenlijken moeten in deze richtlijn verplichtingen worden vastgelegd om een maritiem planningsproces op te stellen dat moet leiden tot een maritiem ruimtelijke plan of maritieme ruimtelijke plannen; in een dergelijk planningsproces moet rekening worden gehouden met de wisselwerkingen tussen land en zee, en moet de samenwerking tussen de lidstaten worden bevorderd. Onverminderd het bestaande acquis van de Unie op het vlak van energie, vervoer, visserij en milieu mogen met deze richtlijn geen nieuwe verplichtingen worden opgelegd, met name in verband met de concrete keuzen van de lidstaten over de manier waarop het sectorale beleid op deze gebieden wordt gevoerd, maar moet deze richtlijn er veeleer op gericht zijn via het planningsproces bij te dragen aan het nastreven van dit beleid.

Op basis van eerder beschreven wetten, structuurvisies en overige beleidskaders kan worden verondersteld dat voldoende rekening is gehouden met deze richtlijn.

2.2.2 OSPAR-verdrag (1992)

Het OSPAR-verdrag vormt een overkoepelend juridisch kader voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijke deel van de Atlantische oceaan. Hieronder valt ook de Noordzee. Het OSPAR-verdrag heeft als belangrijkste doel 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 aangetaste zeegebieden te herstellen indien mogelijk.

Samen met 14 andere landen en de EU heeft Nederland dit verdrag ondertekend en is derhalve gebonden aan de bepalingen zoals opgenomen in het verdrag. Voor wat betreft de aanleg, exploitatie en verwijdering van windenergie op zee betreft dit de bepalingen in relatie tot het voorkomen van nadelige effecten van menselijk handelen.

Bijlage V van het verdrag bestrijkt alle mogelijke activiteiten die negatieve effecten op mariene ecosystemen en biodiversiteit kunnen hebben en voorziet in de mogelijkheid om deze (indien nodig) te reguleren, met uitzondering van visserij. Tevens bestaan er beperkingen voor de regulering van scheepvaart, waarvoor de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) de primaire verantwoordelijkheid draagt en slechts aanvullende maatregelen kunnen worden genomen binnen het OSPAR-verdrag.

De voornaamste maatregelen die zijn vastgesteld door de OSPAR-commissie in het kader van bijlage V hebben betrekking op:

- het identificeren en beschermen van bedreigde of achteruitgaande soorten en habitats;
- het in kaart brengen van (potentieel) schadelijke activiteiten;
- het instellen van (een netwerk van) beschermde zeegebieden;
- het ontwikkelen van ecologische kwaliteitsdoelstellingen ter ondersteuning van de ecosysteembenadering.

Het verdrag hanteert de volgende criteria voor de vaststelling van menselijke activiteiten voor de toepassing van hetgeen gesteld in bijlage V:

- de omvang, intensiteit en duur van de desbetreffende menselijke activiteit;
- feitelijke en mogelijke nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke soorten, leefgemeenschappen en habitats;

- feitelijke en potentiële nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke ecologische processen;
- onomkeerbaarheid of duurzaamheid van deze gevolgen.

2.2.3 ASCOBANS (1994)

Dit verdrag heeft als doel het beschermen van kleine walvisachtigen in de Noordzee en Oostzee. Initiatieven, zoals de aanleg van kabels en leidingen, mogen niet tot verstoring van walvisachtigen leiden. Om het doel van ASCOBANS te verwezenlijken zijn de partijen verplicht om binnen hun rechtsmacht en in overeenstemming met hun internationale verplichtingen de instandhoudings-, onderzoek- en beheersmaatregelen uit te voeren die zijn opgenomen in de bijlage van het verdrag. Hier betreft het voornamelijk het voldoen aan hetgeen gesteld is in artikel 1, onder c en d van de bijlage;(c) the effective regulation, to reduce the impact on the animals, of activities which seriously affect their food resources, and (d) the prevention of other significant disturbance, especially of an acoustic nature.

2.2.4 Bats-agreement (1994)

De bats-agreement[16] heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie[17] dat als doel heeft (met name bedreigde) migrerende diersoorten te beschermen en te behouden. Uit het verdrag volgt dat lidstaten wordt aanbevolen om mitigerende maatregelen te nemen bij windparken ter bescherming van (migrerende) vleermuizen. In de kavelbesluiten wordt middels het voorschrijven van een mitigerende maatregel (stilstandvoorziening) en een monitorings- en evaluatieprogramma uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie, en meer specifiek de bats-agreement.

2.2.5 Wadden Sea Seals (1990)

Wadden Sea Seals[18] heeft als doel om door samenwerking een gunstige staat van instandhouding van de Gewone zeehond te bereiken en te behouden in de Noordzee. De overeenkomst vloeit voort uit de Bonn-conventie. In de kavelbesluiten wordt middels het voorschrijven van een geluidsnorm voor onderwatergeluid en een monitorings- en evaluatieprogramma uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie en meer specifiek Wadden Sea Seals.

[16] Agreement on the Conservation of Populations of European Bats
[17] Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals
[18] Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea

3 Locatiekeuze

3.1 Locatiekeuze IJmuiden Ver

In het Programma Noordzee 2022 - 2027 zijn eerder aangewezen gebieden herbevestigd als windenergiegebied. Daarbij is ervoor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven en zijn de kavels nog niet allemaal vastgelegd. IJmuiden Ver is een van die gebieden.

Onderzoek naar de locatiekeuze in eerdere MER's

In de MER's voor de kavels van windenergiegebied Borssele en voor de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid)[19] is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de windenergiegebieden gemaakt, waaronder IJmuiden Ver. Uit deze vergelijking op hoofdlijnen komen de volgende factoren naar voren waar rekening mee gehouden moet worden bij de verdere ontwikkeling van windenergie in de windenergiegebieden. Dit zijn aandachtspunten voor het vervolg van dit MER.

- Ecologie
  - Voor vogels zijn significant negatieve effecten, al dan niet in cumulatie, niet zonder maatregelen uit te sluiten. Er is nader onderzoek benodigd bij de specifieke inrichting van de gebieden.
  - Voor zeezoogdieren (bruinvissen en zeehonden) zijn significant negatieve effecten op voorhand niet uit te sluiten zonder mitigerende maatregelen. Om de effecten, ook in cumulatie, terug te brengen dienen mogelijk grenzen aan de geluidsemissie bij de aanleg van funderingen gesteld te worden.
- Andere functies
  - Voor het windenergiegebied Hollandse Kust geldt dat deze te midden van gebieden met een verhoogde scheepvaartactiviteit ligt. De veiligheid voor de scheepvaart bij de inrichting van deze gebieden is een aandachtspunt.
  - Voor met name het windenergiegebied Hollandse Kust en in iets mindere mate IJmuiden Ver en Ten noorden van de Waddeneilanden geldt dat de aanwezige activiteiten voor de olie- en gaswinning (exploratie, winning of gebruik van platforms) een aandachtpunt zijn voor de ontwikkeling van de windenergiegebieden.
  - Voor alle windenergiegebieden geldt dat bij de ontwikkeling van de gebieden het bevisbaar oppervlak afneemt en ook dat vissersboten mogelijk dienen om te varen.
- Kosten
  - Het gebied Hollandse Kust heeft naar verwachting de laagste kosten per kWh, gevolgd door Borssele, Ten Noorden van de Waddeneilanden en tot slot IJmuiden Ver.

[19] Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel I, 12 juni 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel II, 12 juni 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel III en innovatiekavel (kavel V), 13 november 2015; Milieueffectrapport kavelbesluit Borssele kavel IV, 13 november 2015; MER kavel I Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 22 mei 2016; MER kavel II Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), 22 mei 2016. Alle MER-en zijn te vinden op de volgende site: https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/bureau-energieprojecten/afgeronde-projecten/windparken.

Onderzoek naar de locatiekeuze in Programma Noordzee

Het Programma Noordzee 2022-2027, dat onderdeel is van het Nationaal Waterprogramma, heeft acht zoekgebieden op kaart gezet die in aanmerking komen om aangewezen te worden als windenergiegebied in de Noordzee tot 2040. Drie daarvan zijn reeds in de aanvullende routekaart 2030 opgenomen. Ook zijn een viertal bestaande, maar nog niet benutte (delen van) windenergiegebieden herbevestigd (waaronder IJmuiden Ver). Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave[20] is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO_2-reductie te kunnen behalen. Hiertoe is onderzocht wat nodig is voor het invullen van de resterende opgave van de 49%-doelstelling (0,7GW) in de bestaande windenergiegebieden en het vinden van ruimte voor de versnellingsopgave (55% EU-doelstelling) tot 2030.

Uit het planMER voor de aanvulling op het Programma Noordzee blijkt dat de circa 11 GW in de nieuw aangewezen en deels herbevestigde windenergiegebieden in zijn geheel nodig is om de 55% EU-doelstelling te kunnen halen. In Figuur 3.1 zijn deze gebieden in oranje aangegeven. Daarnaast is onderzocht in reeds eerder aangewezen windenergiegebieden welke het meest geschikt is voor het realiseren van de resterende opgave voor de 49% doelstelling. Deze ruimte is gevonden in het windenergiegebied Hollandse Kust (west). Het noordelijke deel (kavel Gamma) van het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn herbevestigd in het Programma Noordzee.

In (het plan-MER bij) het Programma Noordzee 2022-2027 is verder nagegaan of (het noorden van) windenergiegebied IJmuiden Ver geschikt is voor de realisatie van windenergie. Daarbij zijn de effecten van windenergie in het noordelijke deel van IJmuiden Ver op hoofdlijnen onderzocht voor wat betreft de aspecten ecologie, scheepvaart, visserij en mijnbouw. In het plan-MER is tevens gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden. Hieruit volgt dat het gebied niet minder geschikt is dan de overige aangewezen gebieden. Negatieve effecten zijn in algemene zin vergelijkbaar.

Een locatieafweging tussen de nieuw aangewezen en deels herbevestigde gebieden met het windenergiegebied IJmuiden Ver is in zoverre niet noodzakelijk, omdat voor het behalen van de doelstellingen alle aangewezen gebieden noodzakelijk zijn.

[20] Advies Stuurgroep Extra Opgave, kamerstukken II 2020-21, 32 813, nr. 683.

Figuur 3.1 Aangewezen windenergiegebieden op zee in Programma Noordzee.

3.2 Ligging en beschrijving van windenergiegebied IJmuiden Ver

Het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 53 kilometer vanaf de kust, gemeten van het dichtstbijzijnde punt in Texel. Het windenergiegebied had oorspronkelijk een oppervlakte van in totaal 1170 km^2. Echter is in het Programma Noordzee 2022-2027 de zuidelijke begrenzing van het windenergiegebied IJmuiden Ver aangepast vanwege de aanwijzing van de Bruine Bank als Vogelrichtlijngebied. Het beoogde gebied voor de kavel Gamma ligt in het noorden van dit gebied en heeft een oppervlakte van ca. 227 km^2. De waterdiepte in het gehele (oorspronkelijk aangewezen) windenergiegebied varieert van 16,8 tot 46,9 meter (lowest astronomical tide - LAT).[21]

De bodemeigenschappen zijn typerend voor een gebied met hoge getijde-energie en bevat zandruggen en zandgolven. Opmerkelijk zijn de zandruggen met een noord-zuidoriëntatie met een hoogteverschil tot 30 meter. Deze zandruggen zijn tussen de 20 en 50 kilometer lang, 1 tot 4 kilometer breed met een tussenliggende afstand van 5 tot 10 kilometer. Deze zandruggen komen voor in gebieden waar de getijdesnelheid groter is dan 0,5 m/s. De zandgolven hebben een hoogte van ongeveer 3 meter, een lengte van honderden meters tot 5 kilometer en een oriëntatie loodrecht ten opzichte van de zandruggen. De bodem bestaat voornamelijk uit fijn tot gemiddeld zand met een korreldiameter tussen de 150 en 350 µm. Deze zandlagen zijn in sommige gedeelten zeer kalkrijk en bevatten schelpfragmenten. Op sommige plekken is het zand ingesloten door zeeklei of leem met een totale dikte tot 15 meter.[22]

Zowel de oostelijke als westelijke begrenzing van het windenergiegebied wordt gevormd door scheepvaartroutes (zie Figuur 3.2). De zuidelijke grens van de kavel Gamma wordt gevormd door de voorgenomen ‘clearway’ ten behoeve van de ontsluiting van de zeehavens van IJmuiden en Amsterdam. De noordgrens van kavel Gamma wordt gevormd door het gebied dat obstakelvrij wordt gehouden in verband met helikopterbereikbaarheid (met een afstand van 5 nautische mijl) van platform K14-FB1, door het defensie-oefengebied EHD41 en het zuidelijk deelgebied van het nieuwe windenergiegebied Lagelander.

In het windenergiegebied IJmuiden Ver vindt (sleepnet)visserij plaats. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de betreffende visserijopbrengst in de geplande windenergiegebieden van de routekaart 2030, waaronder het windenergiegebied IJmuiden Ver.[23]

[21] Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op https://offshorewind.rvo.nl/generalIJmuiden

[22] ARCADIS, in opdr. van RvO.nl, 2019, Geological Desk Study IJmuiden Ver Wind Farm Zone, ref.180017.

[23] A. Mol, H. van Oostenbrugge, C. Röckmann & N. Hintzen. Wind op Zee: bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. (Wageningen Economic Research nota; No. 2019-011). Wageningen: Wageningen Economic Research, 2019.

Figuur 3.2 Ligging windenergiegebied IJmuiden Ver en verkaveling gebied

3.3 Ligging kavel in het Windenergiegebied IJmuiden Ver

Kavel Gamma in het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt aan de noordoostzijde van het windenergiegebied. Kavel Gamma wordt aan de noordzijde begrensd door het defensie-oefengebied EHD41, de helikopterveiligheidszone van platform K14-FB1 en het zuidelijk deelgebied van het nieuwe windenergiegebied Lagelander. Zowel aan de westzijde als oostzijde van kavel Gamma ligt een scheepvaartroute. In het midden van kavel Gamma wordt een zone vrijgehouden voor net op zee IJmuiden Ver Gamma. De zuidelijke grens van kavel Gamma wordt gevormd door de voorgenomen 'clearway' ten behoeve van de ontsluiting van de zeehavens van IJmuiden en Amsterdam.

3.3.1 Benodigde capaciteit

Het uitgangspunt is om ruimte te bieden aan een opgesteld vermogen van maximaal 2.300 MW[24]. Dit is vanwege de capaciteit van het beoogde TenneT platform Gamma op zee in het noorden van windenergiegebied IJmuiden Ver met een capaciteit van maximaal 2.300 MW, en gelet op een optimale benutting van de capaciteit van de te realiseren aansluiting (net op zee). In Figuur 3.3 is het systeem van Net op Zee schematisch weergegeven. Dit maakt geen onderdeel uit van het voorliggende MER. Het Net op Zee voor IJmuiden Ver doorloopt momenteel zelfstandige m.e.r.-procedures.

Figuur 3.3 Schematische weergave Net op Zee voor IJmuiden Ver

3.3.2 Samenhang met Net op zee

De indeling van de kavel in het gebied IJmuiden Ver wordt ontworpen in samenhang met de netten op zee. Op grond van de Elektriciteitswet 1998[25] is TenneT aangewezen als de beheerder van het net op zee voor het transport van met wind opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet. Kavel Gamma wordt door TenneT voorzien van een transformatorstation in zee en een aansluitverbinding met het hoogspanningsnet op het land. Dit net op zee is geen onderdeel van het kavelbesluit. Op het transformatorstation op zee wordt ook helideck voorzien. Met de uiteindelijke kavelgrenzen is hier rekening mee gehouden in dit MER (zie volgende paragraaf). Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor de kavel en het net op zee wel zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

[24] Voor de gelijkstroomplatforms is het maximaal in te voeden vermogen gelijk aan de gegarandeerde transportcapaciteit, te weten 2,3 GW per platform.
[25] Stb, 2016, 116.

Het milieueffectrapport voor het net op zee IJmuiden Ver Gamma heeft ter inzage gelegen van 23 december 2022 tot en met 2 februari 2023. Op 23 juni 2023 zijn de definitieve besluiten ter inzage gelegd. Dit net op zee zal het windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver met een gelijkstroomverbinding aansluiten op het hoogspanningsnet op land. De Minister van Klimaat en Groene Groei heeft de besluiten genomen voor het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee IJmuiden Ver Gamma. Op 4 augustus 2023 liep de beroepstermijn af voor de op 23 juni 2023 ter inzage gelegde definitieve besluiten. Er is beroep ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. De Raad van State zal hier te zijner tijd uitspraak over doen. Het net op zee IJmuiden Ver Gamma zal worden aangesloten op een hoogspanningsstation op de Tweede Maasvlakte.[26]

3.3.3 Verkaveling windenergiegebied IJmuiden Ver

Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver is ruimte voor 3 kavels van elk ca. 2 GW. De tender van de kavels Alpha en Beta is gepland in het vierde kwartaal van 2023. Voor kavel Gamma is dat het tweede kwartaal van 2025. Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee met betrekkelijk compacte kavels van ca. 10 MW/km^2.

De indeling van de kavels in het gebied IJmuiden Ver wordt ontworpen in samenhang met de netten op zee. Daarbij worden in eerste instantie belemmeringen voor de plaatsing van windturbines in kaart gebracht. In Figuur 3.4 tot en met Figuur 3.7 is het windenergiegebied IJmuiden Ver weergegeven met de aanwezige belemmeringen. Vervolgens wordt op basis van een zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen de mogelijke turbineposities en het platform (inter-array-kabels) gekomen tot een kavelindeling.

Bij de verkaveling worden diverse kaders en richtlijnen gehanteerd. In het Programma Noordzee 2022-2027 zijn bijvoorbeeld het ‘Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken’ en het ‘Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken’ opgenomen. Ook zijn onderzoeken verricht naar de effecten van zogturbulentie van windturbines op de vliegveiligheid[27] en naar de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms.[28]

Met de resultaten van deze onderzoeken wordt rekening gehouden bij het vaststellen van de uiteindelijke grenzen van de kavels. De beoogde grenzen van kavel Gamma zijn vastgelegd in het voorbereidingsbesluit[29] op grond van artikel 9 van de Wet windenergie op zee. Voor de kavels Alpha en Beta zijn inmiddels kavelbesluiten genomen.

Het zuidoostelijke deel van kavel Gamma wordt doorkruist door de Balgzand-Bacton-Leiding (BBL) pijpleiding (gas) die Nederland verbindt met het Verenigd Koninkrijk (zie Figuur 3.4). In de verkaveling wordt ook rekening gehouden met de aanleg van een telecomkabel tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland die ter plaatse van kavel Gamma parallel (ten zuiden) komt te liggen aan de BBL pijpleiding op een afstand van ongeveer 500 tot 1.300 meter.

[26] https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-gamma/fase-1
[27] NLR, in opdr. van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties, ref. NLR-CR-2016-266, 2016. Zie ook: To70, in opdr. van RvO.nl, Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms, ref 19.200.01, 2020.
[28] Helicopter accessibility “Hollandse Kust (west)”, “IJmuiden Ver” and “Ten noorden van de Waddeneilanden ”, te vinden op de website RvO.nl.
[29] Stcrt- 2023-6161

Er is daarnaast uitgegaan van onderhoudszones van ca. 500 meter aan de buitenzijden van zowel de pijpleiding als de toekomstige kabel. In het oosten van de beoogde kavel Gamma ligt nog een pijpleiding, die loopt van platform P06-A naar platform L10-AR. Deze pijpleiding krijgt een veiligheidszone van 500 meter aan weerszijden. In het westen van de beoogde kavel Gamma ligt een pijpleiding van platform K17-FA-1 naar K14-FB-1 en hier wordt rekening gehouden met onderhoudszones van 500 meter aan weerszijden. Binnen de beoogde kavel bevinden zich geen platforms. Ook zijn er geen verlaten kabels of leidingen in dit gebied. Wel is er met de kavelbegrenzing rekening gehouden met platform K17-FA-1 door het hanteren van een zone van 500 meter.

Voor de gebieden van de beoogde kavel Gamma is er een winningsvergunning voor koolwaterstoffen afgegeven (zie Figuur 3.5).[30] Het gaat om K18a en K17a. In K17a is het platform K17-FA-1 gesitueerd. Dit platform heeft geen helideck.

Er zijn ten noorden van windenergiegebied IJmuiden Ver enkele platforms met helidecks waarvoor een helikopterveiligheidszone (HPZ) is ingesteld (zie Figuur 3.6). Daarnaast kruist de helicopter main route (HMR) KY645 het gebied ter plaatse van de beoogde kavel Gamma. Een HMR is een luchtverkeersroute waar civiele helikopters opereren op een geregelde basis, voornamelijk van en naar olie-en gasplatforms. platform K17-FA-1.

Het TenneT-platform Gamma wordt geplaatst in het midden van kavel Gamma. Met de komst van een helideck op TenneT-platform gamma is rekening gehouden met de kavelbegrenzing. Dit is mede in overleg met TenneT gedaan om de helikopterbereikbaarheid van de platformen te waarborgen. Bovendien zal er een straalverbinding worden gerealiseerd tussen de TenneT stations Beta en Gamma. Daarvoor is een ononderbroken vrije ruimte nodig.

De kortste afstand tussen de beoogde kavel Gamma en de noordelijke begrenzing van het Natura 2000-gebied Bruine Bank is 28 kilometer. In de Bruine Bank gelden instandhoudingsdoelen voor een aantal vogelsoorten. De overige in de Nederlandse Noordzee aangewezen gebieden Noordzeekustzone, Friese Front, Voordelta en Klaverbank liggen op respectievelijk ca. 51, 48, 120 en 92 kilometer afstand. De Waddenzee, en de verschillende beschermde duingebieden op de Waddeneilanden zijn gelegen binnen een afstand van circa 70 kilometer.[31]

[30] De vergunninghouder van een opsporings- of winningsvergunning zal vanaf het moment van bekendmaking van het voorbereidingsbesluit voor het kavelbesluit (artikel 9 van de Wet windenergie op zee) er wel rekening mee moeten houden dat alleen een mijnbouwinstallatie in of zeer nabij de kavel zal mogen worden geplaatst indien het gaat om een tijdelijke mijnbouwinstallatie die tijdig wordt verwijderd. De plaatsing van permanente mijnbouwinstallatie in de directe nabijheid van de kavel is ook niet bij voorbaat uitgesloten. Wel zal dan rekening moeten worden gehouden met beperkingen in helikopterbereikbaarheid en/of de noodzaak om velden schuin aan te boren.

31 In het Programma Noordzee is bepaald dat voor 2025 onafhankelijk wordt onderzocht of de Hollandse Kust, de Vlakte van de Raan, de Borkumse Stenen, de Klaverbank, de Doggersbank en de Centrale Oestergronden voldoen aan de selectiecriteria voor aanwijzing als Vogelrichtlijngebieden.

Figuur 3.4 Kabels en leidingen in windenergiegebied IJmuiden Ver

Figuur 3.5 Olie- en gasvelden in windenergiegebied IJmuiden Ver

Figuur 3.6 Ligging mijnbouwplatforms en helikopterinfrastructuur windenergiegebied IJmuiden Ver

Figuur 3.7 Ligging Natura2000 gebied ten opzichte van windenergiegebied IJmuiden Ver

3.3.4 Definitieve kavelgrenzen windenergiegebied IJmuiden Ver

Figuur 3.8 laat de definitieve kavelgrenzen in onderhavig MER van windenergiegebied IJmuiden Ver zien inclusief oppervlaktes.

Kader 3.1 Uitgangspunt breedte clearway Programma Noordzee

De breedte van de clearway tussen IJmuiden Ver Gamma en Beta varieert in dit MER tussen de 6.200 en 6.300 meter. In het Programma Noordzee is echter als uitgangspunt een breedte van 6.400 meter opgenomen. Om de breedte van de clearway in lijn te brengen met het uitgangspunt van het Programma Noordzee dient de kavelgrens van kavel Gamma te worden verkleind aan de zuidzijde met 100 tot 200 meter. In het MER is dus een ruimere kavelgrens opgenomen en daarmee zijn de onderzochte effecten van een windpark in kavel Gamma in onderhavig MER worst-case. Een verkleining van de kavel aan de zuidzijde zal altijd tot minder of gelijke milieueffecten leiden. Enige uitzondering hierop is het positieve effect van een windpark in termen van elektriciteitsproductie en vermeden emissies. Door het kleinere kavel dienen turbines dichter bij elkaar geplaatst te worden, hetgeen betekent dat windturbines minder elektriciteit opwekken omdat meer wind van elkaar wordt afgevangen. Omdat het slechts om een beperkte verkleining van het kavel gaat met 100 tot 200 meter, zal dit niet effect van een minder hoge elektriciteitsproductie slechts beperkt zijn en niet leiden tot andere scores voor het aspect elektriciteitsproductie. Voor het aspect scheepvaartveiligheid is een aanvullend memo opgesteld (zie bijlage 6a aanvulling achtergrondrapport scheepvaartveiligheid). Daaruit blijkt dat de verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties iets af nemen, maar deze afname is verwaarloosbaar klein. De conclusie is dat de alternatieve kavelgrenswijziging als gevolg van het verkleinen van kavel Gamma met 100 tot 200 meter geen effect heeft op de eerder getrokken conclusies uit bijlage 6 (achtergrondrapport scheepvaartveiligheid).

Geen verkavelingsalternatief

Een uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is dat Natura 2000-gebieden worden ontzien. Dat betekent dat in het windenergiegebied IJmuiden Ver ten zuiden van de beoogde kavel Alpha geen kavels mogen worden uitgegeven. Een tweede uitgangspunt is dat binnen het aangewezen windenenergiegebied IJmuiden Ver een clearway nodig is om een veilige doorvaart te garanderen voor de scheepvaart. Het gaat dan om de ferry-verbinding met Newcastle in het Verenigd Koninkrijk en meer in het algemeen de verbinding van drukke scheepvaartroutes met de havens van IJmuiden en Amsterdam.

In het voorjaar van 2022 is de NRD voor de kavels Alpha en Beta gepubliceerd welke ten zuiden van de beoogde clearway liggen. Gelet op het bovenstaande resteert enkel beschikbare ruimte in het uiterste noorden van het windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze ruimte is geschikt voor één kavel van 2 GW, uitgaande van een dichtheid van ca. 10 MW/km^2. Er zijn geen ruimtelijke alternatieven binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver.

Ook in het aan IJmuiden Ver grenzende windenergiegebied Lagelander is voorlopig nog geen ontwikkeling van windparken aan de orde, omdat het gebied nog intensief wordt benut voor onder andere mijnbouw en het aangewezen militair oefengebied EHD41.

Gelet op deze uitgangspunten wordt in de milieueffectrapporten voor kavel Gamma geen alternatieve verkaveling onderzocht.

Figuur 3.8 Definitieve voorkeursverkaveling windenergiegebied IJmuiden Ver

Legenda

Routekaart Wind op Zee

- Routekaart 2030 (oorspronkelijk)
- Routekaart 2030 (aanvullend)

Kavels IJmuiden Ver

- Bruto kavel
- Netto kavel

Kavelindeling windenergiegebied IJmuiden Ver

Windenergiegebied IJmuiden Ver		
Kavel	Opp. netto (ha)	Opp. bruto (ha)
Alpha	18579	18804
Beta	18624	19598
Gamma	19287	22731

4 Aanpak effectbeoordeling

4.1 Inleiding bandbreedte-benadering

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van elektriciteit met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit (zie tekstkader). In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde ‘kavel’). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen een dergelijke kavel.

De kavel binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver wordt aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In dit hoofdstuk wordt deze bandbreedte beschreven (zie paragraaf 4.2). Paragraaf 4.3 geeft een overzicht van welke aspecten beoordeeld worden en in paragraaf 4.4 wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de mogelijke effecten plaatsvindt. Paragraaf 4.5 gaat tot slot in op mitigerende maatregelen. In Kader 4.1 staat kort een uitleg van de bandbreedte-benadering en de te beschouwen alternatieven.

Kader 4.1 Bandbreedte en alternatieven

Bandbreedte

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbinetypes en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een vooraf bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft binnen de bandbreedte de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die het kavelbesluit mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een worst-case-benadering: als de worst-case-situatie van de bandbreedte wat betreft de effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen binnen de bandbreedte mogelijk.

Alternatieven

De worst case situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere worst case situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de worst case situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een worst case situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

4.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven

4.2.1 Bandbreedte

Om de bandbreedte in opstellingsmogelijkheden te onderzoeken is het enerzijds nodig om na te gaan welke effecten nog toelaatbaar zijn in een worst-case-situatie en deze worst-case-situatie te beschrijven (zie tekstkader). Anderzijds is het van belang te weten welke wensen in de energiesector bestaan ten aanzien van turbinegrootte, aantal turbines en funderingswijze.

Als uitgangspunt voor het bepalen van de bandbreedte is verder aangehouden dat het moet gaan om opties die redelijkerwijs (technisch) realiseerbaar zijn binnen de termijnen verbonden aan de uit te geven kavel.

Onderstaand wordt kort ingegaan op de turbines, de funderingen en de elektrische infrastructuur. Uitwerking vindt plaats in bijlage 2, waarin meer gedetailleerd wordt ingegaan op afmetingen en funderingen van turbines en details als aanlegmethoden etc.

Turbines

Het is de trend om naar steeds grotere turbines te gaan bij de realisatie van windparken op zee. Echter, vanuit oogpunt van kosten en risico's is het de vraag of de allergrootste turbines, die nu alleen nog op de tekentafel bestaan, daadwerkelijk in de kavel gebouwd zouden zullen worden.

In het KEC 4.0 is aangegeven dat om de cumulatieve effecten binnen acceptabele grenzen te houden, inzet van mitigerende maatregelen nodig is. Hiervoor zijn verschillende scenario's doorgerekend, waarbij de minimale omvang van de turbines (en daarmee het aantal op te richten turbines) is gevarieerd over de verschillende windenergiegebieden. Uit de voorgaande analyses bleek dat met name enkele vogelsoorten effecten ondervinden. Om de effecten niet de PBR-waarde (Potential Biological Removal) te laten overschrijden is in voorgaande kavelbesluiten een mitigerende maatregel ingezet waarbij de ondergrens van de bandbreedte van de turbinegrootte steeds verder is opgerekt: van (minimaal) 4 MW voor kavels I-II Borssele, naar 6 MW voor kavels III-V Borssele en kavels I-IV Hollandse Kust (zuid), 8 MW voor kavel V Hollandse Kust (noord),14 MW voor kavels VI en VII Hollandse Kust (west) en 15 MW voor de kavels Alpha en Beta IJmuiden Ver.

Bij het bepalen van de turbineafmetingen is uitgegaan van de trend die leidt naar turbines met relatief grotere rotoren en een toename van het aantal megawatt opgesteld vermogen per turbine. Uitgaande van een ondergrens van 15 MW, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in Tabel 4.1. Deze tabel is in basis afkomstig van ECN (nu onderdeel van TNO) en geeft de benodigde rotordiameter bij verschillende vermogensdichtheden van de windturbinerotoren (in Watt per m^2 rotoroppervlak) en opgestelde vermogens. Dit is in dit MER gebruikt om de rotordiameter te bepalen van turbines met een bepaald vermogen. Rotordiameters die buiten de bandbreedte van dit MER vallen zijn in het donkergrijs weergegeven.

Tabel 4.1 Rotordiameters van turbines bij een gegeven vermogen en rotor vermogendichtheid.

Opgesteld vermogen (MW)	15 MW	16 MW	17 MW	18 MW	19 MW	20 MW
Vermogendichtheid rotoroppervlak (W/m^2)						
250	276	285	294	303	311	319
260	271	280	289	297	305	313
270	266	275	283	291	299	307
280	261	270	278	286	294	302
290	257	265	273	281	289	296
300	252	261	269	276	284	291
310	248	256	264	272	279	287
320	244	252	260	268	275	282
330	241	248	256	264	271	278
340	237	245	252	260	267	274
350	234	241	249	256	263	270
360	230	238	245	252	259	266
370	227	235	242	249	256	262
380	224	232	239	246	252	259
390	221	229	236	242	249	256
400	219	226	233	239	246	252
410	216	223	230	236	243	249
420	213	220	227	234	240	246
430	211	218	224	231	237	243
440	208	215	222	228	234	241
450	206	213	219	226	232	238
460	204	210	217	223	229	235
470	202	208	215	221	227	233
480	199	206	212	219	224	230
490	197	204	210	216	222	228
500	195	202	208	214	220	226
510	194	200	206	212	218	223
520	192	198	204	210	216	221

De minimale afstand waarop de turbines gepositioneerd worden is aangenomen op minimaal 4 maal de rotordiameter, de maximale afstand bestaat uit de afstand die aangehouden wordt als de kavel wordt opgevuld met turbines. Indien de kavel niet homogeen wordt ingevuld met turbines, kunnen tussen sommige turbines grotere afstanden ontstaan.

Funderingen

Turbines worden aangelegd met behulp van een monopile, jacket, tripod, gravity based, suction bucket of drijvende fundering. De aanlegwijze kan per funderingstype verschillen. Daarom zijn intrillen, heien, boren en suction (bij een suction bucket fundering) beschouwd. Afhankelijk van bodemopbouw, diepte, grootte van de turbine en kostenoverwegingen wordt gekozen voor een bepaalde fundering. De aanleg van de funderingen gaat gepaard met milieueffecten, bijvoorbeeld in de vorm van onderwatergeluid door het heien van palen. Om de range aan mogelijke effecten te onderzoeken zijn alle nu gangbare vormen van funderingen beschouwd. Uitgangspunt is dat elke wijze van funderen moet voldoen aan de geluidnorm in Tabel 4.2.

Elektrische infrastructuur

De inter-array bekabeling, de kabels binnen het windpark tussen de turbines en het nabijgelegen platform van TenneT, wordt uitgevoerd op een spanningsniveau van 66 kV. Hierbij worden meerdere windturbines aangesloten op één kabel en lopen er meerdere van deze kabels door het windpark naar het verzamelpunt. Het aantal windturbines dat op één kabel aangesloten kan worden, is afhankelijk van het vermogen van de windturbines. Het vermogen van de windturbines neemt al jaren toe en de verwachting is ook dat dit blijft toenemen. Als gevolg hiervan kunnen er minder windturbines op één kabel aangesloten worden.

In dit MER worden de inter-array kabels van de turbines binnen de kavel naar het platform onderzocht. Deze bestaan uit meerdere kabels die per streng groepen windturbines aansluiten op het platform. Het is gebruikelijk om inter-array-kabels in windparken in te graven en op één meter diepte te houden om beschadiging te voorkomen.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel, die onderzocht wordt in het MER, is in Tabel 4.2 weergegeven. In de eerste kolom van de tabel zijn de variabelen weergegeven. Het gaat dan om bijvoorbeeld de rotordiameter van individuele windturbines. In de kolom daarnaast is aangegeven welke bandbreedte in het MER wordt onderzocht, bijvoorbeeld een rotordiameter per turbine van minimaal 236 meter en maximaal 280 meter[32]. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek, verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren, de uitkomst van de MER'en en passende beoordelingen voor de kavels in de windenergiegebieden Hollandse Kust en het KEC 4.0.

[32] De maximale tiphoogte is 305 meter vanwege de reservering van het luchtruim voor helikopterverkeer. Met een minimum tiplaagte van 25 meter volgt daarmee een maximale rotor van 305-25=280 meter. Conform tabel 4.1 is een dergelijke maximum rotordiameter passend voor een 20 MW turbine.

Tabel 4.2 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Totaal opgesteld vermogen kavel	2,0 – 2,3 GW
Maximaal aantal turbines	153
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Maximaal rotoroppervlak[33]	7.081.150 m^2
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4 maal de rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2, 3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket, drijvende fundering
Maximaal geluidniveau (in geval van heien)	Twee normen voor onderwatergeluid: • 160 dB re 1 μPa^2s SELss op 750 meter van de geluidsbron • 164 dB re 1 μPa^2s SELss op 750 meter van de geluidsbron
Maximaal geluidniveau (in geval van andere funderingstechniek dan heien)	Te bepalen norm voor continu geluid met vergelijkbaar beschermingsniveau als 160 dB µP2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron)
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Monopile	1 paal van 11,5 tot 15 meter
Multipile (waaronder ‘tripods’ en ‘jackets’)	3 tot 4 palen van 3 - 5 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot 50 meter in diameter
Suction Bucket	Tot 30 meter in diameter
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op 1 meter diepte

Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk wat betreft de te verwachten milieueffecten, en behoeven naar verwachting dan ook niet allemaal vastgelegd te worden in de uiteindelijk uit te geven bandbreedte. Bepalend voor de effectbepaling in het MER zijn met name:

- het aantal windturbines;
- de diameter van de rotor van de windturbines;
- het type fundering en het geluidsniveau van aanleg en
- de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines.

[33] Maximale rotoroppervlakte is gebaseerd op 115 turbines met rotordiameter van 280 m

Wanneer turbines een groter vermogen dan 15 MW hebben, maar qua maatvoering (tiphoogte, tiplaagte en rotordiameter) passen binnen de bandbreedte uit de voorgaande tabel, dan zullen de effecten niet meer zijn dan wordt beschouwd als worst-case in het MER. Dat komt doordat voor elk kavel wordt uitgegaan van een vermogen van ca. 2 GW en bij toepassing van turbines met een individueel vermogen van meer dan 15 MW er dan in totaal minder dan 153 turbines geïnstalleerd worden. Daarmee verminderen de milieueffecten en valt een dergelijke ontwikkeling binnen de beschouwde bandbreedte. In andere woorden, met meer MW per turbine binnen dezelfde maatvoeringen wijzigt het worst-case-scenario niet. De maatvoeringen zijn bepalend voor de effecten, niet het vermogen per turbine op zichzelf.

Dit is steeds de conclusie geweest van de uitgevoerde MER's voor eerdere kavelbesluiten, maar om dit te herbevestigen zullen in dit MER ook de effecten in beeld worden gebracht van een alternatief met grotere vermogens dan 15 MW. Gezien de maximale afmetingen die mogelijk zijn, zie Tabel 4.3 en met name dan 280 meter als maximale rotor, wordt naast een 15 MW alternatief ook een alternatief met 20 MW turbines op effecten onderzocht. Deze 20 MW per turbine is ontleend aan Tabel 4.1, waarin voor een rotor van 280 meter een vermogen 'past' van circa 20 MW (in Tabel 4.1 wordt 278 meter vermeld bij een 20 MW turbine bij een vermogensdichtheid van 330 Watt/m^2).

4.2.2 Alternatieven

Tabel 4.3 geeft de te onderzoeken alternatieven aan. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven en voor beide basisalternatieven een overplantingscenario van circa 5 procent (2,1 GW) en circa 15 procent (2,3 GW). Deze overplantingsscenario's worden beschouwd vanwege een maximale capaciteit van het TenneT-platform van 2,3 GW. De worst case situatie kan voor verschillende milieuaspecten anders zijn. De worst case situaties, zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke best case situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. In de themahoofdstukken (hoofdstuk 5 tot en met 11) zijn de te onderzoeken alternatieven (waaronder de type fundering) in meer detail beschreven.

Tabel 4.3 Alternatieven

Alternatief 1a	Alternatief 2a	Alternatief 1b (overplanting 5%)	Alternatief 2b (overplanting 5%)	Alternatief 1c (overplanting 15 %)	Alternatief 2c (overplanting 15 %)
134 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m

4.2.3 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling.[34] Het nulalternatief is het alternatief waarbij geen kavelbesluit wordt genomen. Het gebied zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van het windpark. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving. In het nulalternatief zijn de bestaande windparken in gebruik. Ook worden als autonome ontwikkeling de reeds vergunde maar nog niet operationele windparken meegenomen.

[34] Autonome ontwikkelingen zijn op zichzelf staande ontwikkelingen die onafhankelijk van het windpark plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen (bijvoorbeeld waarvoor vergunning is verleend).

Ten aanzien van sommige milieuaspecten is de ontwikkeling van Britse windparken ook relevant (zie Figuur 4.1). Daarnaast zijn er windparkontwikkelingen in België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Met name de parken in Engeland (Britse wateren) zijn door de grote omvang en relatief nabije ligging mogelijk relevant in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie met de windparkontwikkeling in het gebied IJmuiden Ver.

De relevantie van deze buitenlandse windparken is onder andere afhankelijk van de effecten op de populatie van soorten (met name vogels, vleermuizen en zeezoogdieren) die invloed kunnen ondervinden van windparken. In het KEC 4.0 (2022) is gekeken naar de invloed van de buitenlandse parken. In bijlage 8 bij het KEC zijn de windparken opgenomen die voor de cumulatieve effecten van belang zijn.

Ten slotte kunnen overige ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. Dit wordt per effecthoofdstuk in het MER nader uitgewerkt.

Figuur 4.1 (Voorgenomen) windparken in Britse wateren

Bron: Pondera, en https://opendata-thecrownestate.opendata.arcgis.com/

4.2.4 Voorkeursalternatief

Bepalen van de voorkeursbandbreedte (VKA)

De in Tabel 4.2 bepaalde voorlopige bandbreedte wordt in kaart gebracht door in het MER voor relevante milieuaspecten (zoals ecologie) en belangen (zoals visserij, mijnbouw en scheepvaart) te onderzoeken welke effecten maximaal kunnen optreden. Voor de diverse aspecten vormen verschillende uitwerkingen van de bandbreedte de worst-case-situatie. Daarom kunnen diverse opstellingen worden doorgerekend. Hierbij valt te denken aan de effecten van het windpark op morfologie en hydrodynamica, waar grote funderingspalen de worst-case kunnen zijn, omdat hier een groter totaal oppervlak aan fundering en erosiebescherming wordt gerealiseerd. Daarentegen kan het gebruik van relatief veel turbines met een relatief geringe diameter de worst-case zijn voor vogels. Nagegaan wordt of deze maximale effecten toelaatbaar zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden om de effecten te verzachten of teniet te doen.

Vaststellen van de maximaal uit te geven bandbreedte

Op basis van de uitkomsten van het MER en andere overwegingen (bijvoorbeeld beleidsmatige of financiële) wordt uiteindelijk een beslissing genomen over de gewenste uit te geven bandbreedte. Deze bandbreedte vormt tezamen met te treffen mitigerende maatregelen het voorkeursalternatief.

De parameters die bepalend zijn voor de bandbreedte aan inrichtingsmogelijkheden van de kavel worden in het kavelbesluit vastgelegd en vormen de bouwmogelijkheden voor de toekomstige ontwikkelaars. Denk hierbij aan zaken als maximale rotordiameter, maximale tiphoogte en minimale onderlinge afstand. Ook kunnen bijvoorbeeld vereisten aan de wijze van funderen worden opgelegd, zoals bijvoorbeeld een maximaal onderwatergeluidsniveau.

Passende Beoordeling van het VKA

Aangezien op voorhand significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn, wordt een zogenaamde Passende Beoordeling uitgevoerd. In deze beoordeling worden de effecten op Natura 2000-gebieden aan de hand van de voor deze gebieden vastgestelde doelstellingen bepaald en beoordeeld. De Passende Beoordeling is als zelfstandig document (bijlage 8) bij het MER gevoegd. Ook zullen de belangrijkste conclusies in de hoofdtekst en de conclusie van het MER worden verwerkt.

4.3 Milieuaspecten

In de volgende hoofdstukken van dit MER zijn de milieueffecten die de alternatieven met zich meebrengen, in beeld gebracht. Het gaat om de hierna genoemde milieuaspecten.

4.3.1 Morfologie en hydrodynamica

Beschreven wordt wat de bodemopbouw en de stabiliteit van de bodem is. Ook wordt bekeken wat de effecten zijn van het windpark op erosie, sedimentatie, geomorfologische, geohydrologische en stromingspatronen (richting en snelheid). Boven de waterspiegel gaat het vooral om de effecten van getijde en golfslag (onder invloed van het heersende windregime) op het functioneren en de stabiliteit van de windturbines.

Ook wordt in kwalitatieve termen ingegaan op de invloed van omvangrijke windparken op het golfklimaat in de omgeving (afname totale windenergie en daarmee golfenergie en kusterosie).

4.3.2 Vogels, vleermuizen en onderwaterleven (soort- en gebiedsbescherming)

In dit MER wordt op basis van het KEC 4.0 en de meest recente en relevante (internationale) kennis onderzocht welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten op populatieniveau en beschermde gebieden te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

Vogels

Voor vogels wordt ten behoeve van de effectbeschrijving onderscheid gemaakt in:

- lokaal verblijvende vogels,
- broedende kolonievogels, en,
- vogels tijdens seizoenstrek.

De volgende effecten zullen in het MER beschreven worden:

- aanvaringsslachtoffers (met gebruikmaking van het meest recente Band-model),
- habitatverlies (effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats),
- barrièrewerking, en
- indirecte effecten.

Voor lokaal verblijvende vogels wordt aandacht besteed aan alle (pelagische) soorten die (in een deel van het jaar) in het plangebied verblijven om te rusten of te foerageren, dan wel soorten die dit gebied tijdens seizoenmigraties passeren (onder andere jagers). De verstoringsafstanden en het aanvaringsrisico worden beschreven. Wanneer gevolgen voor populaties niet op voorhand uitgesloten kunnen worden, dan wordt ook ingegaan op de voedselrelaties met het plangebied en de directe omgeving daarvan.

Voor broedende kolonievogels kan de studie beperkt blijven tot soorten die op grote afstand van hun broedlocaties kunnen foerageren (zoals de kleine mantelmeeuw) en die het plangebied gedurende foerageervluchten kunnen passeren.

Er zijn veel trekvogelsoorten die migreren tussen broedgebieden en overwinteringsgebieden. Over de Noordzee komen grofweg twee trekstromen voor: Noord-Zuid (en vice versa) en Oost-West tussen het Europese continent en de Britse eilanden (en vice versa). Het is niet functioneel of goed mogelijk om de risico’s voor al deze soorten afzonderlijk te kwantificeren. De risico’s worden dan ook van voorbeeldsoorten in beeld gebracht, waaronder soorten die ‘nachttrekker’ zijn en op rotorbladhoogte kunnen passeren. Er wordt een inschatting gemaakt van de ordegrootte van het totale aantal aanvaringsslachtoffers met een indicatieve verdeling over soortgroepen.

Er wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soorten.

Vleermuizen

Voor vleermuizen wordt ingegaan op het aanvaringsrisico, waaronder het barotrauma. Het gaat daarbij om vleermuizen (met name de ruige dwergvleermuis) op seizoenstrek. Lokaal verblijvende vleermuizen worden niet verwacht. De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt namelijk onder de 10 kilometer en gezien de afstand van kavel Gamma tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt.

Onderwaterleven

Voor het onderwaterleven (onderscheid wordt gemaakt tussen zeezoogdieren, vissen en bodemfauna) worden voor beschermde soorten veranderingen van paai- en werpgebieden, foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies), barrièrewerking en fysieke aantasting (temporary threshold shift (TTS), permanent threshold shift (PTS)) in beeld gebracht.

Zeezoogdieren (zeehonden en bruinvissen)
De volgende type effecten zullen beschreven worden:

- verlies aan foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies),
- barrièrewerking en
- fysieke aantasting (temporary threshold shift (TTS), permanent threshold shift (PTS)).
- (positief) effect van het verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in het windpark.

Aandacht wordt besteed aan het aantal beïnvloede dieren (voor zowel zeehonden als bruinvissen) ten opzichte van het totale aantal dieren binnen het Nederlands Continentaal Plat en de gehele Noordzee, waarbij rekening zal worden gehouden met voorkomende dichtheidsgradiënten. Ook wordt aandacht besteed aan het bouwtempo van funderingen, want dit bepaalt de mate waarin effecten zich telkens opnieuw voordoen en ook of steeds dezelfde dieren worden beïnvloed dan wel een ander deel van de populatie. Dit werkt bij zeezoogdieren door in de duur van de blokkade van foerageergebieden en migratieroutes en in de verstoring door onderwatergeluid.

Inzichtelijk wordt gemaakt wat de effecten in zowel de aanleg-, exploitatie- als de verwijderingsfase zijn, of het om tijdelijke dan wel permanente effecten gaat en wat de cumulatieve effecten kunnen zijn van windturbines binnen kavel Gamma van IJmuiden Ver met overige projecten en activiteiten, zowel in tijd als in ruimte. Hierbij wordt zowel naar sterfte als aantasting van het leefgebied gekeken. Dit alles zal zoveel mogelijk worden gekwantificeerd. Zo wordt per type effect aangegeven hoeveel individuen van welke soorten hierbij zijn betrokken (ordegrootte, bijvoorbeeld in aantalsklassen) en welk deel van de populatie minimaal en maximaal (worst case) beïnvloed wordt. Er wordt hierbij getoetst aan de gunstige staat van instandhouding. Daar waar nodig wordt ook getoetst aan de doelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Ook wordt in het MER ingegaan op het effect van seismisch onderzoek in cumulatie met de aanleg van windturbines. Er zal gebruik worden gemaakt van dichtheidskaarten voor zeehonden en bruinvissen. Voor de geluidsmodellering zal gebruik worden gemaakt van het Aquariusmodel 4.0 dat is gevalideerd aan de hand van de geluidsmetingen in de windparken Luchterduinen en Gemini. Zie voor meer informatie over Aquarius 4.0 het ‘Intermezzo Validatie Aquarius 4 model’ in het achtergronddocument geluid zeezoogdieren bij dit MER.

Vissen

Onderzocht wordt welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor vissen. Op de volgende effecten wordt ingegaan:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.
- Effect van straling (elektromagnetische en geïnduceerde elektrische velden).
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

Voor meer informatie over de onderzoeksmethode en bekeken soorten, zie bijlage 4.

Bodemleven

Onderzocht wordt welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor bodemleven. Ook wordt een beschrijving opgenomen van de dynamiek van zandbanken en megaribbels[35].

Gebiedsbescherming (via Passende Beoordeling)

Verwacht wordt dat op voorhand significante effecten op Natura 2000-gebieden niet zijn uit te sluiten. Een passende beoordeling zal dan ook onderdeel vormen van het op te stellen MER, waarin de vraag beantwoord wordt of significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten. Het zal dan met name gaan over de effecten op vogels en zeezoogdieren. De beoordeling van effecten op Natura 2000-gebieden vindt plaats in het kader van de Omgevingswet (artikel 16.53c). Het gaat enkel om ‘externe werking’, de kavel ligt buiten Natura 2000-gebieden, maar grenst aan Natura 2000-gebied de Bruine Bank. Effecten kunnen wel optreden op Natura 2000-gebieden, doordat soorten met instandhoudingsdoelstellingen in het projectgebied komen, effecten als onderwatergeluid tot in Natura 2000-gebieden kan reiken of in cumulatie dusdanig grootschalige effecten op populaties kunnen ontstaan waardoor instandhoudingsdoelstellingen aangetast zouden kunnen worden.

Ook is bij de ontwikkeling en het onderhoud van een windpark op zee sprake van een (tijdelijke) emissie van stikstofoxiden (NOx). Schepen die worden ingezet maken gebruik van verbrandingsmotoren die stikstofoxiden uitstoten. Derhalve dient in de passende beoordeling ook te worden ingegaan op het (mogelijk) effect van stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden als gevolg van de ontwikkeling en de exploitatie van een windpark.

Indien significante effecten op Natura 2000-gebieden niet kunnen worden uitgesloten, dient een ADC-toets als bedoeld in de Omgevingswet te worden doorlopen.

4.3.3 Scheepvaart en veiligheid

In het MER wordt de kans op ongevallen door aandrijvingen en aanvaringen onderzocht. Voor de scheepvaartveiligheid wordt een (kwantitatieve en kwalitatieve) analyse uitgevoerd, waarbij onder meer gebruik wordt gemaakt van de resultaten van het door MARIN (Maritime Research Institute Netherlands) uitgevoerde onderzoek naar de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaart.[36 & 37] Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van het SAMSON model (Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea).

Daarnaast wordt een (kwantitatieve) analyse uitgevoerd waarbij aandacht wordt besteed aan de verkeersstromen rond de kavel, kruisend verkeer en risico’s voor niet-routegebonden kleine scheepvaart. Tevens wordt nagegaan wat de effecten zijn van doorvaart door de kavel, waarbij ook het aspect SAR (‘search and rescue’) wordt meegenomen. De scheepvaarteffecten worden (ook) onderzocht in relatie tot de autonome ontwikkeling.

[35] Vanosmael, C., K.A. Willems, D. Claeys, M. Vincx & C. Heip 1982. Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the South-ern Bight of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 521-534

[36] MARIN, WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen. MARIN, 2019.

[37] MARIN, SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040.

4.3.4 Visserij

In het MER worden de gevolgen voor de bestaande (sleepnet)visserij meegenomen. Vissers verliezen visgronden. Er wordt in het MER gebruikgemaakt van de meest recente gegevens. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de misgelopen vangsten.[38] Daarnaast is het van belang te bepalen welke delen van het windenergiegebied IJmuiden Ver de meeste waarde hebben voor de visserij. Naast het verlies aan visgronden heeft de (sleepnet)visserij mogelijk te maken met omvaren door de aanleg van de windparken.

4.3.5 Overige gebruiksfuncties

De overige gebruiksfuncties in de omgeving van de locatie kunnen zijn: olie- en gaswinning, windparken, luchtvaart (waaronder helikopterverkeer), militaire gebieden, baggerstortgebieden, zand-, grind- en schelpenwinning, scheepvaart, kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden en recreatie.

Er zal gebruik worden gemaakt van het onderzoek naar de archeologische en cultuurhistorische waarden in het plangebied.[39] De effecten van het windpark op deze waarden worden getoetst aan de wetgeving en het rijksbeleid ten aanzien van archeologie, dat onder andere is terug te vinden in het Programma Noordzee. Het uitgangspunt van het beleid is dat archeologische waarden zoveel mogelijk in situ behouden worden of, als dit niet mogelijk is, de informatiewaarde veilig wordt gesteld door middel van archeologisch onderzoek.

Lettende op de nabijgelegen mijnbouwplatforms, wordt het veilig aanvliegen van de platforms in het MER onderzocht. Hierbij zullen de in paragraaf 3.3 genoemde onderzoeken worden meegenomen naar de effecten van zogturbulentie in en om offshore windturbineparken op de vliegveiligheid en de bereikbaarheid van mijnbouwplatforms in de nabijheid van windparken.

Het MER zal ingaan op de effecten voor de betrouwbaarheid van de (wal)radarsystemen en straalpaden en indien nodig mitigerende maatregelen aandragen.

4.3.6 Landschap

In dit MER wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust. Naar verwachting is het maken van visualisaties niet zinvol, gegeven de afstand tot de kust.

Het zicht is van vele factoren afhankelijk en om dat beter te begrijpen wordt ingegaan op het zichtbereik. Dat is de afstand waarop een object nog kan worden waargenomen. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

1. de eigenschappen van het object;
2. de kromming van de aarde (en daarbij de waarneemhoogte);
3. de visus van het menselijk oog en

[38] A. Mol, H. van Oostenbrugge, C. Röckmann & N. Hintzen. Wind op Zee: bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. (Wageningen Economic Research nota; No. 2019-011). Wageningen: Wageningen Economic Research, 2019.
[39] Zie offshorewind.rvo.nl

4. de meteorologische omstandigheden.

Ten aanzien van punt 4 worden databases gebruikt van meerdere KNMI meetstations, te weten de KNMI stations te IJmuiden, Hoek van Holland, De Kooy en Schiphol.

4.3.7 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies en circulariteit

De belangrijkste reden om windinitiatieven te realiseren, is het opwekken van duurzame energie. Er is berekend hoeveel elektriciteit wordt opgewekt. Ook is bepaald welke uitstoot van schadelijke stoffen het windpark vermijdt in vergelijking met de situatie dat dezelfde energie wordt opgewekt op conventionele wijze, zoals met behulp van kolen- en gasverbranding. Een vergelijking is gemaakt met de emissies van de huidige brandstofmix die wordt gebruikt in Nederland voor opwekking van elektriciteit. Dit zijn de stoffen koolstofdioxide (CO_2), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO_2). Er is tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen. Tot slot wordt er ingegaan op circulariteit en afvalstromen van wind op zee.

4.3.8 Grensoverschrijdende effecten

Op basis van de effectbeschrijving voor elk hiervoor genoemd aspect, wordt in het MER nog apart ingegaan op die effecten die grensoverschrijdend zijn. Denk hierbij voornamelijk aan de ecologische effecten en overige gebruiksfuncties.

4.4 Effectbeoordeling

4.4.1 Beoordelingscriteria per milieuaspect

De omvang van het studiegebied, het gebied waarbinnen zich mogelijke effecten kunnen voordoen, verschilt per milieuaspect. Meestal is het studiegebied groter dan het plangebied, waar zich de voorgenomen activiteit afspeelt. De nulsituatie, inclusief autonome ontwikkeling, fungeert als referentie voor de beoordeling van de effecten. De effectbeschrijving zal waar mogelijk en zinvol kwantitatief onderbouwd worden. Indien het niet mogelijk is om de effecten te kwantificeren, worden de effecten kwalitatief beschreven.

Naast effecten die optreden tijdens de exploitatie van het windpark is ook aandacht besteed aan effecten tijdens de bouw van de windparken (zoals geluid door aanlegwerkzaamheden) en alle bijbehorende voorzieningen, zoals de aanleg van kabels. Ook is, waar zinvol, aangegeven of cumulatie met andere plannen en/of projecten kan optreden. Cumulatieve effecten zijn ook een onderdeel van de Passende Beoordeling.

De effecten zijn per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. In Tabel 4.4 is per milieuaspect aangegeven welke criteria zijn gebruikt en de wijze waarop de effecten zijn beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel 4.4 Beoordelingscriteria per milieuaspect.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Vogels	**Aanleg windpark** Verstoring aanleg fundering Verstoring door toegenomen scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
	Gebruik windpark <u>Lokale zeevogels</u> Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten <u>Broedende kolonievogels</u> Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten <u>Trekvogels</u> Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten	 Aantal vogelslachtoffers Aantal kilometers omvliegen Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers Aantal verstoorde vogels Aantal vogelslachtoffers Aantal kilometers omvliegen Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers Aantal verstoorde vogels Aantal vogelslachtoffers Aantal kilometers omvliegen Aantal km^2 van het foerageergebied Aantal verstoorde vogels
	Verwijdering windpark Verstoring door verwijderen fundaties Verstoring door toegenomen scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Vleermuizen	Aanvaringsrisico Barrièrewerking Habitatverlies Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Aantal vleermuisslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen Aantal km^2 van het foerageergebied Kwalitatief effect van aanwezigheid windturbines en onderhoud
Onderwaterleven	**Bodemdieren en vissen** **Aanlegfase** - Geluid/trillingen - Bodemberoering **Exploitatiefase** - Geluid/trillingen - Aanwezigheid harde structuren - Aanwezigheid van EMV - Verbod bodemberoerende visserij in windpark **Verwijderingsfase** - Idem aanleg	**Bodemdieren & vissen** Geluidstrillingen door heien Vertroebeling door bodemberoering Habitatdestructie door bodemberoering Aanwezigheid hard substraat Verbod bodemberoerende visserij EMV door kabels Verwijdering hard substraat
	Zeezoogdieren **Aanlegfase** - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen - Fysieke aantasting	**Zeezoogdieren** Dierverstoringsdagen (impulsief geluid) Aantal fysiek aangetaste dieren

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Exploitatiefase - Verstoring door geluid/trillingen door turbines en scheepvaart (onderhoud) - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark **Verwijderingsfase** Idem aanleg	Verstoring door schepen en turbines (continu geluid) Aanwezigheid hard substraat Verbod bodemberoerende visserij
Natuur overig	Effecten op Natura 2000-gebieden: -habitattypen (inclusief effecten als gevolg van stikstofdepositie); -soorten	aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen[40]
	Effecten op beschermde flora en fauna (als bedoeld in artikel 7 Wet windenergie op zee) en overige natuur- en milieuwaarden als beschermd door internationale kaders, zoals bijvoorbeeld de kaderrichtlijn mariene strategie, OSPAR-verdragen en ASCOBANS als gevolg van - geluidproductie aanleg en operationeel geluid, - elektrische en elektromagnetische velden, - de kans op aanvaring, - verlies van leef-, foerageer- en rustgebied, -verstoring en blokkering migratieroutes; - aanbod van optimaal hechtingsoppervlak voor organismen; - afsluiting voor visserij.	
Scheepvaart en veiligheid	**Verkeersveiligheid** Kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet-routegebonden verkeer Gevolgschade van aanvaring en aandrijving **Scheepvaartbewegingen** Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines Gevolgschade in de vorm van schade aan het schip, schade aan de windturbine en persoonlijk letsel Effecten op zichtlijnen kruisend verkeer
Overige gebruiksfuncties	Beïnvloeding van: Olie- en gaswinning Luchtvaart/helikopterbewegingen Zand-, grind- en schelpenwinning Baggerstort Scheeps- en luchtvaartradar Kabels en leidingen Telecommunicatie Munitiestortgebieden en militaire gebieden Cultuurhistorie en archeologie	Beperkingen olie- en gaswinning Effecten op toekomstig hergebruik van platforms Effect op veilige luchtvaart Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning Beperkingen baggerstortgebieden Schaduwwerking en bouncing Interferentie kabels en leidingen Verstoring kabelverbindingen Verstoring straalpaden Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden

[40] De doelen die in Natura 2000-gebieden moeten worden bereikt, worden instandhoudingsdoelstellingen genoemd. Het uiteindelijke doel van Natura2000 is het bereiken van de landelijk gunstige staat van instandhouding voor alle door de richtlijnen beschermde soorten en habitats.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Schelpdierkweek en zeewierteelt Bestaande windparken	Aantasting archeologische resten Beperkingen en mogelijkheden schelpdierkweek en zeewierteelt Beïnvloeding bestaande windparken
Visserij	Beïnvloeding van visserijmogelijkheden	Kwalitatief en kwantitatief
Geologie, morfologie, hydrologie en waterkwaliteit	Effect op golven Effect op waterbeweging (waterstand/stroming) Effect op waterdiepte en bodemvormen Effect op bodemsamenstelling Effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming) Effect op sedimenttransport Effect op kustveiligheid	Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	Zichtbaarheid aan de hand van: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden	Percentage zichtbaarheid in de tijd Percentage van de beeldhoek
Elektriciteits-opbrengst	Elektriciteitsproductie Terugverdientijd energie bouw CO_2-emissie reductie NO_x-emissie reductie SO_2-emissie reductie	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief in maanden Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar
Klimaat	Invloed op klimaatverandering	CO_2-emissiereductie

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 4.5. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel 4.5 Scoringsmethodiek.

Beoordeling ten opzichte van het nulalternatief (de referentiesituatie)	Score
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering	--
Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering	-
Het voornemen onderscheidt zich niet van het nulaternatief	0
Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering	+
Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering	++

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met -/0 (licht negatief) of 0/+ (licht positief).

Omdat voor de effecten op vogels, vleermuizen en onderwaterleven specifieke wettelijke kaders bestaan waaraan getoetst dient te worden, wordt in de volgende paragraaf specifiek aandacht besteed aan de toetsing van de ecologische effecten.

4.4.2 Toetsing ecologische effecten

In paragraaf 4.3 is aangegeven welke effecten beschreven worden in dit MER. Deze effecten worden gescoord door plussen en minnen, zoals in paragraaf 4.4.1 is aangegeven. Voor de optredende ecologische effecten dient expliciet getoetst te worden aan de geldende wettelijke kaders. Vandaar dat deze paragraaf specifiek gaat over de toetsing van de ecologische effecten.

Vogels

Wanneer een kwantitatieve beoordeling van effecten mogelijk is, dan worden verschillende criteria aangehouden:

- Het 1% ORNIS-criterium
  - Volgens dit criterium wordt iedere additionele sterfte van minder dan 1 procent van de jaarlijkse natuurlijke sterfte aan de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als niet significant beschouwd. In de praktijk kan dit criterium, bij voldoende gegevens over de omvang van de natuurlijke jaarlijkse sterfte, worden gebruikt om te bepalen of significante effecten, in cumulatie, uitgesloten kunnen worden. Blijven soorten onder deze grens, dan worden ze niet verder in beschouwing genomen. Overschrijden ze deze 1-procentnorm wel, dan zal in meer detail naar de mogelijke populatie-effecten gekeken dienen te worden. De 1-procentnorm wordt in het MER en passende beoordeling met name gehanteerd om de effecten op broedkolonies (in het kader van Natura 2000-gebieden) te beoordelen, temeer omdat een PBR van een individuele kolonie moeilijk te bepalen is (zie hieronder over PBR).
- Potential Biological Removal (PBR) criterium
  - De PBR methode maakt gebruik van wetenschappelijke achtergrondinformatie over de populaties van de relevante soorten. Voor de soorten waarvoor voldoende informatie over populatieparameters bekend is, heeft het gebruik van de PBR als grenswaarde ook juridisch gezien de voorkeur boven het gebruik van het ORNIS-criterium, dat gebruikt wordt indien wetenschappelijk onderbouwing van een grenswaarde ontbreekt. In dit MER wordt de redeneerlijn gevolgd dat indien (cumulatieve) effecten onder de PBR blijven, significant negatieve effecten zijn uit te sluiten en er geen nadelige gevolgen zijn voor de gunstige staat van instandhouding.
- (Indien beschikbaar) Acceptable level of impact (ALI) norm
  - Een beter alternatief voor PBR is het gebruik van populatiemodellen om effecten van windparken op populatieniveau te bepalen. Populatiemodellen geven meer inzicht in de consequenties van een bepaalde additionele sterfte op een populatie. Indien beschikbaar voor de relevante soorten, worden in het MER uitkomsten van populatiemodellen gebruikt bij de onderbouwing van effectbeoordelingen. Deze uitkomsten van populatiemodellen worden tegen de soortspecifieke maatlat van de Acceptable Level of Impact (ALI) gelegd.[41]
- Instandhoudingsdoelstellingen
  - Wanneer sterfte van een (vogel)soort uit een Natura 2000-gebied optreedt (en het mogelijk exemplaren betreft die in het Natura 2000-gebied verblijven), zal naast de PBR ook worden getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden.

[41] De ALI wordt bepaald op basis van de Europese status van de soort, zoals vastgesteld door International Union for Conservation of Nature (IUCN). Per soort zijn vermeld: de internationale staat van instandhouding volgens het IUCN, het geaccepteerde niveau van afname na drie generaties of 10 jaar en de geaccepteerde zekerheid dat die afname door windparkontwikkelingen komt.

Voor die soorten waarvan de additionele sterfte de 1-procentnorm en/of de PBR nadert, is het van belang om nader te onderzoeken wat de effecten op de staat van instandhouding zijn en deze effecten goed te toetsen op ecologische en juridische aanvaardbaarheid. Bijlage 4 van dit MER gaat hier nader op in.

Vleermuizen

Vanwege de nog grote kennisleemtes ten aanzien van vleermuissoorten wordt een aantal aannames gehanteerd. Door van worst-case-effecten uit te gaan en mitigerende maatregelen voor te schrijven, worden vleermuisslachtoffers zo veel als mogelijk beperkt. Voor vleermuizen wordt ook getoetst aan de Potential Biological Removal (PBR).

Grijze zeehond, gewone zeehond en bruinvis

Voor de grijze en gewone zeehond en bruinvis wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding van de soort zoals bedoeld in de Omgevingswet. Tevens wordt getoetst aan de specifieke instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Voordelta, Deltawateren, Waddenzee en Noordzeekustzone, die instandhoudingsdoelstellingen hebben voor de grijze of gewone zeehond of bruinvis. Voor bruinvissen wordt in afwijking van het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas) een norm bepaald in KEC 4.0 die overeenkomt met maximaal 5 procent reductie van de huidige populatie.[42]

(Inter)nationale kaders

Verder zal in dit MER aandacht besteed worden aan de internationale kaders:

- de implementatie van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM);
- de voortgang in de aanwijzing respectievelijk aanmelding van beschermde gebieden onder de EU-Vogelrichtlijn en/of de EU-Habitatrichtlijn;
- de status van Marine Protected Areas en Quality Objectives (EcoQO's) in het kader van OSPAR;
- de Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (ASCOBANS);
- Natuur Netwerk Nederland (NNN);
- Soorten en habitats op de OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats[43].

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten.

4.4.3 Cumulatie van ecologische effecten

De milieueffecten die gepaard gaan met de voorgenomen activiteiten kunnen cumuleren met de effecten van andere plannen, projecten en handelingen. Het is van belang om goed af te bakenen welke plannen, projecten en handelingen meegenomen worden in de cumulatie. In ieder geval dient het te gaan om

[42] In het kader van het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas) is als interim-doel voor bruinvissen gesteld dat de populatie niet onder 80 procent van het draagkracht-niveau mag komen. Het is niet bekend wat dit niveau op het Nederlands Continentaal Plat is. Het met grote zekerheid instandhouden van de populatie op minimaal 95 procent van de huidige omvang, met de aanleg van windparken op zee voor de gehele periode 2016 – 2030, kan als een veilige keuze worden beschouwd.

[43] OSPAR Commission (2008) OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Reference Number: 2008-6. (http://www.ospar.org/documents?d=32794).

plannen, projecten en handelingen die leiden tot relevante effecten, dat wil zeggen effecten die samen met de effecten die optreden bij de voorgenomen activiteiten leiden tot een groter totaaleffect.
Voor het onderdeel cumulatie zal gebruik worden gemaakt van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC). In dit afwegingskader is ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens de routekaart windenergie op zee waarbij ook verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen.

Toetsing cumulatieve effecten: Kader Ecologie en Cumulatie: acceptabele grenzen op populatieniveau

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) en bijbehorende actualisaties is onderzocht wat de gecumuleerde ecologische effecten kunnen zijn van bestaande en in aanbouw zijnde windparken op zee met de windparken op zee die volgen uit de routekaart windenergie op zee 2030 inclusief de versnellingsopgave zoals vastgelegd in het Programma Noordzee. Er is daarbij gekeken naar de effecten van windparken binnen en buiten de 12-mijlszone. Doel van het KEC is om te kunnen bepalen of alle windparken samen tot onaanvaardbare negatieve ecologische effecten leiden. Zo nodig kunnen dan voorschriften worden opgenomen in de kavelbesluiten waarmee deze effecten tijdig worden voorkomen of verminderd.

In de kavelbesluiten voor de verschillende windparken wordt aanvullend gekeken of er locatie-specifieke effecten te verwachten zijn. Daarbij wordt dan ook bepaald welke mitigerende maatregelen genomen zouden kunnen worden om eventuele onaanvaardbare negatieve effecten te voorkomen. Het gaat daarbij om effecten waardoor de populatie van soorten structureel achteruit zou gaan en de natuurlijke veerkracht van de soort aangetast zou worden. De maatregelen om die effecten te voorkomen, kunnen gaan over het beperken van onderwatergeluid door heien, zodat er minder bruinvissen verstoord worden. Een ander voorbeeld kan het stellen van eisen aan de turbines zijn, waardoor de kans op aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen beperkt wordt.

Bij de effectberekeningen is in het KEC ingegaan op die soorten waarvan verwacht wordt dat daar mogelijk significante effecten ontstaan. Dit zijn:

1. Bruinvissen/zeezoogdieren[44]. De effecten van onderwatergeluid op bruinvissen als meest gevoelige soort onder de zeezoogdieren zijn doorgerekend middels een aantal stappen. In beeld komt hoeveel bruinvissen verstoord raken gedurende hoeveel dagen en wat dit voor de populatie betekent gedurende de doorlooptijd van de routekaart.
2. Vogels (zeevogels, kustbroeders en trekvogels). Voor vogels is gekeken naar de effecten van aanvaringen tussen vogels en windturbines, de barrièrewerking en het verlies aan leefgebied als gevolg van de aanwezigheid van de parken.
3. Vleermuizen. Met betrekking tot de aanwezigheid, gedrag en daarmee ook de gevoeligheid van vleermuizen op zee voor (o.a.) operationele windparken staat de kennis nog in de

[44] Uit onderzoek blijkt vooralsnog, tot nader onderzoek eventueel anders uitwijst, dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvis het meest gevoelig is voor verstoring door onderwatergeluid. Om deze reden wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren. Effecten op beschermde vissoorten doen zich, voor zover bekend, pas voor bij geluidbelastingen die hoger zijn dan die waarbij effecten op bruinvissen zijn te verwachten. Om deze reden wordt ervan uit gegaan dat als de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de beschermde vissoorten, dan wel de vissoorten die van belang zijn als voedselbron voor beschermde zoogdieren of (zee)vogels.

kinderschoenen. Op basis van het oordeel van experts zijn indicatieve schattingen gemaakt van aanvaringen.

Uitgangspunt bij de effectbeoordeling voor soorten is dat de populatie niet structureel achteruit mag gaan. Als dit wel gebeurt, wordt de natuurlijke veerkracht aangetast. Als herstel niet mogelijk blijkt, sterft de soort geheel of in een deel van zijn verspreidingsgebied uit. Vanwege het grote aantal vogelsoorten wordt hierbij eerst gebruik gemaakt van het ORNIS-criterium (1-procentnorm) als 'grove zeef'. Dat wil zeggen dat wanneer voor soorten de extra sterfte lager is dan 1 procent van de natuurlijke sterfte er kan worden aangenomen dat er geen onaanvaardbare effecten op deze soorten plaatsvinden. Voor de soorten waar de extra sterfte hoger is dan 1 procent van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten op basis van de best beschikbare beoordelingsmethode (in KEC 4.0 is dit ALI).

Voor bruinvissen wordt aan strengere waarden getoetst dan die zijn overeengekomen in het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). In het ASCOBANS verdrag wordt gesteld dat een populatie niet onder 80 procent van de draagkracht mag komen. Om met een grote zekerheid vast te kunnen stellen dat de populatie als gevolg van een menselijke activiteit niet minder wordt dan 95 procent van de draagkracht (uit praktische overwegingen gelijk gesteld aan de huidige populatieomvang), is ervoor gekozen om de 5de percentielwaarde van de uitkomsten van de iPCoD-berekeningen[45] als grens te hanteren. Hierdoor kan met een grote zekerheid (een kans van 95 procent) worden gesteld dat de reductie in populatie minder zal zijn dan 5 procent. In werkelijkheid is deze kans groter omdat bij de aannames steeds is gekozen voor een worst case-benadering.

Andere windparken

Belangrijk om in cumulatie te beschouwen zijn de effecten van andere windparken die gerealiseerd zijn en gaan worden, nationaal en internationaal. Ten behoeve van het MER en de passende beoordeling voor het kavelbesluit in het gebied IJmuiden Ver zal het KEC 4.0 het uitgangspunt vormen.

4.5 Mitigerende maatregelen

Bij het onderzoeken van de effecten van de invulling van de bandbreedte voor elk aspect ontstaat inzicht in de effecten per aspect. Voor elk aspect wordt vervolgens nagegaan of mitigerende maatregelen denkbaar zijn om de omvang van het effect te verminderen of teniet te doen. Waar mogelijk worden effecten met en zonder de maatregelen apart inzichtelijk gemaakt in het MER.

Dit MER dient niet alleen vanuit een worst case benadering vast te stellen wat de maximale effecten van een opstelling binnen de bandbreedte is, maar ook informatie te leveren over de minimale effecten en de mogelijkheden om tot een optimale invulling te komen. Het is immers goed denkbaar dat een enigszins minder ruime bandbreedte op een bepaald aspect aanzienlijk minder milieueffecten zal veroorzaken. Door dit te onderzoeken geeft het MER de informatie die nodig is om de milieueffecten op een volwaardige manier mee te wegen bij het nemen van het kavelbesluit.

[45] interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model

5 Morfologie en hydrodynamica

5.1 Beoordelingskader en locatie

In Tabel 5.1 wordt voor morfologie en hydrologie een aantal beoordelingscriteria genoemd. Deze criteria hebben alleen of in samenhang met elkaar invloed op de Nederlandse kust en/of hebben een lokale invloed. Het is dus van belang om te weten of en in welke mate het windpark deze beoordelingscriteria beïnvloedt. In het windenergiegebied IJmuiden Ver (IJVer) worden windparken van ca. 2.000 MW gebouwd verdeeld over drie kavels. Zie Figuur 5.1 voor de locatie van kavels Alpha (I + II), Beta (III + IV) en Gamma (V + VI). Dit hoofdstuk beschrijft de onderstaande beoordelingscriteria specifiek voor kavel Gamma van het gebied IJVer. Het criterium kustverdediging is wel beschouwd maar niet opgenomen in de beoordeling van het MER. De afstand van het windenergiegebied tot de Nederlandse kust is dusdanig groot dat de effecten op kustverdediging verwaarloosbaar zijn.

Tabel 5.1 Beoordelingscriteria morfologie en hydrologie.

Aspect	Beoordelingscriteria
Morfologie en hydrologie	Golven
	Waterbeweging (waterstand en stroming)
	Waterdiepte en bodemvormen
	Bodemsamenstelling
	Troebelheid en waterkwaliteit
	Sedimenttransport

Figuur 5.1 Locatie van kavel Gamma in windenergiegebied IJVer. Kavel Gamma is opgebouwd uit delen V en VI.

5.1.1 Funderingstypes voor windenergie op zee

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk (zie Figuur 5.2). De meest toegepaste funderingen zijn: jacket, monopile, tripod, suction bucket en gravity based. Daarnaast zijn ook drijvende windmolens beschouwd. Drijvende windmolens kunnen ofwel suction based worden verankerd, ofwel middels ankers op/in de zeebodem. Hieronder volgt een korte beschrijving van elk type op basis van Wu et al. (2019), Lavanya & Kumar (2020) en Jiang (2021).

Jacket en tripod – Een frame met respectievelijk een fundering van vier en drie palen die elk in het bodemsediment zijn geïnstalleerd. Doordat er meer palen gebruikt worden hoeven de funderingen minder diep ingegraven te worden dan bij de monopile (zie hieronder). In omgevingen met extreme condities (orkanen) is deze optie economischer omdat deze minder diepe en grote funderingen behoeft. De jacket en tripod kunnen in grotere dieptes gebruikt worden (< 50 m) in tegenstelling tot monopiles.

Monopile – Een enkele paal waarvan de fundering diep het bodemsediment is geïnstalleerd om zo laterale impacts van golven, wind en getij op te kunnen vangen. Monopile funderingen zijn simpel en goedkoop om te produceren en worden daarom het vaakst toegepast in relatief ondiep water (< 30 m).

Suction bucket – Een fundering met een soort omgekeerde ‘emmer’ die in het zachte bodemsediment aangebracht is. Dit type fundering berust op het creëren van een vacuüm onder de fundering die zorgt voor een neerwaartse zuigkracht en de windmolen op zijn plek houdt. Hiervoor is een kleiige of zandige ondergrond vereist. Deze techniek vereist ook minder constructiemateriaal wat een groot economisch voordeel is. Deze techniek is vrij nieuw en wordt daarom nog niet grootschalig ingezet.

Gravity based – Deze fundering is gebaseerd op het aanbrengen van een gewicht aan de onderzijde van de windmolen. Het gewicht is zodanig zwaar dat het laterale krachten weet op te vangen zonder dat deze omvalt of in beweging komt. De fundering vereist een zandige, gecompacteerde kleiige of bedrock ondergrond. Ook deze fundering is goedkoop, maar kan relatief weinig gewicht dragen. Dit type wordt daarom alleen in zeer ondiep water toegepast (<10 m).

Drijvend – Omdat de ondiepe wateren steeds meer volgebouwd worden met windparken, vindt er innovatie van technieken plaats voor rendabele windparken in dieper water. Verder biedt het de mogelijkheid voor landen met diepere wateren om windenergie op zee te winnen waar dit eerder niet mogelijk was. Hierdoor is de drijvende fundering in opkomst. Verschillende vormen van de basis van de drijvende windmolen worden onderzocht en er wordt onderzoek gedaan naar de manier van bevestiging aan de bodem. De spar boei is een drijvende langwerpige basis met ballast onderin om de windmolen rechtop te houden. Ook kan er een breed drijvend platform als basis gebruikt worden voor een windmolen die drijft op het oppervlak. De spar en het drijvende platform worden met meerdere stalen of elastische kabels in de radiale richting op hun plek gehouden door ingegraven ankers (door laterale trekkracht van de kabels) of funderingen. Daarnaast bestaat er een onderwater boei basis die juist met stalen tension kabels aan de funderingen direct onder de boei bevestigd worden aan de zeebodem. Hiervoor kunnen suction buckets gebruikt worden of funderingen die dieper in de bodem bevestigd worden. Het voordeel van drijvende funderingen is dat er gemiddeld een kleinere bodemroering plaatsvindt ten gevolge van de fundering en erosiebescherming zelf omdat het gewicht van de molens niet door de zeebodem maar door de drijfkracht opgevangen wordt. Echter zorgen bijvoorbeeld de catenary mooring lines die drijvende funderingen met hun ankers verbinden wel voor de nodige bodemroering doordat de drijvende funderingen binnen zekere grenzen bewegen en daarmee kabels over de bodem bewegen (Ma et al., 2019).

Bovendien zijn deze drijvende funderingen bij onherbergzame omstandigheden zoals grotere dieptes (tot 200 m) of complexe zeebodems te installeren waar dat bij de andere types niet mogelijk en rendabel zal zijn. Bijkomende voordelen zijn dat de windmolens in havens in elkaar gezet kunnen worden en naar hun locatie op zee gesleept kunnen worden en dat de windsnelheden verder offshore hoger zijn.

Ruimtelijke impact van de funderingstypes

Het totaal oppervlak aan fundering (voor het gehele windpark) en erosiebescherming verschilt en is daarom per funderingstype weergegeven in Tabel 5.2. Bij de berekeningen van de oppervlaktes van de erosiebescherming is uitgegaan van de volgende aannames. De aannames zijn gebaseerd op empirische relaties tussen paaldiameter en benodigd oppervlak dat beschermd dient te worden. De volgende relatie tussen oppervlak en paaldiameter is aangehouden:

- Jacket (4 palen per fundering): erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Monopile (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter;
- Tripod (3 palen per fundering): erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Suction bucket: erosiebescherming = 5 maal de paaldiameter;
- Gravity based (1 paal per fundering): erosiebescherming = 3 maal de paaldiameter.
- Drijvend (barge/semi-submersible platform met 3 ankers per turbine met ankerlijnen): bodemroering door de mooring line = 0.25 maal de kabellengte van 100 m over een afstand van maximaal 10 m.

De grootte en het aantal ankers/funderingen per drijvende windmolen verschillen erg in de praktijk. Voor de drijvende windmolen is gekozen voor een barge / semi-submersible platform die met 3 ankerlijnen aan ankers in de bodem op zijn plek gehouden wordt. Vryhoff (2018) beschrijft een groot aantal ankers die variëren in grootte van enkele meters tot 10 meter. Ankers van 7.0 m zijn aangehouden. Deze zijn relatief groot, maar niet buitenproportioneel. Tevens gaan we in dit MER uit van 3 ankerlijnen zoals ook in het concept ontwerp is aangehouden voor een 15 MW turbine (Allen, 2020; Verde & Lages, 2023). Drijvende windmolens hebben enige bewegingsruimte, doordat de curve van de lijnen zich aanpast aan de trekkrachten die ontstaan door golven, wind, stroming en tevens het gewicht van de kabels zelf. Hierdoor kunnen delen van de kabels die op de bodem liggen enigszins bewegen en de bodem beroeren. Om dit effect op te nemen, zijn we uitgegaan van een situatie waarin 1/4de van de 100 meter lange kabel op de bodem ligt en 10 m offset kan hebben door beweging van het platform.

Uit de beschouwde literatuur volgt dat er in de praktijk nog nauwelijks windturbines zijn die 15 of 20 MW halen op drijvende funderingen (Diaz et al. 2022). Echter zijn er wel concept- en ontwerpstudies voor drijvende windturbines van 15 MW (Allen et al., 2020, Tong et al. 2023; Verde & Lages, 2023). Van grote bestaande en geplande drijvende projecten in de praktijk met ca. 6-9.5 MW windmolens is bekend dat ze alleen in grotere waterdieptes (>60 m) voorkomen dan van het beoogde windenergiegebied IJmuiden Ver (Diaz et al., 2022). Dit is omdat andere funderingstypes momenteel economischer zijn in kleine waterdieptes en omdat de drijvende funderingen nog veel innovatie ondergaan. Drijvende windmolens zijn daarom wel beschouwd maar niet als waarschijnlijk alternatief opgenomen.

Figuur 5.2 Type funderingen van offshore windmolens, van linksboven naar rechtsonder: Jacket, Monopile, Tripod, Suction bucket, Gravity Based en drijvend (tension leg platform, semi-submersible platform en spar boei).

Tabel 5.2 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark). Onderstaande afmetingen zijn indicatief bedoeld en kunnen project specifiek afwijken.

Type fundering	Aantal poten	Totaal oppervlak fundering (m^2)*	Oppervlak erosie-bescherming per turbine (m^2)	Totaal oppervlak erosie-bescherming (m^2)*	Totaal oppervlak (m^2)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 5% (m^2)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 15% (m^2)*
Jacket Ø 3 m (15 MW)	4	3.800	679	90.900	94.700	99.000	108.100
Jacket Ø 5 m (20 MW)	4	7.900	1.885	188.500	196.400	208.100	225.800
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	1	13.900	831	111.300	125.300	130.900	143.000
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	1	17.700	1.414	141.400	159.000	168.600	182.900
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	3	2.800	509	68.200	71.000	74.200	81.100
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	3	5.900	1.414	141.400	147.300	156.100	169.400
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	1	42.100	7.540	1.010.300	1.052.400	1.099.600	1.201.700
Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	1	70.700	16.965	1.696.500	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Gravity Based Fundatie Ø 40,0 m (15 MW)	1	168.400	10.053	1.347.100	1.515.500	1.583.400	1.730.400
Gravity Based Fundatie Ø 50,0 m (20 MW)	1	196.400	15.708	1.570.800	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (15 MW)	3**	15.500	750	100.500	116.000	121.200	132.400
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (20 MW)	3**	11.500	750	75.000	86.500	91.700	99.500

*Deze waarden zijn afgerond op honderdtallen.

**De drijvende funderingen zijn verankerd met 3 mooring lines.

Er zijn in dit hoofdstuk twee basisalternatieven beschouwd voor het vermogen van de windturbines; een (laag) vermogen van 15 MW en een (hoog) vermogen van 20 MW per turbine. In het eerste geval zullen er 2000/15 = 134 windmolens geplaatst worden, in het tweede geval 2000/20 = 100 om het totaal van 2 GW voor kavel Gamma te bereiken. Om de bandbreedte van de milieueffecten van de funderingen in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen en die het meest waarschijnlijk zullen worden toegepast in IJmuiden Ver. Dit zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering (zie Tabel 5.2). Waar relevant wordt tevens ingegaan op de andere soorten funderingen.

- Alternatief 1a (minste bodemberoering, best case): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter per poot. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

- Alternatief 2a (meeste bodemberoering, worst case): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter of op een suction bucket fundering met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming voor beide gevallen (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Overplantingsalternatieven

In dit hoofdstuk worden ook overplanting van 5 en 15% beschouwd. Hierbij worden er in plaats van 100 (20 MW) en 134 (15 MW) respectievelijk het volgende aantal windturbines geplaatst:

- 106 en 140 windturbines (5%)
- 115 en 153 windturbines (15%)

Middels deze overplantingen van 5 en 15% wordt de totale capaciteit van 2 GW overschreden. Hierbij is de aanname gedaan dat de windmolens zo evenredig als mogelijk verdeeld worden over kavel Gamma (zoals in Figuur 5.1) en dat daarmee de onderlinge afstand tussen de turbines slechts beperkt afneemt. Net als voor de basisalternatieven is voor de overplantingsalternatieven van 5 en 15% ook uitgegaan van best- en worst-case-scenario's:

- Overplantingsalternatief 1b (minste bodemberoering, best case): zelfde als alternatief 1 maar dan 140 turbines (5% meer).

- Overplantingsalternatief 2b (meeste bodemberoering, worst case): zelfde als alternatief 2, maar dan 106 turbines (5% meer).

- Overplantingsalternatief 1c (minste bodemberoering, best case): zelfde als alternatief 1 maar dan 153 turbines (15% meer).

- Overplantingsalternatief 2c (meeste bodemberoering, worst case): zelfde als alternatief 2, maar dan 115 turbines (15% meer).

De beoordelingscriteria worden in de volgende paragrafen besproken.

5.1.2 Golven

Bepalende factoren voor het golfklimaat zijn de kracht en 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 kunnen tevens worden opgewekt door niet-lokale windvelden elders, waarna de golven naar het projectgebied propageren. Deze golven zijn vaak wat langer dan de lokaal opgewekte golven en wordt ook wel deining genoemd. 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. Deze opwoeling door golven zelf zorgt niet voor grote transporten van zand. Wel maakt de opwoeling door de golven het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door (getij)stromingen die op zichzelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal (korrelgrootte, % silt en klei in het zand) en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak (golfhoogte, golflengte, waterdiepte).

5.1.3 Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind, luchtdruk en golven. De waterstanden in het projectgebied worden voornamelijk gedomineerd door het getij waarbij tweemaal daags hoog- en laagwater voorkomt. Door wind en luchtdruk kunnen de waterstanden tijdelijk enkele tientallen centimeters verhogen/ verlagen.

Het getij zorgt ook voor de grootste stromingen, waarbij langs de Nederlandse kust de vloedstromingen overwegend noordelijk gericht zijn en de eb stromingen zuidelijk. Wind heeft ook effect op de stromingen maar die zijn over het algemeen, zeker in wat dieper water, een orde kleiner dan de getijstroming.

5.1.4 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.

De zeebodem is over het algemeen niet vlak; in de Noordzee komen een aantal bodemvormen voor die ieder een specifieke lengte en grootte hebben. De grootse bodemvormen zijn zandbanken: deze zijn over het algemeen enkele meters hoog en tientallen kilometerslang, zijn relatief stabiel en migreren nauwelijks tot niet. Zandbanken liggen meestal parallel aan, of onder een kleine hoek met, de dominante getijdestroom. Op die zandbanken kunnen, voornamelijk in waterdieptes groter dan circa 20-25 m, zandgolven aanwezig zijn. Zandgolven zijn overwegend haaks op de getijdestroming georiënteerd, hebben een golflengte van circa 200-1000 m en migreren in de richting van de dominante getijdestroom, in de Noordzee is dat de vloedstroom. Migratiesnelheden van de zandgolven variëren tussen 5-10 m per jaar in de zuidelijke delen van de Noordzee tot 1-2 m per jaar in de noordelijke delen waar de getijdestroom minder krachtig is. Op deze zandgolven kunnen megaribbels aanwezig zijn. Megaribbels hebben een golflengte van 5-15 m en migreren snel (meters per dag/week) onder invloed van golven en de (getij)stroming. De migratierichting is dan ook sterk afhankelijk van de dominante golfrichting en (getij)stroming. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport maar ook de noodzaak (en noodzakelijke diepte) om kabels in de zeebodem te begraven.

5.1.5 Bodemsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij verschillende processen. Zo bepaalt de grootte van het zand, die uitgedrukt wordt in D50, de mediane korrelgrootte, de mate van sedimenttransport. Hoe grover het zand, hoe kleiner het transport en hoe minder gemakkelijk bijvoorbeeld ontgrondingskuilen kunnen ontstaan.

Ook kan het fijnste deel van het sediment, de zogenaamde fijne fractie, een groot effect hebben op het gedrag van de bodem. Deze fijne silt en klei deeltjes zijn ‘cohesief’: ze plakken aan elkaar waardoor het sediment als geheel minder makkelijk in transport kan worden gebracht. Deze fijne fractie kan uitspoelen onder invloed van golven of wanneer het sediment gebaggerd wordt. Het in suspensie raken van dit fijne sediment zorgt voor vertroebeling (zie volgende paragraaf). 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.

5.1.6 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 of vanuit andere delen van de Noordzee, het baggeren- en storten van sediment op zee en de opwerveling door natuurlijke processen (golven/ stroming) en menselijk handelen (visserij/ scheepvaart). 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 het voorjaar en de zomer; het groeiseizoen van de meeste organismen. Hoewel de bijdrage klein is en vooral lokaal effect kan hebben, wordt langs de Nederlandse kust de troebelheid ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen), zandwingebieden en bestaande offshore windparken.

5.1.7 Stratificatie

Stratificatie is het beperkt mixen van waterlagen onder invloed van verschillen in dichtheid. Dit verschil in dichtheid kan worden veroorzaakt verschillen in zoutgehalte (halocline) en/of temperatuur (thermocline). In de Noordzee vindt stratificatie o.a. plaats op locaties waar rivieren uitmonden in zee. Het zoete rivierwater heeft een lagere dichtheid dan het zoute zeewater en beweegt zich daardoor over de zoute laag heen. Menging tussen beide lagen wordt bevorderd door getij- en golfwerking, turbulentie en wrijvingskrachten op de bodem. Een voorbeeld van thermische stratificatie is te vinden in de diepere delen van de Noordzee, met name nabij de Doggersbank. In de zomermaanden warmt het oppervlaktewater hier dusdanig op, dat er een temperatuurgradiënt ontstaat tussen het oppervlaktewater en de laag / lagen daaronder. In de herfst neemt de buitentemperatuur af en verdwijnt de stratificatie.

Stratificatie heeft invloed op o.a. de beschikbaarheid van nutriënten. De beperkte uitwisseling tussen het oppervlaktewater en de laag/ lagen daaronder, zorgt ervoor dat de nutriëntenflux wordt beperkt. Dit heeft effect op o.a. de groei van algen: de nutriënten die door algen in het oppervlaktewater worden verbruikt, worden niet aangevuld uit dieper gelegen lagen. In extreme gevallen kan stratificatie leiden tot anoxische (zuurstofloze) omstandigheden nabij de bodem. In de Noordzee is hier echter geen sprake van.

5.1.8 Sedimenttransport

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de kust en op zee, met name in noordwaartse (westkust van Nederland) en (noord)oostelijke richting (ten noorden van de Waddenzee). Sedimenttransport treedt op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Door natuurlijke- 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.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het transport van zand en slib. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de korreldiameter van zand (0,063 tot 2 mm) en slib (< 0,063 mm). Het onderscheid tussen deze verschillende sedimentfracties is belangrijk omdat deze zich anders gedragen in het water en in de bodem. Het zandtransport vindt voornamelijk langs de bodem plaats en wordt gedomineerd door de maximale stroomsnelheden als gevolg van getij en golven. Slib is meer homogeen verdeeld over de waterkolom en kan al bij lagere stroomsnelheden in transport komen. Deze fractie wordt ook vaak aangeduid als zwevend stof.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

5.2.1 Huidige situatie

De dynamiek van de waterbeweging (hydrodynamica) en de bodemsamenstelling bepalen de dynamiek van zeebodem (morfodynamica). Door korte events (stormen, getijdestromen) kan de bodemligging lokaal wijzigen, door systeemwijzigingen met een langere duur (zeespiegelstijging, lange trends in getijdewerking, trends in voorkomen van stormen) wordt de bodemligging op de langere termijn beïnvloed. Over het algemeen wordt gesteld dat de bodemligging en sedimenttransporten een natuurlijk dynamisch evenwicht vormen met processen die deze sturen (hydrodynamica).

De morfodynamica en hydrodynamica kunnen naast de natuurlijke processen ook beïnvloed worden door menselijke ingrepen, bijvoorbeeld door aanleg van een windmolenpark. Om de effecten van de menselijke ingreep te kunnen kwantificeren dienen deze afgezet te worden tegen de natuurlijke processen en de invloed van deze processen op de zeebodem. In onderliggende sub-paragrafen wordt ingegaan op de belangrijkste processen.

Golven

De golfhoogte in de omgeving van het windenergiegebied varieert sterk in de tijd. Gemodelleerde golfhoogteberekeningen op een 35 jaar tijdserie van DHI (2019) op een locatie in het IJVER windpark wijzen op een jaargemiddelde significante golfhoogte H_s (de gemiddelde hoogte van het hoogste 1/3 deel van de golven) van circa 1,4 m en een significante golfperiode T_s (de gemiddelde golfperiode van het langste 1/3 deel van de golven) van circa 6,8 s. Onder extreme condities bedraagt de significante golfhoogte H_{m0} 5,6 m bij een herhalingstijd van 1 jaar en 7,7 m bij een herhalingstijd van 50 jaar (DHI, 2019). De meeste golven in het windenergiegebied IJmuiden Ver komen uit noordelijke en zuidwestelijke richting. De onderliggende deining, die in de Atlantische Oceaan ontstaat en zich via de noordelijke Noordzee richting Nederland beweegt, komt met name uit het noorden tot noordwesten.

Waterbeweging

Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van noord (Den Helder: 1,4 m) naar zuid (Scheveningen: 1,7 m) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust als gevolg van de aanwezigheid van een amfidromisch punt (een punt waar de getijgolf omheen beweegt en waar het getijverschil zeer gering is). Nabij het windenergiegebied is de getijslag gemiddeld circa 1,4 m (DHI, 2019) en varieert over een doodtij-springtij cyclus van circa 14 dagen. Tijdens springtij, wanneer de aantrekkingskracht van de zon en maan in elkaars verlengde staan is de getijslag iets hoger en tijdens doodtij, wanneer de zon en maan onder een hoek van 90 graden met elkaar staan iets lager. In Figuur 5.3 is weergegeven hoe de M2-component (de bijdrage van de belangrijkste getijcomponent aan het totale getij; de maan) effect heeft op het getij. In deze figuur is duidelijk het amfidromisch punt zichtbaar.

Figuur 5.3 Ligging van het amfidromisch punt op de Noordzee en verdeling van de getij-amplitude van de belangrijkste getij component die bijdraagt aan het getij op de Noordzee (M2), Bron: WaterProof Marine Consultancy, gebaseerd op TPXO data.

De maximale ebstroom treedt op tijdens laagwater. Bij doodtij is de dieptegemiddelde eb en vloed stroming circa 0,35 m/s. Tijdens springtij zijn de stroomsnelheden circa 0,75 m/s (zie Figuur 5.4). De maximale vloedstroom treedt circa 1 uur voor hoogwater op. Omdat de vloedstroom iets groter is dan de ebstroom en de transporten voor het grootste deel door de getijde stroming worden bepaald, vindt waarschijnlijk een noordelijk gericht residueel sedimenttransport plaats. Tijdens springtij is duidelijk de invloed van het amfidromisch punt zichtbaar in de stromingsvelden.

Figuur 5.4 Stroomsnelheden op de Noordzee tijdens maximale getijstroom tijdens springtij bij windpark IJVer (bovenste paneel) en tijdens doodtij (onderste paneel). Modelresultaten kuststrook model. Kavels I t/m IV in het grijs, en kavel Gamma in het rood.

Waterdiepte en bodemvormen

De waterdiepte varieert sterk in het windenergiegebied IJVer kavel Gamma tussen circa -23 m LAT op de aanwezige zandbanken tot circa -34 m LAT tussen de banken in (Figuur 5.5). De bodem is relatief oneffen met een drie grote en lange zandbanken die het gebied doorkruizen met daaromheen 4 troggen. De zandbanken hebben een hoogte tussen de 5-11 m en zijn zuid-noord georiënteerd. De zandbanken zijn over het algemeen zeer stabiel en niet-mobiel (WaterProof, 2022).

In het plangebied kunnen megaribbels voorkomen; hiervoor ontbreekt de benodigde resolutie in de bathymetrische data. Deze bodemvormen hebben doorgaans een golflengte van circa 5-15 meter en een hoogte van circa 0,5-1,0 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en kunnen tijdens stormen verdwijnen en tijdens rustigere golf periodes weer ontstaan. De hoogte en ligging van de megaribbels is daarmee zeer veranderlijk. De meest kleinschalige (< 0,2 m) bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen.

Figuur 5.5 Bathymetrie windenergiegebied IJVer gebaseerd op recent (2021) uitgevoerde bodemsurvey.

Hoewel in de meer zuidelijke delen van het windgebied (Kavel I- IV) veelal zandgolven voorkomen, zijn in Kavel Gamma geen zandgolven zichtbaar. Dit is in Figuur 5.5 goed zichtbaar door dat de geribbelde patronen die in kavel IV en III zichtbaar zijn vrijwel ontbreken in kavel Gamma. Ook uit Figuur 5.6 is zichtbaar dat zandgolven in deze kavels niet optreden; de langsdoorsnede van de bodemligging langs de Export kabels laat zien dat zandgolven aanwezig zijn tussen KP 20-130 (wiebelig patroon in de zwarte lijn) en dat vanaf KP130 tot het transformatorstation deze bodemvormen ontbreken en voornamelijk zandbanken aanwezig zijn.

Figuur 5.6 Bovenste paneel: Langsdoorsnede van de bodemligging langs de Gamma kabel tussen landfall en IJVer windpark (kavel Gamma). Onderste paneel: locatie van de gamma kabel (roze lijn) en kilometering.

Bodemsamenstelling

Over het algemeen bestaat de bodemopbouw in het windenergiegebied IJVer uit matig grof tot grof zand (250-300 µm).

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 voor het grootste gedeelte uit matig fijn tot matig grof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250-270 µm) met een zeer laag slibgehalte van vrijwel overal 0% (zie Figuur 5.7 en Figuur 5.8). Het slibgehalte is lokaal het grootst in het richting het oostelijke punt van het windenergiegebied (Kavel Gamma) waar de waarde ongeveer 2,5% is. Noordelijke komt lokaal een slibgehalte van 2% voor in kavel Gamma. Het is belangrijk om te onthouden dat de dekking van de monsterpunten klein is. De interpolatie brengt daarmee onzekerheden met zich mee.

Figuur 5.7 Korrelgrootte (D50) van het sediment in de bovenste laag van de bodem op de Noordzee en op IJVer. Kavel Gamma in het rood aangegeven. Bron: TNO, SedimentAtlas

Figuur 5.8 Percentage slib in het bodemmateriaal (bovenste laag) van het sediment op de Noordzee en op IJVer. Kavel Gamma in het rood aangegeven. Bron: TNO 2012.

Vanuit de literatuur is bekend dat sediment karakteristieken de morfologie volgen in zandige systemen (bijv. van Dijk et al., 2012, Son et al., 2012, Cheng et al,, 2020). Zo komt fijner sediment vaak voor in de troggen van zandgolven en -ruggen. Van Dijk et al. (2012) hebben onder andere het percentage slib en de korrelgrootte bepaald langs 2 doorsnedes langs zandgolven (waterdieptes tussen 15-45 m). De resultaten lieten zien dat er 0% slib voorkomt op de toppen van de golven en dat de troggen wel iets meer slib bevatten zoal weergegeven in Figuur 5.9.

Figuur 5.9 Onder andere D50 (micrometer) en percentage slib (<63 mm (%)) langs een zandrugdoorsnede. Bron: van Dijk et al. (2012).

Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal in de waterkolom. Wind, getijstromingen en golven hebben een grote invloed op het gehalte aan zwevend materiaal. Het slibtransport, en daarmee de troebelheid van het water, langs de Nederlandse kust richting de Waddenzee wordt in belangrijke mate bepaald door aanvoer van slib vanuit het Kanaal en de Vlaamse Banken. Dit slib beweegt zich langs de Belgische en Nederlandse kust in een strook van afnemende breedte (Salden, 1998). Langs de Nederlandse kust wordt het slibtransport ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen) en zandwingebieden, maar omdat windenergiegebied IJVER circa 50-60 km uit de kust is gelegen is het effect daarvan verwaarloosbaar.

De jaargemiddelde troebelheid langs de Nederlandse kust neemt zeewaarts af van 30-50 mg/l op 2 kilometer uit de kust tot 5-10 mg/l op 5 kilometer (Figuur 5.10). Ter hoogte van IJVer bedraagt de troebelheid gedurende de winter circa 5-10 mg/l en 3-4 mg/l gedurende gemiddelde zomercondities.

Figuur 5.10 Gemiddelde concentratie zwevend stof langs de Nederlandse Kustzone voor gemiddelde wintercondities (linker paneel) en gemiddelde zomercondities (rechter paneel). Bron: Sediment Atlas, RIKZ, 2002

Stratificatie

De mate van stratificatie wordt met name bepaald door het windregime, het golfklimaat (beide zijn van invloed op de menging tussen het oppervlaktewater en de laag/ lagen daaronder), de verdeling van temperatuur en zout over de waterkolom en de waterdiepte. In Figuur 5.11 wordt een overzicht gegeven van de (dominante) typen stratificatie in de Noordzee. Hierop valt te zien dat het Nederlandse deel van de Noordzee met name wordt gekenmerkt door wateren waar geen stratificatie heerst (blauw) en wateren waar dit alleen onder specifieke omstandigheden het geval is (paars). De zone waarin stratificatie ten gevolge van de instroom van zoet rivierwater het dominante type is (geel), strekt zich uit van Zeeland tot boven de Waddeneilanden. Dit type stratificatie is zeer variabel van jaar tot jaar en verschilt per seizoen; het is sterk verbonden met het debiet van met name de Rijn en Maas. Het meest noordelijke deel van de Nederlandse Noordzee wordt gekenmerkt door thermische stratificatie in de zomermaanden. Permanente stratificatie is niet aanwezig in het Nederlandse deel van de Noordzee.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op de rand/ net buiten het gebied dat onder invloed staat van de instroom van zoet rivierwater uit de Rijn en Maas. Stratificatie ten gevolge van de instroom van zoet rivierwater wordt over het algemeen niet verwacht maar kan soms optreden. Echter, omdat de afstand tot het instroompunt van het zoete water relatief groot is en de mixende werking van golven en getij relatief groot, zijn de mate en duur van stratificatie naar verwachting gering.

Figuur 5.11 Typen stratificatie in de Noordzee (ROFI = Region Of Freshwater Influence). De delen van de Noordzee waaraan geen classificatie is toegekend, worden gekenmerkt door een type stratificatie dat minder dan 50% van de tijd voorkomt. Bron: Van Leeuwen et al. (2015).

Sedimenttransport

In algemene zin treden sedimenttransporten op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Golven woelen het sediment van de bodem op waarna het door stromingen kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling.

Het grootste zandtransport vindt voornamelijk plaats in de ondiepe kustzone, waar de golven de bodem opwoelen en door breking sediment getransporteerd wordt. Transporten door golf-geïnduceerde stromingen evenwijdig aan de kust zijn in deze zone dominant. In de diepere delen van de Noordzee, waar het windpark gelegen is, worden de sedimenttransporten voor een groot deel beïnvloed door de migratie van bodemvormen (ribbels, mega ribbels en zandgolven). Omdat de meeste bodemvormen ter hoogte van het plangebied met de residuele getijtransporten in noordoostelijke richting migreren en golven slechts een beperkte bijdrage leveren aan het sedimenttransport op deze waterdieptes, is het netto sedimenttransport noordoostelijk gericht.

Naast bodemtransport wordt ook voornamelijk slib in de waterkolom getransporteerd. De residuele getijdestroom is ook noordoostelijk gericht. De jaarlijks gemiddelde netto slibflux langs de Nederlandse kust wordt geschat op 10-25 miljoen ton/jaar (De Kok, 2004; Dankers, 2015).

5.2.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkeling, voornamelijk zeespiegelstijging, doen zich voor de Nederlandse 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 grote tijdschaal significant zullen zijn.

5.3 Effectbeschrijving

De effecten van het windpark op het aspect 'morfologie en hydrologie' worden voorspeld aan de hand van de in de vorige paragraaf genoemde beoordelingscriteria. De effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn bepaald aan de hand van de in paragraaf 5.1 beschreven beoordelingscriteria. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. Bij de beschrijving is onderscheid gemaakt in effecten tijdens de exploitatie, effecten tijdens aanleg/verwijdering en effecten tijdens onderhoud.

5.3.1 Effecten tijdens de exploitatie

Golven

In het windpark zal het golfpatroon rondom de windmolenfunderingen veranderen. De mate waarin het golfpatroon rondom de fundering verandert, is afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacket en tripod fundering is sprake van een open constructie, waardoor golven naar verwachting beperkter worden gehinderd dan bij een gesloten constructie. De mate waarin minder reflectie optreedt is sterk afhankelijk van het ontwerp en moeilijk te kwantificeren. Over de interactie van drijvende funderingen met golven is minder bekend en deze is ook type afhankelijk. De spar boei heeft waarschijnlijk een vergelijkbaar effect als de monopile fundering: de golven worden lokaal enigszins gehinderd. De barge en semi-submersible platforms laten meer golven door omdat deze over/door het platform kunnen propageren en vormen daarmee bijvoorbeeld minder een obstructie voor de golven. Deze opties zullen daarom qua golfeffecten daarom vergelijkbaar en waarschijnlijk zelfs beter zijn dan een jacket of tripod.

Lokale effecten

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, suction bucket of gravity based maar ook de spar boei (grote diepteligging) zal sprake zijn van een kleine verandering van het golfveld. Een dergelijk fundering veroorzaakt golfreflectie aan de loefzijde en golfafscherming aan de lijzijde. Alleen zeer lokaal zal achter een dichte fundering een verlaging van de golfhoogte optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Middels een SWAN model (derde generatie ondiep water golf model: http://swanmodel.sourceforge.net/ , zie voor meer informatie Zijl et al. 2021) is het effect van een constructie met een diameter van 10 m op het omliggende golfveld bepaald. In Figuur 5.12 is het ruimtelijk effect gepresenteerd. De figuur laat zien dat voor de constructie de golven lokaal verhogen (+0,1 m) en dat achter de constructie de golfhoogte lokaal sterk afneemt (-0,5 m). De grootste afname is zichtbaar over een afstand van circa 100 m. Verder achter de constructie is de afname nog maar zeer beperkt (1-2%).

Grootschalige effecten

Clustering van (toekomstige) windparken zou potentieel wel tot grootschalige veranderingen in het golfregiem kunnen leiden doordat het windveld significant beïnvloed wordt (verschillen van 20% in windsnelheden) (de Boon et al., 2018). Zo lieten de resultaten van een geïdealiseerd model zien dat de dat H_{m0} tot 10% kan afnemen in het windenergiegebied zelf. Rondom het windenergiegebied IJVer is deze afname maximaal 5%.

Die golven worden alleen lokaal enigszins beïnvloed. Het effect van clustering speelt wel over een grotere afstand. Omdat het effect zeer gering is ten opzichte van de natuurlijke variabiliteit, wordt het effect niet als bepalend beschouwd. Toch zijn de effecten op golven niet verwaarloosbaar. De algehele beoordeling is daarom licht negatief (0/-) voor de alternatieven.

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat de toename in effecten op de golven dusdanig beperkt is dat er geen verschil is tussen de beoordeling van de beschouwde alternatieven en de beschouwde overplantingsalternatieven. Alle alternatieven worden licht negatief beoordeeld (0/-).

Figuur 5.12 SWAN modelresultaat: effect van een paal met een diameter van 10 m op het inkomende golfveld (Hs=1,2 m, Tp=6 sec, dir=270°)

Waterbeweging (waterafstand en stroming)

Het windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed van de fundering afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacketfundering is sprake van een open constructie, waardoor de waterbeweging minder wordt gehinderd dan bij een gesloten constructie. Het verschil zal naar verwachting echter klein zijn.

Lokale effecten

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity based, zal sprake zijn van een kleine verandering van de waterbeweging. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen optreden. Een dichte fundering, zoals bijvoorbeeld een monopile, in een stromingsveld veroorzaakt een kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopile en turbulentie aan de lijzijde van de monopile. Deze veranderingen zijn echter gering. In Figuur 5.13 zijn de gemodelleerde effecten van een monopile met een diameter van 10 m op de diepte-gemiddelde stroming gepresenteerd. Er is gebruik gemaakt van het stromingsmodel Delft3D. De effecten zijn voornamelijk zichtbaar achter de constructie, waar de gemiddelde stroomsnelheden over enkele honderden meters (beperkt) afnemen van circa 0,6 m/s naar 0,55 m/s. In de directe omgeving van de funderingen zijn de afnames zeer lokaal groter (tot 0,40 m/s). Ook kunnen benedenstrooms van de fundering lokaal instabiele turbulente wervels optreden (die niet in het Delft3D model beschouwd zijn). Zijdelings van de funderingen nemen de stroomsnelheden iets toe (om de afname in stroomsnelheid achter de funderingen te compenseren). Wanneer wordt gekeken naar het volume water dat langs de fundering stroomt, is de afname zeer klein en verwaarloosbaar. De funderingen hebben daarmee geen noemenswaardige invloed op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de fundering te klein, de ruwheid van de individuele funderingen te klein, de waterdiepte te groot, het aantal funderingen te klein en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot. De drijvende fundering in de vorm van een spar boei is qua vorm ook langwerpig en heeft vergelijkbare afmetingen als die van een monopile (Leimeister et al., 2020). Echter, zoals eerder ook is aangekaart, komen spar buoys vooral voor in grote water dieptes vanwege de diepgang van de van de fundering. Ze lijken daarmee ongeschikt voor IJVer. De hypothetische lokale effecten voor zo’n type boei zullen daarom naar verwachting nagenoeg hetzelfde zijn als voor de monopile, omdat de spar boei bijna volledig de waterkolom zou innemen. Daarentegen zullen de effecten op de waterbeweging voor de drijvende funderingen semi-submersible en barge platforms het kleinst zijn omdat water ook onder het platform door (barge en semi-submersible) en door het platform heen kan bewegen. De stroming zal daarom naar verwachting het minst gehinderd worden door dit type funderingen.

Figuur 5.13 Delft3D modelresultaat; effect van een paal met een diameter van 10 m op de stroomsnelheden.

De effecten van een gravity base fundering op de waterbeweging zijn groter doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt aanzienlijk groter is (circa 40-45 m). Gelijk aan de beschouwde monopile in Figuur 5.13 nemen de gemiddelde stroomsnelheden benedenstrooms van de fundering af en kunnen instabiele turbulente wervels optreden.

Grootschalige effecten

Wanneer er meerdere van dit soort grote constructies op de zeebodem worden geplaatst kan dit effect hebben op de grootschaligere stroming door- en om het windpark heen. Zo wordt het verwacht dat de residuele stroming ten gevolge van het windpark IJVer met ongeveer 0.010 à 0.015 m/s afneemt zoals weergegeven in Figuur 5.14. Dit kan invloed hebben op het sediment transport (van Duren et al., 2021). Op nog grotere schaal in het geval van clustering van grote windparken in de toekomst kan gedeeltelijke blokkering van het getij optreden. Dit kan leiden tot significante veranderingen in het getijdenverschil (de Boon et al., 2018; van Duren et al., 2021). Dit is overigens niet zeker en verdient meer onderzoek. Vanwege de non-lineaire interacties wordt dit als een potentieel risico gezien.

Figuur 5.14 Effecten van grootschalige windparken op de Noordzee op de residuele stroming (links) en de M2-amplitude van het getij (rechts). Overgenomen uit van Duren et al. (2021).

Wanneer we de effecten in perspectief zetten met de algehele dynamica van de waterbeweging die ter plaatse van IJVer voorkomt, zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter, de effecten voor alternatief 1 als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daarbij wordt verwacht dat een gravity base fundering en suction bucket een groter negatief effect kan hebben. Derhalve scoort alternatief 2 (met de gravity base fundering) negatief (-).

Wat betreft de overplantingsalternatieven geldt hetzelfde als voor de golven. De overplanting zorgt voor een marginaal toenemend effect van de blokkering van de waterbeweging, met name voor overplantingsalternatief 2 (gravity base fundering). Echter is dit effect verwaarloosbaar klein ten opzichte van de overige 100 of 134 windturbines waardoor de overplantingsalternatieven hetzelfde scoren als de basisalternatieven: negatief (-) voor overplantingsalternatief 2 en licht negatief (0/-) voor overplantingsalternatief 1.

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. Wanneer grootschalig (op een schaal van tientallen kilometers) wordt gekeken naar de bodemligging van de Noordzee kan gesteld worden dat de bodemligging vrijwel niet verandert (Gaida et al., 2018). De exacte bodemdaling of stijging is daarnaast lastig te bepalen omdat de nauwkeurigheid van de uitgevoerde bathymetrische surveys niet voldoende is om significante effecten te kunnen kwantificeren.

Lokale effecten

Lokaal kunnen de effecten op de bodemligging groot zijn. Wanneer geen bodembescherming wordt toegepast gaan ontgrondingskuilen rond de funderingen van de windturbines ontstaan (zie Figuur 5.15). De grootte en diepte van deze ontgrondingskuilen zijn afhankelijk van verschillende parameters: de grootte van de fundering, de lokale stroomsnelheden, de lokale waterdiepte en de bodemsamenstelling. In Figuur 5.16 is een kaart van de Noordzee weergegeven waarop de ontgrondingsdiepte in relatie tot de diameter van de fundering is gepresenteerd. Vergelijkbaar met Figuur 5.16 worden de grootste ontgrondingskuilen verwacht langs de Engelse kust. Ter plaatse van IJVer wordt verwacht dat de diepte maximaal circa 1,2-1,4 x de paaldiameter zal zijn.

Voor de grootte van de ontgrondingskuil kan een factor van 10x de ontgrondingsdiepte worden aangehouden (Van Rijn, 2010). Wanneer rondom de fundering een bodembescherming wordt aangebracht, wat over het algemeen gedaan wordt nabij de funderingen, zal de ontgronding worden tegengegaan. Drijvende funderingen waarbij ankers gebruikt worden hebben als voordeel dat de ankers zichzelf enigszins ingraven door de laterale trekkracht. Hierdoor is het effect van ankers op de bodem kleiner waardoor de ontgrondingskuilen kleiner zullen zijn / niet ontstaan.

Figuur 5.15 Voorbeelden van ontgrondingskuilen die bij funderingen van windmolens kunnen ontstaan (Deltares, 2018)

Figuur 5.16 Kaart waarop de ontgrondingsdiepte versus de paaldiameter is weergegeven voor de Noordzee (Deltares, 2018)

Het windpark heeft, als gevolg van de naar verhouding geringe diameter van de fundatie en de erosiebescherming en de grote onderlinge afstand van de windturbines, alleen in de directe omgeving van de fundatie en in het windpark geringe en lokale effecten op de bodemvormen die voornamelijk sediment herverdelen.

Grootschalige effecten

Er is nog niet veel onderzoek beschikbaar naar de grootschalige effecten van een windpark op de bodemligging. In Figuur 5.17 wordt weergegeven welke invloed een fictief windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn (Van der Veen, 2008). Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte van 12 vierkante kilometer, een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke turbine heeft een monopile als fundatie met een diameter van 4,5 meter. De funderingen in het voorbeeld zijn gerealiseerd op 30 meter waterdiepte, in een zandbodem met een fijne gemiddelde korrelgrootte (200 µm). Zoals uit Figuur 5.17 blijkt, is de invloed op de morfologische ontwikkeling van een windpark zoals in het voorbeeld gebruikt, gering, vooral wanneer gelet wordt op de levensduur van circa 35 à 40 jaar in plaats van 100 zoals gemodelleerd (de vergunningsduur is 40 jaar, dus de operationele duur is ongeveer 35 jaar). De invloed van een windpark op de bodem is gelegen tussen een lokale toename van de waterdiepte met 0,2 meter (rondom de witte cirkels) en een lokale afname van de waterdiepte van 0,3 meter (rondom de grijze asterisken). Dit effect treedt pas op nadat de funderingen 100 jaar op de zeebodem staan. De gemiddelde stroming in windenergiegebied IJmuiden Ver is vergelijkbaar met het voorbeeld.

In Figuur 5.18 is het te verwachten invloedsgebied gepresenteerd wanneer op de Noordzee op verschillende locaties windparken worden gerealiseerd (Van der Veen, 2008). De figuur laat zien dat het invloedsgebied in het Nederlandse deel van de Noordzee gering is. Op de locatie IJmuiden Ver wordt verwacht dat bij een windpark met een grootte van circa 14 km² en 72 windturbines het invloedsgebied circa 0-20 km² is. Kavel Gamma heeft een oppervlak van circa 242.1 km², het invloedsgebied zal naar verwachting ook die orde van grootte zijn.

Figuur 5.17 Invloed van een windpark (4 x 3,5 km) op de morfologische ontwikkeling na 100 jaar (Van der Veen, 2008) waarbij de windturbines op een afstand van 500 m uit elkaar staan, de stroomsnelheid maximaal 0,7 m/s is op een waterdiepte van 30 m en de bodem uit fijn zand bestaat (200 µm)

Figuur 5.18 Invloedszone op de zeebodem bij ontwikkeling van een windpark met een grootte van 4 x 3,5 km, waarbij de (72) windturbines op een afstand van 500 m uit elkaar staan (Van der Veen, 2008)

De grootschalige effecten van een windpark in windenergiegebied IJVer zijn op basis van het voorgaande en op basis van de natuurlijke veel grotere dynamiek als gevolg van bodemvorm migratie vrijwel verwaarloosbaar. De lokale effecten zullen ook beperkt zijn indien er erosiebescherming wordt toegepast. Toch zijn er wel zeer minimale effecten aanwezig, vooral lokaal. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten worden licht negatief (0/-) beoordeeld.

Voor de overplantingsalternatieven geldt er geen wezenlijk verschil. Lokaal zullen er extra ontgrondingskuilen ontstaan bij de overplantingsturbines. Echter zal de toename in effecten verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de al bepaalde effecten voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven worden daarom ook als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen het kavel Gamma van het windenergiegebied IJVer is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (250-270 μm).

Lokale effecten

Door de aanleg van de erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Daarmee verdwijnt er direct een oppervlakte (zie Tabel 5.2) aan zandige bodem, wat effect heeft op de doelen uit de Kaderrichtlijn Mariene Strategie[46]. Een van de doelen is om geen verder verlies te hebben van bodemhabitats volgens Descriptor 6. In het ergste geval is dit 1.77 km^2 (Alternatief 2) wat neerkomt op 0.0030% van het Nederlands deel van de Noordzee (58.000 km^2). Dit is een verwaarloosbaar klein verlies. Voor de overplantingsalternatieven is dit verlies iets hoger maar nog steeds zeer beperkt. Bovendien is een bijkomstig voordeel dat het harde substraat lokaal juist een nieuwe habitat creëert en daarmee tot een hogere biodiversiteit kan leiden.

Rondom de erosiebescherming kunnen er erosiekuilen ontstaan, maar dat heeft een zeer lokaal effect op de zeebodem rondom de erosiebescherming. De opgewekte turbulentie benedenstrooms van de funderingen kan leidden tot een kleine toename in re-suspensie van fijn sediment dat weggevoerd wordt met de heersende stromingen. Op deze manier kan het sediment lokaal iets grover worden (de Boon et al., 2018). Echter zal deze verandering vergelijkbaar of van veel kleinere orde zijn dan de natuurlijke variabiliteit ten gevolge van bijvoorbeeld stormen.

Grootschalige effecten

Grootschalige effecten op de bodemsamenstelling zijn er niet. Dit blijkt ook uit onderzoek dat is gedaan naar de morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark (ACRB, 2013) en onderzoek dat onlangs (2018-2021) door onder andere Deltares in het JIP (Joint Industry Project) is uitgevoerd.

De effecten van het windenergiegebied zijn dusdanig klein dat deze niet van de natuurlijke variatie zijn te onderscheiden. Echter is er wel een beperkte afname van de habitat door de aanleg van de funderingen en erosieberscherming. De beoordeling is daarom licht negatief (0/-). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

[46] https://www.noordzeeloket.nl/beleid/mariene-strategie-krm/

Hier geldt hetzelfde voor de overplantingsalternatieven als voor de voorgaande effecten: de extra effecten ten gevolge van overplanting zijn niet significant ten opzichte van de basisalternatieven. De beoordeling blijft daarom licht negatief (0/-).

Troebelheid

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen aanzienlijke verhoging van de troebelheid verwacht. Omdat erosiebescherming (waarschijnlijk) wordt toegepast, zullen slechts beperkt erosiekuilen ontstaan rond de bodembescherming. Deze zullen bovendien zeer geleidelijk in de tijd ontstaan (tijdschaal maanden tot jaren, zie als voorbeeld Figuur 5.19).

Figuur 5.19 Gemodelleerde ontwikkeling van de diepte van een ontgrondingskuil (S) in de tijd voor een fundering op windpark Hollandse Kust (noord)

Lokale effecten

De fijne fractie die in het sediment aanwezig is zal daardoor langzaam in suspensie komen, waardoor geen verhoging van de troebelheid plaatsvindt. Hierbij moet worden opgemerkt dat het slibpercentage lokaal hoger kan zijn (zie Figuur 5.8) dan het gemiddelde percentage slib in de Noordzee door ophoping rondom de turbines waardoor (lokaal) meer materiaal in suspensie kan komen (bijv. Baeye & Fettweis, 2015). Het effect hiervan zal naar verwachting slechts beperkt zijn. Dit wordt versterkt door onderzoek van Floeter et al. (2017), waarin, op basis van resultaten van een vooronderzoek naar de invloed van een offshore windpark op vertroebeling, wordt geconcludeerd dat het moeilijk is de vertroebeling die door een windpark wordt veroorzaakt te onderscheiden van natuurlijke vertroebeling.

In de Belgische windenergiegebieden Belwind en C-Power is gedurende anderhalf jaar de concentratie fijn sediment gemeten op een hoogte van 0,7 m boven de zeebodem in 16-17 m waterdiepte. In het gebied komen grote zandbanken voor en zijn de pieksnelheden van de getijdestroming circa 1 m/s (Brabant et al., 2012). De metingen zijn beschikbaar voor de periode voor-, tijdens-, en na- de aanlegfase (operatie fase). De metingen lieten daar geen significante verhoging zien van de concentraties in de verschillende bemeten fasen. Daarnaast volgde uit MODIS satellietbeelden ook geen significante verhoging in concentraties, hoger dan de natuurlijke variatie gedurende de seizoenen. Ondanks dat het gebied iets ondieper dan is dan kavel Gamma van IJVer en de stromingen iets groter zijn, geeft het toch een indicatie van de effecten die verwacht kunnen worden in IJVer: deze zijn uiterst beperkt.

Grootschalige effecten

Daarentegen voorspellen van Duren et al. (2021) een toename in de troebelheid ten gevolge van aanleg van windmolenparken. Zo kunnen de concentraties van gesuspendeerd sediment toenemen met 10-20% aan het oppervlak en met 5-15% nabij de bodem volgens de modelresultaten (zie Figuur 5.20). Dit kan potentieel leiden tot een verlaagde primaire productie van algen. Volgens Descriptor 7 van de Kaderrichtlijn dienen wijzigingen in hydrografische eigenschappen van het gebied geen negatief effect te hebben op de habitats. Echter zorgt de lichte toename van troebelheid dus voor een verlaging in primaire productie en daarmee is er dus een minimaal effect.

Figuur 5.20 Gemodelleerde SPM concentraties aan de oppervlakte (links) en nabij de bodem (rechts) (van Duren et al., 2021).

Vanwege de minimale toename in troebelheid door de wervelingen achter de funderingen, worden de effecten voor beide alternatieven als licht negatief (0/-) beschouwd.

Dezelfde beoordeling geldt voor de overplantingsalternatieven. Er zullen extra wervels ontstaan achter de overgeplante turbines, maar dit effect is verwaarloosbaar in relatie tot het geheel van kavel Gamma ongeacht het overplantingspercentage (5 of 15%).

De beoordeling is daarom ook slechts licht negatief (0/-).

Waterkwaliteit

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. Het gebruik van zware metalen in opofferingsanodes die gebruikt worden als kathodische bescherming wordt niet toegestaan in het kavelbesluit. Daarmee wordt voorkomen dat bijvoorbeeld zink in het water terecht komt. In voorgaande MER-en voor windenergie op zee is uitgerekend dat mét toepassing van anodes met zink of aluminium de verhoging van de concentratie aluminium/zink in het water (in de ordegrootte van 0,002 µg/l) verwaarloosbaar is ten opzichte van de normale achtergrondconcentratie van aluminium (0,5 µg/l) of zink (0,1-2,6 µg/l).

De effecten worden neutraal beoordeeld (0) voor de basisalternatieven.
De overplantingsalternatieven hebben dezelfde beoordeling: neutraal (0). De extra windturbines zorgen niet voor een significante verhoging doordat de effectwaardes van chemicaliën niet van achtergrondconcentraties onderscheiden kunnen worden.

Stratificatie

De gevolgen van het plaatsen van windturbines op de stratificatie zijn niet eenduidig. Het is aangetoond dat de plaatsing van een windturbine kan leiden tot een toename van turbulentie aan de lijzijde van de fundering en dat dit (lokaal) kan leiden tot een (beperkte) afname van de stratificatie (Carpenter et al., 2016; Floeter et al., 2017). Dit geldt met name voor gebieden waar de stratificatie al zwak is; in een sterk gestratificeerde waterkolom is de turbulente energie niet voldoende om de stratificatie te verbreken. Ook de omvang van een windpark speelt hierin een belangrijke rol. Kleine windparken, in de ordergrootte van 10 km^2, hebben een verwaarloosbaar effect op de grootschalige stratificatie. Bij windparken in de ordergrootte van 100 km^2 daarentegen, kunnen de effecten significant zijn.

Het is mogelijk dat de plaatsing van windturbines zal leiden tot een (beperkte) afname van de stratificatie, met name in het windenergiegebied zelf. Echter, is de stratificatie in het gebied tijdens natuurlijke omstandigheden al beperkt. De effecten worden daarom licht negatief beoordeeld (0/-). De effecten bestaan voor beide alternatieven, al kan de mate van verstoring van de stratificatie iets sterker zijn voor alternatief 2.

Voor de overplantingsalternatieven geldt wederom dat het mixende effect van turbulentie rondom de windmolens dat extra ontstaat ten opzichte van de basisalternatieven niet significant zal zijn. De overplantingsalternatieven zijn daarom ook licht negatief (0/-) beoordeeld voor zowel 5 als 15% overplanting.

Sedimenttransport

Lokale effecten

Het sedimenttransport ondervindt, net als de waterbeweging, als gevolg van de grote onderlinge afstand tussen de windturbines geen tot lichte invloed van het windpark. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen beperkt erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Ook dat heeft een zeer lokaal en gering effect op het sedimenttransport (ACRB, 2013).

Grootschalige effecten

Op grotere schaal is al beschreven dat er een afname van de residuele stroming plaatsvindt in de ordegrootte van centimeters per seconde. Volgens Grasmeijer et al. (2022) zijn het netto jaarlijkse transport en de residuele stroming sterk aan elkaar gelinkt in 20 m water diepte. De afname in de residuele stroming in het windpark kan leiden tot transport gradiënten en daarmee lichte aanzanding in het windpark waar de residuele stroming afneemt (zuidkant van het windpark) en lichte erosie waar deze weer toeneemt (noordkant van het windpark).

Omdat deze alleen effecten binnen het windpark gelden worden deze licht negatief beoordeeld (0/-).

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat de omvang van het windpark niet toeneemt. De effecten blijven daarom ook voor deze alternatieven beperkt tot het windpark zelf. Het effect op sedimenttransport zal marginaal sterker zijn voor de overplantingsalternatieven maar verwaarloosbaar ten opzichte van de effecten van de basisalternatieven. De beoordeling voor de overplantingsalternatieven is daarom ook licht negatief (0/-).

5.3.2 Effecten van de aanleg en verwijdering

In de volgende secties worden de effecten van de constructie en verwijdering van de windmolens op de hydro-morfodynamische aspecten beoordeeld. Hierin is ook de factor tijd meegewogen. Waar de exploitatie plaatsvindt voor een periode van 40-50 jaren en daardoor systematische veranderingen op zouden kunnen treden, is dit voor de constructie en verwijdering niet het geval. De effecten zijn daarom vergeleken met een event zoals een storm, waardoor de effecten veelal als licht negatief beoordeeld zijn, ook in geval van overplanting. Over het algemeen geldt dat de overplantingsalternatieven voor 5 en 15% resulteren een langere periode van werkzaamheden waardoor de effecten een enigszins langere duur hebben, maar de toename hiervan is beperkt.

Golven

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) voor de basis- en overplantingsalternatieven.

Waterbeweging (waterstand en stroming)

De waterstand en de stroming zal door de aanwezigheid van werkschepen, bij de aanleg en verwijdering van het windpark, lokaal in zeer geringe (ofwel verwaarloosbare) mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart. De effecten worden neutraal beoordeeld (0) voor de basis- en overplantingsalternatieven.

Waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen van de funderingen, het aanbrengen van de erosiebescherming (eventueel) en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem tijdelijk worden verstoord. De verstoring hangt vooral samen met het egaliseren van de bodem ten behoeve van het aanbrengen van de erosiebescherming en het ingraven van de kabels. De effecten die optreden zijn lokaal en van korte duur. De effecten van een respectievelijk de gravity based en suction bucket fundering zijn door de omvang van de fundering (Ø 40-50 m en Ø 20-30 m, respectievelijk) en erosiebescherming (Ø 120-150 m en Ø 100-150 m, respectievelijk) groter dan bij de andere funderingstypen (zie Tabel 5.2). Nadat de erosiebescherming is aangebracht zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de hydro-morfologische effecten. Bij de verwijdering van het windpark treden dezelfde soort effecten op, maar in geringere mate.

Het ingraven van de parkbekabeling leidt tot verstoring van het bodemoppervlak (de effecten van de kabels die van het park naar land lopen worden in een separaat MER onderzocht). Het verstoorde oppervlak is afhankelijk van de totale lengte van de parkbekabeling en de breedte van de strook die wordt verstoord door het ingraven van de kabel. Afhankelijk van de ingraafdiepte en de gebruikte ingraaftechniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 15 meter zijn (breedte van een trencher). Bij de verwijdering van de parkbekabeling treden minder effecten omdat de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem kunnen worden getrokken.

Bij toepassing van een spanning van 66 kV kunnen circa 3 turbines van 20 MW op een streng worden aangesloten[47]. Dit betekent dat er 60 MW per streng kan worden aangesloten wat neer komt op 4 turbines van 15 MW (alternatief 1) per streng of 3 turbines van 20 MW (alternatief 2) per streng. Voor alternatief 1 wordt daarom als uitgangspunt genomen dat in totaal 17 strengen nodig zijn voor zowel alternatief 1 als 2. Wanneer deze uitgangspunten worden gehanteerd zal de totale lengte aan parkbekabeling (worst case) neerkomen op circa 170 ±25 km (beide alternatieven vallen binnen deze range).

Om de kans op blootspoelen zoveel mogelijk te beperken worden de strengen over het algemeen zoveel mogelijk in de troggen van de zandgolven begraven. Op deze manier kan zonder dat de kabel heel diep hoeft te worden begraven toch blootspoeling gedurende de levensduur voorkomen worden. Herbegraven van de kabels is namelijk zeer duur en onder andere TenneT hanteert zoveel mogelijk een strategie waarbij de kabels initieel diep worden begraven en zo de kans zeer klein is dat herbegraven noodzakelijk is (burry-and-forget methode). Zeer recent (2018) is er optimalisatie software ontwikkeld om in detail te bepalen wat de optimale route van de funderingen naar het transformatorplatform is waarbij de kosten als functie van prijs per meter kabel, ingraven, onderhoud, begraafdiepte, etc. wordt bepaald. De kabellengte wordt (gebaseerd op de ervaringen bij Borssele I en II) daardoor circa 20% langer dan wanneer in een rechte lijn een kabel tussen transformator en windmolen wordt aangelegd. Het (tijdelijk) verstoorde oppervlak ligt daarmee rond de 170 km x 15 m breed + 20% = 310 ha. Dit oppervlak wordt slechts kortdurend verstoord, namelijk wanneer de trencher die de kabel ingraaft voorbijrijdt. Het effect van zo'n trencher op de zeebodem is zeer beperkt (lage druk rupsbanden).

Om bovenstaande redenen zijn de effecten op waterdiepte en bodemvormen neutraal beoordeeld (0). De overplantingsalternatieven leiden niet tot een significante toename van de effecten en worden ook als neutraal (0) bestempeld.

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. Lokaal zorgt dit voor een minimale verhoging van de mediane korrelgrootte waar vooral fijn sediment vandaan getransporteerd wordt. Daarbij is er een minimale verlaging in korrelgrootte waar dit weer bezinkt. Dit effect zal naar verwachting dusdanig minimaal zijn dat de bodemsamenstelling niet significant verandert. Daarbij is het effect gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Na korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de hydro-morfologische effecten.

[47] Tennet. 2015. 66 kV Systems for Offshore Wind Farms. Report No.: 113799-UKBR-R02, Rev 2. 05-03-2015

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Hierdoor verdwijnt er dus wel een oppervlakte (zie Tabel 5.2) aan zandige bodem. De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (rond de fundering) toegepast, maar er gaat wel habitat verloren. De effecten worden licht negatief beoordeeld (0/-) voor de basisalternatieven. De alternatieven zijn niet onderscheidend omdat geldt dat dit verlies qua omvang erg beperkt is vergeleken met het totale oppervlak Nederlandse wateren.

Voor de overplantingsalternatieven geldt dat er iets meer habitat verloren gaat door de aanleg van 3 extra windturbines. Echter is deze afname in habitat in relatie tot de afname vanwege het gehele windenergiegebied niet significant. De effectbeoordeling is daarom ook licht negatief (0/-) voor de overplantingsalternatieven.

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.

De hoogste vertroebeling zal optreden wanneer de kabels middels mass-flow excavation worden begraven. Bij die methodiek wordt sediment door waterjets gefluïdiseerd waardoor de kabel in het sediment zakt. Er kan daarbij vanuit worden gegaan dat de gehele fijne fractie uitspoelt. Wanneer wordt verondersteld dat de kabels middels mass-flow worden begraven op een diepte van 2 m onder de zeebodem zal per meter kabel circa 5 m³ worden gefluïdiseerd. Bij een percentage slib van circa 2.5% (maximum volgens Figuur 5.8, het grootste gebied heeft rond 0% slib) en een dichtheid van 1600 kg/m³ zal er dan circa 200 kg slib worden omgewoeld. Bij een conservatieve begraafsnelheid van 3 m/minuut is dit 600 kg/minuut. Lokaal zal de concentratie slib daardoor verhogen maar wanneer op grotere schaal wordt gekeken neemt de concentratie in de slibpluim snel af. Op een afstand van 500 m zal deze gereduceerd zijn tot een diepte-gemiddelde concentratieverhoging van circa 7,5 mg/l (aangenomen pluimbreedte 100 m, diepte 25 m, stroomsnelheid 0,5 m/s). Deze verhoging treedt alleen op tijdens het begraven. Na aanleg zal de concentratieverhoging niet meer aanwezig zijn. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (<2.5%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken. Deze verhoging van de troebelheid valt ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in normale situaties ongeveer 4-5 mg/l (zie tevens Figuur 5.10), maar kan tijdens storm lokaal oplopen tot 1.000 mg/l. Het totale effect is klein omdat het effect zeer lokaal en gedurende een korte periode optreedt. Bij de verwijdering van de parkbekabeling kunnen de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem worden getrokken waardoor minder vertroebeling optreedt.

Bij een gravity based fundering wordt met een sleephopperzuiger een put gegraven van circa 50x50x4 m (lengte x breedte x diepte), waarin grind wordt gestort. Hierop zal de gravity based fundering worden geplaatst, waarna vervolgens de put rondom de fundering weer wordt vol gestort. Tijdens het graven en vullen van deze putten zal de troebelheid toenemen door de verhoogde slibconcentratie. Ook hier is sprake van een lokaal en tijdelijk effect. Daarentegen, in de Belgische windenergiegebieden Belwind en C-Power is gedurende anderhalf jaar de concentratie zwevend sediment gemeten (Brabant et al., 2012). De concentraties lieten daar geen significante verhoging zien tijdens constructie van gravity-based funderingen. Brabant et al. (2012) concludeerden daarmee dat de effecten hoogstens zeer lokaal en tijdelijk zijn.

De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) en de begraafwijze van de kabels (trenchen, jetten of mass-flow excavation) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten. Dit geldt ook voor het verwijderen van de gravity based fundering; ook hier zijn de effecten gering. De effecten worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (0). Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijke aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

De genoemde effecten komen voornamelijk van bekabeling. Deze neemt niet aanzienlijk toe in het windenergiegebied als er overplanting van 3 windturbines plaatsvindt. Daarom worden de effecten als neutraal (0) beoordeeld voor beide overplantingsalternatieven.

Stratificatie

De grootschalige stratificatie zal, indien deze aanwezig is, slechts beperkt worden verstoord tijdens de aanleg en verwijdering van het windpark. Lokaal kunnen grotere effecten optreden, al zal dit door de relatief korte tijdspanne waarin de werkzaamheden plaatsvinden, niet leiden tot significante effecten. De effecten worden als neutraal beoordeeld (0) voor de basis- en overplantingsalternatieven.

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 omgewoeld sediment. Dit geldt met name voor het alternatief waarbij een gravity based fundering wordt toegepast (zie troebelheid en waterkwaliteit). Deze verhoging valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek. Het effect van de aanleg en verwijdering is niet groter dan tijdens een event zoals een storm kan optreden. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijke aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de basis- en overplantingsalternatieven.

5.3.3 Effecten van onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine één keer per jaar gepland preventief onderhoud uit te voeren. Het onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal bij voorkeur in de zomermaanden plaatsvinden. Afhankelijk van het type werkzaamheden zal het onderhoud met één of meerdere onderhoudsschepen worden uitgevoerd. 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 beoordelingscriteria. De effecten worden neutraal beoordeeld (0) voor zowel de basis- als overplantingsalternatieven.

5.4 Effectbeoordeling

5.4.1 Basisalternatieven

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard en daarmee niet van natuurlijke events te onderscheiden. Dit resulteert veelal in neutrale beoordelingen. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen, voor zover 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 aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee negatief. In Tabel 5.3 zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé (interne bekabeling) weergegeven.

Tabel 5.3 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie.

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1a (15 MW)	Alternatief 2a (20 MW)	Overplantings-alternatief 1b (5%) (15 MW)	Overplantings-alternatief 2b (5%) (20 MW)	Overplantings-alternatief 1c (15%) (15 MW)	Overplantings-alternatief 2c (15%) (20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodemvormen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

5.4.2 Overplantingsalternatieven

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten, met name voor overplanting van 15%. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven vanwege een aantal extra turbines ten opzichte van de basisalternatieven met 100 à 134 turbines is echter dusdanig klein dat de effecten zeer beperkt zijn. Dit heeft geleid tot een zelfde effectenbeoordeling voor de overplantingsalternatieven als voor de basisalternatieven (Tabel 5.3).

5.5 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn zeer lokaal en verwaarloosbaar. Daarnaast zijn de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk. Bij de eventuele verdere invulling van windenergiegebied IJmuiden Ver zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden.

Op het schaalniveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal het effect op morfologie en geologie neutraal zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) stratificatie (Carpenter 2016, Van Duren et al. 2021) en de waterbeweging en morfologie (Van der Veen 2008, Boon et al. 2018). Kwantificering van dit effect dient in nadere studies verder bepaald te worden.

5.6 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de beoordelingscriteria significante effecten op. Alle effecten zijn zeer lokaal en verwaarloosbaar. Daarnaast zijn de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig. Ondanks dat de beoordeling doorgaans hetzelfde (licht) negatief is voor de verschillende aspecten, zijn er nog wel gradaties binnen de beoordeling. Zo is bijvoorbeeld het verloren bodemoppervlak verschillend per funderingstype en hetzelfde geldt voor andere aspecten (bijv. obstructie voor golven en stroming, troebelheidswakes door turbulentie). Dit dient ondanks de gelijke beoordelingen meegenomen te worden in de keuze van het funderingstype.

5.7 Leemten in kennis

Er is nader onderzoek nodig ten aanzien van de mogelijke effecten op stratificatieprocessen en waterbeweging van een grootschalige (internationale) ontwikkeling van windenergie op de Noordzee. In Van Duren et al. (2021) is al een goede aanzet gedaan voor het gecumuleerd in kaart brengen van de ontwikkelingen van windparken op de Noordzee. Zij geven echter een aantal belangrijke aanbevelingen om nader onderzoek naar de gecumuleerde effecten uit te voeren. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen en waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn (nog) niet eenduidig te benoemen. Met name de mogelijk non-lineaire interacties worden als een risico beschouwd.

De drijvende funderingen lijken daarnaast veel potentie te hebben in de toekomst voor windenergie op zee en dan met name in grotere waterdieptes (> 50 m). Het huidige kennisniveau volgend uit de literatuur is nog beperkt; er is voornamelijk kennis uit pilots, met name als het aankomt op grote windmolens (> 10 MW). Van bestaande, geplande projecten en van ontwerpstudies is bekend dat drijvende windmolens doorgaans voorkomen in waterdieptes groter dan 50m. Op basis daarvan lijken drijvende funderingen geen voor de hand liggende optie te zijn voor het windenergiegebied IJmuiden Ver.

6 Vogels en vleermuizen

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke effecten voor vogels en vleermuizen. Het hoofdstuk maakt gebruik van informatie uit het rapport dat door Waardenburg Ecology is opgesteld en opgenomen is in bijlage 4. Voor meer informatie en achtergronden wordt verwezen naar dat rapport. In paragraaf 6.2 wordt beschreven welke alternatieven worden beschouwd in dit hoofdstuk. Paragraaf 6.3 geeft het kader voor de beoordeling weer. Paragraaf 6.4 geeft een beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling, waarna in paragraaf 6.5 de effectbeschrijving aan bod komt. Vervolgens komen in respectievelijk paragraaf 6.6, 6.7 en 6.8 de conclusie, cumulatie en mitigerende maatregelen aan de orde. Paragraaf 6.9 en 6.10 sluiten af met leemten in kennis en grensoverschrijdende effecten. De toetsing aan deOmgevinsgwet gebeurt voor soorten in bijlage 7 en voor gebieden in bijlage 8 (Passende Beoordeling).

6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

In kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver worden windturbines met een totale maximale capaciteit van ca. 2 tot 2,3 GW gebouwd. De vergunninghouder kan in een later stadium bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie, binnen de bandbreedte die is aangegeven in het kavelbesluit. Om tot een goede inschatting te komen van de effecten van mogelijke initiatieven binnen de kavel worden de effecten op vogels en vleermuizen bepaald voor een bandbreedte van verschillende aantallen windturbines en windturbinetypes (Tabel 6.1). Deze specificaties garanderen een worst case benadering van effecten binnen de bandbreedte. Daarbij gaat het voor vogels en vleermuizen met name om het verschil in rotordiameter (minimum 236 bij alternatief 1a en maximum 280 meter bij alternatief 2a) en het verschil in aantal turbines (minimaal 100 bij alternatief 2a en maximaal 134 turbines bij alternatief 1a). Ook zijn nog een aantal overplantingsalternatieven beschouwd (de b- en c-varianten in de volgende tabel), waarbij respectievelijk ca. 5% en 15% meer vermogen in kavel Gamma wordt opgesteld. Dit zijn alternatieven met dus iets meer turbines en totaal vermogen.

Tabel 6.1 Kenmerken van de te onderzoeken alternatieven voor vogels en vleermuizen

Alternatief	Turbine vermogen	Aantal turbines	Indicatief MW	Turbine tiplaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)
Alternatief 1a	15	134	2.010	25	143	236
Alternatief 1b (5%-overplanting)	15	140	2.100	25	143	236
Alternatief 1c (15%-overplanting)	15	153	2.295	25	143	236
Alternatief 2a	20	100	2.000	25	165	280
Alternatief 2b (5%-overplanting)	20	106	2.120	25	165	280
Alternatief 2c (15%-overplanting)	20	115	2.300	25	165	280

Uitgangspunt in de effectbeoordeling is dat de turbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is.

6.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten van de verschillende alternatieven (paragraaf 6.2) is erop gericht om op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het verwijderen van windparken volgens de voorgestelde configuratie (exclusief kabeltracé naar land). De uitgangspunten voor het beoordelingskader zijn:

- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid (zie ook paragraaf 2.2 van dit MER);
- goede aansluiting bij nationale en internationale wet- en regelgeving;
- effecten waar mogelijk gekwantificeerd;
- heldere plaatsing van de effecten van het voorgenomen park in cumulatie met effecten van andere parken en ontwikkelingen.

Naast dat windparken effecten op vogels hebben in de gebruiksfase, kunnen ook tijdens de aanleg en verwijdering van turbines effecten optreden. In onderhavig hoofdstuk worden de effecten van zes windparkalternatieven in kavel Gamma behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Er wordt onderscheid gemaakt in vier groepen vogels:

- niet-broedende lokale zeevogels (of lokaal verblijvende niet-broedvogels);
- broedende (kolonie)vogels;
- niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden;
- vogels op seizoenstrek (trekvogels).

Ook wordt het effect beschouwd op vleermuizen tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase.

Tabel 6.2 Beoordelingskader vogels en vleermuizen

Beoordelingscriteria	**Effectbeoordeling**
VOGELS	
Aanleg windpark (constructiefase)	
Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Gebruik windpark (operationele fase)	
Lokaal verblijvende niet-broedvogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[48]
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
Broedende (kolonie)vogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[48]

[48] Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% aan te houden van de individuen die habitatverlies ondervinden.

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[48]
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Vogels op seizoenstrek	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Verwijdering windpark (verwijderingsfase)	
Verstoring door verwijderen kabeltracé en fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
VLEERMUIZEN	
Aanvaringsrisico	Aantal vleermuisslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Kwalitatief effect van aanwezigheid windturbines en onderhoud

Om de effecten van de verschillende alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een +/- score beoordeeld. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal uit de volgende tabel gehanteerd. Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

Tabel 6.3 Scoringstabel voor effecten

Score	Effect	Gevolgen
+ +	Sterk positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Omgevingswet geen overtreding van verbodsbepalingen of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden.
+	Positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Omgevingswet geen overtreding van verbodsbepalingen of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden.
0	Neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. In het kader van Omgevingswet geen overtreding van verbodsbepalingen of effecten op doelen van beschermde gebieden.
-	Negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Omgevingswet overtreding van verbodsbepalingen en effecten op doelen van beschermde gebieden zijn mogelijk.

Score	Effect	Gevolgen
- -	Sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van Omgevingswet overtreding van verbodsbepalingen en effecten op doelen van beschermde gebieden zijn waarschijnlijk.

6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver effect heeft op vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten vogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen, in welke dichtheden en hoe ze het gebied gebruiken. Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare telgegevens van zeevogels en trekvogels op het Nederlandse deel van de Noordzee, inclusief windenergiegebied IJmuiden Ver, zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie (hierna: KEC) (Leopold et al. 2015, Rijkswaterstaat 2015, Van der Wal et al. 2015, Rijkswaterstaat 2016) en de recente actualisatie daarvan (Gyimesi et al. 2018b, Van der Wal et al. 2018, Rijkswaterstaat 2019, Potiek et al. 2022b).

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Gegevens die zijn verzameld in het kader van het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands), waarvoor de Nederlandse Noordzee vanaf 1991 jaarlijks meerdere keren wordt geteld (o.a. Arts, 2013, Fijn et al. 2018) en diverse Europese tellingen die zijn samengebracht in de European Seabirds At Sea (ESAS) database (Tasker et al, 1984, Reid & Camphuysen 1998, Leopold et al, 2012);
- Data van vogeltellingen uitgevoerd vanaf boorplatform K14 (Fijn et al. 2012, 2015a).

Voor de jan-van-gent en zilvermeeuw bleken de dichtheidskaarten binnen de KEC 4.0 studie niet realistisch te zijn (Collier et al. 2022, Soudijn et al. 2022a). Voor zilvermeeuw is binnen een vervolgstudie van de KEC 4.0 studie een realistischere dichtheidskaart gemaakt (Soudijn et al. 2020a). Voor jan-van-gent is gebruik gemaakt van een recentelijk gepubliceerde dichtheidskaart (Waggitt et al. 2020).

In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. De schatting van de populatie van ruige dwergvleermuizen dat over de Noordzee migreert heeft een zeer grote bandbreedte (100-1.000.000; Limpens et al. 2017). Waar de vleermuizen die over de Noordzee trekken precies vandaan komen is niet bekend (Rijkswaterstaat 2015). Het European Topic Centre on Biological Diversity (2021) geeft een overzicht van schattingen en trends van vleermuispopulaties in landen van de Europese Unie (http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/). Gegevens van deze databank zijn gebruikt om populatiegroottes te bepalen. In het KEC (Rijkswaterstaat 2015, 2019) zijn alle beschikbare waarnemingen van vleermuizen boven het zuidelijke Noordzeegebied gepresenteerd en ook in voorliggend rapport verwerkt.

6.4.1 Lokaal verblijvende niet-broedvogels

Tabel 6.4 geeft de geïnterpoleerde dichtheden van vogels in Kavel Gamma van IJmuiden Ver weer. Deze dichtheden zijn bepaald op basis van de MWTL-/ESAS/K14 -tellingen conform Rijkswaterstaat (2015) voor fuut, grauwe pijlstormvogel, noordse pijlstormvogel, stormvogeltje, vaal stormvogeltje, kuifaalscholver, grote zee-eend, kokmeeuw, stormmeeuw, dwergstern en kleine alk, en conform Potiek et al. (2022b) voor de andere soorten. Voor de jan-van-gent zijn recent gemodelleerde vogeldichtheden gehanteerd (Waggitt et al. 2020).

Tabel 6.4 Geïnterpoleerde dichtheden (aantallen per km^2) van vogels in Kavel Gamma van IJmuiden Ver. Tweemaandelijkse dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL-ESAS-tellingen conform Potiek et al. (2022b).

Soort	aug/sep	okt/nov	dec/jan	feb/maa	apr/mei	jun/jul
duiker spec.	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00
noordse stormvogel	0,16	0,30	0,67	0,16	0,27	0,15
kleine jager	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
grote jager	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
aalscholver	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
jan-van-gent	0,14	0,10	0,07	0,07	0,10	0,12
dwergmeeuw	0,13	0,03	0,02	0,03	1,16	0,00
kleine mantelmeeuw	0,50	0,16	0,00	0,15	0,47	0,67
zilvermeeuw	0,06	0,17	0,32	0,13	0,02	0,21
grote mantelmeeuw	0,11	0,42	0,21	0,15	0,04	0,03
drieteenmeeuw	0,27	0,79	1,35	0,77	0,79	0,36
grote stern	0,15	0,00	0,00	0,00	0,14	0,02
visdief/noordse stern	0,15	0,00	0,00	0,00	0,84	0,01
zeekoet	0,92	3,06	3,99	2,60	3,18	0,15
alk	0,00	0,78	1,32	2,00	0,08	0,00
papegaaiduiker	0,00	0,01	0,02	0,05	0,00	0,00

6.4.2 Broedende (kolonie) vogels

Binnen de begrenzing van het windenergiegebied IJmuiden Ver broeden geen vogels, echter diverse soorten die broeden aan de kust komen tijdens (dagelijkse) foerageervluchten op zee in het gebied tijdens het broedseizoen. Per soort wordt in de volgende tabel aangegeven of de soort in aanvaring kan komen met windturbines in de kavel qua afstand tot de broedplaats. Voor de onderbouwing wordt verwezen naar bijlage 4, waar de vraag wordt beantwoord of het relevant is voor de soort aanvaringsslachtoffers te berekenen of dat de aanwezigheid van de koloniesoort te verwaarlozen is (in het kader van de Natura 2000-activiteit onder de Omgevingswet). Het gaat hier om kolonievogels en niet om vogels tijdens seizoenstrek.

Tabel 6.5 Relevantie beschermde kolonievogels in relatie tot IJmuiden Ver Gamma

Soort	Kan de soort uit beschermde kolonies in aanraking komen met turbines in kavel?	Relevant om aanvaringsslachtoffers van de kolonievogels te bepalen in het kader van de Omgevingswet?
jan-van-gent	Ja, de Natura 2000-kolonies Bempton Cliffs, Flamborough, Filey Coast en Helgoland kunnen kavel Gamma in theorie bereiken. Echter, dit kan als zeer incidenteel worden beschouwd.	Nee
aalscholver	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

Soort	Kan de soort uit beschermde kolonies in aanraking komen met turbines in kavel?	Relevant om aanvaringsslachtoffers van de kolonievogels te bepalen in het kader van de Omgevingswet?
noordse stormvogel	Nee, kavel Gamma ligt buiten (gemiddeld) bereik van beschermde kolonies en de fractie die op rotorhoogte vliegt is minimaal.	Nee
drieteenmeeuw	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kokmeeuw	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
stormmeeuw	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kleine mantelmeeuw	Ja, de Natura 2000-kolonies in de Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en de Nederlandse Waddenzee kunnen kavel Gamma bereiken.	Ja
zilvermeeuw	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote mantelmeeuw	Kavel Gamma is potentieel te bereiken, maar de kolonies liggen niet in beschermd natuurgebied.	Nee
dwergstern	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stern	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
visdief	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote stern	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
zeekoet	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
alk	Nee, kavel Gamma ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

6.4.3 Vogels tijdens seizoenstrek

Soortenspectrum

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa (o.a. Lensink & Van der Winden 1997, Exo et al 2002, LWT/SOVON 2002, Krijgsveld et al 2011, Hill et al 2014). Boven windenergiegebied IJmuiden Ver trekken jaarlijks tientallen miljoenen vogels waarin grofweg drie hoofdgroepen trekvogels zijn te onderscheiden: zeevogels, kustvogels en landvogels. In Tabel 6.6 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste soorten die in het windenergiegebied verwacht worden. Bovendien wordt vliegrichting en de vlieghoogte aangegeven.

Tabel 6.6 Overzicht van meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied IJmuiden Ver.

soort	voorkomen*	vliegrichting**	vlieghoogte***
zeevogels			
noordse stormvogel	2	1	-^
jan-van-gent	2	1	+
grote jager	3	1	+/-
kleine jager	3	1	+/-
grote mantelmeeuw	3	1	+
kleine mantelmeeuw	3	1	+
dwergmeeuw	3	1/3	+/-
drieteenmeeuw	2	1	+
noordse stern	1	1	+
grote stern	3	2	+
zeekoet	3	1	-^
alk	3	1	-^
kustvogels			
roodkeelduiker	2	2	+/-
parelduiker	1	2	+/-
aalscholver	1	2/3	+
fuut	1	2	-^
zwarte zee-eend	2	2	+/-
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
Steltlopers (zoals rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier)	1	2	-
'land 'vogels (zang- en watervogels)			
kleine zwaan	1	3	+/-
rotgans	1	2/3	+/-
bergeend	1	2/3	+/-
kuifeend	1	2/3	+/-
topper	1	2/3	+/-
smient	1	2/3	+/-
kanoet	1	2/3	- / -^
rosse grutto	1	2/3	- / -^
tureluur	1	2/3	- / -^
bonte strandloper	1	2/3	- / -^
zilverplevier	1	2/3	- / -^
kievit	1	2/3	- / -^
watersnip	1	3	- / -^
houtsnip	1	3	- / -^

soort	voorkomen*	vliegrichting**	vlieghoogte***
koperwiek	1	2/3	-
merel	1	2/3	-
zanglijster	1	2/3	-
spreeuw	1	2/3	-
veldleeuwerik	1	2/3	-
graspieper	1	2/3	-
roodborst	1	2/3	-
vink	1	2/3	-

* 1 = in lage aantallen..., 2 = middelhoge aantallen..., 3 hoge aantallen t.o.v. totale trekstroom
** 1 = Noord >> Zuidwest v.v., 2 = Noordoost >> Zuidwest v.v., 3 = West >> Oost v.v.
*** - = kleine fractie van totale trek op rotorhoogte, +/- = gemiddelde fractie, + = grote fractie op rotorhoogte, '-^ = meest vlak boven zee onder rotorhoogte

Vliegintensiteit

Specifieke trekbanen of zogeheten ‘migration corridors’ met hogere trekdichtheden dan andere stukken zijn niet bekend uit het gebied. Naar verwachting vertonen alle zeevogels hier breedfront trek vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa. Breedfront trek is verplaatsing verspreid over de Noordzee en niet in specifieke banen met hogere dichtheden vogels.

Landvogels kunnen naast deze noord-zuid trekrichting ook een oost-west trekrichting tussen de Britse Eilanden en het Europese continent. Voor landvogels is in onderstaande Tabel 6.7 een schatting gegeven van de flux (aantal vogels dat passeert).

Tabel 6.7 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km op rotorhoogte in windenergiegebied IJmuiden Ver, op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Fijn et al. (2012) rond K14. Hiervoor is de meeste soortgroepen uitgegaan van fracties op rotorhoogte uit Wright et al. (2012). Voor zangvogels zijn twee alternatieven van IJmuiden Ver vermeld (alternatief 1 = 143 m ashoogte en 236 m rotordiameter; alternatief 2 = 165 m ashoogte en 280 m rotordiameter).

		Aantalsschattingen op rotorhoogte per strekkende kilometer		
Soortgroep	Fractie van totale flux op K14	K14	IJmuiden Ver alternatief 1	IJmuiden Ver alternatief 2
ganzen en zwanen	0,006	~1.000	cf. K14	cf. K14
eenden	0,001	~60	cf. K14	cf. K14
reigers	0	0	cf. K14	cf. K14
roofvogels en uilen	0,0005	~100	cf. K14	cf. K14
steltlopers	0,003	~300	cf. K14	cf. K14
zangvogels overdag	0,20		~19.000	~20.000
zangvogels nacht	1		~100.000	~108.000
zangvogels totaal			~118.000	~128.000

Voor het windenergiegebied IJmuiden Ver geldt dat het waarschijnlijk dermate ver op zee ligt dat het voorkomen van kustvogels verwaarloosbaar is, en dat voornamelijk zeevogels en breed-front trek van landvogels relevant zijn.

Vliegrichtingen

In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land naar de Britse Eilanden in het westen, terwijl in het voorjaar de trekstroom de andere kant op gaat. Daarnaast vliegen grote aantallen trekvogels in het najaar naar het zuiden vanuit de noordelijke Noordzee en Scandinavië respectievelijk het Kanaal in of naar Zuid(west) Europa. In het voorjaar gaan deze de andere kant op. In bijlage 4 en Tabel 6.6 is voor de verschillende groepen trekvogels de vliegrichting onderscheiden.

Vlieghoogtes

Seizoenstrek van zeevogels gebeurt eigenlijk onder bijna alle omstandigheden, echter een gunstige wind ten opzichte van de trekrichting is van invloed op de trekintensiteit van de meeste soorten. Van de soorten in deze groep is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder de 100 m, maar meestal veel lager), en daarmee zijn bij windturbines met hogere tiplaagtes in het algemeen minder aanvaringsslachtoffers te verwachten dan bij lagere tiplaagtes (zie bijlage 4). Echter, het is ook bekend dat duikers, meeuwen, jagers en sterns op trek op honderden meters hoogte kunnen vliegen en daarmee buiten het bereik van rotoren van windturbines op zee blijven. In bijlage 4 en Tabel 6.6 is voor de verschillende groepen trekvogels de vlieghoogte onderscheiden.

6.4.4 Vleermuizen

Lokale vleermuizen

De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt onder de 10 kilometer en gezien de afstand van het windenergiegebied IJmuiden Ver tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt. Aanvaringsslachtoffers van lokale vleermuizen worden daarom verder niet behandeld in dit MER.

Vleermuizen tijdens seizoenstrek

Lange-afstand migratie is voor rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis goed gedocumenteerd. Deze soorten trekken in de herfst vanuit Scandinavië, de Baltische Staten en Rusland naar plaatsen in Europa met een zachter zeeklimaat (Rydell et al. 2014). Gedurende de trektijd worden lage aantallen ruige dwergvleermuizen vrijwel overal waargenomen, hetgeen duidt op breedfronttrek. De meeste vleermuissoorten volgen tijdens de seizoenstrek rivieren (Furmankiewicz & Kucharska 2009) en de kust (Petersons 2004, McGuire et al. 2012).Tijdens deze trek steken de dieren ook grote meren, de Oostzee en de Noordzee over. Zo is migratie tussen Engeland en de Baltische Staten zes keer en tussen Nederland en Engeland één keer bewezen voor de ruige dwergvleermuis (Bat Conservation Trust, 2017).

Vleermuisactiviteit is diverse keren gemeten in windparken in de Noordzee (Lagerveld et al. 2021, 2022). In sommige windparken in de Noordzee, zoals PAWP, zijn binnen een maand meer dan 100 vleermuisgeluiden opgenomen (Jonge Poerink et al, 2013, Lagerveld et al. 2014, 2022). Het is zeer waarschijnlijk dat het bij deze opnames om migrerende vleermuizen gaat.

In de Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink et al. 2013, Lagerveld et al. 2015). Deze parken liggen dichter bij de kust dan windenergiegebied IJmuiden Ver. De meest recente metingen van WMR geven aan dat 95% van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestaat uit ruige dwergvleermuizen en een paar procent uit rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestaat uit tweekleurige vleermuizen, bosvleermuis, noordse vleermuis, laatvlieger en gewone dwergvleermuis.

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied IJmuiden Ver slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen en daarom wordt hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven. Andere soorten zijn slechts incidenteel en in zeer kleine aantallen boven de Noordzee waargenomen. Aanvaringslachtoffers van deze soorten in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn te beschouwen als incidenten (<1 slachtoffer per soort per jaar in het gehele windpark) en deze soorten worden daarom niet behandeld in dit MER.

Ruige dwergvleermuis

De herkomst van ruige dwergvleermuizen over de Noordzee is nog nooit systematisch bestudeerd. Door Limpens et al (2016) is een schatting gemaakt van het aantal ruige dwergvleermuizen dat jaarlijks over de zuidelijke Noordzee trekt. Ze kwamen uit op 40.000 dieren (100 – 1.000.000). Het Kennisdocument Ruige dwergveermuis schat de aantallen in de trektijd, in het najaar, op 50.000 tot 100.000 dieren (BIJ12, 2017), maar het is onduidelijk waar deze schatting op gebaseerd is. De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende ruige dwergvleermuizen boven de Noordzee is te vinden in de Baltische Staten, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië en Rusland. Op basis van deze kennis worden in Tabel 6.8 populatieschattingen zover bekend voor deze landen weergegeven.

Tabel 6.8 Grootte van bronpopulaties van ruige dwergvleermuizen in omliggende landen (bron: European Topic Centre on Biological Diversity); N/A = niet bekend.

Herkomst	Populatieschatting
Nederland	100.000
Duitsland	121.000
Verenigd Koninkrijk	1.000
Denemarken	N/A
Polen	29.000
Letland	60.000
Estland	47.000
Litouwen	N/A
Finland	N/A
Zweden	N/A

Rosse vleermuis

Alle waarnemingen van rosse vleermuizen boven zee en langs de kust zijn gedaan tijdens de trekperiode, met een piek in eind augustus. Daarom lijkt het waarschijnlijk dat rosse vleermuizen die ver uit de kust waargenomen zijn, niet afkomstig zijn uit Engelse of Nederlandse populaties. De meest waarschijnlijke herkomst van trekkende rosse vleermuizen boven de Noordzee zijn de Baltische Staten, Wit-Rusland, Rusland, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië. Op basis van deze kennis worden in Tabel 6.9 populatieschattingen en trends voor zover bekend voor deze landen weergegeven.

Tabel 6.9 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied IJmuiden Ver (bron: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Nederland	4.000	+
Duitsland	N/A	+
Verenigd Koninkrijk	N/A	nvt

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Denemarken	N/A	N/A
Polen	50.000	=
Letland	5.000 – 10.000	N/A
Estland	N/A	+
Litouwen	N/A	=
Finland	N/A	N/A
Zweden	55.000 – 95.000	=

6.5 Effectbeschrijving

In deze effectbeschrijving wordt eerst in z'n algemeenheid ingegaan op mogelijke effecten van windturbines op vogels en vleermuizen (6.5.1). Vervolgens worden de effecten op vogels tijdens de aanleg en verwijdering van windturbines in kavel Gamma beschreven (6.5.2). In paragraaf 6.5.3 wordt ingegaan op de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase, waarna de effecten in de gebruiksfase voor lokaal verblijvende soorten (6.5.4), kolonievogels (6.5.5) en vogels tijdens seizoenstrek (6.5.6) worden beschreven. De effecten op vleermuizen komen in paragraaf 6.5.7 aan bod.

6.5.1 Kennisoverzicht effecten van wind op zee

Hoofdstuk 3 in bijlage 4 beschrijft de beschikbare kennis omtrent de effecten van windparken op zee op vogels en vleermuizen. Voor meer informatie wordt naar die bijlage verwezen.

Vogels

In het algemeen kunnen er vier hoofdeffecten van windturbines op zee op vogels worden onderscheiden:

- Aanvaringen
  - effecten op passerende (lees: vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor of de mast van de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten. Ook kunnen vogels in het zog achter de windturbine gedesoriënteerd of uit balans raken en daardoor in aanvaring komen met objecten.
- Barrièrewerking
  - vogels verleggen hun vliegpaden om aanvaringsrisico's te vermijden. Indien hierdoor stukken gebied niet meer gebruikt kunnen worden, vormen de windturbines een barrière op een vliegroute of trekbaan met verhoogde energetische uitgaven tot gevolg.
- Habitatverlies
  - effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg ook wel "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark. De verstoringsafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat.
- Indirecte effecten
  - De constructie en exploitatie van een windpark op zee veroorzaken daarnaast diverse veranderingen van de lokale habitat. Dit heeft gevolgen voor de daar levende vogels. Empirische gegevens zijn (nog) niet beschikbaar, maar op basis van resultaten uit

diverse onderzoekslijnen aan verschillende diergroepen zijn enkele effecten te verwachten.

Alle bovengenoemde effecten doen zich voor tijdens de diverse fasen van een windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver:

- Aanlegfase - aanleg van funderingen, plaatsen turbines, aanleg kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Operationele fase - aanwezigheid masten, draaien van windturbines en onderhoud en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- Verwijderingsfase - verwijdering van funderingen, kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen.

Eén van de eerste monitoringsprogramma's naar de effecten van windturbines op zee op vogels werd vanaf ongeveer 2000 uitgevoerd in Denemarken naar aanleiding van de bouw van de parken Horns Rev I en Nysted. In de loop der jaren volgden onderzoeksprogramma's in Nederland, Duitsland, België, Zweden en de UK.

Om tot een effectbeschrijving te komen voor een windpark in windenergiegebied IJmuiden zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoeken gebruikt in deze paragraaf. Aanvullend is soms ook gebruik gemaakt van onderzoek aan windturbines op land of in kustwateren om kennislacunes op zee te kunnen vullen. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten wordt gegeven in Tabel 6.10. Doordat elke windparklocatie anders is in de aanwezigheid en het gebruik van het gebied door vogels, zijn de onderstaande resultaten niet rechtstreeks te vertalen naar de situatie in windenergiegebied IJmuiden Ver. Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark op de verschillende soort(groep)en. Dit geldt met name voor de resultaten verkregen in de parken net over de grens in België gezien hun nabije ligging en vergelijkbare avifauna.

Tabel 6.10 Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar gedrag van vogels met betrekking tot windturbines op zee.

Land	Soort(en)	Resultaten
ZWE	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijkgedrag van eiders en een enkele waargenomen aanvaring. Geen verstoring van ijseenden.
DEN	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijking van zee-eenden en vliegbewegingen van meeuwen. Habitatverlies van duikers, zee-eenden, alkachtigen en sterns. Aantrekking van sterns aan de randen van parken. Gewenning van zee-eenden na enkele gebruiksjaren.
NLD	zeevogels en landvogels	Uitwijkgedrag door jan-van-gent, duikers, sterns, alkachtigen en zwarte zee-eend, ganzen, zwanen en eenden. Geen uitwijking door aalscholver, meeuwen, zangvogels en steltlopers. Habitatverlies van duikers, fuut, jan-van-genten, zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, grote stern, stormmeeuw, drieteenmeeuw, visdief/noordse stern, alkachtigen.
BEL	Zeevogels	Habitatverlies van jan-van-gent, zeekoet, alk. Aantrekking van zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, sterns, dwergmeeuwen drieteenmeeuw.
VK	Zeevogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, aalscholvers, zwarte zee-eend, noordse stormvogel, zilvermeeuw, grote stern en alkachtigen. Aantrekking van aalscholvers, grote meeuwen, duikers. Uitwijking bij kleine rietganzen. Zeer gedetailleerde verzameling van gegevens over foerageerranges in relatie tot offshore windparken. Gevoeligheidsanalyse van verschillende soorten.
DUI	zeevogels en landvogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zeekoet. Uitwijkgedrag door dwergmeeuwen, geen uitwijking bij andere soorten meeuwen. Vliegbewegingen vastgesteld van zangvogels op rotorhoogte.

De effecten op vogels zijn weergegeven in Tabel 6.11 (zie hoofdstuk 3 van bijlage 4 voor een nadere toelichting. Hierbij zijn de effecten dermate algemeen dat hier nog geen onderscheid gemaakt is in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek.

Tabel 6.11 Algemene effecten van windturbines op vogels.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Aanvaringen	Constructie-fase	Met name in het donker komen aanvaringen van vogels met sedentaire objecten zoals turbines en stilliggende schepen voor. Het gaat hierbij om incidenten en totale aantallen slachtoffers zijn klein en worden derhalve niet verder onderzocht; De permanente aanwezigheid van schepen en dus verlichting trekt vogels aan, waardoor deze gedesoriënteerd raken. Er zijn studies waarin geconcludeerd wordt dat effecten van aantrekking door licht op populatieniveau verwaarloosbaar zijn, echter anderen wijzen op overschrijdingen ver boven de 1% norm van de natuurlijke sterfte, die in de regel wordt aangehouden als kritische waarde (Bruynzeel et al. 2009). De studie van Bruynzeel et al. (2009) was echter gebaseerd op offshore platforms waar de felle verlichting vanwege veiligheidseisen langdurig gebruikt wordt. In het geval van scheepsverlichting is er sprake van tijdelijke effecten en bij een enkel windpark zullen de effecten op populatieniveau naar verwachting verwaarloosbaar zijn. Gerichte studies naar de aantrekkende werking van scheepsverlichting bij offshore windparken zijn echter niet voorhanden, maar omdat de bouw van windparken niet allemaal tegelijk plaatsvindt, zullen de effecten elke keer afzonderlijk van elkaar optreden en cumulatie van de effecten is niet aan de orde.
	Operationele fase	Vogels kunnen in aanvaring komen met draaiende windturbines. Slechts twee studies rapporteren waarnemingen van aanvaringen van zeevogels met een windturbine op zee. Skov et al. (2018) meldden voor een periode van twee jaar in totaal 6 aanvaringen van meeuwen met een windturbine met een waarschijnlijke dood als gevolg. Dit onderzoek is middels een camera in een offshore windpark in het Verenigd Koninkrijk uitgevoerd. De andere melding betrof met behulp van radar en visuele observaties waargenomen aanvaringen van eiders in Zweden. Uit een groep met 310 vogels werden vier vogels geraakt, waarvan één met zekerheid werd gedood (Pettersson 2005). Daarentegen zijn volgens recente metingen in een offshore windpark in Schotland geen slachtoffers geregistreerd in twee verschillende jaren tijdens het broed- en post-broedseizoen op basis van ruim 3.000 video-opnames geregistreerd overdag bij de windturbines (Tjørnløv et al. 2023). De auteurs concluderen dat zeevogels overdag onder de meeste weersomstandigheden een lage aanvaringskans hebben, maar verhoogde turbulentie en wind snelheden kunnen uitwijkgedrag beïnvloeden (Tjørnløv et al. 2023). De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het stochastische Collision Risk Model (sCRM).
	Verwijderings-fase	Dezelfde effecten als bij de constructie zijn te verwachten (aanvaringen met (verlichte) schepen).
Barrière-werking	Constructie-fase	Over barrièrewerking tijdens de aanlegfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden in de loop van de tijd toeneemt door het toenemende aantal gebouwde turbines.
	Operationele fase	Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark om zo langs het park of individuele turbines te vliegen (b.v. Petersen et al. 2006, Krijgsveld et al. 2011, Masden et al. 2012, Krijgsveld 2014, Bowgen & Cook 2018, Skov et al. 2018). Zie verder ook bijlage 4. In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen & Guillaumette 2007, Krijgsveld et al. 2011) en ook dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden et al. 2012). Al deze studies zijn uitgevoerd in oudere windparken, waar de tussenruimte veel kleiner was dan in nieuwe offshore windparken. Masden et al. (2012) benoemen dat vogels zeer weinig respons op het windpark vertoonden op afstanden groter dan 500 m, zodat bij moderne offshore windparken barrièrewerking mogelijk een kleiner effect heeft dan bij oudere windparken. Gegevens of richtlijnen over de minimaal benodigde tussenruimte tussen turbines om barrièrewerking te voorkomen zijn er echter niet. De omvang en de indeling van het windpark, naast de dimensies van de turbines, bepalen mogelijk ook

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		de mate van barrièrewerking. De beoordeling hiervan dient onder andere te geschieden in relatie tot de dagelijks af te leggen vliegafstanden. De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedsel zoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010). In een modelstudie werd aangetoond dat in potentie barrièrewerking onder trekvogels kan optreden, maar dat de afstand van omvliegen minimaal is in verhouding tot de totale trekroute (Masden et al. 2009). Echter, onbekend is wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Informatie over uitwijking is wel van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers. Meer informatie hierover is te vinden in paragraaf 3.1.2 van bijlage 4.
	Verwijderings-fase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele uitwijking van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase afneemt door het afnemende aantal nog te verwijderen turbines.
Habitat-verlies	Constructie-fase	Over de exacte effecten op overleving en/of reproductie als gevolg van verstoring tijdens uitsluitend de aanlegfase van een windpark op zee zijn momenteel geen aparte publicaties van onderzoeken met kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat de verstoring groter is dan tijdens de operationele fase door het effect van toegenomen scheepsverkeer in het gebied dat een verstorende werking heeft op vele soorten vogels (b.v. Rodgers & Schwickert 2002, Schwemmer et al. 2011). Het verstorende effect van boten voor de constructie van het windpark voor zeevogels is echter wel tijdelijk en de duur van verstoring is soortspecifiek. Duikers en zee-eenden bijvoorbeeld blijven lang weg van hun originele locatie nadat boten weer vertrokken zijn, meeuwen landen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek (Dierschke et al. 2016, Mendel et al. 2019, Schwemmer et al. 2011). Onderzoek naar verstoring tijdens de bouw van Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door heigeluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2007). Onderzoek naar habitatverlies tijdens de bouw van Robin Rigg in het Verenigd Koninkrijk gaf aanwijzingen van verminderde dichtheden van zwarte zee-eend, duikers, zeekoeten, noordse pijlstormvogels, zilvermeeuwen en alken, terwijl aalscholvers en grote mantelmeeuwen toenamen (Walls et al. 2013).
	Operationele fase	Geluid: Tijdens de exploitatiefase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. Voornamelijk duikende vogels zullen onderwatergeluid kunnen horen. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de exploitatiefase in vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid (Haan et al. 2007, Jansen & de Jong 2014). De specifieke gevoeligheid van de verschillende soorten zeevogels voor onderwatergeluid zijn niet bekend. Indien onderwatergeluid de oorzaak zou zijn van verstoring van vogels, dan zullen tijdens de constructie vogels tot op een grotere afstand verstoord worden dan tijdens de exploitatiefase. Dit effect werd echter in OWEZ niet gevonden (Leopold & Camphuysen 2007).De afstand tot de turbines en de actuele windsnelheden zijn de belangrijkste factoren voor het onderwatergeluid veroorzaakt door windturbines. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die onderwater duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend. Aanwezigheid turbines: De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark (turbinegrootte en onderlinge afstand) van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (Krijgsveld 2014). Er zijn in verschillende landen onderzoeken beschikbaar over de effecten van windturbines op de aanwezigheid van vogels. Zo zijn in recent empirisch onderzoek in twee windparken op zee in het Belgische deel van de Noordzee, nabij het windenergiegebied Borssele, enkele statistisch significante effecten gevonden van windturbines op de aantallen vogels. Zo meden jan-van-gent, zeekoet, en alk één van

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen et al. 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013). Aanwezigheid van boten, mensen en materieel: Habitatverlies kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten en vervolgens tijdens onderhoud. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden het windpark wel binnengaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Of er ook verder op zee, bij andere soorten zeevogels gewenning zal optreden is onduidelijk, evenals om welke stimulus het gaat bij de verstoring door een windpark op zee. Aantrekking in plaats van habitatverlies: Onderzoek aan windparken op zee heeft aangetoond dat voor verschillende vogelsoorten geldt dat er hogere dichtheden in of nabij gebieden met windparken aanwezig kunnen zijn (zoals Petersen et al. 2006). Aanname voor gevolgen van habitatverlies: Het is momenteel onbekend hoe vermijding kwantitatief doorwerkt op de fitness van individuele exemplaren en de daaruit voortvloeiende populatie-effecten. In het Kader Ecologie en Cumulatie 3.0 (Rijkswaterstaat, 2019) wordt op basis van de bevindingen van Bradburry et al (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermijding.
	Verwijderings-fase	De effecten van verstoring gedurende de verwijderingsfase zullen min of meer van een vergelijkbare orde zijn zoals beschreven onder ‘aanlegfase’. Wel is het zo dat er bij de verwijdering niet geheid zal worden waardoor de piek-geluidsbelasting veel minder zal zijn.
Indirecte effecten	Constructie-fase	Tijdens de constructiefase zijn mogelijke indirecte effecten op vogels te verwachten via de effecten van heien op lokale vispopulaties waarvan vogels mogelijk afhankelijk zijn voor hun voedselvoorziening. Dit type effecten komt vaak pas op langere termijn tot uiting als de constructiefase al is afgelopen.
	Operationele fase	Momenteel is alleen passieve visserij mogelijk in het gebied van windparken op zee. Hierdoor neemt potentieel de visbeschikbaarheid in het gebied toe, temeer omdat de introductie van hard substraat en structuren mogelijk een positief effect heeft op het voorkomen en de diversiteit van benthos en vis in het gebied (Bouma & Lengkeek 2009, 2012, Lindeboom et al. 2011). Dit en andere vormen van medegebruik (zoals zonneparken) zouden eventueel tot aantrekking van vogels kunnen leiden, als bijvoorbeeld vissen zich gaan ophouden rond de funderingspalen (Winter et al. 2010, van Hal et al. 2012), of onder drijvende zonnepanelen, waardoor plaatselijk meer prooivissen voor viseters beschikbaar komen. Dit kan een toename van het aantal vliegbewegingen in het park veroorzaken waardoor aantallen aanvaringen mogelijk toe kunnen nemen. Indien de visserij uit het windpark geweerd wordt, zoals gebruikelijk is in Nederlandse windparken op zee, zal ter plaatse geen bijvangst overboord gezet worden zodat minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal juist meer gevist kunnen worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. De onbegrensde tipsnelheid van rotors kan in de operationele fase hogere geluidsniveaus met zich meebrengen. Mogelijk speelt het geluid van windturbines een rol in het vermijdingsgedrag van vogels, vooral ’s nachts en in omstandigheden van slecht zicht. Het zou in offshore gebieden met weinig achtergrondgeluid nog versterkt kunnen worden. Echter, dergelijke effecten zijn nog nooit aangetoond en kunnen slechts met een gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus aangetoond worden. Andere mogelijke indirecte effecten van windturbines op zee op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en uitgestoten trillingen door turbines onderwater die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.
	Verwijderings-fase	Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Er is wereldwijd nog weinig ervaring met verwijdering van windturbines

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		op zee, en er is zodoende geen praktijkervaring met de uitvoer en effecten van deze ingreep. Als bij het verwijderen van het windpark ook het verbod op bodemberoerende visserij verdwijnt, zal het positief effect van de harde substraten op het visbestand (en daarmee op vogels) ook verdwijnen.

Vleermuizen

In theorie kunnen vleermuizen vier typen van effecten van windturbines ondervinden. Deze zijn:

- Effecten van aanvaringen tijdens de exploitatie.
- Effecten vanwege verlichting.
- Effecten van barrièrewerking tijdens de exploitatie.
- Effect van habitatverlies vanwege verstoring door geluid / effect van habitatverlies vanwege vermijding door aanwezigheid van turbines en aanwezigheid van boten etc.

Het voornaamste negatieve effect van windturbines op vleermuizen is (additionele) sterfte. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008). In tegenstelling tot vogels wordt bij vleermuizen vaak over aantrekking door windturbines gesproken in plaats van vermijding (Cryan et al. 2014). De reden voor deze aantrekking is vermoedelijk dat vleermuizen op insecten foerageren die tijdens de trekperiode in de late zomer – vroege herfst rond windturbines in verhoogde dichtheden voorkomen (Rydell et al. 2010b). Vanwege dit aantrekkingseffect speelt bij vleermuizen habitatverlies of barrièrewerking geen rol en worden deze aspecten niet in detail behandeld. Omdat locaties op zee geen deel uitmaken van het lokale leefgebied van vleermuizen, komt het aspect van habitatverlies ook niet naar voren.

De effecten op vleermuizen zijn weergegeven in Tabel 6.12 (zie hoofdstuk 3 van bijlage 4 voor een nadere toelichting. Net als bij vogels wordt er onderscheid gemaakt tussen de constructiefase, operationele fase en verwijderingsfase.

Tabel 6.12 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. In tegendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek en de mogelijkheid om te rusten, kan de conditie en daarmee de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen in de constructiefase kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.
Operationele fase	Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit door aanvaring tijdens de operationele fase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008; Rydell et al. 2010a). Habitatverlies en barrièreverlies lijken geen rol te spelen (Cryan et al, 2014). Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain et al. 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt. Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen, waaronder ook de ruige dwergvleermuis, aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & Barclay 2009). Een recent overzicht van beschikbare literatuur geeft een divers beeld van de effecten van licht (veiligheidsverlichting voor het vliegverkeer) op vleermuizen (Stone et al. 2015). Zowel aantrekking als verstoring wordt gemeld. Er is geen eenduidige voorspelling van wat de effecten van de voorgenomen turbine verlichting (knipperend rood toplicht) zal zijn op vleermuizen. Het is echter onwaarschijnlijk dat dit licht een groot aantrekkend effect zal hebben

Fase van het windpark	Effecten
	op insecten, en daarmee op vleermuizen. In offshore gebieden zoals windenergiegebied IJmuiden Ver zijn geen lokaal foeragerende vleermuizen verwacht, wel vleermuizen op trek. Omdat zelfs trekkende vleermuizen op gondelhoogte op insecten lijken te foerageren die tijdens de trekperiode rond windturbines in verhoogde concentraties voorkomen, kan het aanvaringsrisico van vleermuizen in bepaalde situaties hoog zijn. De meeste slachtoffers vallen dan ook in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst. Kennis over het voorkomen en gedrag van vleermuizen op zee en de daarvan afgeleide kennis over effecten van windparken op zee is zeer beperkt (Lagerveld et al. 2020), maar zal deels vergelijkbaar zijn met effecten op land. Bijvoorbeeld een deel van de trekbewegingen zal waarschijnlijk op rotorhoogte van windturbines plaatsvinden (Brabant et al. 2020), waardoor vleermuissterfte mogelijk is door een aanvaring met de rotorbladen of door barotrauma. Gemeten gegevens over aanvaringen op zee zijn echter niet voorhanden (Lagerveld et al. 2020). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, is in het kader van het KEC 1.0 het aantal aanvaringslachtoffers geschat op 1 vleermuis per offshore windturbine per jaar voor de zuidelijke Noordzee (Rijkswaterstaat 2015), ongeacht de grootte van de windturbines en onderlinge afstand (want daarover zijn op zee geen inzichten bekend).
Verwijderingsfase	Vergelijkbaar met de aanlegfase, treedt ook tijdens de verwijderingsfase geen sterfte op. Zonder windturbines is er geen risico op aanvaringen en de verlichte schepen in het gebied leiden niet tot verstoring of habitatverlies. Foerageren op een verhoogde concentratie van insecten aangetrokken door de scheepsverlichting kan mogelijk ook hier als een indirect positief effect beschouwd worden. Na afloop van de verwijderingsfase komen deze mogelijke positieve effecten te vervallen. Verder gaat een mogelijk foerageerhabitat en tijdelijke rustplaats voor vleermuizen op trek verloren na het verwijderen van offshore windturbines en platforms.

6.5.2 Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering

In deze paragraaf worden effecten op de te onderscheiden soortgroepen (lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek) apart beschreven als dit onderscheidend is.

Aanleg funderingen

De omvang van de verstoring door de aanleg van funderingen varieert in de tijd met name door de variatie in het voorkomen van kwetsbare soorten. Bij een realistische planning in de tijd (dus niet gelijktijdige aanleg van meerdere kavels in de Nederlandse Noordzee) zullen de effecten van aanleg van het windpark vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels als marginaal negatief beoordeeld worden (effectbeoordeling: 0/-). Het alternatief met de meeste turbines zorgt voor een groter negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie dan het alternatief met het kleinste aantal turbines. De alternatieven zijn echter niet onderscheidend beoordeeld, omdat de omvang en tijdelijkheid van de negatieve effecten niet dermate groot is dat dit gevolgen heeft voor de kans op het optreden van verbodsbepalingen of mogelijke effecten op doelen van beschermde gebieden.

Verwijdering funderingen

De funderingen moeten na de exploitatiefase volledig worden verwijderd. Dit zal gebeuren door middel van een combinatie van trillen en trekken. Dit zal gepaard gaan met geluid/trillingen boven en onder water. De geluidbelasting is echter aanmerkelijk lager dan bij de aanleg. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Een alternatief is het afsnijden (3 tot 6 meter onder de zeebodem) en afvoeren van de funderingen. Dit geeft een geringer effect dan het volledig verwijderen van de fundering. Uitgaande van de juridische vereiste dat de funderingen in zijn geheel verwijderd moeten worden, blijft de effectbeoordeling ongewijzigd (0/-).

Toegenomen scheepvaart

Ook zal er sprake zijn van geluid/trillingen en verlichting door scheepvaartbewegingen, tijdens zowel aanleg als verwijdering van het windpark. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Tabel 6.13 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied IJmuiden Ver op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase						
- aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderings-fase						
- verwijdering funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.3 Effecten tijdens gebruiksfase: vogelslachtoffers door aanvaringen

In het natuuronderzoek is het stochastische Collision Risk Model (gebaseerd op het Band Model (Band et al, 2007 & 2012)) gebruikt om de te verwachten aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen (los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels tijdens seizoenstrek). In bijlage 4 is de theorie achter dit model nader toegelicht en zijn de verschillende rekenstappen verder behandeld.

Aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de geïnterpoleerde vogeldichtheden in kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver op basis van ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b) en voor jan-van-gent op basis van vogeldichtheden uit Waggitt et al, 2020. Voor landvogels is dat berekend op basis van vogeldichtheden uit radaronderzoek (Fijn et al. 2012). Soorten die niet of in lage dichtheden in het plangebied voorkomen, zijn niet gepresenteerd. In Tabel 6.14 staan de verwachte maximaal aantal vogelslachtoffers voor kavel Gamma weergegeven.

Tabel 6.14 Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor zes alternatieven van een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver bepaald met het sCRM (Marine Scotland 2018) op basis van vogeldichtheden voor zeevogels (bovenste soorten) uit Waggitt et al. (2020) voor jan-van-gent en ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen voor de overige zeevogelsoorten (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al.

2022b, specifiek voor zilvermeeuw: Soudijn et al. 2022) voor landvogels (onderste soorten) uit radaronderzoek (Fijn et al. 2012).

Effecten windpark	**Alternatief 1a**	**Alternatief 1b**	**Alternatief 1c**	**Alternatief 2a**	**Alternatief 2b**	**Alternatief 2c**
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Zeevogels						
duiker spec.	<1	<1	<1	<1	<1	<1
noordse stormvogel	<1	<1	<1	<1	<1	<1
kleine jager	<1	<1	<1	<1	<1	<1
grote jager	<1	<1	<1	<1	<1	<1
aalscholver	<1	<1	<1	<1	<1	<1
jan-van-gent	14	14	15	10	11	12
kleine mantelmeeuw	16	17	18	13	13	15
zilvermeeuw	9	9	10	7	8	8
grote mantelmeeuw	35	37	40	29	31	34
dwergmeeuw	5	5	6	4	4	5
drieteenmeeuw	18	19	21	14	15	16
grote stern	2	2	2	1	1	1
visdief/noordse stern	2	2	2	1	1	2
zeekoet	<1	1	<1	<1	<1	<1
alk	<1	<1	<1	<1	<1	<1
papegaaiduiker	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Landvogels						
ganzen en zwanen	37	39	42	33	35	38
eenden	2	2	2	1	2	2
reigers	0	0	0	0	0	0
roofvogels en uilen	3	3	3	3	3	3
steltlopers	7	7	8	6	7	7
zangvogels	2.324	2.428	2.653	2.246	2.380	2.582
Totaal	**2.475**	**2.586**	**2.826**	**2.371**	**2.513**	**2.727**

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringsslachtoffers

De meeste jaarlijkse aanvaringsslachtoffers onder zeevogels vallen onder de grote mantelmeeuw, namelijk tussen 29 en 40 afhankelijk van het alternatief. Verder vallen er relatief veel slachtoffers onder jan-van-gent, kleine mantelmeeuw en drieteenmeeuw. Bij de zilvermeeuw, dwergmeeuw, grote stern,

visdief zullen 10 of minder slachtoffers per jaar vallen. Bij andere soorten zullen minder dan 1 jaarlijkse slachtoffers vallen (zie Tabel 6.14).

De meeste slachtoffers vallen bij de alternatieven met de meeste turbines, dus alternatief 2a scoort beter dan alternatief 1a, 2b beter dan 1b en 2c beter dan 1c. Omdat er bij de overplantingsalternatieven meer turbines operationeel zijn, veroorzaken deze ook meer aanvaringsslachtoffers. De alternatieven 1a, 1b en 1c scoren zeer negatief (- -) vanwege het hoogste aantal aanvaringsslachtoffers onder zeevogels. De alternatieven 2a, 2b en 2c scoren negatief (-), omdat in deze alternatieven iets minder slachtoffers vallen onder zeevogels dan bij de alternatieven 1a, 1b en 1c.

Voor bovengenoemde lokaal verblijvende niet-broedvogels zijn instandhoudingdoelstellingen geformuleerd voor één of meerdere Natura 2000-gebieden. Al deze vogelsoorten kunnen buiten het broedseizoen een nomadische levenswijze over de Noordzee leiden. Het is momenteel onbekend of, en zo ja hoe lang, ze binding met specifieke gebieden op zee hebben. Om die reden kan niet bepaald worden of slachtoffers die vallen buiten het broedseizoen in windenergiegebied IJmuiden Ver tot populaties uit Natura 2000-gebieden behoren. Op basis daarvan kunnen significant negatieve effecten op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden niet op voorhand worden uitgesloten. In de Passende Beoordeling (bijlage 8) wordt hier daarom explicieter, per gebied en met de bijhorende instandhoudingsdoelstellingen, verder op ingegaan.

Het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 5.1 lid 2 Omgevingswet (Ow) die is opgenomen in de wet Wind op Zee. In de bijlage 7 van dit MER wordt hier verder op ingegaan.

Barrièrewerking

Lokale niet-broedende zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied IJmuiden Ver geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. De effecten worden als neutraal beoordeeld (0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten (zie bijlage 4).

Habitatverlies

Als worst case-aanname hanteren we in voorliggend rapport de aanname om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (cf. Bradbury et al. 2014 en eerdere MER'en van Nederlandse offshore windparken). Omdat niet 100% van de aanwezige vogels worden verstoord, worden de lokale dichtheden gecorrigeerd met hun soort-specifieke macro-uitwijkingspercentages. Op basis van de berekende dichtheden kan hiermee de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend (Tabel 6.15).

Door habitatverlies worden de hoogste aantallen zeekoeten als slachtoffer verwacht, namelijk 42 slachtoffers per jaar. Ook voor alk zal met name habitatverlies een gevolg zijn van het windpark, met 13 verwachte slachtoffers. Van de overige soorten wordt met naar schatting 9 slachtoffers bij drieteenmeeuwen de grootste impact van habitatverlies door het windpark verwacht. Onder de resterende soorten wordt jaarlijks maximaal 5 slachtoffers verwacht door verlies van habitat.

Tabel 6.15 Maximaal verwacht jaarlijks aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver met oppervlak van 227 km^2. Dichtheden (aantal vogels/km^2) voor jan-van-gent op basis van Waggitt et al. (2020) en dichtheden voor de overige soorten uit ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b). Het aantal slachtoffers is berekend op basis van een aangenomen sterfte van 10% van het aantal individuen dat het gebied vermijdt (op basis van soort-specifieke macro-avoidance). De gepresenteerde slachtofferaantallen gelden voor alle zes de alternatieven van kavel Gamma. *uit Skov et al. 2018; **gebaseerd op Dierschke et al. 2016; ***gelijkgesteld aan noordse stormvogel (gebaseerd op Dierschke et al. 2016); ****gelijkgesteld aan alk/zeekoet) gebaseerd op Dierschke et al. 2016).

	Tweemaandelijkse dichtheden							
Soort	aug -sep	okt -nov	dec -jan	feb - maa	apr - mei	jun - jul	macro-uitwijking	sterfte
ongedeterm. duiker	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	90%**	0
noordse stormvogel	0,16	0,30	0,67	0,16	0,27	0,15	80%**	5
kleine jager	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80%***	<1
grote jager	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80%***	<1
aalscholver	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50%**	<1
jan-van-gent	0,14	0,10	0,07	0,07	0,10	0,12	81,6%*	2
dwergmeeuw	0,13	0,03	0,02	0,03	1,16	0,00	80%**	4
kl. mantelmeeuw	0,50	0,16	0,00	0,15	0,47	0,67	63,9%*	5
zilvermeeuw	0,06	0,17	0,32	0,13	0,02	0,21	44,2%*	2
grote mantelmeeuw	0,11	0,42	0,21	0,15	0,04	0,03	46,9%*	2
drieteenmeeuw	0,27	0,79	1,35	0,77	0,79	0,36	57,5%*	9
grote stern	0,15	0,00	0,00	0,00	0,14	0,02	70%**	<1
visdief/noordse st.	0,15	0,00	0,00	0,00	0,84	0,01	70%**	3
zeekoet	0,92	3,06	3,99	2,60	3,18	0,15	80%**	42
alk	0,00	0,78	1,32	2,00	0,08	0,00	80%**	13
papegaaiduiker	0,00	0,01	0,02	0,05	0,00	0,00	80%****	<1

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en zijn voor alle alternatieven gelijk, omdat het ruimtebeslag nagenoeg even groot is. Een eventuele hogere tipsnelheid en daarmee gepaard gaand, een hoger geluidsniveau zal niet tot wezenlijk andere uitkomsten leiden. Mocht ervoor gekozen worden om het alternatief met minder turbines op een kleiner oppervlak te ontwikkelen (geen beschouwd alternatief, maar dat kan toch een keuze zijn van een ontwikkelaar voor het kavel), dan is dit op basis van huidige aannames, waarbij uitgangspunt is dat geen gewenning optreedt, een beter alternatief wat betreft de effecten van habitatverlies.

Volgens de beoordeling van mortaliteit van lokale, niet-broedende zeevogels als gevolg van habitatverlies door offshore windparken in het Kader Ecologie en Cumulatie, zijn significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000 doelstellingen uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom in beide alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthische leefgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011, de Backer et al, 2021). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijneffecten van windpark OWEZ wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De effecten van habitatverandering worden als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten. Worst-case is uitgegaan van marginaal negatieve effecten (0/-). Significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor lokale niet broedende zeevogels van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor lokaal verblijvende vogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.16 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de vier windpark alternatieven in kavel Gamma op lokaal verblijvende vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
aanvaringen	--	--	--	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

Aanvaringsslachtoffers en habitatverlies

Op basis van foerageerranges blijkt dat windenergiegebied IJmuiden alleen door kleine mantelmeeuwen bereikt kan worden uit kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee (zie paragraaf 6.4.2 en in meer detail bijlage 4). Voor deze gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen voor deze soort als broedvogels geformuleerd. Voor deze soort wordt hieronder de effecten beoordeeld.

De berekeningen van slachtoffers van kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebieden leveren minder dan 1 slachtoffer op voor de kolonies in de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Duinen Vlieland (zie Tabel 6.17). Dit geldt voor elk alternatief, behalve voor alternatief 1c met 153 turbines van 15 MW waarin 1 slachtoffer als gevolg van aanvaringen en habitatverlies wordt voorspeld voor vogels uit Duinen Vlieland. Dit aantal ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm van 6 vogels voor deze kolonie. In de kolonie uit het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel zullen naar verwachting bij alle scenario's meerdere jaarlijkse slachtoffers vallen (Tabel 6.17) voor de verschillende alternatieven. In Tabel 6.17 is het aantal aanvaringsslachtoffers en het aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies bij elkaar opgeteld, waarbij er voor habitatverlies wordt gerekend met een sterfte van 10% van de verstoorde vogels om het aantal slachtoffers door habitatverlies te verkrijgen. Omdat de 1%-mortaliteitsnorm van deze kolonie op 14 vogels ligt (zie Tabel 8.9 in bijlage 4), ligt voor deze kolonie de maximale additionele sterfte op maximaal 0,22% van de natuurlijke mortaliteit bij alternatief 1c als worst-case scenario. Wanneer de additionele sterfte door een windpark niet groter is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort, kan met zekerheid gesteld worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windpark als verwaarloosbaar klein ofwel 'niet significant' geclassificeerd. Vanwege het optreden van voorspelde sterfte die niet tot significante negatieve effecten leidt, worden aanvaringen en habitatverlies op broedvogels uit beschermde natuurgebieden als negatief beoordeeld (-).

Tabel 6.17 Het aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies tezamen in relevante Natura 2000-gebieden en de resulterende additionele sterfte onder kleine mantelmeeuwen voor de zes alternatieven van kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver. De slachtofferaantallen zijn gecorrigeerd voor de afstand tussen de kolonies en het windenergiegebied en het deel floaters in de populatie om tot een schatting van het aantal vogels afkomstig uit de verschillende kolonies te komen.

Gebied	**Alternatief 1a**		**Alternatief 1b**		**Alternatief 1c**		**Alternatief 2a**		**Alternatief 2b**		**Alternatief 2c**	
Windturbines	**134 * 15 MW ø 236 m**		**140 * 15 MW ø 236 m**		**153 * 15 MW ø 236 m**		**100 * 20 MW ø 280 m**		**106 * 20 MW ø 280 m**		**115 * 20 MW ø 280 m**	
	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte
Duinen en Lage Land Texel	3,0	0,21%	3,0	0,21%	3,2	0,22%	2,7	0,19%	2,8	0,19%	2,9	0,20%
Duinen Vlieland	<1	0,16%	<1	0,16%	1,0	0,17%	<1	0,15%	<1	0,15%	<1	0,15%
Waddenzee (NL)	<1	0,01%	<1	0,01%	<1	0,02%	<1	0,01%	<1	0,01%	<1	0,01%

Barrièrewerking

Broedvogels die foerageren op zee en broeden in kolonies aan de kust zouden in potentie de aanwezigheid van een offshore windpark kunnen ervaren als barrière tijdens vluchten tussen foerageer- en broedgebieden. Hierdoor zouden ze extra afstanden moeten vliegen. De meest nabij gelegen kolonies van kleine mantelmeeuwen liggen echter op een dusdanige afstand dat windenergiegebied IJmuiden Ver voor de vogels wel bereikbaar is, maar het aan de rand van hun actieradius ligt. Hierdoor zal een windpark geen barrière vormen voor vogels tijdens hun foerageertochten tussen land en open zee en wordt het effect van barrièrewerking op broedvogels als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor kleine mantelmeeuwen van nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn met zekerheid uit te sluiten.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan enige verstoring van zeevogels, waaronder broedvogels, opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij windenergiegebied IJmuiden Ver zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. De (extra) effecten van onderhoud worden in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthische leefgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011, de Backer et al. 2021). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijneffecten van offshore windparken wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De verwachte toename in benthos en vissen zorgt dus mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw. De effecten van habitatverandering worden daarom als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Op basis van bovenstaande zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten, waardoor in de worst-case situatie moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten (0/-). Gezien de beperkte omvang van effecten in de worst-case situatie kunnen significante negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor kolonievogels van Natura 2000-gebieden met zekerheid uitgesloten worden.

Samenvatting

In de Tabel 6.18 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.18 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de windpark alternatieven in kavel Gamma IJmuiden Ver op broedende kolonievogels.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
aanvaringen	-	-	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden

Aanvaringsslachtoffers en habitatverlies

Zoals in bijlage 4 van dit MER in 2.1.3 is beargumenteerd worden hier vooral de effecten voor Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Friese Front beoordeeld. Voor de overige Natura 2000-gebieden geldt dat effecten kunnen worden uitgesloten met als uitzondering op de dwergmeeuw en/of grote stern van Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en Voordelta. Voor de twee laatste gebieden worden alleen die soorten behandeld.

Onder de overige soorten zeevogels zijn in Nederland twee offshore-gebieden aangewezen voor niet-broedvogels: de Bruine Bank voor de jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk en het Friese Front voor de zeekoet. Hierna worden de verwachte effecten als gevolg van habitatverlies en aanvaringen op de hierboven genoemde vogelsoorten uit deze Natura 2000-gebieden bespropken.

Bruine Bank

De Bruine Bank is aangewezen als Natura 2000-gebied vanwege de uitzonderlijke vogelwaarden van de niet-broedvogelsoorten jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, alk en zeekoet. Voor deze soorten zijn geen kwantitatieve populatiedoelstellingen geformuleerd in het aanwijsbesluit, wel een kwalitatieve behoudsdoelstelling.

Van deze soorten worden voor grote jager geen jaarlijkse slachtoffers verwacht in kavel Gamma van IJmuiden Ver. Effecten op het behalen van de IHD van deze soort van de Bruine Bank zijn uitgesloten.

Onder de soorten jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw worden wel slachtoffers als gevolg van aanvaringen in IJmuiden Ver Gamma berekend zodat effecten middels externe werking op de Bruine Bank kunnen optreden.

Voor aanvaringen geldt dat het belangrijk om te weten welk aandeel van de voorspelde slachtoffers afkomstig is uit het beschermde natuurgebied om zo te kunnen bepalen of het windenergiegebied significant negatieve effecten kan hebben op het Natura 2000-gebied. Er is aangenomen voor de

beoordeling van de effecten op de betreffende niet-broedvogelsoorten dat zeevogels zich buiten het broedseizoen nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee en daarom geen binding hebben met specifieke gebieden op zee. Met andere woorden, de worst-case aanname is gemaakt dat alle zeevogelindividuen van de zuidelijke Noordzee in potentie gebruik kunnen maken van Natura 2000-gebieden Dat betekent dat individuen ook in elk windpark in de zuidelijke Noordzee slachtoffer kunnen worden. Deze aanname houdt in dat individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie kunnen worden gezien en dat effecten op populatieniveau verhoudingsgewijs doorgerekend kunnen worden naar effecten op de populatie van de Bruine Bank.

Voor grote mantelmeeuw en dwergmeeuw zijn beoordelingen op populatieniveau uitgevoerd in het KEC 4.0 (Potiek et al. 2022b) en voor jan-van-gent voor het MER van IJmuiden Ver Alpha en Beta (Potiek & Gyimesi 2023). De uitkomsten van deze studies tonen aan dat er geen negatieve effecten op populatieniveau worden verwacht voor jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw. Verder geldt dat deze soorten in het aanwijsbesluit van het Natura 2000-gebied als niet-kwalificerende, maar wel in behoorlijke aantallen voorkomende, trekvogelsoorten opgenomen zijn. Hiervoor moeten de aanwezige vogelaantallen tenminste 0,1% van de biogeografische populatie bedragen. Volgens het aanwijsbesluit laten de waargenomen aantallen individuen van alle drie vogelsoorten zien dat dit criterium ruimschoots wordt behaald: in het geval van jan-van-gent en dwergmeeuw komen volgens het aanwijsbesluit gemiddeld meer dan twee keer zo veel vogels voor dan 0,1% van de biogeografische populatie (respectievelijk 976 en 280 individuen ten opzichte van 418 en 110 individuen als criterium) en van de grote mantelmeeuwen 1,5 keer zoveel (630 individuen ten opzichte van 420 individuen als criterium). De aanwezige aantallen vogels liggen met andere woorden zo ver boven het aanwijscriterium dat we ervan uit kunnen gaan dat het aantal vogelslachtoffers als gevolg van een windpark in kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver de IHD's van Natura 2000-gebied Bruine Bank niet in gevaar zal brengen. Op basis van deze argumenten kunnen significant negatieve effecten op het behalen van de IHD's van de jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw in het Natura 2000-gebied Bruine Bank uitgesloten worden voor een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver.

Onder zeekoeten wordt één aanvaringsslachtoffer bij twee van de onderzochte windparkscenario's van IJmuiden Ver Gamma voorspeld (zie Tabel 6.14). Voor zeekoet zijn beoordelingen op populatieniveau uitgevoerd voor het MER van IJmuiden Ver Alpha en Beta (Potiek & Gyimesi 2023). De aanwijzing van de Bruine Bank als Natura 2000-gebied voor de zeekoet is gebaseerd op 15.620 individuen als drempelwaarde van de 1% biogeografische populatie voor de zeekoet. Tellingen uit het aanwijsbesluit laten echter zien dat in het gebied tot bijna twee keer zoveel individuen kunnen voorkomen (namelijk 31.765 zeekoeten in 2016-2017 op basis van Fijn & de Jong 2019). Bovendien nemen aantallen zeekoeten sinds 1991 significant toe op de Nederlandse Noordzee (Fijn et al. 2022), wat ook aangeeft dat het met deze soort goed gaat en waardoor landelijke doelstellingen (die het kader vormen voor de IHD's op gebiedsniveau) niet onder druk staan. Daarmee kan voor de Bruine Bank het aantal berekende slachtoffers onder zeekoeten vanwege aanvaringen als incidenteel beschouwd worden.

Vanwege hun lage vlieghoogte worden bij alken uitsluitend en bij zeekoeten voornamelijk slachtoffers als gevolg van habitatverlies verwacht. De kortste afstand tussen kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver en Natura 2000-gebied Bruine Bank bedraagt ca. 28 km. Er is dus geen sprake van direct habitatverlies. De verstoringseffecten van windturbines kunnen echter verder reiken dan de werkelijke begrenzing van het windpark (Dierschke et al. 2016), maar vanwege de voor alkachtigen geadviseerde verstoringsafstand van 2-3 km (Petersen et al. 2006; Vanermen et al. 2015) speelt dit effect niet voor het

plangebied. De afstand tussen Natura 2000-gebied en het windpark is te groot. Directe verstoring van alkachtigen door het windpark is uitgesloten.

Omdat onder alken en zeekoeten nauwelijks aanvaringsslachtoffers vallen, ondervinden zij ook geen directe sterfte bij verstoring, ook niet bij externe werking door habitatverlies. Alken en zeekoeten die eventueel vanuit het Natura 2000-gebied Bruine Bank in het windenergiegebied terecht zouden komen, zullen geen direct risico lopen op een aanvaring, en kunnen daarom ongedeerd terugkeren naar het beschermde natuurgebied. Kwaliteit en draagkracht van de Bruine Bank worden dus niet aangetast door een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver. Effecten van habitatverlies worden daarom uitgesloten. Op basis van bovenstaande argumenten kan een significant negatief effect van kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver op de alken en zeekoeten in het Natura 2000-gebied de Bruine Bank uitgesloten worden.

Friese Front

Het Friese Front is aangewezen voor zeekoet. Uit Tabel 6.14 en Tabel 6.15 blijkt dat in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver sterfte onder zeekoeten verwacht wordt, namelijk maximaal 1 slachtoffer als gevolg van aanvaringen en maximaal 42 als gevolg van habitatverlies. Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op ca. 48 km van het Natura 2000-gebied Friese Front. Daarmee kunnen directe of indirecte effecten van habitatverlies voor zeekoeten uit Natura 2000-gebied Friese Front uitgesloten worden. Kwaliteit en draagkracht van het Friese Front worden niet aangetast als het ene zeekoetslachtoffer door een aanvaring in windpark in IJmuiden Ver Gamma uit Natura 2000-gebied Friese Front afkomstig was. De IHD van behoud voor deze soort komt door dit slachtoffer niet in gevaar. Daarmee kunnen significant negatieve effecten op zeekoeten uit het Natura 2000-gebied Friese Front uitgesloten worden.

Noordzeekustzone en Voordelta

Beide Nederlandse Natura 2000-gebieden liggen langs de kust. Zij zijn vooral aangewezen voor niet-broedvogelsoorten die in hun leefwijze gebonden zijn aan de kust. Op deze soorten zijn effecten op voorhand uitgesloten. Als uitzondering gelden hier de soorten dwergmeeuw (beide gebieden) en grote stern (Voordelta) die een kwalitatieve IHD (‘behoud’) kennen. Voor beide niet-broedvogelsoorten geldt echter dat de aantallen slachtoffers dusdanig laag zijn (Tabel 6.14) dat de kwalitatieve IHD van behoud niet in het geding komt.

Zeevogels in buitenlandse beschermde gebieden

Omdat in de dichtstbijzijnde natuurgebieden geen significant negatieven effecten verwacht worden op zeevogelsoorten waarvoor de gebieden aangewezen zijn, kunnen we er redelijkerwijs van uitgaan dat dergelijke effecten ook niet optreden in buitenlandse gebieden die aanzienlijk verder weg liggen.

Trekvogels uit buitenlandse Natura 2000-gebieden

Naast zeevogels kunnen ook trekvogels van het vaste land IJmuiden Ver Gamma doorkruisen en eventueel slachtoffer worden als gevolg van aanvaringen. Uit Tabel 6.14 blijkt dat onder de soortengroepen ganzen en zwanen (maximaal 42 slachtoffers), eenden (maximaal 2 slachtoffers), steltlopers (maximaal 8 slachtoffers), zangvogels (maximaal 2.653 slachtoffers), roofvogels en uilen (maximaal 3 slachtoffers) aanvaringen kunnen voorkomen. Onder deze vogels kunnen ook soorten voorkomen die een IHD voor Natura 2000-gebieden als niet-broedvogelsoort hebben. De genoemde aantallen slachtoffers zullen echter niet alleen onder exemplaren uit Natura 2000-gebieden vallen, maar ook onder exemplaren uit andere gebieden. Hieronder zijn soorten met (zeer) grote populatiegroottes van

miljoenen vogels. Bij gebrek aan betere kennis mogen we redelijkerwijs aannemen dat de aantallen slachtoffers per soort in verhouding zullen zijn tot de populatiegrootte. Voor alle mogelijke soorten die IJmuiden Ver Gamma kunnen doorkruisen zal gelden dat de aantallen slachtoffers per soort in verhouding (relatief) klein zijn ten opzichte van hun populatiegroottes en zeker ten opzichte van de IHD's die voor deze soorten in Natura 2000-gebieden gelden. In het Kader Ecologie en Cumulatie 1.0 is voor al deze trekvogelsoorten het cumulatieve aantal slachtoffers beoordeeld in alle windparken die in de periode van de Routekaart 2023 ontwikkeld zullen worden (Rijkswaterstaat 2015). Hieruit bleek dat voor de meeste trekvogelsoorten de cumulatieve sterfte onder 10% van de zogenaamde Potential Biological Removal (PBR) zou blijven waarmee kon worden gesteld dat geen significant negatieve effecten voor deze soorten zullen optreden. Gezien de relatief lage slachtofferaantallen onder deze soorten is met zekerheid te stellen dat het toevoegen van sterfte in windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma aan de cumulatiescenario's nooit tot significante effecten zal leiden, ook al omdat dit windenergiegebied nog verder van de kust ligt dan windparken van de Routekaart 2023. Daarmee zullen nog lagere fluxen van landvogels het gebied doorkruisen.

Een uitzondering hierop vormt een aantal soorten waarvoor de slachtofferaantallen voorspeld in het KEC 1.0 meer dan 10% van de PBR bedroegen (Rijkswaterstaat 2015). Daarom zijn voor de soorten kleine zwaan, rotgans, bergeend, zwarte stern, rosse grutto, kanoet, wulp en spreeuw in de recente KEC 4.0 studie populatiemodellen ontwikkeld. Volgens de resultaten van deze studie (Potiek et al. 2022) en de actualisatie hiervan wegens aangepaste ALI-normen (Potiek & Gyimesi 2023) zullen voor geen van deze soorten significante negatieve effecten voor windparken in cumulatie met IJmuiden Ver optreden. Omdat onder deze soorten de hoogste populatie-effecten verwacht worden, kan geconcludeerd worden dat ook voor andere trekkende landvogelsoorten geen significant effect zal optreden en significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

Omdat er meer aanvaringsslachtoffers vallen onder niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden in alternatief 1a/b/c (dan alternatief 2a/b/c), wordt voor deze alternatieven - - gescoord en voor de alternatieven 2a/b/c -. Omdat effecten van habitatverlies voor niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden vanwege de afstand tussen Natura 2000-gebieden en een windpark in kavel IJmuiden Ver Gamma, wordt 0 gescoord voor habitatverlies.

Barrièrewerking

Voor lokale niet-broedende zeevogels zal door windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma zelf geen significante effecten van barrièrewerking optreden, omdat voor deze soorten er geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen van een windpark is minimaal in verhouding tot de totale trekroute van trekvogels (Masden et al. 2009). De effecten worden daarom als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet langere tijd in verblijven. Wel kan het zeevogels verstoren, waarbij het afhangt van aard en frequentie van de werkzaamheden hoe zwaar deze verstoring is. Onderzoeksgegevens suggereren een afstotende werking van (onderhouds)schepen op jan-van-gent en alkachtigen, maar een aantrekkende werking op meeuwen. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij IJmuiden Ver kavel

Gamma zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt er, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom voor alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Door het ontstaan van benthische leefgemeenschappen kan daarnaast ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvinden (Lindeboom et al. 2011, de Backer et al. 2021). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. Onderzoek naar de korte termijneffecten van offshore windparken wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van meeuwen werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn ook soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Krijgsveld et al. 2011, Lindeboom et al. 2011). De effecten van habitatverandering worden als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten. Worst case is uitgegaan van marginaal negatieve effecten (0/-).

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Tabel 6.19 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de zes windpark alternatieven IJmuiden Ver op niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

	Alternatief 1			**Alternatief 2**		
Effecten windpark	A: 134 * 15 MW ø 236 m	B: 140 * 15 MW ø 236 m	C: 153 * 15 MW ø 236 m	A: 100 * 20 MW ø 280 m	B: 106 * 20 MW ø 280 m	C: 115 * 20 MW ø 280 m
aanvaringen	--	--	--	-	-	-
barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
habitatverlies	0	0	0	0	0	0
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.7 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

Aanvaringsslachtoffers

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied IJmuiden Ver. Hierdoor lopen zij de kans in aanraking te komen met de turbines. Het onderscheid tussen een lokale zeevogel en trekkende zeevogels is in het veld niet goed te maken, vandaar dat de aanvaringsslachtoffers die vallen

onder langstrekkende zeevogels zijn behandeld in paragraaf 6.5.4. In deze paragraaf worden de aantallen slachtoffers onder niet-zeevogels behandeld, die per definitie onder de trekvogels vallen.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat 2.289 - 2.708 trekvogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Tabel 6.14). Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (2.246 – 2.653) gevolgd door 33-42 ganzen en zwanen. Verder zullen nog enkele eenden, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Het verschil tussen de alternatieven is beperkt, waarbij het 15%-overplantingsscenario voor alternatief 1 de meeste slachtoffers veroorzaakt en alternatief 2a (zonder overplanting) de minste slachtoffers.

Het effect van aanvaringslachtoffers onder trekvogels wordt voor alle alternatieven als negatief beoordeeld (-). Er bestaan weliswaar kennisleemten ten aanzien van herkomst, maar de slachtofferaantallen van kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver verdeeld over het grote aantal trekvogelsoorten zijn zo laag dat dit geen wezenlijk effect kan hebben op bronpopulaties (conform Rijkswaterstaat, 2015). Daarom zijn significant negatieve effecten op Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van aanvaringen op trekvogels uit te sluiten (zie bijlage 8 Passende Beoordeling).

Het doden van trekvogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan wel door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 5.1 lid 2 Omgevingswet (Ow). In bijlage 7 ‘Soortenbescherming’ van het MER is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden. Daar is vervolgens ook onderbouwd of de staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen is minimaal in verhouding tot de totale trekroute (Masden et al. 2009). Met IJmuiden Ver Gamma wordt de grotendeels aaneengesloten lengte van de IJmuiden Ver windparken aanzienlijk vergroot, die ook haaks ligt op de vliegroute van trekkende landvogels tussen Nederland en Engeland. Bovendien komt IJmuiden Ver Gamma in een lijn te liggen tussen Nederland en Engeland waar eerder nog geen windpark lag. Om die redenen worden de effecten van barrièrewerking op trekkende landvogels als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat we er bij een barrière vanuit gaan dat het hele windpark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windpark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven globaal gelijk. Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van barrièrewerking op trekvogels zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet langere tijd in het windenergiegebied IJmuiden Ver verblijven, maar er doorheen kunnen vliegen. Van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zal dus geen sprake zijn. Het effect wordt als neutraal beoordeeld (0). Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van habitatverlies op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Indirecte effecten

Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet foerageren of langere tijd in het gebied verblijven (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten in het kader van Natura 2000-doelen als gevolg van indirecte effecten op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten.

Samenvatting

In Tabel 6.20 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vogels tijdens seizoenstrek tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.20 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de vier windpark alternatieven IJmuiden Ver op vogels tijdens seizoenstrek.

	Alternatief 1			**Alternatief 2**		
Effecten windpark	A: 134 * 15 MW ø 236 m	B: 140 * 15 MW ø 236 m	C: 153 * 15 MW ø 236 m	A: 100 * 20 MW ø 280 m	B: 106 * 20 MW ø 280 m	C: 115 * 20 MW ø 280 m
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0	0	0	0	0	0

6.5.8 Effecten op vleermuizen

Aanvaringen

Leopold et al. (2015) hebben voor de KEC 1.0 studie een schatting gedaan van het aantal vleermuisslachtoffers in offshore windparken. In hun studie zijn ze uitgegaan van de best beschikbare schattingen van het aantal vleermuisslachtoffers per turbine per jaar in onshore windparken in een open en vlakke omgeving, waar een hoog aandeel van de vleermuispopulatie bestond uit migrerende exemplaren. Op land vallen de minste slachtoffers onder vleermuizen in windparken die gesitueerd zijn in dergelijke grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden. In windparken in deze gebieden varieert het gemiddelde aantal slachtoffers rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell et al. 2010a, Limpens et al. 2013). Dergelijke open en vlakke gebieden zijn landschappelijk voor vleermuizen vergelijkbaar met de situatie offshore. Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: gezien de overeenkomst van het open, vlakke habitat offshore met het open, vlakke habitat in landbouwgebieden ligt het aantal slachtoffers ook ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. In aanmerking nemend dat vleermuizen op zee minder voorkomen dan op landlocaties hebben Leopold et al. (2015) geschat dat in offshore windparken in de Noordzee maximaal 1 slachtoffer per turbine per jaar zullen vallen. Uitgaande van bovenstaande bevindingen, hanteren we ook in dit MER een worst case-scenario van 1 slachtoffer per turbine per jaar.

Op basis hiervan worden in een windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver maximaal 153 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1c (het 15%-overplantingsscenario) en minimaal 100 slachtoffers per jaar bij alternatief 2a (zonder overplanting).

Gezien de beschikbare gegevens over vleermuisactiviteit boven de Noordzee is het realistisch om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van ruige dwergvleermuis (95,7%), rosse vleermuis (alle Nyctoide vleermuizen 3,8%) en gewone dwergvleermuis (0,5%). Op basis van deze

benadering worden in Tabel 6.22 de maximale aantallen slachtoffer per soort per jaar per scenario gepresenteerd. Onder gewone dwergvleermuizen worden bij geen van de windpark alternatieven jaarlijkse slachtoffers verwacht (<1) en een effect op deze soort kan uitgesloten worden. Alternatief 1c kan als worst-case alternatief beschouwd worden met 146 ruige dwergvleermuis slachtoffers en 6 rosse vleermuis slachtoffers per jaar. Alternatief 2a is het best-case alternatief met 96 ruige dwergvleermuis en 4 rosse vleermuis slachtoffers per jaar. Voor de alternatieven met de meeste turbines (Alternatieven 1) worden dus hogere aantallen slachtoffers verwacht. Vanwege de grote kennisleemte in het aantal aanvaringen wordt echter geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven en worden ze allemaal als negatief beoordeeld (-). In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Tabel 6.21 Maximum aantallen vleermuisslachtoffers per soort per jaar per alternatief

Alternatief	Aantal turbines	Ruige dwergvleermuis	Rosse vleermuis	Gewone dwergvleermuis
1a	134	128	5	<1
1b	140	134	5	<1
1c	153	146	6	<1
2a	100	96	4	<1
2b	106	101	4	<1
2c	115	110	4	<1

Overige effecten

Uit onderzoek blijkt dat vleermuisactiviteit in windparken niet lager ligt dan daarbuiten (Jain et al. 2011). De aanwezigheid van windturbines leidt niet tot verstoring, barrièrewerking of habitatverlies maar heeft eerder een aantrekkende werking (Cryan et al. 2014). Het effect van het windpark wat betreft barrièrewerking en habitatverlies wordt als neutraal beoordeeld (0).

Een indirect effect van windparken wordt veroorzaakt door de verhoogde concentratie van insecten rondom windturbines. Dit trekt vleermuizen aan (Cryan & Barclay 2009), wat tot een verhoogde aanvaringskans en sterfte kan leiden. Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert daarentegen een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder aanvaringsrisico. Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten wat de overlevingskansen kan verhogen. Opnames van vleermuizen in offshore windparken bevestigen dit. Op 58 – 69 km uit de kust zijn vleermuizen regelmatig kort na zonsondergang vastgesteld (Lagerveld et al. 2023) die windturbines waarschijnlijk als noodgedwongen tijdelijke rustplaatsen gedurende de dag hebben gebruikt. Vanwege een gebrek aan verdere kennis is het echter op dit moment niet mogelijk om dit effect te verrekenen met het aantal slachtoffers. Vanwege deze kennisleemte op dit gebied is ook niet met zekerheid te zeggen hoe groot het positieve effect kan zijn. Daarom worden deze indirecte effecten als marginaal positief tijdens de aanleg- en verwijderingsfase (0/+) beoordeeld, en negatief tijdens de gebruiksfase (-). In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.

Samenvatting

In Tabel 6.22 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vleermuizen.

Tabel 6.22 Effectbeoordeling van effecten van windpark IJmuiden Ver op vleermuizen.

	Alternatief 1			**Alternatief 2**		
Effecten windpark	A: 134 * 15 MW ø 236 m	B: 140 * 15 MW ø 236 m	C: 153 * 15 MW ø 236 m	A: 100 * 20 MW ø 280 m	B: 106 * 20 MW ø 280 m	C: 115 * 20 MW ø 280 m
Gebruiksfase						
aanvaringen	-	-	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
habitatverlies	0	0	0	0	0	0
indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Aanleg- en verwijderingsfase						
Aanleg/verwijdering funderingen	0	0	0	0	0	0
Toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

6.6 Conclusie

Alternatief 1a/b/c (134 tot 153 turbines x 15 MW) leidt tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan Alternatief 2a/b/c (100 tot 115 turbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat Alternatief 1 met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 153) dan Alternatief 2 (naar schatting max. 115). Alternatief 2 (en specifiek alternatief 2a) is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel 6.23.

Tabel 6.23 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in IJmuiden Ver op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	**Alternatief 1a**	**Alternatief 1b**	**Alternatief 1c**	**Alternatief 2a**	**Alternatief 2b**	**Alternatief 2c**
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase vogels						
- aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanlegfase vleermuizen						
- aanleg funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Gebruiksfase vogels						
Lokale zeevogels						
- aanvaringen	--	--	--	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	-	-	-	-	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	-	-	-	-	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000						
- aanvaringen	--	--	--	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0	0	0	0	0	0
Gebruiksfase vleermuizen						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Verwijderingsfase vogels						
- weghalen funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfase vleermuizen						
- weghalen funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiksvormen in de Noordzee. Deze effecten kunnen namelijk cumuleren tot een omvangrijker effect dan uitsluitend de invloed van het beoordeelde windpark. In deze paragraaf worden deze cumulatieve effecten besproken. Hierbij is als worst case scenario uitgegaan van het grootste overplantingsalternatief voor IJmuiden Ver Gamma (153 x 15 MW, variant 1c).

In het KEC 1.0 (Rijkswaterstaat 2015) en aanvullende opdrachten (Leopold et al. 2014, Van der Wal et al. 2015) dat later eerst geactualiseerd werd naar het KEC 3.0 (Rijkswaterstaat 2019) en met als laatste versie het KEC 4.0 (Potiek et al. 2022b), is in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van een kavel in windenergiegebied IJmuiden Ver. De afbakening van dit gebied is afgesproken in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta, en omvat zodoende niet uitsluitend het NCP maar ook de delen van de zuidelijke Noordzee die binnen de territoriale grenzen vallen van de ons omringende landen. De studies in het KEC hebben primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken op zee tot 2030. Daarnaast is ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen. De effecten van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zijn veel moeilijker te kwalificeren. Met toenemende aantallen turbines neemt de ‘vrije’ ruimte voor verstoringsgevoelige soorten af. Daarnaast zijn de effecten van scheepvaart, die meer geconcentreerd wordt door de aanwezigheid van grote aantallen windturbines, moeilijk in te schatten. Met name in het Belgische en Nederlandse deel van de Noordzee zal de verstoringsdruk van schepen buiten de windparken sterk toenemen. Het is echter zo dat minder windparken gebouwd worden in de gebieden die in sterke mate belangrijk zijn voor scheepvaartgevoelige soorten. Barrièrewerking als potentieel derde effect zou alleen op specifieke locaties (bv. in de onmiddellijke omgeving van broedkolonies, precies op de hoofdroutes naar de belangrijkste foerageergebieden) mogelijk tot wezenlijke effecten kunnen leiden (Rijkswaterstaat 2019). Effecten op broedkolonies zullen echter voor een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver op meer dan 50 km uit de kust niet gelden en daarom worden de effecten van barrièrewerking op broedvogels buiten beschouwing gelaten. Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Rijkswaterstaat 2015).

In voorliggende document zijn dezelfde inputdata gebruikt als in KEC 4.0 (Potiek et al. 2022b), met aanvullende actualisaties voor de jan-van-gent en de zilvermeeuw (Potiek & Gyimesi 2023). In de berekeningen zijn naast de meest actuele verspreidingsgegevens en de meest realistische turbinetypes voor (internationaal) geplande en al aanwezige windparken tot en met 2029 meegenomen, waaronder IJmuiden Ver en Nederwiek I. Kavel I van windenergiegebied Nederwiek (zuid) is meegenomen, omdat deze kavel in hetzelfde jaar als IJmuiden Ver kavel Gamma de tenderfase ingaat. In bijlage 4 worden voor de KEC soorten de geactualiseerde slachtofferaantallen uit het KEC 4.0 en uit de aanvulling voor de jan-van-gent en de zilvermeeuw (Potiek et al. 2022b, Potiek & Gyimesi 2023) de cumulatieve effecten beoordeeld in relatie tot de actuele ALI-normen. Voor de overige soorten dienen de oorspronkelijke berekeningen van KEC 1.0 als basis (Rijkswaterstaat, 2015).

6.7.2 Vogels

Achtereenvolgens wordt in deze paragraaf ingegaan op lokale zeevogelsoorten, vogels tijdens seizoenstrek, broedvogels uit beschermde natuurgebieden en niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Lokale zeevogelsoorten

De cumulatieve effecten van IJmuiden Ver Gamma en andere geplande windparken op populatieniveau op de schaal van de zuidelijke en centrale Noordzee worden ingeschat op basis van populatiemodellen. De toetsing van de cumulatieve scenario's ten opzichte van de referentiesituatie zijn uitgevoerd met behulp van soortspecifieke drempelwaarden: Acceptable Levels of Impact (ALIs) (Potiek te al. 2022a). Deze soortspecifieke ALIs zijn in de vorm van: De kans op een afname van X% of meer ten opzichte van de onverstoorde populatie, dertig jaar na de aanleg, mag niet hoger zijn dan Y. Zie bijlage 4 voor een nadere beschrijving.

In paragraaf 11.1.1 in bijlage 4 is voor de KEC soorten (de meest kritische soorten) ingegaan op het aantal slachtoffers dat verwacht wordt in een nationaal scenario (alle windparken in het Nederlandse deel van de Noordzee t/m 2029) en internationaal scenario (alle windparken in de zuidelijke en centrale Noordzee t/m 2029) en dit aantal wordt getoetst aan de meest recente ALI-normen. De meest kritische soorten zijn zeekoet, alk, roodkeelduiker, papegaaiduiker, noordse stormvogel, grote jager, kleine jager, grote stern, visdief, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en jan-van-gent.

Zeekoet

De actuele ALI-drempelwaarde (vastgesteld door LNV in 2023, zie Potiek & Gyimesi 2023) is een maximaal acceptabele kans van 10% op een maximale afname in de populatie(groei) van 30%. Voor het internationale scenario is de kans op een dergelijke afname 16,2%, en voor het nationale scenario is dit 5,8%. Hiermee blijft het nationale scenario onder de grens van 10%, maar wordt deze norm voor het internationale scenario overschreden. Daarmee zijn significant negatieve effecten door de realisatie van offshore windparken op de zuidelijke en centrale Noordzee t/m 2029 op de zeekoet niet uit te sluiten. Echter, in bijlage 10 zijn nieuwe cumulatieve vogelslachtofferberekeningen opgenomen. Op basis hiervan zijn ook significant negatieve effecten op de zeekoet in het internationale scenario uitgesloten. Zie paragraaf 6.7.3 voor een nadere toelichting.

Alk

De actuele ALI-drempelwaarde (vastgesteld door LNV in 2023) is een maximaal acceptabele kans van 10% op een maximale afname in de populatie(groei) van 30%. Voor het internationale scenario is de kans op een dergelijke afname 13,6%, en voor het nationale scenario is dit 4,5%. Hiermee blijft het nationale scenario onder de grens van 10%, maar wordt deze norm voor het internationale scenario overschreden. Daarmee zijn significant negatieve effecten door de realisatie van offshore windparken op de zuidelijke en centrale Noordzee t/m 2029 op de alk niet uit te sluiten. Echter, in bijlage 10 zijn nieuwe cumulatieve vogelslachtofferberekeningen opgenomen. Op basis hiervan zijn ook significant negatieve effecten op de alk in het internationale scenario uitgesloten. Zie paragraaf 6.7.3 voor een nadere toelichting.

Overige soorten

Op basis van de cumulatieve berekeningen worden voor geen van de vogelsoorten normen overschreden in het nationaal scenario. Dit geldt tevens voor het internationale scenario, met uitzondering van alk en

zeekoet. Daarmee zijn significant negatieve effecten op de alk en de zeekoet niet uit te sluiten, op overige soorten wel. Echter, in bijlage 10 zijn nieuwe cumulatieve vogelslachtofferberekeningen opgenomen. Op basis hiervan zijn ook significant negatieve effecten op de alk en zeekoet in het internationale scenario uitgesloten. Zie paragraaf 6.7.3 voor een nadere toelichting.

Vogels tijdens seizoenstrek

Naast zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver en in cumulatie met andere windparkinitiatieven in de zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee uit te sluiten. Barrièrewerking speelt evenmin een rol bij trekvogels die grote afstanden afleggen tijdens de seizoenstrek (Masden et al. 2009).

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is met behulp van het extended Band-model (Band 2012) bepaald dat jaarlijks enkele tientallen tot enkele duizenden slachtoffers zullen vallen onder trekvogels als gevolg van windturbines op de zuidelijke Noordzee, waaronder in windenergiegebied IJmuiden Ver (Gyimesi & Fijn 2015, Rijkswaterstaat 2015, 2019). Voor een aantal van deze soorten is berekend dat de cumulatieve aantallen slachtoffers als gevolg van aanvaringen boven de 1%-mortaliteitsnorm zullen uitkomen, maar voor alle soorten is in de KEC 1 studie bepaald dat ze onder de Potential Biological Removal (PBR) van de internationale populatie zullen blijven (Rijkswaterstaat 2015). De reden hiervoor is dat de slachtoffers zullen worden ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie, en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit.

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten (hoofdstuk 2.2.2 in Potiek et al. 2022b) zijn recentelijk in het kader van de KEC 4.0 studie ook populatiemodellen opgesteld. Deze populatiemodellen hebben uitgewezen dat de geplande offshore windparken t/m 2030 ook in cumulatie geen significante effecten hebben op de populaties van deze soorten (Potiek et al. 2022b). Op basis van deze uitkomsten en op dit moment bekende windparkplannen, kan geconcludeerd worden dat <u>de staat van instandhouding van trekvogelsoorten door de cumulatieve effecten van offshore windparken in de zuidelijke Noordzee niet in het geding komt.</u>

Broedvogels uit beschermde natuurgebieden

Windenergiegebied IJmuiden Ver kavel Gamma ligt buiten bereik van de meeste broedkolonies gelegen in beschermde natuurgebieden, zoals Europese Natura 2000-gebieden of Special Protection Areas (SPAs) in het Verenigd Koninkrijk. Alleen broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonies in de Nederlandse Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee kunnen het windenergiegebied in theorie bereiken (zie paragraaf 6.5.5). Daarom worden de effecten op deze kolonies ook in cumulatie met andere windparken beschouwd.

Het cumulatief aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies onder kleine mantelmeeuwen wordt getoetst aan de 1%-mortaliteitsnormen als genoemd in Tabel 8.9 in bijlage 4. De 1%-mortaliteitsnorm voor Duinen en Lage Land Texel is 14 slachtoffers, Duinen Vlieland 6 slachtoffers en Waddenzee (NL) is 38 slachtoffers. Voor Duinen en Lage Land Texel wordt een maximaal cumulatief aantal slachtoffers van 12,2 berekend bij het 15%-overplantingsalternatief met 153 * 15MW turbines (uitgaande van de aantallen aanvaringsslachtoffers en dichtheden in de maanden mei-juli zoals berekend in de KEC 4.0 studie (Potiek et al. 2022b)). Dit aantal ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm van 14 voor dit gebied. Voor Duinen Vlieland wordt een maximaal cumulatief aantal slachtoffers van 2,9 berekend voor hetzelfde alternatief. Dit aantal ligt onder de 1%-mortaliteitsnorm van 6 voor dit gebied. Tot slot wordt voor de Nederlandse Waddenzee

bij het worst-case alternatief een cumulatief aantal van 10,4 slachtoffers berekend. Ook voor dit gebied ligt dit onder de 1%-mortaliteitsnorm van 38 voor dit gebied. In alle gevallen bedraagt de berekende sterfte minder dan 1% van de jaarlijkse achtergrondsterfte van de soort. Om deze reden is er geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort en daardoor ook geen effect op het behalen van de IHD's van deze soort voor deze gebieden. Significante negatieve effecten, met inbegrip van cumulatieve effecten, op de IHD's van de broedvogelsoort kleine mantelmeeuw van de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en de Nederlandse Waddenzee worden met zekerheid uitgesloten.

Voor de overige uitgangspunten van de cumulatieve slachtofferberekeningen, zoals met welke windparken exact is gecumuleerd, wordt verwezen naar paragraaf 11.1.3 van bijlage 4.

Niet-broedvogels uit beschermde gebieden

In deze paragraaf worden de cumulatieve effecten op niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden behandeld, zoals Europese Natura 2000-gebieden of Special Protection Areas (SPAs) in het Verenigd Koninkrijk. Het gaat hier dus om vogels die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel Gamma van IJmuiden Ver. Uit paragraaf 6.5.3 en 6.5.6 blijkt dat verschillende zeevogels en trekvogels slachtoffer kunnen worden in kavel Gamma als gevolg van aanvaringen en/of habitatverlies.

Onder zeevogels kunnen volgens paragraaf 6.5.6 slachtoffers worden verwacht uit het Natura 2000-gebied Bruine Bank, namelijk onder jan-van-gent, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw en zeekoet, en mogelijk uit het Friese Front onder de zeekoet.

Van deze soorten worden bij de zeekoet bijna uitsluitend slachtoffers als gevolg van habitatverlies verwacht, met de uitzondering van 1 aanvaringsslachtoffer bij twee van de windparkscenario's. Op basis van verstoringsafstanden is het uitgesloten dat habitatverlies directe effecten kan hebben op deze soort in Natura 2000-gebieden. Daarnaast worden aanvaringsslachtoffers onder zeekoeten uitsluitend bij hoge uitzondering verwacht en zijn ook in geen van de andere windparken in de directe omgeving van de Bruine Bank of het Friese Front voorspeld (Leemans et al. 2019, van der Vliet et al. 2023) zodat geen cumulatieve effecten optreden. Op basis hiervan kunnen significant negatieve cumulatieve effecten op zeekoeten en alken in Natura 2000-gebieden uitgesloten worden.

Ook onder jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw uit het Natura 2000-gebied Bruine Bank kunnen slachtoffers vallen. Vanwege de kennisleemte over de binding van zeevogels met specifieke gebieden op zee buiten het broedseizoen wordt momenteel de aanname gedaan dat buiten het broedseizoen deze vogels zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee. Met andere woorden, alle zeevogelindividuen van de zuidelijke Noordzee kunnen in potentie gebruik maken van alle Natura 2000-gebieden, wat ook betekent dat individuen ook in elk windpark in de zuidelijke Noordzee slachtoffer kunnen worden van aanvaringen. Dit houdt ook in dat individuen op de (zuidelijke) Noordzee als één populatie kunnen worden gezien en de effecten die op populatieniveau optreden verhoudingsgewijs doorgerekend kunnen worden naar effecten op de populaties van Natura 2000-gebieden. In de KEC 4.0 studie (Potiek et al. 2022b) en in de aanvullingen daarvan (Potiek & Gyimesi 2023) zijn de cumulatieve aantallen slachtoffers in de zuidelijke Noordzee getoetst aan de ALI-norm (zie begin van paragraaf 6.7.2). Hoewel deze ALI-normen oorspronkelijk ontworpen zijn voor toetsing op het niveau van soortenbescherming, is dit momenteel de enige kwantitatieve toets die in beoordelingen gebruikt kan worden voor de effecten van offshore windparken. Volgens de berekeningen in het KEC 4.0 en in de aanvulling daarvan is bij de jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw geen overschrijding van de

ALI-normen te verwachten (Potiek et al. 2022b, Potiek & Gyimesi 2023). Op basis hiervan zijn significant negatieve effecten op het Natura 2000-gebied Bruine Bank uit te sluiten.

6.7.3 Nieuwe cumulatieve berekeningen vogels

In bijlage 10 bij dit MER zijn nieuwe cumulatieve vogelslachtofferberekeningen opgenomen. Deze paragraaf gaat in op de gevolgen van deze nieuwe berekeningen op de resultaten van dit MER. De belangrijkste redenen voor een update van de vogelslachtofferberekeningen zijn:

- In de MER-en voor recente kavelbesluiten (voor IJmuiden Ver Alpha/Beta) werd tot dusver uitgegaan van het KEC 4.0 scenario (zomer 2021) voor de cumulatieve toetsing, waarbij alleen voor het desbetreffende windpark waarvoor het milieueffectrapport (MER) wordt opgesteld nieuwe slachtofferaantallen werden toegevoegd. Voor de overige windparken zijn in de cumulatieve toetsing de slachtoffers van het KEC 4.0 gehanteerd. Inmiddels zijn er t.o.v. KEC 4.0 ook meer gegevens bekend over de aantallen windturbines en afmetingen in de bestaande of vergunde windparken op de Nederlandse Noordzee. Ook zijn voor IJmuiden Ver Alpha, Beta en Nederwiek 1 en in dit MER voor Gamma overplantingsscenario's opgesteld die in cumulatie dienen meegenomen te worden. Daarom zijn de gehanteerde aantallen slachtoffers van het KEC 4.0 gedateerd en geüpdatet in bijlage 10.
- De beschikbaarheid van nieuwe dichtheidskaarten voor zeevogels (Waggit et al. 2020), waarvan het KEC 4.0 nog niet uitging (Potiek et al. 2022b; Soudijn et al. 2022b).

Uit deze cumulatiestudie kan worden geconcludeerd dat op basis van de nieuwe berekeningen de cumulatieve effecten op vogels in dezelfde ordegrootte liggen, waarmee de effecten van de nieuwe berekeningen op hoofdlijnen vergelijkbaar zijn als reeds eerder gepresenteerd. De effectscores in het MER wijzigen daardoor niet. Wel zijn er verschillen in te verwachten aantal aanvaringslachtoffers en slachtoffers als gevolg van habitatverlies op soortniveau, echter leiden deze verschillen niet tot andere conclusies. De enige conclusie die op basis van de nieuwe berekeningen wijzigt is:

- op basis van de nieuwe berekeningen zijn ook significant negatieve effecten op zeekoet en alk in het internationale scenario uitgesloten (dat is en was ook het geval in het nationale scenario), waarbij dat niet het geval was op basis van de eerdere resultaten uit het MER en de PB.

Verder veranderen geen conclusies in PB en de SBT voor vogels met deze nieuwe berekeningen, omdat de nieuwe berekeningen leiden tot dezelfde ordegrootte van effecten.

6.7.4 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn niet goed bekend. De ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis zijn soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee.

Er bestaat grote onzekerheid omtrent de populatiegroottes van deze soorten, maar in opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is voor de verschillende soorten vleermuizen een inschatting gemaakt in hoeverre de verwachte aantallen aanvaringslachtoffers de Potential Biological Removal (PBR) van populaties van deze soorten zullen overschrijden. Dit is een methode waarmee een inschatting gemaakt kan worden van de door mensen veroorzaakte sterfte die door een populatie gedragen kan worden. Deze PBR-waarden

zijn gebaseerd op soortspecifieke populatiegroeicurves en minimum populatieschattingen per soort. Dit kon uitsluitend worden gedaan voor de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis. Voor de andere soorten is niet genoeg data beschikbaar om betekenisvolle uitspraken te doen. Dit leidde tot een PBR-waarde van 1.905 ruige dwergvleermuizen voor de populaties uit Letland, Litouwen, Polen en Zweden en 4.089 rosse vleermuizen uit Letland, Polen en Zweden (Rijkswaterstaat 2015).

Om te bepalen wat de cumulatieve effecten van offshore windparkontwikkelingen in de zuidelijke Noordzee zijn op deze populaties, worden de bestaande of vergunde windparken meegenomen in de beoordeling. Volgens de meest recente actualisatie van het KEC (KEC 4.0) in 2022 zou in Nederland het maximale aantal turbines t/m IJmuiden Ver Gamma & Nederwiek I op 1.320 uitkomen en internationaal in 2029 in de zuidelijke Noordzee (inclusief de Nederlandse windturbines) op 8.046 (cf. Potiek et al. 2022b).

In windparken in open vlakke gebieden op land varieert het gemiddelde aantal slachtoffers rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell et al. 2010a, Limpens et al. 2013). Dergelijke open en vlakke gebieden zijn landschappelijk voor vleermuizen vergelijkbaar met de situatie offshore. Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: gezien de overeenkomst van het open, vlakke habitat offshore met het open, vlakke habitat in landbouwgebieden ligt het aantal slachtoffers ook ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. In aanmerking nemend dat migrerende vleermuizen op zee minder voorkomen dan vleermuizen op landlocaties wordt in voorliggend rapport de worst-case aanname gedaan dat in offshore windparken in de Noordzee maximaal 1 slachtoffer per turbine per jaar zullen vallen. In de expert workshop die is uitgevoerd in het kader van KEC 5.0 (Royal Haskoning, 2024) is geconcludeerd dat het op dit moment niet mogelijk is om een meer wetenschappelijk onderbouwde aanname voor het aantal vleermuisdoden vast te stellen.

Volgens de aanname dat per turbine 1 vleermuisslachtoffer zal vallen (zie bijlage 4), zal dit cumulatief tot 1.320 vleermuisslachtoffers per jaar leiden in het nationale scenario en 8.046 vleermuisslachtoffers in het internationale scenario (zie Tabel 6.24). Van het totaal aantal vleermuizen in de zuidelijke Noordzee wordt het aandeel ruige dwergvleermuizen in de slachtofferaantallen op 95,7% geschat en van rosse vleermuizen op 3,8%. Daarmee komen de voorspelde jaarlijkse cumulatieve aantallen slachtoffers in het internationale scenario onder ruige dwergvleermuizen op 7.700 en onder rosse vleermuizen op 306 dieren uit. Door toepassing van deze stilstandvoorziening (zie paragraaf 6.8.2) zou het aantal slachtoffers naar verwachting met ongeveer 40% verlaagd kunnen worden (Boonman & Japink 2022). Onder rosse vleermuizen is het geschatte afgeronde aantal jaarlijkse slachtoffers in het internationaal cumulatiescenario na deze mitigatie 183 dieren, ruim onder de PBR van 4.089 dieren. Het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen komt na de mitigatie uit op 4.620 dieren in het internationaal cumulatiescenario, ruim boven de PBR van 1.905 dieren. In het nationale scenario wordt voor de ruige dwergvleermuis zowel voor als na mitigatie voldaan aan de PBR van 1.905 dieren. Het aandeel aanvaringsslachtoffers (88) na mitigatie van IJmuiden Ver Gamma ten opzichte van het totaal aantal aanvaringsslachtoffers internationaal (4620) is 1,9 procent.

Tabel 6.24 Aanvaringsslachtoffers vleermuizen in cumulatie

	IJmuiden Ver Gamma (worst-case o.b.v. alternatief 1c)	Nationaal	Internationaal
Totaal aantal slachtoffers	153	1320	8046
Ruige dwergvleermuis	146	1263	7700
Rosse vleermuis	6	50	306

Ruige dwergvleermuis (na mitigatie)	88	758	4620
Rosse vleermuis (na mitigatie)	3	30	183

Conclusie

Gebaseerd op huidige kennis is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het internationale scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel. De conclusie is echter gebaseerd op de worst-case aanname van 1 slachtoffer per turbine per jaar. Dit is naar verwachting een forse overschatting, met name voor de turbines gelegen in het noordelijke gedeelte van de Noordzee ter hoogte van Schotland. Hier is meer sprake van open zee en zijn de migratieafstanden tussen het Europese Continent en Groot-Brittannië veel langer. Bovendien gaat de PBR uit van minimum populatieschattingen per soort. In het nationale scenario zijn negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis wel uit de sluiten. Voor de overige vleermuissoorten zijn effecten op de staat van instandhouding uit te sluiten.

Belangrijke kanttekening hierbij is dat de gehanteerde populatiegrootte naar verwachting een onderschatting van het werkelijke aantal zal zijn. Gegevens over de Russische populatiegrootte zijn bijvoorbeeld niet meegerekend, terwijl hier (gelet op het landoppervlak) verreweg de meeste dieren van afkomstig zullen zijn. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van de additionele sterfte is het wenselijk om door middel van een andere methodiek (genetische diversiteit) meer inzicht te krijgen in populatiegroottes. Verder onderzoek naar het aantal ruige dwergvleermuizen dat op rotorhoogte vliegt, hun aanvaringsrisico, het aantal slachtoffers en de grootte van de populatie waarbij deze slachtoffers horen, kan in de toekomst de gebruikte aannames mogelijk realistischer maken. In het kader van WOZEP wordt dergelijk onderzoek uitgevoerd, zie hiervoor het Meerjarenprogramma WOZEP 2024-2030. Zo laat een onderzoek zien dat naar verwachting ongeveer 6 – 10% van de ruige dwergvleermuizen zich verder op zee verplaatsen vanaf land (Lagerveld et al., 2024).
.

6.8 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn te nemen om effecten te verzachten of teniet te doen, onderverdeeld naar de fase van een windpark.

6.8.1 Constructiefase

Mochten er effecten zijn van de aanleg en verwijdering van windturbines op zee dan vinden die alleen plaats in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied aanwezig zijn. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf juni tot en met september is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (alk en zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven.

Om het effect van verlichting op vogels te minimaliseren zou ’s nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter ook gebruik worden gemaakt van verlichting met een ‘vogelvriendelijke’ kleur, zoals groen of blauw (zie Poot et al. 2008).

6.8.2 Operationele fase

Uit dit hoofdstuk blijkt dat alternatief 2 zonder overplanting de minste impact op vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver worden geminimaliseerd door zo een klein mogelijk aantal grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Bovendien worden in het algemeen bij windturbines met hogere tiplaagtes minder aanvaringsslachtoffers berekend dan bij lagere tiplaagtes (zie ook hoofdstuk 8 van bijlage 4 waarin de gevolgen van een tiplaagte verhoging is doorgerekend voor een aantal kritische zeevogels).

Vogels

Uit dit hoofdstuk blijkt dat alternatief 2a (20 MW turbines zonder overplanting) de minste impact op vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver kunnen zodoende worden geminimaliseerd door een zo klein mogelijk aantal grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Verder heeft het aantal rotorbladen volgens modelberekeningen een evenredig effect op het aantal vogelslachtoffers: een turbine met drie bladen veroorzaakt ongeveer een derde meer slachtoffers dan een turbine met twee bladen.

Onduidelijk is of andere **inrichtingsmaatregelen** dan hierboven genoemd effect sorteren op zeevogels, omdat bijkomende effecten als de mate van habitatverlies van verschillende configuraties van windturbines, de stimulus voor habitatverlies, en de mate van gewenning door vogels nog niet goed bekend zijn. Onderzoek wijst uit dat een belangrijk aspect van de configuratie van een windpark, de aanwezigheid van corridors in het park, gunstig kan uitpakken voor sommige soorten. Aan de oostkust van Engeland bleken groepen ganzen bijvoorbeeld gebruik te maken van een corridor tussen twee opstellingen van windparken (Plonczkier & Simms 2012). Ook in OWEZ leken vogels liever het windpark te kruisen op plaatsen waar alleen een enkele rij turbines stond en leken vogels een voorkeur te hebben om langs stilstaande turbines te vliegen in plaats van langs draaiende turbines (Krijgsveld et al. 2011). Het is echter onbekend hoe breed een corridor minimaal zou moeten zijn.
Het effect van een **alternatieve vorm** van het windpark (bijv. langgerekt, vierkant, ruitvormig etc.) op risico's voor vogels is nauwelijks bekend. In theorie zou een langwerpige opstelling of een ruitvorm, waarvan de korte zijden c.q. de punten in de overwegende vliegrichting wijzen, het aanvaringsrisico beperken. Er is onvoldoende bekend om een bepaalde voor vogels gunstiger vorm van het windpark te adviseren. De onderlinge afstand tussen turbines lijkt van belang voor de effectgrootte van habitatverlies op zeevogels. Uit een vergelijkend onderzoek tussen OWEZ en PAWP lijkt naar voren te komen dat in parken met een hoge dichtheid aan turbines een grotere verstorende werking wordt gevonden dan in parken waar de turbines verder uit elkaar staan, hoewel ook andere factoren zoals turbinegrootte en minimale tiplaagte mogelijk een rol spelen (Leopold et al. 2011, 2013b, Skov et al. 2017).

Op grond van de resultaten van Deense studies in Horns Rev en Nederlandse studies in OWEZ (Leopold et al. 2011, 2013b, Petersen et al. 2014) moet worden aangenomen dat het windpark, inclusief een zone van in ieder geval enkele honderden meters eromheen, gemeden zal worden door jan-van-gent en deels door alkachtigen, maar dat meeuwen er zullen blijven komen. Dit beperkte effect sluit inrichtingsalternatieven op detailniveau binnen het windpark uit; alleen op grotere afstand van het windpark kunnen inrichtingsalternatieven wellicht effect sorteren. Hoe verschillende inrichtingsalternatieven als ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines het verstoringsniveau van zeevogels beïnvloeden is onbekend. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter habitatverlies

vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die tot een groter habitatverlies leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn daarmee relatief ongunstig. Daarentegen is een groot oppervlak met weinig (grote) turbines mogelijk weer gunstiger doordat verstoring tussen turbines kleiner is en er mogelijk corridors ontstaan waar vogels tussendoor durven.

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende **inrichtingsalternatieven** (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Ook loopt binnen de kaders van het Wozep onderzoeksprogramma de ontwikkeling van een voorspelmodel voor vogeltrek, waarmee turbines op ruimschoots van tevoren voorspelde intensieve trekpiekmomenten stilgezet kunnen worden. Er zijn momenteel geen meetresultaten beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisalternatief zou kunnen betekenen. Bovendien kleven aan diverse maatregelen, zoals verlichting, weer andere nadelen zoals het risico op aantrekking.

Aanpassingen aan de werkingstijd van turbines (‘temporary shutdown’) in combinatie met een detectiesysteem van verhoogde (al dan niet soortspecifieke) vogelactiviteit op rotorhoogte (‘early-warning stopping mechanism’) bieden kansen voor mitigatie van aanvaringen (May et al. 2015). Op momenten dat veel vogels langskomen (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera’s) worden automatisch turbines uitgeschakeld om aanvaringen te verminderen (een zogeheten ‘reactieve **stilstandvoorziening**’). Deze techniek wordt in enkele bestaande vergunningen al voorgeschreven, en wordt op land in het buitenland al vaker toegepast. Voor offshore windparken wordt momenteel binnen het Wozep onderzoeksprogramma gewerkt aan een vogeltrekvoorspelmodel dat als input moet dienen voor een proactieve stilstandvoorziening, waarbij turbines voorafgaand aan voorspelde piekmomenten van vogelactiviteit uitgeschakeld kunnen worden. Door Krijgsveld et al. (2015) is een overzicht gemaakt van het voorkomen van trekpieken boven de Noordzee en een inschatting gedaan welk mitigerend effect een goedwerkende stilstandvoorziening zou kunnen hebben. Hieruit bleek dat tijdens relatief weinig nachten per jaar dergelijke trekpieken op rotorhoogte voorkomen (gemiddeld 10 nachten per jaar waarop meer dan 1,5% van de jaarlijkse flux doortrekt). Tijdens deze tien nachten komen gemiddeld 7 vogels per turbine per jaar in aanraking met turbines. Daarnaast hebben Krijgsveld et al. (2015) voor het OWEZ windpark bepaald dat het gericht uitzetten van turbines tijdens trekpieken op 1,3% van de tijd (alle uren met meer dan 250 doortrekkende vogels per km per uur leidend tot ongeveer een totaal van 109 uur stilstand per jaar) een 11% reductie in het totaal aantal aanvaringsslachtoffers kan opleveren. Op basis van windsnelheden zou de stilstand van windturbines verder geoptimaliseerd kunnen worden, zodat het terugbrengen van het aantal vogelslachtoffers gepaard gaat met het reduceren van het verlies in energieopbrengst (van Bemmelen et al. 2022). Verder kan het Wozep voorspelmodel in de toekomst mogelijk niet alleen een temporele differentiatie maar ook een ruimtelijke differentiatie in het voorkomen van pieknachten in de vogeltrek bieden. De eerste resultaten laten namelijk zien dat de herkomst van trekvogels boven de Noordzee afhankelijk is van windrichting en tijd van het jaar (Bradarić et al. 2020). Zodoende zouden bij bepaalde omstandigheden windparken gericht stilgezet kunnen worden waar de trekpieken verwacht worden. Een eerste test van het stilzetten van Nederlandse offshore windparken op basis van het vogeltrekvoorspelmodel is in het voorjaar van 2023 uitgevoerd.

Het positieve effect van stilstaande turbines kan ook bereikt worden door slim **plannen van onderhoudswerkzaamheden**. Naast reparatiewerkzaamheden moeten de turbines jaarlijks onderhouden worden wat vooraf ingepland kan worden. Door dit in de vroege zomer in te plannen, wanneer de weersomstandigheden voor onderhoud gunstig zijn en relatief weinig opbrengstverlies is door lage

windsnelheden, kunnen tegelijkertijd aanvaringslachtoffers onder broedende kleine mantelmeeuwen afkomstig uit Natura 2000-kolonies verminderd worden.

Het **vergroten van de detectiekans van turbines** kan leiden tot een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers. Hierbij kan worden gedacht aan verschillende typen stimuli die een reactie teweeg kunnen brengen bij vogels. Deze zijn soortspecifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen. Er zijn aanwijzingen dat de grootste kans op succes wordt geboden door maatregelen als het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. Zo toonden May et al. (2020) in Noorwegen aan dat het zwart verven van turbinebladen mogelijk het aantal slachtoffers kan verminderen. Direct licht is waarschijnlijk niet geschikt omdat dit 's nachts, en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg heeft. Bovendien moeten de frequentie en intensiteit van de stimuli dermate onderscheidend zijn dat geen gewenning optreedt.

Verschillende onderzoeken leveren geen eenduidige conclusie over welk type **turbineverlichting** het best gebruikt kan worden om het aantal aanvaringen met windturbines te verminderen. Uit een experimenteel onderzoek op de Noordzee bleek dat continu (niet-knipperend) rood licht minder nachtelijke trekvogels aantrekt dan continu groen, blauw en wit licht. Ook bleek dat knipperend licht (1s aan, 1s uit) minder vogels aantrekt dan continu licht (Rebke et al. 2019). Onderzoek naar de verlichting van boorplatforms en het effect daarvan op (trek)vogels heeft aangetoond dat vogels worden aangetrokken door rood, geel en wit licht (Marquenie et al. 2009). Zowel blauw licht als groen licht werkt echter nauwelijks verstorend op trekvogels; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder (van der Laar 2007, Poot et al. 2008). In tegenstelling tot blauw licht is groen licht ook geschikt voor werkomstandigheden. Voor een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan daarom worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Omdat het in tegenstelling tot gasplatforms op zee alleen gaat om navigatieverlichting, en niet (ook) om veel sterkere werkverlichting, valt nog te bezien in hoeverre hier duidelijk winst te behalen valt. Bovendien dient te worden nagegaan in hoeverre dit past binnen de IALA-richtlijnen (IALA 2008) en wensen van het bevoegd gezag. Grootste winst lijkt juist te behalen door verlichting op turbines tot een minimum te beperken. Het lijkt op voorhand zeker niet gunstig om de masten te verlichten (flood lights), tenzij met aangepaste lichtkleuren gewerkt kan worden. Verlichting op (grote) werkschepen kan een probleem zijn als deze vogels aantrekt gedurende donkere nachten terwijl windturbines draaien. Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom 's nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen.

Vleermuizen

De beste methode om het aantal aanvaringsslachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn (Smallwood & Bell 2020). Het is aangetoond dat het verlagen van de draaisnelheid tot 1 - 2 rpm bij windsnelheden beneden de 5 m/s de vleermuissterfte met 44 - 93% kan verminderen (Baerwald et al. 2009). In offshore windparken is de effectiviteit naar verwachting wat lager dan op land omdat vleermuizen gemiddeld genomen bij iets hogere windsnelheid aanwezig zijn.

Aanvankelijk werd voor de windparken op zee de volgende stilstandvoorziening voor vleermuizen voorgeschreven (http://wetten.overheid.nl/BWBR0037802/2017-11-08):

> *"… Daarom is gekozen voor een maatregel waar de cut*-in windspeed van de turbines wordt verhoogd naar 5,0 m/s op ashoogte gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst. Beneden deze windsnelheid moet het aantal *rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 worden gebracht."*

Voor IJmuiden Ver is een stilstandvoorziening voor vleermuizen geoptimaliseerd die gebaseerd is op de vleermuisactiviteit die op platforms ver op zee is gemeten (Boonman & Japink 2022; platforms K13, P6, P9, P11). Voor de exacte beschrijving van deze stilstandvoorziening wordt verwezen naar Boonman & Japink (2022). Deze stilstandvoorziening reduceert het aantal slachtoffers gedurende de najaarsmigratie met naar schatting 40%. Het bijbehorende verlies aan energieopbrengst is 6-7 keer hoger dan de stilstandvoorziening die eerder voor windparken werd berekend die offshore dichter bij de kust liggen (Boonman 2018). Dit komt omdat de vleermuisactiviteit verder op zee moeilijker te voorspellen is (het beperkt zich bijvoorbeeld niet specifiek tot wind uit O of NO richtingen). Een belangrijke tekortkoming van de stilstandvoorziening voor windenergiegebied IJmuiden Ver is het feit dat gebruik is gemaakt van gegevens die zijn verzameld vanuit nabijgelegen (olie- en gas-) platforms. Voor het formuleren van een stilstandvoorziening zou idealiter gebruik gemaakt worden van gegevens die zijn verzameld in het rotorbereik van windturbines. Pas wanneer de turbines gebouwd zijn kunnen deze metingen plaatsvinden en kan de stilstand verbeterd worden.

Samenvatting

Samenvattend zijn er diverse mogelijkheden om effecten van windturbine(parken) op vogels te beperken, met name als doel om aantallen aanvaringsslachtoffers te beperken (aantallen en grootte van turbines, aantal bladen, vergroten detectiekans, stilstandvoorziening). Op basis van de huidige modelberekeningen hebben de parameters turbineaantal, tiplaagte, bladlengte en snelheid van de rotoren de grootste invloed op de aantallen slachtoffers onder alle vogelgroepen, zowel lokale vogels (broedend en niet-broedend) als vogels op seizoenstrek. Grotere, en daarmee minder, turbines veroorzaken in totaal minder slachtoffers.

De beste methode om het aantal aanvaringsslachtoffers bij vleermuizen te verlagen is door de draaisnelheid van de rotorbladen te verlagen gedurende de momenten waarop vleermuizen in windparken te verwachten zijn.

6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringsgevoelige soorten zeevogels hoog zijn, in najaar, winter en vroege voorjaar. Daarnaast kan wellicht een methode van slopen gevonden worden die relatief weinig geluid produceert of waarmee snel de klus geklaard kan worden. Tevens is het van belang om net als tijdens de aanlegfase het effect van verlichting op vogels te minimaliseren door ’s nachts aan boord van schepen minimale verlichting en een ‘vogelvriendelijke’ kleur toe te passen (zie vorige paragraaf).

6.9 Leemten in kennis en informatie

Er zijn leemtes in kennis over aanvaringsrisico’s, barrièrewerking en verstoring als gevolg van windparken op zee (zowel overdag als ’s nachts). Met name soortspecifieke kennis ontbreekt. Validatie van modellen om aanvaringsslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringsgevoeligheden en verstoringsafstanden van zeevogels zijn nog leemtes in kennis, evenals in hoeverre vogels kunnen wennen aan windparken. Op basis van literatuur is aangenomen dat 10% van de verstoorde vogels sterft. Het is niet bekend in hoeverre deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid, maar wel kan worden gesteld dat 10% aan de veilige kant is (worst-case aanname).

Voor vleermuizen geldt dat er leemtes in kennis zijn ten aanzien van de basiskennis over populatieomvang en soortspecifieke verspreiding. Onbekend is het relatieve belang van de Noordzee voor verschillende soorten vleermuizen en hun veranderingen in gedrag als gevolg van windparken.

6.10 Grensoverschrijdende effecten

Broedvogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden.

Niet-broedvogels

Op basis van de cumulatieve berekeningen voor zowel alk als zeekoet worden de normen voor het internationale scenario (alle windparken in de centrale en zuidelijke Noordzee naar verwachting operationeel t/m 2029) overschreden. Daarmee zijn significant negatieve effecten op de alk en de zeekoet niet uit te sluiten. Voor overige soorten zijn significant negatieve effecten wel uit te sluiten. Voor een verdere onderbouwing wordt verwezen naar paragraaf 11.1 van bijlage 4. Echter, op basis van nieuwe cumulatieve slachtofferberekeningen als gevolg van onder andere nieuwe dichtheidskaarten (zie bijlage 10) zijn significant negatieve effecten uit te sluiten voor alle soorten, ook voor alk en zeekoet in het internationale scenario.

Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 4.0 studie populatiemodellen opgesteld. Deze populatiemodellen hebben uitgewezen dat de geplande offshore windparken t/m 2030 ook in cumulatie geen significante effecten hebben op de populaties van deze soorten (Potiek et al. 2022b). Op basis van deze uitkomsten en op dit moment bekende windparkplannen, kan geconcludeerd worden dat de staat van instandhouding van trekvogelsoorten door de cumulatieve effecten van offshore windparken in de zuidelijke Noordzee niet in het geding komt.

7 Onderwaterleven

7.1 Inleiding

De komst van een windpark in kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft effecten op het (lokale) onderwaterleven. Dit hoofdstuk onderzoekt de milieueffecten voor bodemdieren (benthos), vissen en zeezoogdieren als gevolg van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines en parkbekabeling in de kavel. De inzichten in dit hoofdstuk zijn voornamelijk gebaseerd op twee onderzoeksrapporten die voor dit MER zijn opgesteld door experts op het gebied van onderwaterleven. Voor bodemdieren en vissen is dit door Bureau Waardenburg (bijlage 4) gedaan, voor zeezoogdieren door HWE (bijlage 5). De beoordeling is erop gericht om mogelijke effecten op de populatieomvang van belangrijke soorten in het NCP in kaart te brengen.

Dit hoofdstuk behandeld de mogelijke milieueffecten als gevolg van:

- Onderwatergeluid en trillingen
- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering
- Aanwezigheid van magnetische velden (EMF)
- Aanwezigheid van harde structuren
- Afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten

Hierna volgt een beschrijving van de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht en de alternatieven die daarbinnen gekozen zijn. Daarna berschrijft paragraaf 7.3 het beoordelingskader en per soortgroep kort hoe en wanneer effecten kunnen optreden, welke beschermingsnormen relevant zijn, en welke beoordelingscriteria er zijn gebruikt in de effectbeoordeling. Vervolgens wordt in paragraaf 7.4 de huidige situatie van de soorten beschreven, samen met eventuele relevante autonome ontwikkelingen (de nulsituatie). Daarop volgt de beoordeling van relevante effecten in paragraaf 7.5 en (noodzakelijke) mitigerende maatregelen in paragraaf 7.6, wordt er aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten in paragraaf 7.7, en overblijvende leemten in kennis in paragraaf 7.8.

7.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte

Veel effecten op onderwaterleven zijn direct afhankelijk van de interne inrichting van een windpark. Ze hangen samen met het aantal turbines dat geplaatst wordt, het funderingstype waarop ze komen te staan, en de installatiemethode die gebruikt wordt.

Het uitgangspunt is dat de kavel van windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma zal bestaan uit maximaal 153 windturbines van minimaal 15 MW. Binnen de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht zijn zes alternatieven beoordeeld om in kaart te brengen welke effecten er kunnen ontstaan (zie Tabel 7.1). Drie alternatieven gaan uit van 15 MW turbines, en drie van 20 MW turbines. Voor elk turbinetype is gekeken naar een alternatief met 0%, 5% en 15% overplanting.

De berekeningen voor (onderwater)geluid en trillingen voor dit MER zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB. Deze norm geeft in aantal decibel (dB) aan hoe hoog de onderwater geluidsdruk van een enkele hei-slag (SELss) op een afstand van 750 meter maximaal mag zijn. Daarbij is voor elk alternatief uitgegaan van de hei-energie die vrijkomt bij de installatie van monopile funderingen. Voor de alternatieven met 20 MW turbines is daarnaast ook gerekend met de hei-energie van tripod- of jacketfunderingen. In de geluidsberekeningen is worst-case de fundatielocatie binnen de kavel gebruikt

waarvan hoogste geluidsdruk op 750m wordt verwacht. In Tabel 7.2 staat de daarbij gebruikte hamerenergie per combinatie van turbine en fundering.

Tabel 7.1 Bandbreedte van alternatieven voor onderwaterleven

Kenmerk	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aantal turbines	134	140	153	100	106	115
Geïnstalleerd vermogen per turbine	15 MW			20 MW		
Geluidsnorm	SELss (op 750 m) = 160 of 164 dB re 1 μPa^2s					
Netto heitijd per monopile-fundering	2 uur					
Geschatte periode waarin heiwerkzaamheden plaatsvinden	7 tot 8 maanden			5 tot 6 maanden		

Tabel 7.2 Turbinevarianten waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd

Turbinevermogen	15 MW	20 MW	20 MW	20 MW
Type fundering	Monopaal	Monopaal	Tripod	Jacket
Aantal palen	1	1	3	4
Paaldiameter (m)	9	15	5	3
Hamerenergie (kJ)	4000	7000	2000	2000

Onderzoek haalbaarheid geluidsnorm

Op verzoek van de Commissie m.e.r. is onderzocht wat de (technische) haalbaarheid is van een geluidsnorm van 160 dB re 1 μPa2s SELss, zoals geambieerd in het Noordzeeakkoord.[49] In het onderzoek is gekeken naar veelbelovende ontwikkelingen op het gebied van mitigerende maatregelen en alternatieve installatietechnieken. Ten aanzien van mitigerende maatregelen is geconcludeerd dat onzeker is of de strikte normering kan worden behaald met een combinatie van mitigerende maatregelen. In relatie tot alternatieven voor de traditionele hydraulische ‘impact hammer’, zoals trilhamers (eventueel in combinatie met ‘jetting’) of ‘blue piling’, wordt geconcludeerd dat een aanzienlijke reductie van de hoeveelheid geproduceerd onderwatergeluid kan worden bereikt. Hierbij geldt echter dat geen van deze technieken volledig is getest en/of gecertificeerd voor gebruik bij de installatie van turbinefunderingen op zee.

Vanwege bovenstaande onzekerheden is de onderwatergeluidsnormering in de kavelbesluiten van IJmuiden Ver Alpha en Beta niet gesteld op 160 dB re 1 μPa2s SELss, maar is gekozen voor een overgangsnormering van 164 dB re 1 μPa2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron). Daarnaast geldt een inspanningsverplichting om de verstoring van de bruinvis zo veel als redelijkerwijs mogelijk is (verder) te beperken.

Uit het onderzoek naar de effecten in cumulatie van deze hogere onderwatergeluidsnormering blijkt dat het aantal bruinvisverstoringsdagen weliswaar toeneemt, maar dat de ecologische normering uit het KEC

[49] Aanleg van windparken in IJmuiden Ver en Nederwiek I, Beperken van onderwatergeluid en haalbaarheid van Geluidsnomen, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2023).

4.0 in cumulatie niet overschreden wordt als deze overgangsnormering tot na kavel Nederwiek I wordt gehanteerd.

Kader 7.1 Drijvende fundaties

Effecten van drijvende fundaties op onderwaterleven

In dit hoofdstuk zijn de effecten van turbines op drijvende fundaties niet onderzocht en beoordeeld. Drijvende fundaties worden ontwikkeld met de verwachting dat ze windparken technisch uitvoerbaar en rendabel kunnen maken in complexe zeebodems en tot een diepte van 200 m. De nu gangbare funderingen met een directe bodemverbinding (monopiles, jackets, etc) worden voornamelijk in relatief ondiepe gebieden (rendabel) toegepast en zijn ook goedkoper dan drijvende fundaties. Kenmerkend voor de Nederlandse Noordzee is dat de gehele bodem relatief vlak en ondiep is (grotendeels 25 - 50m). Daarom is het onwaarschijnlijk dat er in de toekomst drijvende fundaties in de Nederlandse Noordzee toegepast worden.

Er zijn verschillende concepten voor drijvende fundaties. Alle bestaan ze uit een drijvend platform of boei waarop de turbine geïnstalleerd is. Ze worden op hun plek gehouden door kabels die met ankers, kleine heipalen of gravity based structures aan zeebodem bevestigd worden.

Het toepassen van drijvende fundaties zal niet tot andere soorten effecten leiden dan de onderzochte funderingstypes. Echter, er is weinig specifieke kennis beschikbaar over de effecten op onderwaterleven omdat de techniek alleen is toegepast in enkele pilot projecten. Wel is duidelijk dat de aanleg tot aanmerkelijk minder bodemberoering en onderwatergeluid leidt omdat er geen grote structuren in de zeebodem geheid worden. Juist het heigeluid dat vrijkomt bij de aanleg van monopiles veroorzaakt negatieven effecten op zeezoogdieren, en bodemberoering leidt met name voor benthos en vissen tot negatieve effecten. De omvang van de geluidseffecten zal door de aanleg van drijvende fundaties zeker niet groter zijn dan de effecten van het door heien van monopiles vrijkomende geluid. En de sterke vermindering in bodemberoering zullen voor benthos en vissen positief zijn.

De ankerlijnen van drijvende funderingen liggen deels op de zeebodem daar waar ze hun ankerpunt bereiken. Wanneer het drijvende platform beweegt schuiven de ankerlijnen hier plaatselijk over de bodem waardoor vertroebeling en habitatdestructie kan ontstaan. Omdat dit heel plaatselijk optreedt valt de omvang van dit effect in het niet bij het totale fysieke leefgebied van benthos, vissen en zeezoogdieren.

De effecten van drijvende fundaties zullen met grote zekerheid kleiner zijn dan de effecten van monopiles.

7.3 Beoordelingskader

7.3.1 Benthos (bodemdieren) en vissen

Benthos en vissen kunnen zowel tijdens de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Effecten kunnen ontstaan wanneer bodemberoerende activiteiten tijdens de aanleg of verwijdering van turbinefunderingen, erosiebescherming en kabels, leiden tot vertroebeling in het water en beschadiging of vernietiging van habitats. Op een vergelijkbare manier kan een verbod op sleepnet visserij juist een positief effect hebben. Tijdens de exploitatie kan de aanwezigheid van de turbinefunderingen en erosiebescherming (hard substraat) ook een positief effect hebben omdat zich hierop een verscheidenheid

aan bodemdieren kunnen vestigen. De magnetische velden rondom de kabels kunnen plaatselijk een negatief effect veroorzaken.

Voor benthos en vissen zijn de volgende effecten bekeken:
- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg en verwijdering.
- Geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, exploitatie en verwijdering.
- Aanwezigheid van magnetische velden tijdens de exploitatie.
- Afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten tijdens de exploitatie.
- Aanwezigheid van harde structuren tijdens de exploitatie.

Om inzicht te krijgen in het belang van het plangebied voor bodemdieren en vissen wordt eerst de huidige situatie beschreven op de schaal van het Nederlands Continentaal Plat. Vervolgens wordt de directe omgeving van het plangebied nader beschreven. Bij het beschrijven van de huidige situatie is specifieke aandacht besteed aan soorten die beschermd zijn in nationale en internationale beleidskaders. Voor de autonome ontwikkeling van het gebied (ontwikkeling zonder windpark) is gebruik gemaakt van onderzoeksrapporten die ingaan op langjarige trends van bodemdieren en vissen, en factoren die hierop van invloed zijn geweest.

Bij de effectbeschrijvingen in de onderzoeksrapporten is gebruik gemaakt van de resultaten van ecologische effectenstudies van het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ), het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0) en het Wind op Zee Ecologisch Programma (WOZEP). De opgedane kennis uit deze effectenstudies is ook gebruikt in de milieueffectrapporten voor de kavels in windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Hollandse Kust (west) en IJmuiden Ver (Alpha), waarop de effectbeoordeling voor dit kavel in IJmuiden Ver tevens is gebaseerd.

Voor het beoordelingskader is aangesloten bij doelen van (inter)nationale wetgeving (zie hoofdstuk 2) en parameters die gebruikt worden om te toetsen of deze doelen gehaald worden. Doelen van (inter)nationale wetgeving zijn vooral gericht op het behoud of versterking van biodiversiteit en bescherming van soorten van speciaal (commercieel) belang.

7.3.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen zowel tijdens de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Hieronder wordt kort toegelicht hoe deze effecten kunnen optreden. In paragraaf 1.1 van bijlage 5 staat een compleet overzicht met beschrijvingen van de mogelijke effecten die kunnen optreden.

Voor zeezoogdieren zijn de volgende effecten zijn bekeken:
- Geluid en/of trillingen tijdens de aanleg en verwijdering, en in beperkte mate tijdens de exploitatie.
- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg en verwijdering.
- Aanwezigheid van harde structuren tijdens de exploitatie.
- Aanwezigheid van magnetische velden tijdens de exploitatie.
- Afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten tijdens de exploitatie.

Effecten op zeezoogdieren treden met name op door (onderwater)geluid dat vrijkomt tijdens heiwerkzaamheden van de turbine- en platformfundaties en geofysisch onderzoek, en in mindere mate door geluid van aanwezige schepen. Mogelijke effecten door (onder)watergeluid van draaiende

windturbines, vertroebeling door bodemberoering, de aanwezigheid van kabels en harde structuren tijdens de exploitatie, en een mogelijke toename in prooivis als gevolg van de afwezigheid van bodemberoerende visserijactiviteiten zijn erg beperkt.

De bodemberoerende activiteiten voor het aanleggen en verwijderen van de kabels en funderingen kunnen lokaal de waterkwaliteit beïnvloeden door vertroebeling (slibpluim). Dit heeft een negatief effect op het foerageergebied van zeezoogdieren. Echter, deze effecten worden om een aantal redenen verwaarloosbaar geacht en niet verder onderzocht. Ten eerste is de fysieke omvang van deze lokale effecten gering in vergelijking met het totale leefgebied van zeezoogdieren. Daarnaast is de zeebodem in het plangebied van nature al erg dynamisch en weinig slibrijk. Tenslotte is het ook aannemelijk dat dieren ten tijde van deze bodemberoerende activiteiten het plangebied al hebben verlaten als reactie op (onder)watergeluid dat daarbij vrijkomt.

Over de effecten van magnetische velden op zeezoogdieren is weinig informatie beschikbaar. In zeer beperkte mate kunnen er effecten ontstaan door de elektromagnetische velden (EMF) rondom de kabels van het windpark. Alleen binnen een beperkt gebied rondom de kabel zou er een mogelijk effect in de vorm van barrièrewerking kunnen optreden. Gezien de zeer lokale omvang van deze mogelijke effecten in vergelijking tot het totale leefgebied van bruinvissen kunnen significante populatie-effecten hierdoor op voorhand worden uitgesloten. Dit effect wordt daarom niet verder onderzocht.

De voornaamste effecten ontstaan door (onder)watergeluid en trillingen waarbij onderscheid wordt gemaakt in impulsief en continue geluid. Continue geluid ontstaat door varende schepen en trillingen van draaiende windturbines. Het effect dat ontstaat door schepen die van en naar het windpark varen is niet anders dan dat van reguliere scheepvaart. Omdat dit een reeds bestaande activiteit is kan ervan uit worden gegaan dat dit effect al in de huidige populatieomvang is verdisconteerd. Continue geluid dat ontstaat door draaiende windturbines treedt alleen op binnen een klein gebied rondom de turbine en valt op korte afstand weg tegen het altijd aanwezige omgevingsgeluid in de Noordzee.

Het MER onderzoekt de effecten van impulsief geluid die ontstaan tijdens de installatie van de turbinefunderingen, geofysische onderzoek m.b.v. seismologische surveys binnen de kavel, en de constructie van het TenneT platform. Direct bij het optreden van impulsief geluid kunnen zeezoogdieren in een relatief groot gebied in hun gedrag verstoord worden. Het kan gaan om wegzwemmen uit het gebied (habitatverlies) of een versnelde ademhaling. Het aantal dierverstoringsdagen geeft aan hoeveel dieren er verstoord worden en is bepaald op basis van de berekende ‘geluidscontour’ en de geografische verspreiding van het aantal zeezoogdieren daarbinnen (dichtheid). Binnen een veel kleiner gebied kan herhaaldelijke blootstelling aan impulsief geluid een fysiologisch effect op het gehoororgaan hebben. Het gaat in dat geval om een fysieke aantasting in de vorm van een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel.

Effecten op het gedrag zijn maatgevend gebleken voor de effecten op de populaties van zeezoogdieren. Op basis van berekeningen wordt bepaald hoeveel dierverstoringsdagen er per alternatief optreden en of deze onder de hiervoor berekende waarden uit het KEC 4.0 liggen. In het KEC 4.0 is het aantal dierverstoringsdagen waarop populatie effecten niet meer kunnen worden uitgesloten voor elk windenergiegebied en per soort vastgesteld in cumulatie met de uitrol van de gehele Routekaart Windenergie op zee tot 2030. In de geluidsberekeningen wordt reeds uitgegaan van geluidsnormen die het geluid dat vrijkomt door (ongelimiteerde) heiwerkzaamheden beperkt. De berekeningen die gemaakt

zijn door HWE voor de beoordeling in dit MER gaan uit van een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB (SEL_{SS} (750m) = 160 dB re 1 µPa^2.

Zolang het aantal dierverstoringsdagen de KEC 4.0 waarde tijdens de aanleg niet overschrijdt wordt er automatisch voldaan aan de geldende beschermingsregimes. Deze zijn samengevat in een ecologische (werk)norm die stelt dat door de aanleg van windparken op zee de populaties van bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang moeten blijven. Oftewel, de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt, mag niet groter zijn dan 5%. De cumulatieve effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren worden getoetst aan deze ecologische (werk)norm.

Fysiologische effecten treden niet alleen in een veel kleiner gebied op dan gedragseffecten, een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel levert daarnaast weinig hinder op voor het dier en herstelt zich volledig. Uit het KEC 4.0 blijkt dat er een verwaarloosbare kans is dat bruinvissen of zeehonden een permanente verhoging van de gehoordrempel (PTS) oplopen ten gevolge van het onderwatergeluid bij het heien voor de aanleg van wind op zee, mits daarbij het onderwatergeluid wordt gelimiteerd tot een geluidnorm SEL_{SS} (750m) = 168 dB re 1 µPa^{2}s, of lager. Omdat de berekeningen voor dit MER uitgaan van een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB kan dit effect op voorhand kan worden uitgesloten.

7.3.3 Beoordelingscriteria en effectbeoordeling

In Tabel 7.3 wordt per soortengroep het beoordelingskader gegeven van de onderzochte milieueffecten. De effectbeoordeling wordt gedaan ten opzichte van de referentie (huidige)situatie en maakt gebruik van een score (-, 0/-, 0, 0/+, +). In paragraaf 4.4 van hoofdstuk 4 wordt de scoringsmethodiek toegelicht. De toetsing aan de gebiedsbescherming gebeurt in bijlage 8. De toetsing aan de soortenbescherming in bijlage 7.

Tabel 7.3 Beoordelingscriteria en onderwaterleven

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	**Bodemdieren en vissen** **Aanlegfase** - Geluid/trillingen - Bodemberoering **Exploitatiefase** - Geluid/trillingen - Aanwezigheid harde structuren - Aanwezigheid van EMV - Verbod bodemberoerende visserij in windpark **Verwijderingsfase** - Idem aanleg	**Bodemdieren & vissen** Geluidstrillingen door heien Vertroebeling door bodemberoering Habitatdestructie door bodemberoering Aanwezigheid hard substraat Verbod bodemberoerende visserij EMV door kabels Verwijdering hard substraat
	Zeezoogdieren **Aanlegfase** - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen - Fysieke aantasting **Exploitatiefase**	**Zeezoogdieren** Dierverstoringsdagen (impulsief geluid) Aantal fysiek aangetaste dieren

	- Verstoring door geluid/trillingen door turbines en scheepvaart (onderhoud) - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark **Verwijderingsfase** Idem aanleg	Verstoring door schepen en turbines (continu geluid) Aanwezigheid hard substraat Verbod bodemberoerende visserij

7.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.4.1 Benthos

Het benthos omvat de bodemfauna van de zee en bestaat uit een diverse gemeenschap van soorten met een mobiele (bijv. krabben, garnalen, wormen en zeesterren) of vastzittende (bijv. anemonen en zakpijpen) levenswijze. In de Noordzee wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen benthosgemeenschappen op hard substraat (zowel van nature voorkomende harde substraten zoals stenen, grind of schelpdierbanken als kunstmatige harde substraten zoals scheepswrakken, dijken, kunstwerken en platforms inclusief windturbines op zee) en zacht substraat (zachte bodems bestaande uit bijv. zand, slib, klei of veen). Soorten hebben uiteenlopende groottes en voedselstrategieën; zo zijn er filter feeders, roofdieren en aaseters. Typerend in het benthos van de Noordzee is het voorkomen van 'biogene riffen': soorten die plaatselijk zeer talrijk aanwezig zijn, een habitat op zichzelf vormen en een belangrijke schakel zijn in de voedselketen van de Noordzee, bijv. schelpdierbanken van mosselen en oesters en banken van schelpkokerwormen.

Het benthos van de Noordzee is soortenrijk en vertoont een zeer sterke regionale variatie. Voor Nederland wordt doorgaans gesproken over de benthosgemeenschap van het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De meest soortenrijke benthosgemeenschappen van het NCP bevinden zich op de Doggersbank, de Oestergronden en het Friese Front (Craeymeersch et al. 2008; Daan et al. 2009). De Nederlandse Noordzeekustzone is aanzienlijk soortenarmer, onder andere door een lagere saliniteit, hogere variabiliteit in klimatologische en hydrologische omstandigheden en verstoring door de mens, zoals vervuiling en eutrofiëring (Craeymeersch et al. 2008). In het plangebied wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door grofzand. Het benthos wordt hier gedomineerd door bodemdieren met een gravende levenswijze geassocieerd aan zachte substraten zoals wormen en schelpdieren. In paragraaf 7.3 van Bijlage 4 is de huidige situatie van benthos in en nabij het plangebied nader beschreven.

In Nederland is geen rode lijst voor mariene benthossoorten. Wel is in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie het streven naar de terugkeer en het herstel van biogene riffen genoemd (Min. IenW & Min. LNV, 2018). Voor een aantal rifbouwende soorten zijn dan ook OSPAR-aanbevelingen uitgebracht over bescherming en/of herstel van de soorten en/of de habitats die zij vormen (OSPAR Commission 2013a, 2013b, 2013c, 2015). Deze soorten en habitats staan op de OSPAR-lijst van bedreigde of achteruitgaande soorten en habitats (OSPAR Commission 2008). Naast biogene riffen zijn ook de noordkromp en de purperslak opgenomen in de OSPAR-lijst.

Aanwezigheid beschermde soorten en biogene riffen

Binnen kavel Gamma zijn (nog) geen gegevens beschikbaar over de daar voorkomende benthosgemeenschap. Bij benthos-bemonsteringen nabij het plangebied, op de Bruine Bank, bleken zeeklit, zaagje en verschillende soorten slangensterren veel voor te komen. Er zijn Natura 2000-gebieden in de Noordzee waar twee keer zoveel soorten voorkomen als op deze locatie. Zo staan de Doggersbank

en het Friese Front bekend om hun rijkdom van benthossoorten. De Bruine Bank valt hiermee niet onder de gebieden met de meest soortenrijke benthosgemeenschap van het NCP.

Wel zijn er Sabellaria-banken aangetroffen op de Bruine Bank. Deze zijn aangemerkt als OSPAR-habitat (en opgenomen in KRM). Gezien de nabijheid van de Sabellaria-banken op de Bruine Bank en de vergelijkbare habitat in het plangebied bestaat een redelijke kans dat deze ook in het plangebied aanwezig zijn. Naar verwachting komen er verder geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR-lijst van bedreigde en/of afnemende soorten (Bos et al. 2016) zoals de noordkromp, purperslak en platte oester.

7.4.2 Vissen

In de gehele Noordzee zijn 266 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee-visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aangetroffen worden (Daan, 2005), waarvan 138 op het NCP (Bos et al. 2016). In de visgemeenschap van de Noordzee kan onderscheid gemaakt worden tussen soorten met een pelagische (in de waterkolom) levenswijze (zoals haring en kabeljauw) en soorten met een demersale levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van demersale vissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden gevonden in diep water, met bodems bestaande uit grof sediment. Pelagische vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het continentaal plat. Daarnaast zijn de trekvissen in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen. In paragraaf 7.2 van Bijlage 4 is de huidige situatie van vissen relevant voor het plangebied nader beschreven.

Binnen het plangebied IJmuiden Ver zijn nog geen specifieke onderzoeken uitgevoerd naar de aanwezige visgemeenschappen. Wel is er data van gestandaardiseerde visbemonsteringen uit de omgeving beschikbaar, waar informatie aan ontleend kan worden. Ook binnen het MWTL-bemonsteringsprogramma worden visdata ingewonnen. Zo is bij het bodemschaven ook de visvangst geregistreerd, al is deze methodiek niet specifiek ontwikkeld op het bemonsteren van vis. Voor dit MER is de data gebruikt van negen monsterlocaties op de Bruine Bank die zijn bemonsterd in 2019 en 2021. De monsterpunten op de Bruine Bank liggen dicht bij het plangebied en gezien de overeenkomsten in habitat is het aannemelijk dat er grote gelijkenissen zijn in het voorkomende onderwaterleven.

Viseieren en -larven

Viseieren en larven worden het hele jaar door aangetroffen in de wateren van het NCP, maar in het zuidelijk deel van de Noordzee worden de hoogste aantallen eieren gevonden van januari tot mei, en de hoogste aantallen vislarven van april tot en met juni (van Damme et al. 2011). De anadrome vissoort Atlantische steur (Acipenser sturio), beschermd conform de soortenbeschermingsbepalingen van de Omgevingswet, komt in zeer lage getalen voor in open zee waar ze nabij de bodem leven.

7.4.3 Zeezoogdieren

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver effect heeft op zeezoogdieren, is het nodig om te weten welke soorten er gedurende het jaar voorkomen, en in welke dichtheden. Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de meest recent beschikbare telgegevens van bruinvissen, gewone en grijze zeehonden. Deze gegevens zijn gebruikt als invoer in de geluidsberekeningen die de effecten (het aantal dierverstoringsdagen) per soort bepaalt. Dit wordt volgens de methode uit het KEC 4.0 gedaan zodat ze vergeleken kunnen worden met de daarin

berekende waarden. De cumulatieve effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren worden in 7.7.3 getoetst aan de ecologische (werk)norm[50].

Soorten en beschermingsregime

Tijdens de aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark treden mogelijk effecten op het gedrag en de conditie van zeezoogdieren of hun leefomgeving in de Noordzee op. Het gaat daarbij voornamelijk om bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden. Andere soorten zeezoogdieren trekken zelden en onregelmatig door de Nederlandse wateren (zie bijvoorbeeld: Geelhoed SCV & T. van Polanen Petel, 2011) omdat het zwaartepunt van hun leefgebied elders ligt. Dit is het geval bij de witsnuitdolfijn (Lagenorhynchus albirostris), dwergvinvis (Balaenoptera acutorostrata) en de tuimelaar (Tursiops truncatuslge). Omdat de aanwezigheid van deze soorten in het plangebied dermate incidenteel is, kan op voorhand uitgesloten worden dat een windpark significante effecten heeft op deze populaties. Deze soorten worden daarom niet verder behandeld.

De bruinvis is beschermd onder verschillende conventies en verdragen, zoals de Conventie van Bern en de Conventie van Bonn en is gekwalificeerd als beschermde soort onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en IV). Op basis van beschikbare informatie over de specifieke ecologische functie voor de bruinvis kan geen onderscheid gemaakt worden ten aanzien van het belang van afzonderlijke gebieden enerzijds en de rest van de Noordzee anderzijds. Bescherming van de sterk mobiele soort in een specifiek gebied is daarom niet geëigend, maar moet aansluiten bij de relevante ecologische schaal van het voorkomen van de populatie bruinvissen (het zuidelijke deel van de Noordzee).

De gewone en grijze zeehond zijn gekwalificeerd als beschermde soorten onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en V).

Bruinvis

Habitat

Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (Phocoena phocoena) de enige soort die met grote regelmaat in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De bruinvis is vooral een soort van het relatief ondiepe water van kustzeeën (zoals het NCP) en estuaria, maar wordt ook wel verder van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter (Goodson 1996, Read 1997). Ze zijn het talrijkst in relatief ondiepe kustwateren en foerageren vaak op de zeebodem. Ze eten verschillende soorten pelagische en demersale vis, maar ook inktvis, schaaldieren en borstelwormen (Camphuysen & Siemensma, 2011). Bij de jacht maken ze gebruik van echolocatie. De bruinvis leeft incidenteel in groepen van meer dan 100 dieren, maar meestal in losse verbanden. Onderzoek (Jansen, 2013) heeft uitgewezen dat verreweg het grootste aandeel van het dieet van bruinvissen uit pelagische (schoolvormende) vissoorten bestaat.

Aantallen

In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen voorkomend in de Nederlandse kustzone, vanaf ongeveer 1940 werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich weer vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen

[50] Door de aanleg van windparken op zee moeten de populaties van gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven (ofwel: de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt mag niet groter zijn dan 5% zijn).

absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de Noordzee een rol speelt. Latere studies laten deze toename nog duidelijker zien (deze toename wordt ook bevestigd door de waarnemingen van Geelhoed et al., 2010-2019).

Voor bruinvissen is de lokale dichtheid afgeleid van de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld. Het betreft een update van de kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen van Gilles et al. (2016), aangevuld met gegevens van de 2016 SCAN-III survey en jaarlijkse zomertellingen uit België, Nederland (door WMR), Duitsland en Denemarken over de periode 2014 – 2019. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie, net zoals in Heinis & de Jong et al. (2022) van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt. In Figuur 7.1 is de dichtheid van bruinvissen in het aantal dieren per vierkante kilometer in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver weergegeven.

Figuur 7.1 Lokale bruinvis (purpoise) dichtheid in en rond kavels Gamma (kavel V en VI) van het windenergiegebied IJmuiden Ver, uit de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld.

Zeehonden

Habitat

In Nederlandse wateren komen twee soorten zeehonden voor: gewone zeehonden (Phoca vitulina) en grijze zeehonden (Halichoerus grypus). Zowel de gewone als de grijze zeehond worden genoemd in

bijlage II en V van de Habitatrichtlijn. Sinds de jaren 1980 zijn de aantallen van beide soorten in Nederlandse wateren exponentieel gegroeid, met uitzondering van de jaren 1988 en 2002 waarin een virusepidemie de populatie liet krimpen.

Figuur 7.2 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. De (landelijke) Staat van Instandhouding voor de gewone zeehond is gunstig voor de grijze en gewone[51].

Figuur 7.2 Aantallen zeehonden in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta gebaseerd op jaarlijkse tellingen van grijze en gewone zeehonden in de Waddenzee en in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta (Bron: compendiumvoordeleefomgeving.nl, juli 2023).

Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en zijn de aantallen toegenomen. Het Waddengebied, en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta zijn de belangrijkste leefgebieden voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. In 2021 zijn hier circa 18 duizend zeehonden geteld, een toename van ongeveer 8% ten opzichte van het jaar ervoor. De populatieomvang van de gewone en grijze zeehond in het hele Noordzee gebied bedraagt respectievelijk circa 41.700 (Galatius et al., 2019) en 5.000 (Aarts, 2014).

Gewone zeehond

De gewone zeehond in Nederland maakt deel uit van de Waddenzeepopulatie, die zich uitstrekt tot Noord-Denemarken. Dit is met circa 42.000 dieren de grootste populatie gewone zeehonden in het Noordzeegebied en ruim 25% hiervan wordt in Nederland geteld. De gewone zeehond brengt de meeste tijd door in zee, om te foerageren, te paren, te migreren en soms zelfs om te slapen. Hij leeft vooral van

[51] (Verlenging) Beheerplan Waddenzee 2016-2022, Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016)

pelagische vissoorten, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharen (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende platen.

Verbetering van de waterkwaliteit, immigratie uit de Duitse en Deense Waddenzee en maatregelen tegen verstoring hebben bijgedragen aan het uiteindelijke herstel van de zeehonden in de Waddenzee (Brasseur et al., 2018). Opvallend is het sterke herstel na het uitbreken van een virusziekte (PDV) in 1988 en 2002. Beide keren is de populatie tot ongeveer 50% gereduceerd (Härkönen et al., 2007). In de jaren daarna bleek de populatie zich prima te kunnen herstellen.

In 2021 werden er in de Nederlandse Waddenzee 8.245 zeehonden geteld (Galatius et al., 2021). De populatiegrootte van gewone zeehonden in de internationale Waddenzee, blijkt sinds 2012 te stagneren (Galatius et al., 2021; Cremer et al., 2017). Dit is een trendbreuk ten opzichte van de groei in de populatie tussen 1974 en 2014 (Brasseur et al., 2018), waar de populatie in de Waddenzee, met uitzondering van de virus uitbraken, praktisch continu groeide. De reden van deze trendbreuk is vooralsnog onbekend, temeer omdat het aantal geboren pups blijft toenemen (Galatius et al., 2021). De draagkracht wordt bepaald door de ruimte en voedsel die de dieren tot hun beschikking hebben, en wordt daarom ook door de menselijke activiteiten in het gebied gestuurd. Het gebrek aan groei in de periode 2012-2021 trad op ondanks een jaarlijkse toename in het aantal pups van ongeveer 7.000 naar 10.903 pups in 2021. Echter, in 2022 is er een afname van 22% pups gemeten en werden er 8.514 pups geteld (Galatius et al., 2022).

De reden voor deze afname is zonder aanvullend onderzoek moeilijk te achterhalen. Er zou verondersteld kunnen worden dat het habitat beperkt is in beschikbare ruimte of voedsel als gevolg van natuurlijke omstandigheden of menselijk toedoen.

Een recente verandering in habitat zou een lagere telling kunnen verklaren. Migratie naar andere gebieden lijkt niet aan de orde, aangezien in de omringende populaties er geen groei wordt waargenomen (ICES, 2022). Er zou ook een verhoogde sterfte onder zeehonden kunnen bestaan, mogelijk beïnvloed door ziekte of bijvangst. Momenteel worden dode zeehonden in Nederland niet onderzocht. Onderzoek naar gestrande dieren en mogelijke doodsoorzaken zou hier wellicht inzicht in kunnen geven.

Ten slotte kunnen veranderingen in habitat (door natuurlijke omstandigheden of door menselijk toedoen) ook invloed hebben op het gedrag van zeehonden. Zo zou bijvoorbeeld de timing, duur of frequentie van het ligplaatsgebruik kunnen veranderen met als consequentie dat hierdoor een ander (kleiner) deel van de populatie op land wordt geteld.

Grijze zeehond

Sinds 1980 is de grijze zeehond terug in de Nederlandse wateren (Reijnders et al., 1995, Brasseur et al., 2015). Voor 1980 werd de soort zelden waargenomen in ons land. In 1985 werden de eerste jongen geboren en sindsdien is het aantal sterk toegenomen. De groei is het gevolg van lokale geboortes maar ook in belangrijke mate het gevolg van import uit de Britse eilanden waar naar schatting 150.000 dieren leven (Brasseur et al., 2015, SCOS 2018). Grijze zeehonden werden eerst vooral in het westelijk Waddengebied waargenomen, maar breiden zich tegenwoordig langzaam in oostelijk richting uit. Ook in Duitsland hebben zich groeiende kolonies gevestigd, hoewel verreweg de meeste dieren in Nederland worden geteld (Brasseur et al., 2021). In 2022 zijn in het totale Waddengebied 8.948 grijze zeehonden geteld, waarvan 6.500 in het Nederlandse Waddengebied. Dit is een daling van 1% ten opzichte van 2021 in de totale Waddenzee, en een daling van 4% in het Nederlandse Waddengebied. (Schop et al., 2022).

In het Deltagebied neemt het aantal grijze zeehonden sinds 2003 toe. In 2021 werden in de Delta 2581 grijze zeehonden waargenomen (Hoekstein et al., 2022). Ook voor deze soort geldt dat de groei uitsluitend door import uit andere kolonies kan worden verklaard.

Verspreiding

Voor de verspreiding van de gewone zeehond over de Noordzee is uitgegaan van dichtheidskaarten (zie Figuur 7.3) die voor het KEC 4.0 zijn samengesteld (Aarts et al., 2021). Hierin is op basis van alle beschikbare zendergegevens voor elke maand de dichtheid van de gewone en grijze zeehonden gemodelleerd als het aantal te verwachte dieren per km^2.

Figuur 7.3 Jaargemiddelde lokale dichtheid van gewone zeehonden (links) en grijze zeehonden (rechts) in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver, uit de kaarten die door Aarts et al. (2021) in opdracht van Rijkswaterstaat zijn samengesteld.

7.5 Effectbeoordeling

Deze paragraaf geeft de effectbeoordeling van de onderzochte effecten op onderwaterleven door de aanleg, exploitatie, en verwijdering van het windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver. In bijlage 4 is de achtergrondrapportage met uitgebreide effectbeschrijving voor benthos en vissen (inclusief viseieren en vislarven) opgenomen. In bijlage 5 is de achtergrondrapportage (onderwater)geluid en trillingen opgenomen met uitgebreide effectbeschrijving voor zeezoogdieren.

7.5.1 Benthos

Op basis van bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op benthospopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hieronder wordt een schatting gemaakt van de effecten van de zes alternatieven van windparkontwikkeling in het windenergiegebied IJmuiden Ver. In Tabel 7.4 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Geen van de hier behandelde soorten heeft een instandhoudingsdoelstelling voor Natura 2000-gebieden. Effecten in het kader van Natura 2000-doelen zijn daarmee uitgesloten.

Alternatieven 1a, 1b en 1c worden samen beoordeeld, evenals 2a, 2b en 2c, vanwege het relatief kleine verschil tussen deze alternatieven en de inzet hetzelfde turbinetype.

Tabel 7.4 Effectbeoordeling van de alternatieven van windenergiegebied IJmuiden Ver op bodemdieren

Fase	Effecten windpark	Alternatieven 1a, 1b, 1c	Alternatieven 2a, 2b, 2c
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0/+
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0

Aanlegfase

Geluidstrillingen door heiwerkzaamheden

Data over effecten ten gevolge van heigeluiden op benthos zijn maar zeer beperkt beschikbaar. Bij enkele benthossoorten (tweekleppigen, schelpkokerwormen en kreeftachtigen) is een tijdelijke gedragsverandering aangetoond tijdens blootstelling aan geluid. Bij monitoring van OWEZ en PAWP zijn geen veranderingen in de benthosgemeenschap vastgesteld tussen de fase voor en na constructie die op grote schade duiden als gevolg van de constructie. Negatieve effecten ten gevolge van geluidseffecten van heiwerkzaamheden op benthos worden als neutraal beoordeeld vanwege de relatief korte duur aan geluidsblootstelling en de beperkte aanwijzing dat dit schade toebrengt aan benthos-soorten (effectbeoordeling: 0).

Vertroebeling door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom, al is dit in beperkte omvang en duur. Verschillende studies tonen aan dat typerende bodemsoorten zoals zwaardschede robuust zijn tegen deze verstoring. Schelpdieren in dit deel van de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). De effecten van vertroebeling worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Habitatdestructie door bodemberoerende activiteiten

Er zijn weinig onderbouwde meetreeksen waarbij effecten van de aanleg van een windpark op zee op benthos is gekwantificeerd. Tijdens de bodemberoerende activiteiten tijdens constructiefase wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinezuilen en erosiebescherming. Ook wordt ca. 200 km aan kabels in de zeebodem gelegd. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is, zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei, en zijn soorten die door OSPAR zijn aangemerkt als bedreigd en/of afnemend niet waargenomen in het plangebied (en opgenomen in KRM). Dit geldt echter niet voor Sabellaria-banken, een kritisch OSPAR habitat waarvan het aannemelijk is dat deze mogelijk in het plangebied aanwezig is. Deze rifvormende soort kan door het plaatsen van turbinefunderingen, erosieberscherming en kabels op deze plekken worden vernietigd. Door het mogelijk negatieve effect op Sabellaria-banken wordt het effect van habitatdestructie op bodemdieren licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-). Wel lijken de riffen wanneer ze in een gebied voorkomen zich in patches te verspreiden over een groter oppervlak (Gaida et al. 2023). Ondanks dat er in alternatief 1c 53 turbines meer worden geplaatst dan in

alternatief 2a leidt dit niet hier tot een onderscheidende beoordeling. Ook de verschillen in oppervlak dat de verschillende funderingstypes op de zeebodem beslaan leidt niet tot een onderscheidende beoordeling.

Exploitatiefase

Hoewel het duidelijk is dat bodemdieren magnetische velden kunnen detecteren en erop reageren, is er tot nu toe onvoldoende empirisch bewijs om een significant schadelijk biologisch effect te ontdekken. Binnen kavel Gamma van IJmuiden Ver zal er circa 200 kilometer aan kabels worden gelegd waarbij alleen effecten worden verwacht in de directe nabijheid van de kabels. Het effect van elektromagnetische velden wordt als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), omdat het beperkte effect wel langs een relatief hoog aantal km kabel ontstaat en de precieze omvang van het effect nog niet geheel duidelijk is.

Daarnaast worden er ook licht positieve effecten verwacht. Zoals de turbinefunderingen en erosieberscherming die naar alle waarschijnlijkheid gekoloniseerd zullen worden door een nieuwe benthosgemeenschap (effectbeoordeling: 0/+). Maar ook het uitsluiten van bodemberoerende visserij heeft mogelijk een licht positief effect op de benthosgemeenschappen op zacht substraat (effectbeoordeling: 0/+).

Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase zullen de benthosgemeenschappen die zich op de windturbinefunderingen en erosieberscherming (hard substraat) hebben ontwikkeld weer verloren gaan. Ten opzichte van huidige situatie wordt dit effect neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Ten opzichte van de situatie tijdens de exploitatie is dit effect wel negatief. Het effect van geluid(trillingen) tijdens de verwijdering wordt neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0), gelijk aan de effecten tijdens de aanleg. Er zijn geen blijvende effecten verwacht.

7.5.2 Vissen

Op basis van bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op vispopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hieronder wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied IJmuiden Ver. Tabel 7.5 geeft een samenvatting van de effectbeoordeling voor de zes alternatieven. Er zijn geen vissoorten aangewezen voor het nabijgelegen Natura 2000-gebied Bruine Bank dat in de invloedsfeer van windenergiegebied IJmuiden Ver ligt. Ook voor Natura 2000-gebieden Klaverbank en Friese Front zijn geen vissoorten aangewezen als habitatrichtlijnsoort, al zijn enkele vissen aangewezen als typische soorten voor het habitattype riffen (H1170). Effecten op vissoorten met een instandhoudingsdoelstelling zijn daarmee uitgesloten.

Alternatieven 1a, 1b en 1c worden samen beoordeeld, evenals 2a, 2b en 2c, vanwege het relatief kleine verschil tussen deze alternatieven en de inzet hetzelfde turbinetype.

Aanlegfase

Effecten op vissen tijdens de aanlegfase kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen door heiwerkzaamheden en effecten door bodemberoerende werkzaamheden door het plaatsen van de windturbines en beschermende bestorting op de zeebodem en het trekken van de kabels. In Tabel 7.5 wordt een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling.

Tabel 7.5 Effectbeoordeling van effecten op vissen van windenergiegebied IJmuiden Ver

Fase	Effecten windpark	Alternatieven 1a, 1b, 1c	Alternatieven 2a, 2b, 2c
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0/-	0/-

Geluidstrillingen door heiwerkzaamheden

Hoewel onderbouwde meetreeksen waarbij effecten op de visgemeenschap ten gevolge van de aanleg van een windpark op zee zeer schaars zijn, lijken de effecten op vis tijdens de constructiefase zeer beperkt. Experimentele studies naar geluidseffecten van heiwerkzaamheden op vissen en vislarven tonen geen duidelijke (blijvende) schade aan op vissen. Uitsluitend als de geluidsbron zich op zeer korte afstand bevindt kan in het ergste geval sterfte optreden. Vooralsnog zijn er geen wetenschappelijke veldstudies die (indirecte) vissterfte hebben aangetoond door heiwerkzaamheden. De effecten van (onderwater)geluid tijdens de aanleg van funderingen wordt als licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-). Negatieve effecten van de trillingen zelf zijn niet aannemelijk.

Vertroebeling door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoerende activiteiten tijdens de aanlegfase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Er zijn echter geen studies die duidelijk aantonen dat een dergelijke kleinschalige vertroebeling een nadelig effect heeft op vissen die in het plangebied voorkomen. Vissen in de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). Bovendien wordt de zeebodem in het plangebied gekenmerkt door betrekkelijk hoge dynamiek met continu zandtransport. De effecten van vertroebeling op vissen worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Habitatdestructie door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoering heeft ook een direct effect op aanwezige vissen in het gebied. De zachte bodemstructuur wordt bij de turbines vervangen door een harde bodemstructuur. Vissen met een sterk demersale levenswijze hebben doorgaans een minder mobiele levenswijze en verschuilen zich in de bodem of tussen ruimtelijke structuren op de zeebodem. In het geval deze structuren aanwezig zijn op de locaties waar de windturbinefunderingen, bestortingen en kabels worden geplaatst, kunnen de individuen geschaad of vernietigd worden. Het aandeel van de populatie van de relevante (OSPAR) soorten, zoals roggen, dat op deze wijze beïnvloed kan worden is echter zeer beperkt ten opzichte van de totale populatie in dit deel van de Noordzee. Daarbij zijn roggen mobiele soorten die zich snel kunnen verplaatsen. De effecten van habitatdestructie worden als licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-).

Exploitatiefase

Verbod bodemberoerende visserij en aanwezigheid hard substraat

Het verbod op bodemberoerende visserij zou mogelijk een klein positief effect kunnen hebben op specifieke vissoorten (zoals de kabeljauw) in het gebied. Echter, de effecten ervan worden als neutraal

beoordeeld omdat ze nog niet wetenschappelijk kunnen worden aangetoond voor de algemene visgemeenschap (effectbeoordeling: 0).

De effecten van de turbinefunderingen en de erosiebescherming (hard substraat) worden licht positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+) omdat vissen die kunnen gebruiken als schuil- en foerageerhabitat, en als kraamkamer. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat vismonitoringen in de windparken OWEZ en PAWP suggereren dat het effect van de aanwezigheid van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen significante verschillen aantoonbaar tussen vispopulaties voor, één en vijf jaar na de aanleg van OWEZ of vijf jaar na de aanleg van PAWP. In een Belgisch windpark is voor schol wel aangetoond dat meer werd gevangen binnen het park dan daarbuiten, en getagde individuen na paring terug leken te komen naar het windpark. Ook is aangetoond dat binnen een windpark de monopiles een aantrekkende werking hebben op de aanwezige vissen, zoals op kabeljauw.

Elektromagnetische velden

Over het effect van elektromagnetische velden (EMV) op vissen is nog maar weinig bekend, al zal dit voornamelijk van impact zijn op haaien en roggen. Veldstudies lieten tot dusverre geen barrièrewerking (vermijding van het gebied) zien van windturbinekabels door EMV, maar wel werd aangetoond dat het gedrag van vissen kan veranderen bij de windturbinekabels (Westerberg & Lagenfelt 2008, Gill & Desender 2020, Copping et al. 2021). Gedragsverandering, al dan niet tijdelijk, kan wel schadelijk zijn voor een soort (bijvoorbeeld door energieverlies), maar onderzoeksresultaten hierover zijn nog niet beschikbaar. Binnen kavel Gamma van IJmuiden Ver zal er ca. 200 kilometer aan inter-array kabel worden gelegd, die niet per definitie ingegraven worden. Effecten, indien aanwezig, worden verwacht in de nabije omgeving van de kabels. Het effect van elektromagnetische velden wordt als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal dit harde substraat zich tijdens de operationele fase van het park als habitattype hebben ontwikkeld voor vissen. Soorten die het habitattype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een demersale levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. Verder zijn de effecten vergelijkbaar met de aanlegfase. Daarnaast zullen andere vissoorten die foerageren rondom de windturbines blootgesteld worden aan een lager voedselaanbod en verhoogde predatiedruk, zeker wanneer het visserijverbod wordt opgeheven. Ten opzichte van huidige situatie wordt dit effect neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Ten opzichte van de situatie tijdens de exploitatie is dit effect wel negatief. Het effect van geluid(trillingen) tijdens de verwijdering wordt licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-), gelijk aan de effecten tijdens de aanleg. Er zijn geen blijvende effecten verwacht.

7.5.3 Zeezoogdieren

In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in de effecten op zeezoogdieren door de komst van een windpark in kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver. Op basis van bestaande kennis wordt verondersteld dat een negatief effect op de (gunstige) staat van instandhouding van de populaties zeezoogdieren niet op voorhand kan worden uitgesloten door het simpelweg toepassen van een geluidsnorm. De geluidsberekeningen berekenen daarom de effecten van heiwerkzaamheden die gelimiteerd zijn door de toepassing van verschillende geluidsnormen. Tabel 7.6 geeft de scores van de effectbeoordeling voor de onderzochte alternatieven daarna volgt een beschrijving van de beoordeling per fase.

De cumulatieve effecten op zeezoogdieren door impulsief geluid zijn beschreven in paragraaf 7.7.

Tabel 7.6 Effectscores voor zeezoogdieren bij geluidsnorm 160 dB

Effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen Gewone Zeehond Grijze Zeehond	0/- 0/- 0/-	0/- 0/- 0/-	- 0/- 0/-	0/- 0/- 0/-	0/- 0/- 0/-	0/- 0/- 0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0

Aanlegfase

Tijdens de aanleg van het windpark treden effecten op door het onderwatergeluid dat ontstaat bij hei-activiteiten. Deze effecten kunnen tot verstoring in het gedrag of fysieke aantasting van bruinvissen en zeehonden leiden.

Hieronder staan in Tabel 7.7 en Tabel 7.8 de resultaten van de geluidsberekeningen van HWE (bijlage 6) voor respectievelijk bruinvissen en zeehonden. Bij de berekeningen is uitgegaan van een geluidsnorm van 160 dB en dat een ‘soft start procedure’[52] wordt toegepast. De resultaten laten per soort en alternatief het aantal dierverstoringsdagen zien (als gemiddelde waarde met een standaarddeviatie) dat optreedt als gevolg van de turbine heiwerkzaamheden tijden de aanleg. De waarden van het aantal dierverstoringsdagen die in het KEC 4.0 zijn berekend voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver zijn:

- 79.800 (79,8 1000-tal) dierverstoringsdagen voor bruinvissen
- 7.210 (72,1 100-tal) dierverstoringsdagen voor gewone zeehonden
- 7.460 (74,6 100-tal) dierverstoringsdagen voor grijze zeehonden

Zolang dit ‘budget aan dierverstoringsdagen’ tijdens de aanleg niet wordt overschreden wordt automatisch voldaan aan de geldende beschermingsregimes en daarmee ook de ecologische norm dat door de aanleg van windparken op zee de populaties van bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven.

Uit de resultaten blijkt dat het aantal dierverstoringsdagen onder bruinvissen in alternatief 1c hoger is dan het berekende aantal in KEC 4.0 (zie Tabel 7.7). Voor dit overplantingsalternatief zijn bijna 2.000 meer dierverstoringsdagen berekend dan voor deze locatie in het KEC 4.0.

[52] De ‘soft start’ procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

In paragraaf 7.7.3 is beoordeeld of er in cumulatie met de aanleg van windparken in de periode 2016-2030 sprake is van een overschrijding van de ecologische norm[53] en significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP zijn uit te sluiten. Voor de overige alternatieven kan wel worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa^{2}s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding op voorhand niet in het geding is. Voor de gewone zeehond en grijze zeehond geldt voor alle alternatieven dat het aantal dierverstoringsdagen uit KEC 4.0 niet wordt overschreden. Daarom kan worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor zeehonden op voorhand niet in het geding is.

Tabel 7.7 Bruinvissen: afgerond aantal dierverstoringsdagen in 1000-tallen (afgerond gemiddelde ± standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa^{2}s (750 m).[54] Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Kenmerk	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Verstoord oppervlak (km^2)	Monopaal: 560 ± 20			Monopaal: 520 ± 30 Tripod: 490 ± 40 Jacket: 486 ± 34		
Aantal verstoorde dieren	Monopaal: 530 ± 30			Monopaal: 500 ±40 Tripod: 470 ± 40 Jacket: 470 ± 40		
Dierverstoringsdagen (max.)	**71,6 ± 0,4**	**74,8 ± 0,4**	**81,7 ± 0,4**	**49,7 ± 0,4**	**52,7 ± 0,4**	**57,2 ± 0,4**
KEC 4.0 grens	**79,8**					

[53] De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat dat de populaties op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft zonder aanleg van windparken.

[54] Het gebruikte funderingstype is bepalend voor het verstoord oppervlak (km^2) en het aantal verstoorde dieren daarbinnen en is niet afhankelijk van de hoeveelheid turbines die geplaatst worden. De hoeveelheid turbines is wel bepalend voor de duur van de verstoring en leidt daarom tot een verschil in het aantal dierverstoringsdagen tussen de alternatieven. Meer resultaten zijn te vinden in paragraaf 3 van Bijlage 5, waaronder het minimum en maximum aantal verstoorde zeehonden per dag tijdens verschillende seizoenen.

Tabel 7.8 Zeehonden: aantal dierverstoringsdagen in 1000-tallen (gemiddelde ± standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa²s (750 m).[54] Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Kenmerk	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Verstoord oppervlak (km²)	Monopaal: 225 ± 7			Monopaal: 198 ± 13 Tripod: 182 ± 16 Jacket: 182 ± 14		
Gewone zeehonden						
Aantal verstoorde dieren	Monopaal: 14 ± 2			Monopaal: 13 ± 2 Tripod: 12 ± 2 Jacket: 12 ± 2		
Dierverstoringsdagen (max.)	**19,4 ± 0,3**	**20,3 ± 0,3**	**22,1 ± 0,3**	**12,8 ± 0,2**	**13,6 ± 0,2**	**14,7 ± 0,2**
KEC 4.0 grens herberekend*	**72,1**					
Grijze zeehonden						
Aantal verstoorde dieren	Monopaal: 15 ± 6			Monopaal: 13 ± 5 Tripod: 13 ± 4 Jacket: 13 ± 3		
Dierverstoringsdagen (max.)	**19,6 ± 0,7**	**20,6 ± 0,7**	**22,5 ± 0,7**	**12,8 ± 0,5**	**13,5 ± 0,5**	**14,7 ± 0,5**
KEC 4.0 grens herberekend*	**74,6**					

* Monopaalfundering met geluidnorm SEL_{ss} = 168 dB re 1 µPa²s (750 m); de in het KEC 4.0 voor deze locatie gepresenteerde waarde is niet juist, omdat bij het berekenen van het effectieve verstoringsoppervlak onterecht is uitgegaan van M-gewogen geluid. De waarde is daarom opnieuw berekend (zie Bijlage 5).

De gedragseffecten op bruinvissen worden met een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (750 m) tijdens de aanleg van alternatief 1c van kavel Gamma beoordeeld als negatief (effectbeoordeling: -). Door het grotere aantal turbines in dit alternatief overschrijdt het aantal dierverstoringsdagen de waarden voor bruinvissen uit het KEC 4.0 in beperkte mate. In alle overige alternatieven worden de effecten op zeezoogdieren tijdens de aanleg beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-) omdat er wel verstoring optreedt maar het aantal dierverstoringsdagen de waarden uit het KEC 4.0 niet overschrijden.

Het gebied waarbinnen zeezoogdieren fysiek aangetast kunnen worden (waar tijdelijke of permanente fysiologische effecten op gehoordrempel kunnen optreden) is zeer beperkt van omvang. Daarbij is het aannemelijk dat veel dieren dit gebied verlaten voordat de heiwerkzaamheden starten door ze met Acoustic Deterrent Devices (ADD) en een slow start procedure weg te jagen met niet schadelijk onderwatergeluid. In het KEC 4.0 is dan ook gebleken dat fysiologische effecten uitgesloten kunnen worden bij toepassing van de geluidnorm SELSS (750m) = 168 dB re 1 µPa2s , of lager. Daarom kunnen effecten automatisch ook worden uitgesloten bij de lagere geluidsnorm van 160 of 164 dB die het uitgangspunt vormen in dit MER. Het aantal fysiek aangetaste zeezoogdieren wordt daarom voor alle alternatieven van kavel Gamma beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

Toepassing geluidsnorm SELss (750 m) = 164 dB re 1 µPa2s

Voor bruinvissen zijn ook het aantal dierverstoringsdagen berekend met de geluidsnorm SELss (750 m) = 164 dB re 1 µPa2s. De resultaten in Tabel 7.9 laten zien dat deze ruimere geluidsnorm een toename van ruim 50% in het aantal dierverstoringsdagen voor bruinvissen tot gevolg heeft ten opzichte van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (750 m). Dit betekent dat alle alternatieven met 15 MW turbines (1a, 1b, 1c) en het

alternatief met 115 x 20 MW turbines (2c) de waarden uit het KEC 4.0 overschrijden. De resterende twee alternatieven met 20 MW turbines (2a, 2b) vallen in dezelfde ordegrootte als, en onder de waarden uit het KEC 4.0. In paragraaf 7.7.3 is beoordeeld of er in cumulatie met de aanleg van windparken in de periode 2016-2030 sprake is van een overschrijding van de ecologische norm[55] en significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP zijn uit te sluiten.

Tabel 7.9 Gemiddelde (± standaarddeviatie) van het aantal berekende bruinvisverstoringsdagen (1000-tallen) voor het heien van turbinefunderingen in het windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma. MP = monopaal; TP = tripodfundering, JT = jacketfundering. Rood: overschrijding KEC 4.0 waarde: oranje: ordegrootte KEC 4.0 waarde; groen: kleiner dan KEC 4.0 waarde.

Geluidsnorm SELss(750m) [dB re 1 µPa2s]	**Alternatief 1a**	**1b**	**1c**	**2a**	**2b**	**2c**
164 dB	**109 ± 0,5**	**114 ± 0,6**	**125 ± 0,6**	**MP: 76 ± 0,5** **TP: 72 ± 0,6** **JT: 72 ± 0,6**	**MP: 81 ± 0,6** **TP: 77 ± 0,6** **JT: 76 ± 0,6**	**MP: 88 ± 0,6** **TP: 83 ± 0,7** **JT: 83 ± 0,6**
160 dB	**72 ± 0,4**	**75 ± 0,4**	**82 ± 0,4**	**MP: 50 ± 0,4** **TP: 47 ± 0,4** **JT: 47 ± 0,4**	**MP: 53 ± 0,4** **TP: 50 ± 0,4** **JT: 49 ± 0,4**	**MP: 57 ± 0,4** **TP: 54 ± 0,4** **JT: 54 ± 0,4**
KEC 4.0 (160 dB)	**79,8**					

Voor zeehonden zijn geen extra berekeningen met een geluidsnorm van SEL_{SS} = 164 dB re 1 µPa^{2}s op 750m uitgevoerd. Voor het KEC 4.0 is voor zeehonden namelijk een scenario doorgerekend waarbij voor het gehele windenergiegebied IJmuiden Ver (en de 10 GW extra geïnstalleerd vermogen van de 'versnelling') werd uitgegaan van een geluidnorm van SEL_{SS} = 168 dB re 1 µPa^{2}s op 750m. In dit scenario bleek de ecologische (werk)norm[56] voor gewone en grijze zeehonden niet te worden overschreden. Bij toepassen van een lagere geluidsnorm van 160 dB of 164 dB zal dat dus ook niet gebeuren.

Grensoverschrijdende en externe effecten op N2000 gebieden

Het verstoorde gebied voor zeezoogdieren ligt in zijn geheel binnen de Nederlandse EEZ (zie Figuur 7.4). De berekeningen die zijn gedaan wat betreft de effecten op zeezoogdieren gelden voor de populatie binnen het NCP. Er zijn geen berekeningen gedaan voor andere populaties. Wel wordt in bijlage 5 de internationale bruinvisverstoringsdagen en populatiereductie uit KEC 4.0 beschouwd en de Nederlandse bijdrage hieraan.

Het verstoorde gebied ligt ook in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of het buitenland (zie Figuur 7.4) waarin de verstoringscontour op basis van SEL_{SS} (750m) = 160 dB re 1 µPa^{2}s is weergegeven). Het nabijgelegen Natura 2000-gebied Bruine Bank is aangewezen als Vogelrichtlijngebied voor een zestal vogelsoorten, maar niet voor zeezoogdieren. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Gezien de grote afstand tot Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden kan dezelfde conclusie worden

[55] De Nederlandse overheid heeft bepaald dat significante gevolgen van de aanleg van windparken vanaf 2016 voor de zeezoogdierenpopulaties zijn uit te sluiten als met grote zekerheid kan worden vastgesteld dat dat de populaties op het NCP op minimaal 95% van omvang blijft zonder aanleg van windparken.
[56] Door de aanleg van windparken op zee moeten de populaties van gewone zeehonden en grijze zeehonden op het NCP met grote zekerheid (>95%) op minimaal 95% van de huidige omvang blijven (ofwel: de kans dat de populatiereductie meer dan 5% bedraagt mag niet groter zijn dan 5% zijn)

getrokken bij het toepassen van de geluidnorm SEL_{SS} (750m) = 164 dB re 1 µPa^{2}s omdat het verstoorde oppervlak door de hogere geluidsnorm slecht beperkt toeneemt.

Figuur 7.4 De kans op verstoring van bruinvissen (links) en zeehonden (rechts) door heien met toepassing van een geluidsnorm van SEL_{SS} = 160 dB re 1 µPa^{2}s (750 m) voor een heiscenario op het diepste punt in windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma.

Exploitatiefase

Gelet op het incidentele karakter van de inzet van schepen voor onderhoud aan het windpark, in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van de Noordzee bevinden, worden de effecten (voor beide alternatieven) van het onderwatergeluid door de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat.

Continu geluid van draaiende windturbines of schepen is weliswaar voor een lange periode aanwezig, maar komt alleen op zeer korte afstand van de turbine boven het achtergrondgeluid uit (Tougaard et al. 2009) en is daarmee geen relevante verstorende factor voor zeezoogdieren. De effecten van continue onderwatergeluid van de draaiende windturbines en onderhoudsschepen tijdens de exploitatie zijn voor alle alternatieven beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

De effecten van een verbod op bodemberoerende visserij, en de aanwezigheid van hard substraat kunnen mogelijk (indirecte) positieve effecten hebben wanneer hierdoor een groter voedselaanbod binnen het windpark ontstaat. Echter, zijn deze effecten naar verwachting erg beperkt en worden daarom beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

Verwijderingsfase

Over de eventuele effecten tijdens de verwijderingsfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde typen tijdelijke verstoring als tijdens de constructiefase (scheepvaartverkeer en bodemberoering), met uitzondering van de effecten van heien. Monopalen worden volledig verwijderd, zoals opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving(artikel 7.45, lid 1). Eventueel is het mogelijk om de monopiles te verwijderen door de monopiles onder de zeebodem door te zagen en af te voeren. Deze activiteit zal naar verwachting

resulteren in de grootste geluidverstoring tijdens de verwijderingsfase (189 dB re 1 µPa rms op 1 m) (Kent et al., 2016). Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zullen daarmee significant lager zijn dan de geluideffecten van het heien tijdens de aanlegfase.
De effecten worden zijn daarom gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanlegfase.

7.5.4 Conclusie effectbeoordeling

Hieronder geven Tabel 7.10 en Tabel 7.11 de scores voor de effectbeoordeling voor benthos, vissen en zeezoogdieren. Voor benthos en vissen leiden de verschillende alternatieven niet tot onderscheid in de effectbeoordelingen. Waar er door geluidstrillingen tijdens de aanleg en verwijdering geen effecten voor benthos optreden, zijn deze voor vissen licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De aanwezigheid van hard substraat is voor beide soorten licht positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+). En de effecten van EMF door kabels is voor beide licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Voor benthos is als negatieve beoordeling (effectbeoordeling: -) gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg. Vissen zijn hier minder gevoelig voor en krijgen voor habitatdestructie een licht negatieve beoordeling (effectbeoordeling: 0/-). Het verbod op bodemberoerende visserij kan tenslotte een licht positief (effectbeoordeling: 0/+) hebben op benthos. De overige effecten zijn als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Voor zeezoogdieren is er wel onderscheid in de effectbeoordeling voor de verschillende alternatieven. Dit komt omdat een toename in het aantal turbines direct in verband staat met de hoeveelheid impulsief (onderwater)geluid die ontstaat bij de aanleg, en daarmee leidt tot een toename in het aantal dierverstoringsdagen. Wat betreft het aantal dierverstoringsdagen door impulsief geluid tijdens de aanleg worden de effecten van de alternatieven met 20 MW turbines allen als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De waarden uit het KEC 4.0 worden weliswaar niet overschreden, maar er ontstaat wel degelijk een verstorend effect voor zeezoogdieren. In de twee overplantingsalternatieven (alternatief 1b en 1c) met 15 MW turbines ontstaan de grootse effecten met negatieve beoordelingen (effectbeoordeling: -). In alternatief 1b geldt enkel voor de grijze zeehond een negatieve beoordeling, in alternatief 1c geld dat voor alle drie de soorten.

Alle andere effecten tijdens de aanleg en exploitatie zijn voor elk alternatief neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Dat geldt voor het aantal fysiek aangetaste dieren tijdens de aanleg, en tijdens de exploitatie voor de verstoring door continu geluid van schepen en turbines, de aanwezigheid van hard substraat, en het verbod op bodemberoerende visserij.

De effecten van het aantal dierverstoringsdagen en fysiek aangetaste dieren tijdens de verwijdering zijn niet apart onderzocht. De effecten worden zijn daarom gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanlegfase. Daarom zijn de effectscores (worst-case) van verwijdering gelijk aan de aanlegfase. De toetsing aan de gebiedsbescherming gebeurt in bijlage 8. De toetsing aan de soortenbescherming in bijlage 7.

Tabel 7.10 Effectbeoordeling Benthos en Vissen

Fase	Effecten windpark	Benthos (1a – 2c)	Vissen (1a – 2c)
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0/-

Tabel 7.11 Effectbeoordeling Zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aanleg						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Exploitatie						
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0
Verwijdering						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0

7.6 Mitigerende maatregelen

7.6.1 Benthos en vissen

Zoals beschreven in paragraaf 7.5.1 en 7.5.2, zal zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap op de funderingen en bestortingen ontwikkelen die uit een hoog aantal en dichtheid benthos- en vissoorten bestaat. Deze gemeenschap gaat verloren als de windturbinezuilen en bestortingen worden verwijderd.

Voor het verwijderen van de monopalen zullen waarschijnlijk geen alternatieven bestaan. Voor de bestortingen kunnen mogelijk wel alternatieve materialen worden gebruikt die voldoende sterk zijn voor een beschermende functie tijdens de operationele fase van het windpark maar op termijn op natuurlijke wijze afbreken. Er zijn bijvoorbeeld recentelijk innovaties ontwikkeld in biologische afbreekbare betonstructuren. Mits vergund, kunnen dergelijke materialen na de operationele fase worden achtergelaten en een langdurige functie hebben boor de benthos- en visgemeenschap op het substraat. De afbraak en

integratie van het materiaal zal geleidelijk gaan waardoor de aanwezige gemeenschap zich kan aanpassen of kan herstellen (zoals meegroeiende schelpdierbanken).

De negatieve effecten van ruimtebeslag op bodemdieren en vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor een fundering met beperktere omvang. Hiermee zullen echter ook de positieve effecten kleiner worden. De negatieve effecten van geluid/trillingen op vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor funderingen die niet hoeven te worden geheid.

Om het negatieve effect door bodemberoering op biogene riffen te minimaliseren kan voorafgaand aan de aanleg een inventarisatie plaatsvinden of en op welke locaties biogene riffen voorkomen in het plangebied. Hierna zouden mitigerende maatregelen genomen kunnen worden om de riffen zo veel als mogelijk te ontzien bij plaatsing turbines en kabels.

7.6.2 Zeezoogdieren

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: permament threshold shift) zullen worden voorkomen door het toepassen van een geluidnorm van SEL_{SS} (750m) = 168 dB re 1 µPa^{2}s, of lager. Ook kan het inzetten van zogenaamde Acoustic Deterrent Devices en toepassing van de slow start-procedure PTS verder voorkomen.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door van het geluid-verstoorde oppervlak te combineren met de lokale dichtheid van zeezoogdieren. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

- De oppervlakte van het geluid-verstoorde gebied te beperken door en/of
- De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
- Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken of
- Een andere, minder geluid producerende funderingstechniek gebruiken (trillen of schroeven).

De oppervlakte van het verstoorde gebied kan worden beperkt door:

- De propagatie van heigeluid (verder) te beperken door het toepassen van geluiddemping (heimantels, bellenschermen en dergelijke).
- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief geringe waterdiepte te kiezen;

Heien bij lage dichtheid zeezoogdieren

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst lager dan in het voorjaar en de zomer, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Het aantal verstoringsdagen beperken

Voor het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines is een hogere hei-energie nodig dan voor de aanleg van een windpark met meer, kleinere turbines. Bij het toepassen van één universele geluidsnorm maakt het voor de omvang het verstoringsoppervlak in principe echter niet uit met welke energie wordt geheid. Op 750 m van de heilocatie mag het geluidsniveau de betreffende waarde immers niet overschrijden. In het geval dat gekozen wordt voor een kleiner aantal, relatief grote turbines zal het uiteraard wel moeilijker zijn de gestelde geluidsnorm te halen. Vanwege het feit dat er tussen verschillende alternatieven geen verschil in de omvang van het verstoringsoppervlak zal zijn, zullen effecten van een windpark met een geringer aantal, relatief grote turbines altijd gunstiger uitpakken dan die van een windpark met meer, kleinere turbines.

Toepassen van alternatieve funderingstechnieken

Tot dusver zijn windturbinefunderingen altijd geheid, waarbij een impulsief geluid met grote amplitude ontstaat. Andere technieken dan heien, zoals trillen, schroeven of blue piling, zijn mogelijk minder verstorend. Tevens kan er gekozen worden voor het toepassen van andere funderingen om de verstoring te minimaliseren, zoals tripods, jackets, drijvende turbines of suction buckets. Hoewel enkele technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog (vrijwel) niet in de praktijk toegepast.

Voor dit MER is voor het eerst een (waarschijnlijk) worst case inschatting gemaakt van het aantal dierverstoringsdagen dat ontstaat bij het toepassen van trilhamers waar continue geluid bij vrijkomt. De criteria voor verstoring van zeezoogdieren door continu onderwatergeluid zijn nog in ontwikkeling. Op basis van de beperkt beschikbare informatie is ervan uitgegaan dat het gedrag van bruinvissen wordt verstoord als ze blootgesteld worden aan geluidniveaus die 45 dB hoger zijn dan de gehoordrempel en zeehonden bij blootstelling aan geluidniveaus die 60 dB hoger zijn dan de gehoordrempel (zie bijlage 6).

Onderstaande
Tabel 7.12 geeft voor de zes alternatieven het aantal bruinvisverstoringsdagen weer als gevolg van (ongemitigeerd) intrillen van turbinefunderingen. In vergelijking met waarde van circa 80 duizend dierverstoringsdagen in het KEC 4.0 zijn alleen de waarden voor tripod en jacketfunderingen lager. Hierbij is ervan uitgegaan dat de 3 of 4 palen van één tripod- of jacketfundering in één dag kunnen worden getrild.

Tabel 7.12 Schatting van de gevolgen van het (ongemitigeerd) intrillen van turbinefunderingen in het windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma volgens de verschillende scenario's voor bruinvissen.

	Bruinvisverstoringsdagen (duizendtallen)		
Alternatieven 1a, 1b, 1c	**Monopaal**		
134 x 15 MW	**99**		
140 x 15 MW	**104**		
153 x 15 MW	**114**		
Alternatieven 2a, 2b, 2c	**Monopaal**	**Tripod**	**Jacket**
100 x 20 MW	**94**	**61**	**54**
106 x 20 MW	**100**	**65**	**70**
115 x 20 MW	**108**	**58**	**63**

De conclusie is dat deze worst case (ongemitigeerde situatie) inschatting laten zien dat het intrillen van monopaalfunderingen leidt tot een overschrijding van de waarden waarbij in het KEC 4.0

cumulatiescenario significante effecten op de bruinvispopulatie nog kunnen worden uitgesloten. Dit is niet het geval als tripod- of jacketfunderingen worden toegepast.

7.7 Cumulatie

7.7.1 Benthos en vissen

De toename van het aantal windturbines en de bijbehorende erosiebescherming zou op termijn veranderingen in stroming, stratificatie en primaire productie teweeg kunnen brengen (Williamson et al 2019, Dorrell et al 2021). Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Faciliteren vestiging exoten

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. De windparken kunnen hierbij fungeren als stepping stone terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transportvector. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht. Mogelijk gaan bovengenoemde toekomstige onderzoeken hier antwoord op geven.

7.7.2 Cumulatieve effecten zeezoogdieren - aanleg windpark in kavel Gamma

Afbakening

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van impulsief geluid dat ten behoeve van en tijdens de constructie van windparken op zee wordt geproduceerd. Mogelijke effecten van continu geluid (waaronder scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, ruiming van explosieven en seismische surveys voor olie en gas) zijn buiten beschouwing gebleven (zie bijlage 6).

Cumulatiescenario geluidsberekening

In de geluidsberekening van de cumulatieve effecten op zeezoogdieren door impulsief geluid dat vrijkomt tijdens de aanlegfase zijn de volgende activiteiten meegenomen:

- heien van windturbinefunderingen[57];
- heien van de funderingen van het TenneT-platform;
- geofysisch vooronderzoek volgens het KEC 4.0 scenario (zie Heinis & de Jong et al., 2022).

Het TenneT-platform heeft een zogenaamde jacketfundering, die met 16 palen in de zeebodem wordt verankerd. Er wordt in overeenstemming met het KEC 4.0 van uitgegaan dat deze met een hei-energie van 2.000 kJ worden geheid. Worst case is er, anders dan in het KEC 4.0 maar in overeenstemming met de vergunning, van uitgegaan het TenneT-platform niet op 3 maar 16 palen staat en dat er per dag 1

[57] Anders dan in de effectbeoordeling voor zeehonden in paragraaf 7.5.3 wordt deze cumulatieve beoordeling gebaseerd op het afgeronde gemiddelde aantal dierverstoringsdagen door aanleg van funderingen in kavel Gamma zonder standaarddeviatie.

(turbine)paal wordt geheid in plaats van 2[58]. Voor het TenneT-platform is er conform het KEC 4.0 van uitgegaan dat een geluidnorm van SELss (750 m) = 160 dB re 1 μPa^{2}s wordt toegepast, net als voor de funderingen van de windturbines.

In het kader van het KEC 4.0 is voor bruinvissen ook een inschatting gemaakt van de mogelijke cumulatieve effecten van het geofysisch onderzoek dat wordt uitgevoerd voor de aanleg van Nederlandse windparken in de periode 2016 – 2030 en rond de geplande tracés voor de zeekabels. Het betreft losstaande, indicatieve berekeningen met als doel een indruk te krijgen van de relatieve bijdrage van het aantal dierverstoringsdagen door deze activiteit ten opzichte van het heien van funderingen voor de windturbines en TenneT-platforms. Het aantal dierverstoringsdagen door geofysisch onderzoek bleek zeer beperkt (1.600 dierverstoringsdagen bij 20 impulsdagen) en is mede door hun indicatieve karakter niet in het KEC 4.0 meegenomen voor de berekening van de waarde waarop populatie-effecten niet langer kunnen worden uitgesloten. De uitgangspunten voor deze berekening staan in bijlage 6.

Cumulatieve effecten op bruinvissen

De resultaten van de geluidsberekeningen voor de cumulatieve effecten op bruinvissen door het heien van windturbinefunderingen en het TenneT-platform in kavel Gamma zijn opgenomen in Tabel 7.13 en Tabel 7.14. De berekeningen zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB (SELss op 750m = 160/164 dB re 1 μPa^{2}s).

Tabel 7.13 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 1a, 1b, en 1c bij een geluidsnorm van SELss (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 μPa2s. Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Bruinvissen	Impulsdagen (1a / 1b / 1c)	Dierverstoringsdagen (x 1000) (1a / 1b / 1c)	
Geluidsnorm		**160 dB**	**164 dB**
Constructie TenneT-platform	16	7,5	
Aanleg monopilefunderingen	134 / 140 / 153	72 / 75 / 82	109 / 114 / 125
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		**79 / 83 / 89**	**117 / 122 / 132**

Tabel 7.14 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op bruinvissen op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 2a, 2b, en 2c bij een geluidsnorm van SELss (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 μPa2s. Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Bruinvissen	Impulsdagen (2a / 2b / 2c)	Dierverstoringsdagen (x 1000) (2a / 2b / 2c)	
Geluidsnorm		**160 dB**	**164 dB**
Constructie TenneT-platform	16	7,5	
Aanleg monopilefunderingen	100 / 106 / 115	50 / 53 / 57	76 / 81 / 88
Aanleg Tripod-funderingen	100 / 106 / 115	47 / 50 / 54	72 / 77 / 83
Aanleg Jacket-funderingen	100 / 106 / 115	47 / 49 / 54	72 / 76 / 83
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		**57 / 60 / 65**	**84 / 89 / 95**

Bij een geluidsnorm van 160 dB blijft het aantal dierverstoringsdagen voor bruinvissen in alternatief 1a, 2a, 2b, en 2c onder de waarde van circa 80 duizend die voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend. Dat

[58] https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-06/B04-Ontheffing-Wnb-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Gamma-fase-1.pdf

betekent dat voor deze alternatieven significante gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP door de aanleg van het windpark op voorhand zijn uit te sluiten. Echter, alternatief 1b en 2c overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel bij een geluidsnorm van 160 dB. Bij een geluidsnorm van 164 dB overschrijdt het aantal dierverstoringsdagen voor bruinvissen de waarde uit het KEC 4.0 in elk alternatief. Bij overschrijding zijn significante populatie effecten niet op voorhand uit te sluiten.

De gevolgen van het worst-case alternatief voor de het totale cumulatiescenario van de gehele uitrol van de Routekaart Windenergie op zee worden beschreven in paragraaf 7.7.3.

Cumulatieve effecten op zeehonden

Gewone zeehond

De resultaten van de geluidsberekeningen voor de cumulatieve effecten op gewone zeehonden door het heien van windturbinefunderingen en het TenneT-platform in kavel Gamma zijn opgenomen in Tabel 7.15 en Tabel 7.16. De berekeningen zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB SEL_{SS} op 750m (dB re 1 µPa^{2}s).

Tabel 7.15 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 1a, 1b, en 1c bij een geluidsnorm van SEL_{SS} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa2s. Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Gewone zeehonden	Impulsdagen (1a / 1b / 1c)	Dierverstoringsdagen (x 100) (1a / 1b / 1c)	
Geluidsnorm		**160 dB**	**164 dB**
Constructie platform	16	1,9	
Aanleg monopilefunderingen	134 / 140 / 153	19 / 20 / 22	36 / 38 / 42
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		**21 / 22 / 24**	**28 / 40 / 44**

Tabel 7.16 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op gewone zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 2a, 2b, en 2c bij een geluidsnorm van SEL_{SS} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa2s. Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Gewone zeehonden	Impulsdagen (2a / 2b / 2c)	Dierverstoringsdagen (x 100) (2a / 2b / 2c)	
Geluidsnorm		**160 dB**	**164 dB**
Constructie platform	16	1,9	
Aanleg monopilefunderingen	100 / 106 / 115	13 / 14 / 15	24 / 26 / 28
Aanleg Tripod-funderingen	100 / 106 / 115	12 / 13 / 14	22 / 24 / 26
Aanleg Jacket-funderingen	100 / 106 / 115	12 / 13 / 14	22 / 24 / 26
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		**15 / 16 / 17**	**26 / 28 / 30**

Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van funderingen voor windturbines en het TenneT platform in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver blijft het totale aantal dierverstoringsdagen voor de gewone zeehond voor alle alternatieven ruim onder de waarde die voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend. Alternatief 1c komt met 4.400 dierverstoringsdagen het hoogste uit maar blijft daarmee nog ruim onder de waarde van 7.210 dierverstoringsdagen uit het KEC 4.0. Dat betekent dat in alle alternatieven significante gevolgen voor de populatie gewone zeehonden op het NCP door de aanleg van het windpark zijn uit te sluiten.

Grijze zeehond

De resultaten van de geluidsberekeningen voor de cumulatieve effecten op grijze zeehonden door het heien van funderingen van windturbines en het TenneT-platform in kavel Gamma zijn opgenomen in Tabel 7.17 en Tabel 7.18. De berekeningen zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van 160 dB en 164 dB (SEL_{SS} op 750m = 160/164 dB re 1 µPa^{2}s).

Tabel 7.17 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op grijze zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 1a, 1b, en 1c bij een geluidsnorm van SEL_{SS} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa2s. Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Grijze zeehonden	Impulsdagen (1a / 1b / 1c)	Dierverstoringsdagen (x 100) (1a / 1b / 1c)	
Geluidsnorm		**160 dB**	**164 dB**
Constructie platform	16	2,6	
Aanleg monopilefunderingen	134 / 140 / 153	20 / 21 / 23	26 / 42 / 45
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		**20 / 22 / 24**	**28 / 43 / 47**

Tabel 7.18 Cumulatieve effecten van impulsief geluid op grijze zeehonden op het NCP door het heien van funderingen voor windturbines en het TenneT-platform in alternatief 2a, 2b, en 2c bij een geluidsnorm van SEL_{SS} (750m) = 160 dB en 164 dB re 1 µPa2s. Rode/groene cijfers overschrijden de waarde uit het KEC 4.0 wel/niet.

Grijze zeehonden	Impulsdagen (2a / 2b / 2c)	Dierverstoringsdagen (x 100) (2a / 2b / 2c)	
Geluidsnorm		**160 dB**	**164 dB**
Constructie platform	16	2,6	
Aanleg monopilefunderingen	100 / 106 / 115	13 / 14 / 15	26 / 28 / 30
Aanleg Tripod-funderingen	100 / 106 / 115	12 / 13 / 14	24 / 25 / 27
Aanleg Jacket-funderingen	100 / 106 / 115	12 / 13 / 14	24 / 25 / 27
Totaal funderingen turbines en platform (max.)		**15 / 16 / 17**	**26 / 28 / 30**

Door het impulsief geluid dat gepaard gaat met de constructie van funderingen voor windturbines en het TenneT platform in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver blijft het totale aantal dierverstoringsdagen voor de grijze zeehond voor alle alternatieven ruim onder de waarde die voor dit gebied in het KEC 4.0 is berekend. Alternatief 1c komt met 4.700 dierverstoringsdagen het hoogste uit maar blijft daarmee nog ruim onder de waarde van 7.460 dierverstoringsdagen uit het KEC 4.0. Dat betekent dat in alle alternatieven (1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c) significante gevolgen voor de populatie grijze zeehonden op het NCP door de aanleg van het windpark zijn uit te sluiten.

7.7.3 Cumulatieve effecten zeezoogdieren - Wind op zee op het NCP (2016 – 2030)

Het cumulatieve populatie-effect op zeezoogdieren door impulsief geluid van de gehele uitrol van de Routekaart Windenergie op zee in de periode 2016 tot 2030 is berekend. De alternatieven met 15 MW turbines zijn hierbij als uitgangspunt genomen voor de invulling van IJmuiden Ver Gamma (zie paragraaf 4.3 van bijlage 5). Hieruit blijkt dat een geluidsnorm van 168 dB voor de windenergiegebieden IJmuiden Ver, Nederwiek, Lagelander en Doordewind met grote zekerheid (>95%) leidt tot een populatiereductie van 6,3% voor bruinvissen, en daarmee de ecologische norm overschrijdt. De populatie reductie van zeehonden bedraagt 0% en voldoet daarmee wel aan de ecologische norm.

Wanneer er voor de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver en Nederwiek I wordt uitgegaan van een geluidsnorm van 164 dB en voor de overige kavels uit de versnelling van 160 dB (zie

Tabel 7.19), daalt de populatiereductie van bruinvissen met grote zekerheid (>95%) naar 2,3%[59] waarmee de ecologische norm voor bruinvissen niet wordt overschreden. Zie paragraaf 4.3 van bijlage 5 voor de volledige toelichting van deze resultaten.

Tabel 7.19 Schatting van de populatiereductie voor bruinvissen van de ontwikkeling van windenergie op zee in de periode 2016 – 2030 volgens de meest recente routekaart 2030 (10 juni 2022).

	Heidagen		Geluidsnorm (SELss dB)			Bruinvis-verstoringsdagen
Windenergiegebied	**Turbines**	**Platform**	**Turbines**	**Platform**	**Cf. KEC 4.0**	**x 1000**
Borssele 1	50		169	169	ja	47
Borssele 2	50		169	169	ja	26
Borssele 3	42		170	170	ja	35
Borssele 4	42		170	170	ja	45
Borssele 5 – Two towers	5		170	170	ja	2
Hollandse Kust zuid I	38		173	173	ja	46
Hollandse Kust zuid II	38		173	173	ja	42
Hollandse Kust noord (V)	72		170	170	ja	97
Hollandse Kust zuid III	38		173	173	ja	39
Hollandse Kust zuid IV	38		173	173	ja	33
Hollandse Kust west (VI-VII)	123		168	168	ja	153
IJmuiden Ver Alpha – Beta	268	2 x 16	164		nee	276
IJmuiden Ver Gamma	153	1 x 16	164		nee	132
Nederwiek I	153	1 x 20	164		nee	143
Nederwiek II – III	200	2 x 6	160		ja	110
Hollandse Kust west (VIII)	50		160	160	ja	32
Totaal						**1.257**
Populatiereductie						**ca. 2,3%**

7.7.4 Natura 2000-gebieden

Het maximale gebied waarbinnen zeezoogdieren verstoord kunnen worden door de komst van een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver overlapt niet met Natura 2000-gebieden. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het leef- en foerageergebied

[59] In deze geluidsberekening is op basis van de meest recente inzichten voor IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek I uitgegaan van het worst-case alternatief 1c waarbij één turbinefundering per dag wordt geplaatst (voorheen 2), en een TenneT-platform met 16 funderingspalen (voorheen 3). Voor deze windenergiegebieden èn de windenergiegebieden IJmuiden Ver Alpha & Beta is uitgegaan van de geluidsnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa^2s voor bij de heiwerkzaamheden van de turbinefunderingen. Overige geluidnormen voor het heien van funderingen voor turbines en TenneT-platforms zijn in overeenstemming met de (ontwerp)kavelbesluiten. Zonder toepassing van deze nieuwe inzichten komt de populatiereductie voor bruinvissen uit op 3,4%. Zie ook paragraaf 4.3 van bijlage 5.

neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP, en daarmee op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, kan ontstaan (indirecte externe werking).

Uit de in paragraaf 7.7.3 gepresenteerde resultaten blijkt dat significante cumulatieve effecten op de bruinvispopulatie op het NCP door de uitrol van de Routekaart Windenergie op zee in de periode van 2016-2030 zijn uit te sluiten. Hierbij is uitgegaan van een geluidsnorm van 164 dB (SELss (750) in dB re 1 μPa^2s) voor de kavels Alpha, Beta en Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver en kavel I van windenergiegebied Nederwiek en een geluidnorm van 160 dB (SELss (750) in dB re 1 μPa^2s) voor de overige windenergiegebieden van de versnellingsopgave tot 2030. Dit betekent dat negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis in de Nederlandse Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking ook zijn uit te sluiten.

Ook voor zeehonden geldt dat het windenergiegebied IJmuiden Ver Gamma zo ver van de Natura 2000-gebieden ligt dat er geen sprake is van overlap van de verstoringscontouren met een van de gebieden. Er is dus geen sprake van directe externe werking. De omvang van het foerageergebied op de Noordzee neemt echter tijdelijk af, waardoor er sprake zou kunnen zijn van indirecte externe werking.

Uit de gepresenteerde resultaten in paragraaf 7.7.2 blijkt dat significante cumulatieve effecten op de zeehondenpopulaties op het NCP door de uitrol van de Routekaart Windenergie op zee in de periode van 2016-2030 zijn uit te sluiten. Negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van deze soorten in de Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking zijn dan ook uit te sluiten.

7.8 Leemten in kennis

7.8.1 Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend. Daarnaast staat het onderzoek naar de effecten van zeebodemvibraties vanwege heiwerkzaamheden nog in de kinderschoenen (Roberts & Elliot 2017). Verder onderzoek is nodig om aan te tonen of deze effecten omkeerbaar zijn, en of deze effecten door kunnen werken op gemeenschaps- en populatieniveau.

Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark zijn modelstudies ontwikkeld (Boon et al. 2018; Zijl et al. 2021). De modelresultaten zijn op dit moment nog niet geschikt om voorspellingen te doen over van wat er in de toekomst zal gebeuren. Positief dan wel negatieve effecten zijn nog niet uit te sluiten.

Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak door turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten van dit deel van de Noordzee faciliteren/versnellen. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht.

7.8.2 Vissen

Een belangrijke leemte in kennis betreft de invloed van menselijke geluidsbronnen op in of in de nabijheid van de bodem levende vissen en ongewervelde dieren (Hawkins et al. 2021). Het is waarschijnlijk er

vissen en bepaalde ongewervelden zijn die dit kunnen waarnemen. Of dit ook tot effecten op het gedrag en de fitness leidt, is onbekend. Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen (Bolle et al, 2012, Debusschere et al. 2014, Popper et al. 2014). Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten.

Ook worden in de kavelbesluiten enkel geluidsnormen genoemd voor de constructiefase (vooral vanwege het heien van de funderingen), maar niet voor de operationele fase van het windpark. Dit maakt het mogelijk dat windparkontwikkelaars de tipsnelheid van rotors onbegrensd kunnen verhogen, wat hogere geluidsniveaus in de operationele fase, ook waarschijnlijk onder water, met zich meebrengt. Omdat het momenteel niet goed bekend is of het geluid van windturbines een rol speelt in de verstoring van vissen, is niet te zeggen of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Vooralsnog is niet bekend of een onbegrensde tipsnelheid en de daarmee gepaard gaande operationele geluidsniveaus tot verhoogde verstoring onder vissen leiden. Gericht onderzoek naar het effect van verschillende operationele geluidsniveaus op het gedrag van vissen zal dit moeten aantonen.

Omdat effecten van EMF-straling op vissoorten niet goed zijn onderzocht, kan ook niet met zekerheid worden uitgesloten dat dit uitbreidende netwerk van kabels in de Noordzee een negatief effect gaat hebben op vissen. Lopende studies moeten in de toekomst meer kennis genereren waarbij het noodzakelijk is om deze effecten grondig te monitoren.

7.8.3 Zeezoogdieren

Onzekerheden in de procedure voor het bepalen van populatie-effecten

Elke stap van de procedure die is doorlopen bij het bepalen van de effecten op populaties met de daarbij behorende parameters kent een bepaalde mate van onzekerheid. Het kan daarbij gaan om onzekerheden als gevolg van een min of meer bekende variatie of onzekerheden over de aard of het tempo van technische ontwikkelingen, maar ook als gevolg van het feit dat over een bepaalde parameter weinig of vrijwel niets bekend is (dit is een kennisleemte). Hieronder volgt een overzicht.

Kwantificering van brongeluid en geluidpropagatie

Ondanks dat in de beschrijving van de fysica van de afstraling en propagatie van geluid significante verbeteringen zijn aangebracht in het Aquarius 4 model (de Jong e.a., 2018), blijft de kwantitatieve voorspelling van de $SELS_{ss}$ onzeker. Dit geldt met name voor de hoogfrequente component van het geluid, maar deze is niet van belang voor de ongewogen breedband SELSS. De resultaten van de modellering met Aquarius 4 kwamen goed overeen met de ongewogen breedband SELSS die tijdens de constructie van het Gemini windpark is gemeten. Om (nog) meer vertrouwen en de voorspelde geluidsniveaus te krijgen, vooral vanwege de akoestische eigenschappen van de zeebodem, is het nodig dat het model voor meer scenario’s wordt gevalideerd (verschillende hamerconfiguraties en omgevingsvariabelen). Bovendien worden in het Aquarius 4 model de effecten van mitigerende maatregelen, zoals heimantels en bellenschermen, nog niet expliciet berekend, maar als een correctie achteraf meegenomen.

Dosis-responsrelatie voor verstoring/gedragsverandering

In de berekeningen voor bruinvissen is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als gevolg van de frequentie. Het is aannemelijk dat het toepassen van een met de frequentiegevoeligheid van het gehoor van de bruinvissen gewogen SEL-waarde een betere voorspelling geeft van de

gedragsreactie. De ten tijde van het opstellen van het KEC 4.0 beschikbare gegevens lieten het echter niet toe duidelijke conclusies te trekken over de noodzaak daartoe.

Tougaard et al. (2015) hebben er al enige tijd geleden op gewezen dat frequentieweging met een filter dat is gebaseerd op de inverse van het audiogram geschikt zou zijn voor het bepalen van effecten. De US National Marine Fisheries Service onderschrijft dit en heeft frequentieweging al geïmplementeerd in hun technische handleiding voor het bepalen van effecten op het gehoor van zeezoogdieren (NMFS 2016). Voor gedragseffecten en verstoring zijn er echter nog onvoldoende gegevens beschikbaar om frequentieweging te implementeren. Als het gaat om projecten waar het heigeluid wordt gemitigeerd door gebruik van bellenschermen zou de toepassing van frequentieweging bij het bepalen van gedragsverstoring bij bruinvissen tot kleinere voorspelde verstoringsoppervlakken kunnen leiden, omdat het geluid in de voor bruinvissen relevante frequenties beter wordt gedempt (Dähne et al., 2017).

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren

Voor bruinvissen is in het KEC 4.0 gebruik gemaakt van de kaart van Gilles et al. (2020), die een schatting geeft van de gemiddelde zomerdichtheid van bruinvissen op de Zuidelijke Noordzee in de periode 2016 2019. Het betekent dat in de berekeningen geen rekening is gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding. Verder is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sekse- en leeftijd-specifieke variatie hierin.

In de Deense wateren is relatief veel zenderonderzoek gedaan, waardoor voor individuele dieren meer informatie beschikbaar is gekomen (e.g. Sveegaard 2011; Nielsen et al., 2018). Voor het zuidelijke deel van de Noordzee zal deze leemte echter niet op korte termijn worden opgevuld, ondanks dat de Nederlandse overheid een pilot is gestart om levend gestrande bruinvissen, na rehabilitatie, voorzien van een zender in zee terug te zetten (zie Vrooman et al., 2022 voor overzicht van de huidige kennis over het zenderen van bruinvissen). Hierdoor blijft het lastig een nauwkeurigere schatting te maken van het aantal dieren die in verschillende tijden van het jaar worden beïnvloed.

Voor zeehonden is wel rekening gehouden met seizoens-afhankelijke verschillen in de verspreiding, maar niet met de effecten van een waarschijnlijk grotere plaats-trouw van zeehonden dan bruinvissen. Daardoor zou het kunnen zijn dat het gedeelte van de zeehond-populaties dat regelmatig verblijft in de zoekgebieden een grotere kans heeft om gedurende meerdere dagen verstoord te worden dan nu in de berekeningen is aangenomen. Daar staat tegenover dat dit voor de meeste zoekgebieden slechts een klein gedeelte van de populatie betreft en dat de rest van de populatie in dat geval minder kans op verstoring ondervindt. In bijlage D van Heinis & de Jong et al. (2022) wordt voor zeehonden ingegaan op de mogelijke effecten van dierbeweging op de uitkomsten van het Interim PCoD model.

Doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD)

De omvang van de gevoelige deelpopulatie van bruinvissen (vulnerable subpopulation) is een van de parameters in het interim Population Consequences of Disturbance (iPCoD) model. In de berekeningen voor het KEC 4.0, die aan de basis hebben gelegen voor de berekeningen in dit rapport, is voor bruinvissen uitgegaan van een vulnerable subpopulation die gelijk is aan de totale omvang van de Noordzeepopulatie (afgeleid uit Gilles et al., 2020). De belangrijkste redenen hiervoor zijn 1) dat er geen duidelijke aanwijzingen zijn dat er binnen de Noordzeepopulatie van bruinvissen deelpopulaties zijn die aan een kleiner deelgebied zijn gebonden en 2) uit een recente publicatie blijkt dat de home range van bruinvissen behoorlijk groot kan zijn (Nielsen et al., 2018).

Voor het KEC 1.0 is de gevoeligheid van de modelresultaten voor drie verschillende grootten van de vulnerable subpopulation onderzocht (Heinis & de Jong et al., 2015). Uit deze analyses bleek dat de omvang van de vulnerable subpopulation een rol begint te spelen bij een (berekende) populatiereductie van ongeveer de helft van de omvang van de vulnerable subpopulation. Het totale effect wordt beperkt tot ongeveer 80% van de vulnerable subpopulation. Dit betekent ook dat bij hogere waarden berekende populatiereductie toeneemt met de gekozen omvang van de vulnerable subpopulation. Een keuze voor een relatieve grote vulnerable subpopulation reduceert daarom het risico dat effecten worden onderschat.

Doorvertalen van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates

Doorvertaling van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates. Het iPCoD model is in 2018 grondig geüpdatet en verbeterd. Bij het bepalen van de relatie tussen verstoring en vital rates is voor bruinvissen gebruik gemaakt van een door de Universiteit van Amsterdam samen met de Universiteit van St. Andrews ontwikkeld state-of-the-art energiebudget model. Uit de modelberekeningen blijkt duidelijk dat bruinvissen in veel gevallen voor een (tijdelijk) verlies van foerageermogelijkheden kunnen compenseren.

Het is echter nog niet duidelijk of en zo ja, waarom de gebieden waar de grootste dichtheid wordt gezien ook de meest geschikte gebieden zijn. Hebben bruinvissen die uit een dergelijk geschikt gebied worden verdreven ook werkelijk minder kans te overleven en hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?

Aannames in iPCoD-model over populatieontwikkeling en demografische parameters

In het Interim PCoD model is ervan uitgegaan dat de bruinvispopulatie stabiel is en dat de populatieontwikkeling niet afhangt van de dichtheid. Voor de modeluitkomsten betekent dit dat na een eenmaal aangebracht effect op de populatie, oftewel een afname door de activiteiten, de populatie hiervan na het beëindigen van de activiteiten niet herstelt. Dit is waarschijnlijk niet realistisch.

Voor een meer realistische inschatting van de populatieontwikkeling in de jaren van de verstoring, maar vooral na het beëindigen ervan is meer kennis nodig over dichtheidsafhankelijke effecten op populatieontwikkeling. Is de carrying capacity bereikt en zo ja, wat zijn beperkende factoren voor populatiegroei? Speelt competitie om voedsel een rol als de dichtheid van dieren toeneemt als zij door onderwatergeluid uit een bepaald gebied worden verdreven?

Toepassen van Interim PCoD-model voor het doorvertalen van effecten op gewone en grijze zeehonden

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn door zenderonderzoek veel gegevens over het natuurlijke gedrag in het veld beschikbaar. Het betreft zowel populatieschattingen als kennis over beweging van individuele dieren. In combinatie met experimenteel bepaalde gegevens over de energetische ‘kosten’ van gedragsverandering (zie bijvoorbeeld Rosen et al., 2007; Sparling & Fedak 2004; Sparling et al., 2007) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd ‘agent based’ model (zie bijvoorbeeld Nabe-Nielsen et al., 2014) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

Inmiddels is door WMR, samen met SMRU/Universiteit van St. Andrews een start gemaakt met de ontwikkeling van een dergelijk model (Chudzinska et al., 2021). Het zal echter nog enkele jaren duren voordat dit model operationeel is. Voor het schatten van effecten op de gewone en grijze zeehonden op het NCP is daarom, net als voor de bruinvissen gebruik gemaakt van de 2019-update van het Interim PCoD model. Ook hier is ervan uitgegaan dat alle op het NCP voorkomende zeehonden tot de vulnerable subpopulation behoren. Verder is ervan uitgegaan dat de populatie van gewone zeehonden stabiel is en

dat die van de grijze zeehonden met 1% per jaar groeit (zie Sinclair et al., 2020 voor overige demografische parameters).

Overige onzekerheden

Toepasbaarheid van alternatieve installatietechnieken

Uit resultaten van proefprojecten is gebleken dat met andere technieken dan heien, zoals trilhamers en blue piling een substantiële geluidsreductie is te bereiken (zie review van Verfuss et al., 2019). Hoewel dergelijke technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk toegepast. Dit heeft er onder andere mee te maken dat nog niet zeker is of de monopile bij toepassing van een van deze technieken net zo stevig is verankerd is als wanneer wordt geheid ('axial bearing capacity'). Ook is er onzekerheid over de toepasbaarheid van deze technieken op dieper water. Voor trilhamers geldt bovendien dat gegevens over de aard van het geproduceerde geluid (frequentie-inhoud en niveaus) nog grotendeels ontbreken.

In het SIMOX-project (Sustanable Installation of XXL Monopiles) wordt de toepasbaarheid van alternatieve funderingstechnieken onderzocht (www.grow-offshorewind.nl/). Doel van het project is om de bestaande en benodigde kennis op elkaar af te stemmen van nieuwe en innovatieve installatietechnieken en -mogelijkheden. Binnen het project wordt door de verschillende partners de nodige technische- en milieukennis verzameld, waaronder de resultaten van metingen van onderwatergeluid. Het streven is om binnen vijf jaar één of meerdere gekwalificeerde en gevalideerde installatietechnologieën voor de volgende generatie monopiles beschikbaar te hebben.

Onzekerheid over de effecten van toepassing van andere funderingstypen

In KEC 4.0 studie is ervan uitgegaan dat de turbines in alle onderzochte windparken in binnen- en buitenland op monopilefunderingen worden geplaatst. Voor de gebouwde en te bouwen windparken op het relatief ondiepe zuidelijk deel van de Noordzee is dit aannemelijk, maar niet voor windparken die op dieper water worden aangelegd, zoals veel van de windparken in het Verenigd Koninkrijk, waar vaak gebruik wordt gemaakt van jackets of tripods.

Het heien van een jacketfundering (4 palen) neemt waarschijnlijk meer tijd in beslag dan het heien van een enkele monopilefundering. Als dat meerdere dagen zijn, neemt het aantal bruinvisverstoringsdagen en daarmee het berekende effect op de populatie ook toe.

Continu geluid tijdens de aanleg- en exploitatiefase

Uit resultaten van recent onderzoek is gebleken dat voorafgaand aan de werkelijke heiwerkzaamheden al effecten op bruinvissen kunnen optreden (Graham et al., 2017, Rose et al., 2019). Voor een deel is dit het gevolg van de inzet van Acoustic Deterrent Devices (ADD), waarmee het optreden van PTS wordt voorkomen, maar bij verschillende windparken is al voorafgaand aan het aanzetten van de ADD een verminderde activiteit van bruinvissen rond de heilocatie waargenomen. Het tijdens de verschillende activiteiten geproduceerde onderwatergeluid is de meest aannemelijke verklaring hiervoor. Daarbij kan worden gedacht aan het scheepsgeluid (m.n. schroefgeluid), geluid van sonars, ankerkettingen, het neerlaten van de poten van de jack-up schepen etc.

Ook voor de mitigatie van het heigeluid is veel extra (scheeps)activiteit nodig. Al deze activiteiten leiden tot minder grote verstoringsafstanden dan verstoringsafstanden door (niet gemitigeerd) heigeluid. In een zeer recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van ca. 4 km kan leiden (Benhemma Le Gall et al., 2021). Voor het doen van kwantitatieve uitspraken over mogelijke

populatie-effecten van het aan de constructie en operatie van windparken gerelateerde geluid, zijn echter onvoldoende kwantitatieve gegevens over aantal scheepsbewegingen, geluidsniveaus en de bijbehorende drempelwaarden voor verstoring van bruinvissen beschikbaar.

De verwachting is echter dat de effecten ten opzichte van het aantal scheepsbewegingen van de reguliere scheepvaart op de zeer druk bevaren Zuidelijke Noordzee verwaarloosbaar zijn (zie ook nog niet gepubliceerde resultaten metingen Borssele windpark). Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is (Tougaard et al., 2020).

Verwijdering bestaande windparken en onderwatergeluid

Verschillende offshore windparken zijn aan het einde van hun levensduur en meer en meer van deze parken zullen in de komende twee of drie decennia worden ontmanteld. Er zijn nog geen voorbeelden beschikbaar van de wijze waarop ontmanteling van windparken op zee zal plaatsvinden en dus ook niet of en zo ja, hoeveel onderwatergeluid daarbij zal worden geproduceerd. Om de monopiles op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden nieuwe technieken ontwikkeld. Hydraulische extractie van monopiles is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopile. Hierbij kan al het staal worden teruggewonnen en gerecycled. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase.

8 Scheepvaartveiligheid

8.1 Inleiding

Een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan effect hebben op de scheepvaartveiligheid. Schepen kunnen in aanvaring komen met windturbines, en de aanwezigheid van een windpark kan daarnaast ook leiden tot een verhoogde kans op aanvaringen tussen schepen. In Figuur 8.1 zijn de scheepvaartcorridors rondom de kavels van windenergiegebied IJmuiden Ver te zien. Effecten op scheepvaartveiligheid zijn daarom een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming rondom windparken op zee.

Een aanvaring op zee kan grote milieugevolgen hebben. Voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen die zijn opgetreden bij scheepsrampen in 2002 (de enkelwandige olietanker Prestige bij de noordkust van Spanje en de Tricolor aan de zuidoostkust van Engeland). Aanvaringen met offshore wind-infrastructuur zijn bovendien zeker niet ondenkbaar. Een voorbeeld hiervan is de aanvaring van het op drift geraakte vrachtschip Julietta D met het TenneT platform van het windpark Hollandse Kust Zuid.[60]

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door MARIN. De rapportage van MARIN is opgenomen in bijlage 6. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van deze studie samengevat. Het is hierbij goed om op te merken dat er een aantal kanttekeningen zijn te plaatsen bij de modellering van met name de gevolgschade. Zie hiervoor paragraaf 8.4.3. De resultaten zijn ook gebruikt in eerdere effectonderzoeken voor kavelbesluiten. Daar waar nodig zijn bij de kwantitatieve uitkomsten nuances aangebracht, mede op basis van de cumulatieve studies van MARIN uit 2019[61] en 2022[62].

Het uitgangspunt in dit MER is dat er geen sprake zal zijn van integrale doorvaart of doorvaart passages voor kleinere schepen. Aan de zuidkant van de kavel Gamma loopt een beoogde clearway voor de scheepvaart tussen IJmuiden en Newcastle. Daarnaast liggen er scheepvaartroutes aan de westzijde en oostzijde van kavel Gamma.

[60] https://nos.nl/artikel/2415179-stuurloos-vrachtschip-op-sleeptouw-na-aanvaring-noordzee
[61] J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar. WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen. MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019
[62] Y. Koldenhof. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040. MARIN, 31797-1-MO-rev.1.0, augustus 2022

Figuur 8.1 Kavels in windenergiegebied IJmuiden Ver en scheepvaart

8.2 Bandbreedte en alternatieven

Er is gekozen om een veiligheidsstudie uit te voeren voor één inrichtingsvariant met de grootste verwachte effecten voor de kavel (worstcase-benadering). Voor scheepvaartveiligheid is er gekozen voor een configuratie met 153 windturbines met een vermogen van 15 MW (alternatief 1c), geplaatst op monopiles. Dit is de configuratie met de meeste windturbines en dit vormt daarmee dan ook voor scheepvaartveiligheid de worst case. Configuraties met minder windturbines leveren dan ook een minder grote kans op aanvaringen en aandrijvingen.

8.3 Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect scheepvaartveiligheid worden de beoordelingscriteria uit Tabel 8.1 gebruikt. Met deze beoordelingscriteria zijn de effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid beschreven. De effecten zijn kwantitatief en deels kwalitatief beschreven.

Tabel 8.1 Overzicht deelaspecten en beoordelingscriteria scheepvaartveiligheid

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart

8.4 Aanpak MARIN

Om de effecten van een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver (op basis van alternatief 1c (worst-case situatie)) op de scheepvaart te kunnen berekenen, moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. In de volgende paragraaf wordt het SAMSON-model geïntroduceerd.

De scheepvaart moet het windpark op 500 meter passeren in verband met de veiligheidszone rondom een windpark. De mate waarin de verkeersafwikkeling wordt beïnvloed, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver wordt daarom de modellering van het routegebonden verkeer gebruikt zoals deze aangemaakt is voor een studie naar de cumulatieve effecten van alle windenergiegebieden die mogelijk aangewezen worden in 2030 en met doorkijk naar 2040[62]. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart.

8.4.1 Het SAMSON-model

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 (beleids)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 ontwikkeld voor het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. In Figuur 8.2 is het systeemdiagram van het SAMSON-model weergegeven. Vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok 'Maritime traffic system' (rechts boven) bevat vier sub-blokken die samen het verkeersbeeld beschrijven. 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 sub-blokken waarmee de consequenties van ongevallen worden bepaald.

Figuur 8.2 Systeemdiagram SAMSON

Scheepvaartverkeer

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 wat de verdeling van het verkeer over die link 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[63], werkvaart en recreatievaart. In SAMSON worden deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

[63] Het voorzien van bijvoorbeeld offshore platforms van noodzakelijke artikelen, zoals levensmiddelen maar ook reserveonderdelen.

Routegebonden scheepvaart

De routegebonden scheepvaart is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeerscheidingsstelsels (VSS) beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land, zie Figuur 8.3. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen, aangezien men overal mag varen zolang men de regels in acht neemt. Het aandeel van het verkeer dat buiten de routes vaart is echter zeer klein, aangezien de links de kortste en veiligste verbindingen tussen havens omvatten waarbij rekening wordt gehouden met ondieptes en andere obstakels.

In de studie van het MARIN wordt in de basis gebruik gemaakt van de uitgangspunten die gebruikt zijn binnen het onderzoek naar de cumulatieve effecten van wind op zee[62], voor de versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040. Omdat in die studie geen rekening is gehouden met de verkeersgroei, is de verkeersdatabase voor dit MER-onderzoek gecorrigeerd met de groeicijfers zoals vastgesteld door de Erasmus Universiteit. Die groeicijfers zijn ook al eerder toegepast in de studie van Doorn et al.[61]

In het onderzoek naar de scheepvaartveiligheid van windenergiegebied IJmuiden Ver is, in tegenstelling tot de eerdergenoemde onderzoeken naar cumulatieve effecten, een gewijzigde worst-case opstelling van de windturbines meegenomen. In de cumulatieve studies werd een uniform grid gebruikt.

Figuur 8.3 Routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)

Niet-routegebonden verkeer

Het niet-routegebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op dezelfde wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. 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 vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd.

Met een analyse van AIS-data uit 2019 (dezelfde database als [62]) is de gemiddelde dichtheid van het verkeer bepaald in 4 x 4 km rastercellen, zie Figuur 8.4. Net als het routegebonden verkeer zijn ook deze cijfers gecorrigeerd met de groeicijfers, zoals berekend door de Erasmus Universiteit Rotterdam. In de analyse was het uitgangspunt dat er binnen kavel Gamma geen sprake zal zijn van integrale doorvaart of doorvaart in passages door kleinere schepen. Dit is conform het vastgestelde beleid rond doorvaart uit het Programma Noordzee 2022-2027. Het verkeer dat zich eerst binnen de grenzen van het windenergiegebied bevond is verplaatst naar de randen rond het windenergiegebied, in overeenstemming met de uitgangspunten van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040. Voor meer informatie, zie bijlage 6.

Figuur 8.4 Niet-routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)

Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende sub-modellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van de kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver voor de scheepvaart te kwantificeren, is het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor zijn de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
    - Als gevolg van een navigatiefout (rammen)
    - Als gevolg van een motorstoring (driften)

8.4.2 Modelleren gevolgschade

Door een aandrijving of een aanvaring met een windturbine kan schade ontstaan. Dit wordt gevolgschade genoemd. Deze gevolgschade 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 of aandrijving.

Van de schepen die in aanvaring of aandrijving met het windpark kunnen komen zijn gegevens bekend over vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Daarmee kan de maximale energie aanwezig in de botsing bepaald worden. Deze energiemaat wordt gebruikt om, deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen, de schade aan een schip te bepalen dat in aanvaring met een ander schip of met een object komt. Het 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 daarbij de kans dat deze situatie optreedt.

Bepalen schade aan windturbine en schip

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van windturbines is onderzocht.[64] Hierbij is belangrijk om op te merken dat de windturbines die nu worden geplaatst groter en stijver zijn dan ten tijde van het onderzoek van Barentse (2000). Dit onderwerp wordt verder onderzocht in het kader van Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ), dit wordt verder toegelicht in paragraaf 8.4.3. Uit het onderzoek van Barentse (2000) bleek dat bij bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en het schip daarbij slechts een fractie van de energie verliest. Dit wordt bevestigd vanuit recentere studies met grotere windturbines.[65] Voor de verdere analyse van de gevolgschade worden de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden (zie Figuur 8.5):

- **Knikken**: de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vastzitten. Tenslotte 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.

[64] J. Barentse. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000
[65] J.H.A. van Rooij. Investigation of ship impact against wind turbine foundations in the Dutch part of the North Sea, HVR engineering, 081.R030.M006, 9 december 2020

- **Scharnieren**: de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de “bevestiging” op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omvergeduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.

Figuur 8.5 Verschillende bezwijkvormen (van links naar rechts: knikken, scharnieren met omverduwen)

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 altijd op het schip valt in geval van knikken. In Tabel 8.2 is 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 door Barentse (2000) is gebruikt. Het bovenste deel van Tabel 8.2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken.

Bij frontale en frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg en huid van het schip, maar zal geen ernstige schade optreden in het ladinggedeelte van het schip (“Geen” in Tabel 8.2). 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. In dat gedeelte zal lek raken geen uitstroom tot gevolg hebben, 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. Er kan schade ontstaan aan het dek als de mast en/of gondel op het dek valt.

Er zijn meer scenario's denkbaar, en met hogere risico's, dan hiervoor beschreven. Zie het onderzoek van Marin (2019)[61]:

- Voor kleinere scheepvaart (en zeker snelvarende schepen zoals tenders) kan grote schade aan schip (zelfs zinken) en persoonlijk letsel optreden;
- Hetzelfde geldt voor vissersschepen die in het meest extreme geval kunnen omslaan bij schampen;
- Ook kan een schip op het laatste moment uitwijken (na een navigatiefout) en bij een uitwijkpoging alsnog de windturbine midscheeps raken. Dan ontstaat er een groter risico op schade aan de scheepshuid;
- Indien er uitstekende delen zijn op de windturbine, kan wel degelijk bij schampen of aandrijvingen aanvullende schade of letsel optreden, zoals bij hutten met bemanning en/of passagiers die aan de buitenzijde van een schip tegen de scheepshuid zijn gelegen.

Tabel 8.2 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de windturbine en het schip. Gos = Gondel op schip en Mos = mast op schip na plastische vervorming

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos[4]	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
Schar-nieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

Bepalen persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel is voor een aanvaring/aandrijving te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in Tabel 8.2). Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel 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:

- Het 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 8.2). Aangezien het niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt, wordt er 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.
    - Het oppervlak van de mast, inclusief het volledige rotorblad, wordt meegenomen in de berekening. 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. Deze groep zit echter 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: de kans is immers voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd. Hetzelfde geldt voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen en waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig wordt vernield. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

8.4.3 Kanttekeningen bij de modellering van de gevolgschade

Schade aan windturbine en schip

De modellering en de schadematrix zoals hierboven beschreven geven een weergave van de modellering zoals deze tot nu toe gebruikt zijn binnen m.e.r.-studies naar scheepvaartveiligheid rondom windparken. Deze modellen en aannames zijn gebaseerd op onderzoeken naar gevolgschade uitgevoerd in 2005. Binnen de studie van MARIN (2019)[61] naar de cumulatieve effecten van de parken samen op scheepvaartveiligheid, is geconcludeerd dat de onderzoeken niet meer volledig de huidige situatie beschrijven en dat er bepaalde scenario's onderbelicht zijn doordat windturbines groter zijn geworden en effecten op kleinere schepen niet beoordeeld worden. In de MARIN-studie is dan ook aangeraden om vervolgonderzoek te doen naar de effecten van een aanvaring of aandrijving van de huidige en toekomstige windturbines met verschillende scheepstype en -groottes.

Het aanvullend onderzoek naar gevolgschade is onderdeel van het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) van Rijkswaterstaat. Het programma loopt tot 2029 en een eerste onderzoek naar de gevolgschades aan een grotere 10MW windturbine is afgerond in 2020[65]. Vervolgonderzoek met grotere windturbines en modelvalidatie wordt op het moment van schrijven uitgevoerd. Op basis van het onderzoek van 2020 kunnen alvast de volgende kanttekeningen worden gemaakt bij de schadematrix:

- Uit het onderzoek blijkt dat een Kruiplijn Coaster (1550GT) zowel varend als driftend alleen tot plastische vervorming van de windturbine leidt, en niet tot knikken of scharnieren. De gehanteerde schadematrix is daarmee dus conservatief van aard.
- Een groot driftend passagiersschip of containerschip (beide meer dan 100.000GT) kunnen onder bepaalde condities mogelijk schade aan de turbine veroorzaken, waarbij de gondel op het schip valt. Om hier met meer zekerheid conclusies over te kunnen trekken moeten aannames worden geëlimineerd en is het noodzakelijk dat er een volledig 3D FE model (Finite Element model) wordt gemaakt. De gebruikte schadematrix voorziet momenteel nog niet in het scenario dat driftende grote schepen kunnen leiden tot een op het schip vallende gondel.

Bij de beschreven indicatieve gevolgschades in deze paragraaf is aangegeven of de verwachting ten aanzien van de gekwantificeerde gevolgschade conservatief is of juist niet.

Schade aan de windturbine

De verwachting is dat voor grotere 15MW-windturbine een sterkere constructie nodig zal zijn dan bij kleinere windturbines waar de schadematrix op is gebaseerd. Door die sterkere constructie is een grotere scheepsmassa nodig om schade te veroorzaken aan de windturbine. De schadematrix is dus voor schade aan de windturbine conservatief van aard.

Schade aan het schip

Een grotere 15MW-windturbine heeft ook grotere gevolgen voor het schip. De verwachting is dat de schade toeneemt in driftsituaties waar schade aan de scheepshuid wordt voorzien.

Persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel is alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt. Daarmee wordt geen rekening gehouden met persoonlijk letsel dat kan ontstaan doordat een schip een windturbine schampt ter hoogte van bemannings- of passagiersverblijven. Dit effect is ook een onderdeel van de aanbeveling voor vervolgonderzoek.

Ladinguitstroom

De verwachting is dat grotere windturbines (>10MW) meer schade aan de scheepshuid kunnen veroorzaken met substantieel meer olie-uitstroom tot gevolg. Er zijn op dit moment geen onderzoeksresultaten op basis waarvan het effect van grotere windturbines kan worden gekwantificeerd. Daarom is ervoor gekozen om de uitstroom van bunker- en ladingolie niet op te nemen bij de milieueffecten. De onzekerheid over de uitgangspunten van de bestaande modellering binnen SAMSON is te groot om een betrouwbaar resultaat te geven.

8.4.4 Effecten voor de scheepvaart door een wijziging in de routestructuur en cumulatieve effecten

Als er beleidsmatig gekozen wordt voor het afsluiten van offshore windparken ontstaat er een “verboden” gebied voor alle scheepvaart, met uitzondering van reparatie- en onderhoudsvaartuigen. Vanwege dit “verbod” moeten sommige schepen een andere route volgen dan vóór de bouw van het windpark. Het verkeersbeeld rond het windpark verandert hierdoor, wat effect kan hebben op de scheepvaartveiligheid. In de cumulatieve studie van Wind op Zee 2030 met doorkijk naar 2040[62] zijn berekeningen uitgevoerd om het aantal aanvaringen tussen schepen, aanvaringen met platformen en windturbines te bepalen. Voor het bepalen van de effecten voor de scheepvaart door de wijzigingen in de routestructuur wordt binnen deze huidige studie gebruik gemaakt van deze cumulatieve studie.

8.4.5 Kruisende scheepvaart

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden c.q. ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windparken kunnen dit zicht belemmeren, zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo’s, windturbines geven onder andere dikke echo’s op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee" (artikel 8) van het Verdrag Inzake Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (1972, Londen), eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie. Er wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdig actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark gemodelleerd in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een collision avoidance manoeuvre moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart.

De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder 'kruispunt' genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen. Voor meer informatie over de uitgangspunten van de studie naar kruisende scheepvaart wordt verwezen naar het onderzoek van MARIN (bijlage 6).

8.5 Effectbeschrijving

8.5.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

De bouw van een windpark in kavel Gamma voegt een nieuw type risico toe op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. De resultaten van deze berekening zijn gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark. In de modellering wordt rekening gehouden met de mogelijkheid dat één schip meerdere turbines raakt.

In Tabel 8.3 is de kans weergegeven op een aanvaring of aandrijving per jaar, gesommeerd over alle windturbines. Hierbij zijn de totale aanvaar- en aandrijffrequenties weergegeven door zowel routegebonden verkeer (R-schepen) als niet-routegebonden verkeer (N-schepen).

Uit de tabel blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel Gamma 0,0468 per jaar is. Dit staat gelijk aan één aanvaring of aandrijving per 21 jaar.

Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel Gamma

Variant	**Aantal turbines**	**Aantal aanvaringen (rammen) per jaar**			**Aantal aandrijvingen (driften) per jaar**			**Totaal aantal per jaar**	**Eens per … jaar**
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
IJmuiden Ver Gamma	153	0,0084	0,0075	0,0159	0,0294	0,0014	0,0309	0,0468	21

De kans op een aanvaring of aandrijving hangt ook af van het aantal turbines. In Tabel 8.4 zijn de gemiddelde aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine weergegeven. Om de spreiding in kansen weer te geven zijn ook de windturbines binnen kavel Gamma met de hoogste en laagste frequentie weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per windturbine 0,000306 is, wat gelijk staat aan één aanvaring of aandrijving per 3.272 jaar. De totale frequentie van aanvaringen en aandrijvingen van de individuele windturbines varieert tussen de eens in de 915 jaar en 6.229 jaar.

De gemiddelde en maximale frequentie per windturbine is vergelijkbaar met de aanvaar- en aandrijffrequenties voor kavels Alpha en Beta binnen windenergiegebied IJmuiden Ver, maar beduidend lager dan de aanvaar- en aandrijffrequenties voor windenergiegebied Hollandse Kust West.

De windturbine met de hoogste aanvaar- en aandrijfkans is turbine 148 op de zuid-oosthoek van kavel Gamma. Met name de kans op aanvaren domineert voor deze windturbine, wat afwijkend is ten opzichte van de kansen voor de kavel als geheel waar aandrijven een hogere frequentie kent. De hoge aanvaarkansen voor windturbine 148 komen met name door de langsvarende ferry/passagiersschepen en aanwezige vissers.

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per windturbine per jaar

Variant	Turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per … jaar
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
Gemiddeld alle turbines windpark	153	5,50E-05	4,90E-05	1,04E-04	1,92E-04	9,37E-06	2,02E-04	3,06E-04	3.272
Turbine met maximale frequentie	#148	3,86E-04	4,05E-04	7,92E-04	2,84E-04	1,80E-05	3,02E-04	1,09E-03	915
Turbine met minimale frequentie	#72	6,92E-08	1,81E-06	1,88E-06	1,51E-04	7,50E-06	1,59E-04	1,61E-04	6.229

8.5.2 Gevolgschade

In deze paragraaf worden de uitkomsten van een kwantitatieve analyse naar de gevolgschade beschreven. In paragraaf 8.4 en bijlage 6 staat een nadere toelichting van de kwantificering en de aandachtspunten van de analyse. In het geval dat de gegeven aandachtspunten leiden tot een verwachte afwijking van de uitkomsten, wordt dat benoemd.

Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip zijn drie types te onderscheiden:

1. Schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring
2. Alleen schade aan de scheepshuid
3. Geen schade

In Tabel 8.5 staat per scheepstype en per type schade het aandeel in het totale aantal aanvaringen/aandrijvingen met een windturbine. In de tabel is bijvoorbeeld te zien dat in bijna 17% van de aanvaringen of aandrijvingen met een windturbine er sprake is van schade aan de scheepshuid van een container-/RoRo-schip. In totaal is er in ruim 82% van de aanvaringen of aandrijvingen sprake van schade aan de scheepshuid. Zie bijlage 6 voor de absolute kansen van ieder type schade aan het schip.

Tabel 8.5 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequenties per scheepstype en soort schade

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos	Schade aan scheepshuid	Geen schade	
Olietanker	0,1%	13,1%	0,0%	13,2%
Chemicaliëntanker	0,1%	11,2%	0,0%	11,3%
Gastanker	0,0%	3,5%	0,0%	3,5%
Container+ RoRo	0,4%	16,7%	0,0%	17,1%
Ferry	1,1%	13,8%	0,0%	14,9%
Overige R-schepen	0,1%	20,2%	0,5%	20,9%
N-schepen	0,2%	3,9%	15,0%	19,1%
Alle schepen	**2,0%**	**82,5%**	**15,6%**	**100%**

Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines zijn vier types te onderscheiden:

1. Geen schade
2. De turbine kan scheef gaan staan
3. De turbine kan omvallen
4. De gondel en mast kunnen op het schip vallen

In Tabel 8.6 staat per type gevolgschade het aandeel in de totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie. Op basis van de kanttekeningen in paragraaf 8.4.3 wordt verwacht dat de kans op een schip-turbine aanvaring, waarbij geen schade aan de turbine ontstaat, zal toenemen en daarmee de kans op een scheve en/of omgevallen windturbine zal afnemen.

Tabel 8.6 Type turbineschade en aandeel in totale aanvaringen en aandrijvingen

Schade aan turbine	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie
Geen	0,007275	16%
Scheef	0,017436	37%
Omvallen	0,021122	45%
GosMos	0,000932	2%
Totaal	0,046766	100%

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. Uit de berekeningen blijkt dat 66% van de contacten met windturbines door driften wordt veroorzaakt en 34% door rammen. In bijlage 6 staat de verdeling van de aanvaar-/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergieniveaus gegeven.

Kader 8.1 Aanvaar- en aandrijffrequenties van andere funderingstypen

De aanvaar- en aandrijffrequenties zijn afhankelijk van de breedte van de constructie op de waterlijn van belang. Want hoe groter het waterdoorsnijdend oppervlak, hoe groter de kans dat de constructie wordt geraakt. Daarom zullen de aanvaar- en aandrijffrequenties van bredere constructies op de waterlijnen, zoals bij jackets, suction buckets of drijvende funderingen met meerdere (semi-submersible) drijvers op de waterlijn, naar verwachting hoger zijn de onderzochte monopiles in dit hoofdstuk.

Er zijn geen onderzoeken beschikbaar ter onderbouwing van de gevolgschade voor de overige gefixeerde funderingen, zoals jackets, suction buckets, of tripods. Andere constructies dan monopiles, zoals jackets, suction buckets of tripods, kunnen tot andere faalscenario's leiden voor zowel de turbine zelf als voor het schip. Er kan dus voor deze type funderingen nog geen uitspraken gedaan over omvang van de gevolgschade vergeleken met monopiles. Hiervoor is meer onderzoek benodigd. Wel is de verwachting dat een windturbine met een drijvende fundering een lagere gevolgschade zal hebben bij een aandrijving of aanvaring dan een windturbine met een gefixeerde fundering. Door de lagere stijfheid van het afmeersysteem van een drijvende turbine zal de turbine meer meebewegen waardoor al een deel van de botsingsenergie dissipeert. Echter naarmate de snelheid van het schip toeneemt zal het verschil met een gefixeerde windturbine kleiner worden.

Persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine. In Tabel 8.7 is voor kavel Gamma een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast.

Naast gevolgen voor personen door het vallen van een mast of gondel zijn ook andere scenario's denkbaar waarbij er gevolgen zijn voor personen aan boord, bijvoorbeeld wanneer een (passagiers)schip langs een windturbine schampt en er schade aan de huid ontstaat ter hoogte van slaapvertrekken. Deze gevolgen zijn niet beschouwd in het onderzoek uit 2005 naar de gevolgschade. De gevolgen voor personen aan boord is dan ook zeker een belangrijk onderdeel in vervolgonderzoek naar schade aan schip en windturbine na een aandrijving of aanvaring. Tijdens de uitvoering van de studie voor IJmuiden Ver was er nog onvoldoende kennis beschikbaar voor een goede kwantitatieve beschouwing van deze gevolgen.

Voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,034953. Dit is in de situatie waarbij de mast en gondel op het dek van een schip vallen.

Tabel 8.7 Overlijdensrisico bij aanvaringen en aandrijvingen waarbij de mast met gondel op het schip valt

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de … jaar	Directe doden	
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
Olietanker	5,0146E-06	4,5086E-05	19960	1,5458	0,000077
Chemicaliëntanker	2,7738E-06	2,3230E-05	38456	1,6569	0,000043
Gastanker	1,1428E-06	9,4402E-06	94491	1,3933	0,000015
Container + RoRo	1,7236E-05	1,5428E-04	5830	2,1076	0,000361
Ferry	5,1422E-05	4,6279E-04	1945	66,7531	0,034325
Overige R-schepen	6,6101E-06	5,6953E-05	15732	1,5684	0,000100
N-schepen	1,7221E-05	7,8782E-05	10416	0,3265	0,000031
Totaal	**1,0142E-04**	**8,3056E-04**	**1073**	**37,5041**	**0,034953**

8.5.3 Effecten van kruisende scheepvaart

In de studie van MARIN (zie bijlage 6) worden kwalitatieve uitspraken gedaan over de uitwijkmogelijkheden voor kruisende schepen bij aanwezigheid van een windpark, om een schip-schip aanvaring te voorkomen. Het is niet mogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. Uit de simulatorstudie blijkt dat de verstoring van het zicht en het radarbeeld niet zo groot is dat dit direct tot onoverkomelijke problemen leidt, maar het is niet zeker of dit ook bij mist en neerslag het geval zou zijn.

Voor kavel Gamma geldt dat, gelet op de verschillende verkeerroutes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Er is aangenomen dat er geen direct doorvaart door het windenergiegebied plaats mag vinden, maar bestemmings-verkeer/werkvaart wordt wel verwacht. Dit gaat naar verwachting om goed manoeuvreerbare schepen waarvoor de 2 nautische mijl (nm) tot de VSS en 500 m tot overige niet-routegebonden verkeer voldoende is qua zicht.[66]

Aan de zuidkant van kavel Gamma is een clearway voor scheepvaart beoogd onder andere van en naar het Verenigd Koninkrijk. De schepen in deze corridor kruisen de schepen in de VSS die van noord naar zuid loopt aan de oostkant van het windpark (zie Figuur 8.6). Hierbij zouden de windturbines binnen kavel Gamma belemmering van het directe zicht kunnen veroorzaken. Echter is de afstand tussen de schepen in het verkeersscheidingsstelsel en de windturbines meer dan 2 nm, waardoor er voldoende ruimte is voor de schepen om uit te wijken.

De schepen in de beoogde clearway kruisen ook met schepen in de route aan de westkant van kavel Gamma, maar ook hierbij vormen de windturbines geen noemenswaardige zichtbelemmering.

[66] 2 nautische mijl is het uitgangspunt voor de afstand tussen scheepvaartroutes en windparken. Dit is aangegeven in het Nationaal Waterplan en de bijbehorende Beleidsnota Noordzee. Binnen deze zone is geen permanente bouw mogelijk. In specifieke situaties is maatwerk mogelijk, waarbij geldt dat rond een windpark in ieder geval een zone van 500 meter moet worden vrijgehouden.

Figuur 8.6 Verkeersstromen rond kavel Gamma (bron: MARIN)

8.5.4 Effecten van overige risico's voor de scheepvaart door een wijziging in de routestructuur

De cumulatieve onderzoeken van MARIN uit 2019[61] en 2022[62] zijn in dit MER gebruikt om de effecten op de scheepvaart, door de wijziging in de routestructuur, te bepalen. Uit die onderzoeken blijkt dat het cumulatieve effect van de verschillende windparken op het aantal verwachte schip-schip aanvaringen en schip-platform aanvaringen beperkt blijft. Wel is er een aanzienlijk effect op de kans op schip-turbine aanvaringen. Uit het meest recente onderzoek blijkt dat de totale verwachte aanvaar- en aandrijfkans met een turbine 0,56 per jaar is voor het scenario van de oorspronkelijke routekaart 2030. Dat is één aanvaring per 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de wind op zee-versnelling is meegenomen, loopt die kans op naar 0,987 (eens in de 1,0 jaar).

In een aparte memo is gekeken naar de aanvaar- en aandrijffrequentie van schepen met mijnbouwplatform K17-FA-1, die aan de westkant van kavel Gamma ligt.[67] Uit dit onderzoek blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijfkans van een schip met platform K17-FA-1 eens per 1017 jaar is voor het scenario van de oorspronkelijke routekaart 2030. Voor het scenario met de wind op zee-versnelling, verandert die kans vrijwel niet (eens in de 1016 jaar).

[67] MARIN, 2023. Aanvaar- en aandrijffrequentie platform K17 (FINAL)

Vanwege de ligging van het windenergiegebied IJmuiden Ver (dus niet alleen kavel Gamma) ten opzichte van de bestaande vaarbanen en -routes zijn er weinig effecten te verwachten op de routestructuur op de Noordzee. De algemene conclusie van het rapport van MARIN (bijlage 6) is dat het effect voor de scheepvaart door de wijziging van de routestructuur door kavel Gamma van IJmuiden Ver klein is.

8.5.5 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Binnen de studie van MARIN is rekening gehouden met extra werkverkeer door de bouw en het onderhoud van de windparken. De effecten van dit extra verkeer zijn meegenomen in de kwantitatieve analyse met SAMSON. In bijlage 6 zijn de uitgangspunten toegelicht van de verwachte verkeersgroei, waaronder de verwachte groei van werkvaart.

8.5.6 Walradardekking

Het effect op de scheepvaartveiligheid door de invloed van een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver op walradardekking wordt in hoofdstuk 10 (overige gebruiksfuncties) in dit MER beschreven.

8.6 Effectbeoordeling

Aandrijvingen en aanvaringen

Voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver zijn berekeningen uitgevoerd om de aanvaar- en aandrijfkansen met de windturbines te bepalen. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijfkans voor kavel Gamma 0,0468 is. Dit staat gelijk aan één aanvaring of aandrijving per 21 jaar. De kans op aanvaringen en aandrijvingen neemt toe door de bouw van kavel Gamma, waardoor dit deelaspect negatief (-) beoordeeld wordt.

Gevolgschade

Uit de berekening van MARIN blijkt dat in ruim 82% van de aanvaringen of aandrijvingen door alle scheepstypen schade aan de scheepshuid optreedt. In slechts 2% van de aanvaringen of aandrijvingen zal de gondel en mast op het schip vallen.

Voor de kans op schade aan de windturbines kan op basis van de kanttekeningen (paragraaf 8.4.3) geconcludeerd worden dat de kans op een schip-turbine aanvaring, waarbij geen schade aan de turbine ontstaat, zal toenemen en daarmee de kans op een scheve en/of omgevallen windturbine zal afnemen.

Voor kavel Gamma is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of -drijving met een windturbine 0,034953. Er wordt uitgegaan van een mast met gondel die op het schip valt. Er zijn wel een aantal kanttekeningen te plaatsen bij dit cijfer: een aantal scenario’s is buiten beschouwing gelaten en de schadematrix is conservatief van aard voor persoonlijk letsel (de cijfers zijn gebaseerd op kleinere turbines dan die nu worden gebouwd, zie paragraaf 8.4.3).

Het deelaspect gevolgschade wordt licht negatief (0/-) beoordeeld, omdat het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring relatief hoog ligt maar de schadematrix wel conservatief van aard is.

Kruisende scheepvaart

Voor kavel Gamma geldt dat, gelet op de verschillende verkeerroutes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Er komt een clearway voor scheepvaart aan de zuidkant van de kavel die kunnen kruisen met schepen in de VSS aan de oost- en westkant van kavel Gamma. Hierbij zouden de windturbines binnen kavel Gamma een belemmering van het directe zicht kunnen veroorzaken. Echter is de afstand tussen de schepen in de VSS en de windturbines meer dan 2 nm, waardoor er voldoende ruimte is voor de schepen om uit te wijken. Dit deelaspect wordt daarom neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 8.8 Beoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaartbewegingen	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

8.7 Cumulatie

In dit hoofdstuk (en in de achtergrondrapportage die eraan ten grondslag ligt) wordt het cumulatieve effect van de verschillende windparken op zee niet apart beschouwd. Door de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver ten opzichte van de bestaande vaarbanen (VSS) heeft de aanleg van het windpark in kavel Gamma niet tot nauwelijks invloed op de routestructuur op de Noordzee. Het beschouwde nulalternatief is dus ook het cumulatieve scenario.

Vanuit het meest recente onderzoek[62] (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring- en aandrijffrequentie (met een turbine) 0,56 per jaar voor het scenario van de oorspronkelijke routekaart 2030. Dit staat gelijk aan eens in de 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de versnelling van wind op zee is meegenomen, loopt deze frequentie op naar 0,987. Dit staat gelijk aan eens in de 1,0 jaar.

Zoals eerder vermeld in dit hoofdstuk, lopen er verschillende onderzoeken naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid. De (voorlopige) conclusies van deze studies zijn al meegenomen in de effectbeschrijving en -beoordeling in dit hoofdstuk.

8.8 Mitigerende maatregelen

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te verkleinen zijn verschillende maatregelen denkbaar. Het bepalen van mogelijke maatregelen en het bepalen van hun effectiviteit was ook onderdeel van de studies naar de cumulatieve effecten. Deze maatregelen en de effectiviteit zijn bepaald binnen verschillende expertsessies. Niet alle voorgestelde maatregelen zijn opgenomen in dit hoofdstuk. Veel van de maatregelen zijn namelijk met name effectief en relevant wanneer naar het totale plaatje van alle windparken bij elkaar gekeken wordt. Voor “slechts” één park zijn sommige maatregelen wellicht minder relevant maar deze moeten worden bezien in het grotere plaatje van het borgen van scheepvaartveiligheid op de Noordzee. Een aantal relevante voorgestelde maatregelen zijn hieronder beschreven. De volledige samenvatting van voorgestelde maatregelen is opgenomen in bijlage 6.

AIS-basestation en VHF-antenne

Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System) aan boord te hebben. Die transponder zendt de positie van het schip continu uit. In de buurt varende schepen kunnen deze signalen met hun eigen AIS ontvangen waarmee de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend wordt. Als de AIS-ontvangst of de totale AIS-infrastructuur niet voldoende is voor het scheepvaartaanbod, zullen de posities van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers (zowel VTS/Kustwacht als varende schepen) niet correct zijn. In deze gevallen zal de AIS-ontvanger de positie van andere schepen proberen te updaten via haar eigen algoritmes.

Als dit gebeurt zullen sommige schepen mogelijk niet meer worden weergegeven, of er treedt een tijdsvertraging op in de posities. AIS wijkt dan af van de werkelijkheid en van de radar-posities. Een oplossing voor dit probleem is het uitrusten van alle windparken met AIS-basestations. Ook wordt voor elk windpark een dekkend radarbeeld gegenereerd, in ieder geval voor een zone van minimaal 2 nm om het windpark heen. Indien nodig kan ook een VHF-installatie (very high frequency) in het park geplaatst worden, zodat de Kustwacht met de scheepvaart kan communiceren.

Vessel Traffic Management/Monitoring(VTMon)

Vessel traffic management/monitoring is een vorm van verkeersbegeleiding waarbij de VTMon-operator het verkeer monitort vanuit een helicopterview en communicatie start met schepen als wordt opgemerkt dat een onveilige situatie bestaat of dreigt te ontstaan.

Experts verwachten dat VTMon in de zuidelijke Noordzee en geringe positieve invloed heeft en het aantal aanvaringen (iets) zal verminderen. VTM levert een positieve bijdrage aan een veilige afwikkeling van het verkeer; het kan het verkeer waarschuwen voor onverwachte of afwijkende omstandigheden, dreigend gevaar en het kan coördinerend optreden in het geval van een calamiteit. In het geval van een driftend schip zal VTM weinig effect hebben naar verwachting anders dan in het coördineren en het informeren van andere schepen in het gebied. Bij het instellen van doorvaartbeperkingen in de windparken kan VTMon ook het middel zijn om naleving van de regels af te dwingen en het in- en uitvoegend verkeer in de VSS meer gecoördineerd te laten verlopen waardoor de kans op botsingen met doorvaarders en werkverkeer kan worden verlaagd.

Het is belangrijk dat het VTMon-systeem goed wordt ingericht, omdat het alleen goed werkt in combinatie met andere maatregelen (AIS- en VHF-gebruik en dekking in het gehele gebied). Uitbreiding van de dekking van VTMon sensoren (o.a. radar, AIS, VHF, RDF, CCTV) lijkt daarmee een zinvolle toepassing. Radar, AIS en VHF zijn randvoorwaarde maar naar RDF en CCTV loopt nog een aanvullend onderzoek. Er is op dit moment nog geen overtuigende onderbouwing dat deze randvoorwaarden zijn. Om het effect van een VTMon verder te vergroten kan extra toezicht en handhaving werken om gedrag te beïnvloeden en de alertheid van schepen te vergroten.

Binnen het MOSWOZ-programma is VTMon een van de thema's. Begin 2023 is een eerste onderzoek afgerond naar de mogelijke inrichting van VTMon.[68] Het streven is dat de kustwacht in 2025 start met de VTMon taak.

[68] H. Huisman, C. Beenhakker. Mogelijkheden VTM in en rondom windparken, Arcadis & MARIN, WXE7ZPM25JS7-1374141725-73, 8 maart 2023

Op basis van aanvullend onderzoek is de conclusie dat het lastig zal zijn om de effectiviteit van VTMon op kwantitatieve wijze te monitoren. Het aantal scheepsongevallen op de Noordzee is relatief laag en er kunnen per jaar grote variaties optreden in het aantal opgetreden ongevallen zonder dat daarbij de nautische veiligheid is veranderd. Dit heeft te maken met statische verdelingen die bij een lage kans van optreden een grote variatie laten zien. Een stijgende of dalende trend kan daardoor niet zonder meer worden geïnterpreteerd als een trend van de nautische veiligheid[69]. Er zijn wel goede mogelijkheden om de effectiviteit van de VTMon-operator te monitoren. Een effectieve VTMon-operator zal leiden tot meer gewenst vaargedrag en daarmee zullen scheepsongevallen worden voorkomen. Hoe meer opvolgende acties van de VTMon-operator, hoe groter de kans dat daadwerkelijk een ongeval wordt voorkomen. Een voorgesteld monitoringsprogramma zal de effectiviteit van VTMon niet expliciet kunnen vaststellen, maar het is mogelijk een globaal beeld te krijgen over de impact van VTMon op de nautische veiligheid. Het is de verwachting dat na de implementatie van VTMon het ongeveer 5 jaar zal duren voordat er betrouwbare conclusies worden getrokken[69].

Aanvullende markering en identificatie windturbines in windparken

De experts zijn het er ook over eens dat goede verlichting, markering en identificatie van windturbines een preventieve werking heeft op aanvaringen met windturbines met name voor werkvaart, visserij en recreatievaart in de situatie met doorvaart. Het gebruik van de juiste verlichting, markering en identificatie van de windturbines is, sinds de kavelbesluiten voor windenergiegebied Hollandse Kust (west), vast onderdeel van het kavelbesluit.

Emergency Rescue Towing Vessel (ERTV)

Uit de berekeningen in de voorgaande paragrafen blijkt dat aandrijven een aanzienlijk deel vormt van de risico's. Een aandrijving door een storing in de voortstuwing van een schip kan worden voorkomen. Opties hiervoor zijn het voor anker gaan van het schip, of het verhelpen van de storing. In de berekeningen wordt rekening gehouden met die opties.

Een derde mogelijkheid om een aandrijving te voorkomen na een storing is het vroegtijdig opvangen van een driftend schip met een sleepboot. Een sleepboot van de Nederlandse overheid (ERTV) wordt in dit geval naar een drifter gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. Een sleepboot kan een aandrijving voorkomen als de boot op tijd bij het driftende schip kan komen. ERTV's hebben weinig effect voor schepen die dichtbij windparken een stuurfout maken of technisch falen. ERTV's kunnen wel effectief zijn om te verhinderen dat een schip verder een windpark in drijft. Er is meer onderzoek nodig om de effectiviteit van deze maatregel te kunnen bepalen. Het gebruik van ERTV's is de duurste mitigerende maatregel. Binnen het MOSWOZ-programma wordt gekeken naar de inzet en effectiviteit van een ERTV.

Extra SAR-capaciteit

Extra SAR (search and rescue) capaciteit zal met name impact hebben op de gevolgen van ongevallen voor de bemanningen van schepen en werknemers in de windparken. In de expertsessie werd vooral gekeken naar recreatievaart, omdat die groep vaak het minst zelfredzaam is ten opzichte van de andere scheepvaart. Dichtbij de kust is de SAR-capaciteit goed voorzien, maar incidenten verder op zee en in windparken bij slechte omstandigheden vragen mogelijk extra voorzieningen. De aanvaartijden vanaf land worden dan beperkend. Dit is ook op te lossen door SAR-capaciteit te realiseren aan boord van ERTV's of

[69] H. Huisman, C. Beenhakker. Monitoring effectiviteit VTM. MARIN & Arcadis, 8 maart 2023.

aan boord van andere schepen zoals een Kustwacht multipurpose vaartuig (MPV) in het gebied. Binnen het MOSWOZ-programma is SAR ver op zee ook een onderwerp.

Oliebestrijding

Het risico op olieverontreiniging (na incidenten) zal enigszins toenemen door toename van de kans op aanvaringen tussen schepen en windturbines. Aanvullende capaciteit voor oliebestrijding kan worden gerealiseerd door de nieuwe ETV en MPV uit te rusten met bestrijdingsmiddelen.

Fysieke beveiliging windparken

In 2021 heeft MARIN onderzoek uitgevoerd in het open innovatieproject ‘Vangrails op zee’ naar een barrière als een van de mogelijke mitigerende maatregelen voor het voorkomen van aandrijvingen met offshore windparken. Uit het onderzoek bleek dat het mogelijk was een driftend schip, van de afmetingen van de Julietta D[60], tegen te houden. Echter is verder onderzoek nodig naar andere schepen, zwaarder weer en operationele aspecten van een “vaste” barrière rond windparken.

Uit de studie van MARIN blijkt dat het daadwerkelijke effect van de hierboven genoemde maatregelen niet duidelijk is, waardoor de effectbeoordeling ook niet wijzigt.

8.9 Leemten in kennis

Bij draaiende windparken op zee wordt gemonitord hoeveel en welke schepen gebruik maken van de omgeving van het windpark en hoeveel en welke incidenten hierbij plaatsvinden. Met de gegevens die daaruit voortkomen zal besloten worden of het gewenst is om hier een afwegingskader en een kansmodel voor te ontwikkelen. Het gedrag en de verkeersstromen van niet-routegebonden verkeer, dat in het SAMSON model buiten windenergiegebied IJmuiden Ver is geplaatst, kan tevens gemonitord worden. Verder kunnen de scenario’s en impact van aanvaringen en aandrijvingen met windturbines verder onderzocht en uitgewerkt worden.

Zo zijn in dit MER voor het bepalen van persoonlijk letsel bepaalde aannames gedaan. Het is bijvoorbeeld niet bekend wat de kans is dat de mast op dan wel van het schip af valt bij aanvaringen en aandrijvingen. Ook komt het bezwijkgedrag van windturbines uit een studie uit 2000 (Barentse, 2000), terwijl windturbines groter zijn geworden.

De mogelijke schade aan schepen als gevolg van een aanvaring/aandrijving met een grote windturbine (>9MW) op de Noordzee is een kennisleemte. De mate van impact en schade aan het schip bepaalt de hoeveelheid verlies van lading, de mogelijke uitstroom van bunkerolie en het aantal personen dat in gevaar komt. Nu wordt wel een inschatting gemaakt van het aantal personen dat gevaar loopt als gevolg van het vallen van de rotor maar niet bekend is in hoeverre de impact zorgt voor zinken van het schip en daarmee verdrinkingen, penetratie van de hutten (bemanning en passagiers) of overboord slaan. Het risico van deze kennisleemten is dat de genoemde effecten nu niet of onvolledig in beeld kunnen worden gebracht, en daarmee niet goed kunnen worden meegenomen in de besluitvorming van het kavelbesluit. Door Rijkswaterstaat is momenteel een onderzoeksvraag in de markt gezet om voor een aantal representatieve schepen de mate van impact en schade aan het schip als gevolg van een aanvaringen /aandrijvingen met een windturbine in beeld te brengen.

Binnen de studie van MARIN (2019)[61] naar de cumulatieve effecten van de parken samen op scheepvaartveiligheid, is geconcludeerd dat de onderzoeken niet meer volledig de huidige situatie beschrijven en dat er bepaalde scenario's onderbelicht zijn doordat windturbines groter zijn geworden en effecten op kleinere schepen niet beoordeeld worden. Er is onvoldoende kennis beschikbaar om een goede update te geven van de gevolgschade van een aanvaring. Om kennisleemten en hiaten in te kunnen vullen is het MOSWOZ-programma gestart. Binnen het MOSWOZ-programma loopt een onderzoek naar de schade aan de turbine, maar belangrijk is ook om aandacht te hebben voor de schade aan het schip. Ook wordt er binnen het programma gekeken naar de effectiviteit van de mitigerende maatregelen.

9 Landschap

9.1 Inleiding

De zichtbaarheid van windturbines vanaf het vasteland is de belangrijkste factor voor het bepalen van de milieueffecten van het aspect landschap. Windturbines op zee kunnen zichtbaar zijn vanaf de kust, en kunnen zo de ervaring van de ruimte aantasten. In dit hoofdstuk wordt voor het aspect landschap berekend of en zo ja, in weke mate, de windturbines zichtbaar zijn.

In 2010 is een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan[70]. Rijkswaterstaat heeft destijds opdracht gegeven voor dit onderzoek in het kader van de zoektocht naar mogelijkheden voor windparken aan de rand van de twaalfmijlszone. In dit MER zal mede worden ingegaan op de resultaten van de studie uit 2010. De resultaten uit die studie zijn ook gebruikt in de zichtbaarheidsanalyses die zijn uitgevoerd voor de kavelbesluiten van de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines in kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver, gezien vanaf de Nederlandse kust. IJmuiden Ver bestaat uit zes verschillende kavels. Deze zijn te zien in Figuur 9.1.

[70] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

Figuur 9.1 Windenergiegebied IJmuiden Ver met aangewezen kavels

9.2 Beoordelingskader

In Tabel 9.1 staat het beoordelingskader voor het aspect landschap. Op basis van deze beoordelingscriteria worden de effecten van het windpark op het landschap in dit hoofdstuk beschreven. Zoals genoemd in de inleiding is alleen de zichtbaarheid van de windturbines zelf van belang voor het aspect landschap. De zichtbaarheid wordt kwantitatief beoordeeld, door te berekenen welk percentage van de tijd de turbines (theoretisch) zichtbaar zijn.

Tabel 9.1 Beoordelingskader aspect landschap

Aspect	Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Landschap	Zichtbaarheid (in percentage van de tijd)	Kwantitatief (% van de tijd dat het windpark zichtbaar is)

9.2.1 Worst-case benadering

In dit hoofdstuk wordt een worst-case benadering gehanteerd voor het bepalen van de effecten op landschap. Dat betekent dat de maximale waarde van de kenmerken uit de bandbreedte uit Tabel 9.2 worden gehanteerd. Op basis van die kenmerken worden de berekeningen gedaan en de effecten beoordeeld.

Er zijn nog geen exacte coördinaten bekend van de turbineopstellingen. Voor de analyse worden daarom de buitenranden van de kavelvlakken aangehouden als positie voor de dichtstbijzijnde windturbines, zodat de zichtbaarheid van de windturbines in de kavel niet kan worden onderschat.

De volgende kenmerken van windturbines zijn relevant voor het aspect landschap:
- de afstand tot de kust;
- het aantal turbines;
- de tiphoogte van de te plaatsen turbines;

Andere kenmerken, zoals de manier waarop de turbine wordt gefundeerd (monopile, tripod, drijvend) of de dikte van de turbinepaal, hebben geen significant effect op zichtbaarheid. Dit komt doordat de minimale afstand tot het vasteland zo groot is, dat dit onderscheid ondergeschikt is aan de hoogte van de turbine. Met andere woorden: de hoogte van de turbines is bepalend voor de zichtbaarheid van de turbines vanaf het vasteland, niet de fundatiewijze of dikte van de turbinepaal. Voor het aspect landschap is in dit MER één alternatief onderzocht, omdat de verwachte effecten binnen de bandbreedte niet voldoende onderscheidend zijn. In Tabel 9.2 staan de relevante waarden van het in dit hoofdstuk gebruikte alternatief.

Tabel 9.2 Relevante kenmerken van het windpark

Kenmerk	Worst-case
Rotordiameter	280 m
Ashoogte	165 m
Tiphoogte	305 m

9.2.2 Zichtbaarheid van windturbines op zee

Zichtbaarheid is een abstract begrip waar niet gemakkelijk één passende definitie voor te vinden is. Er is een aantal factoren dat beïnvloedt of iets zichtbaar is. Sommige van deze factoren blijven hetzelfde, zoals afstand tot de waarnemer en de eigenschappen van het waar te nemen object. Maar ook veranderlijke factoren, zoals de meteorologische omstandigheden, kunnen effect hebben op de zichtbaarheid van een object. In deze paragraaf worden de belangrijkste factoren die de zichtbaarheid van objecten bepalen besproken. De zichtbaarheid van windturbines op zee wordt vervolgens met objectieve maatstaven beoordeeld.

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt af van een viertal factoren:

1. de eigenschappen van het object (windturbines);
2. de kromming van de aarde (en daarmee de waarneemhoogte);
3. de visus van het menselijk oog en
4. de meteorologische omstandigheden.

Eigenschappen van het object

De afmetingen, het materiaal en de kleur van een object bepalen (deels) de zichtbaarheid ervan. Een groot object is vanzelfsprekend beter zichtbaar dan een klein object. Maar ook de kleur en het materiaalgebruik zijn van belang. Lichtblauwe of witte objecten vallen minder op tegen een lichte achtergrond, zoals de lucht, dan donkere objecten. Ook zal een object waarvan het materiaal weinig licht reflecteert minder goed zichtbaar zijn[71]. Windturbines op zee zijn over het algemeen voorzien van een matte coating.

Beweging is een andere objecteigenschap die de zichtbaarheid beïnvloedt. Bewegende objecten trekken extra aandacht, omdat een deel van de zenuwen in onze ogen zeer gevoelig is voor beweging[72]. Een draaiende windturbine zal daarom meer opvallen dan bijvoorbeeld een stilstaande radiomast van gelijke omvang.

Theoretische zichtbaarheid

Voordat de maximale waarnemingsafstand (zichtbereik) kan worden berekend, is het van belang eerst de theoretische zichtbaarheidsafstand te berekenen. De theoretische zichtbaarheidsafstand wordt bepaald door de kromming van de aarde (kimduiking) en de beperkingen van het menselijk oog (de visus). Als objecten op een te grote afstand staan zullen zij door één of beide van deze effecten niet meer zichtbaar zijn.

[71] Lörzing et al, 2007: zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren
[72] Martinez-Condo & Macknick, 2007: Venster op de Geest

Zichtbaarheid turbines door kimduiking

Doordat de aarde geen plat vlak is maar een bol, moet rekening gehouden worden met de curve van deze bol, ofwel de kromming van de aarde. Door de kromming van de aarde verdwijnen objecten achter de horizon naarmate de afstand tussen de waarnemer en het object groter wordt. Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. Zie voor meer informatie in Kader 9.1 en de schematische weergave in Figuur 9.2. De hoogte van een waarnemer is bij kimduiking van belang. Bij een waarneemhoogte van 1,6 m (ooghoogte), is het effect van kimduiking merkbaar bij een afstand tot het object vanaf ongeveer 4,5 km. Naarmate de afstand toeneemt zal een steeds groter deel van de onderzijde van het object niet meer te zien zijn (aangegeven met de letter 'x' in Figuur 9.2), totdat uiteindelijk het gehele object achter de horizon is verdwenen.

Kader 9.1 Berekening kimduiking

De theoretische afstand waarop een object geheel zal verdwijnen door kimduiking is als volgt te berekenen:

$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

$$\alpha = \frac{d * 360°}{2 \pi r} \qquad \beta = 180° - \alpha - \sigma \qquad \sigma = \arcsin \left[\frac{r}{r + w} \right]$$

Waarin:

d = kijkafstand in m
r = straal van de aarde (6.378.000 m)
w = ooghoogte waarnemer (1,60 m)

Figuur 9.2 Schematische weergave kromming van de aarde en kimduiking (Bron: Lörzing et al., 2007)

In Tabel 9.3 staan de verdwijnafstanden door kimduiking, die volgens de bovenstaande formule zijn berekend (zie ook Figuur 9.3). Uit deze berekening blijkt dat een windturbine met een tiphoogte van 305 meter (de hoogte van de in dit MER beschouwde windturbines) op een afstand van circa 67 kilometer volledig van het zicht wordt onttrokken bij een ooghoogte van 1,60 meter (strandbezoeker). Wanneer de waarnemer zich op grotere hoogte bevindt (20 meter), bijvoorbeeld op een duin of op een vierdieping van een gebouw, dan is de windturbine niet meer zichtbaar vanaf circa 78 kilometer.

Tabel 9.3 Verdwijnafstanden door kimduiking

Afstand tot object	Deel niet meer zichtbaar	
	Ooghoogte: 1,60 meter	**Hoogte: 20 meter**
10 km	2 m vanaf aardoppervlak	0 m vanaf aardoppervlak
20 km	20 m vanaf aardoppervlak	2 m vanaf aardoppervlak
30 km	50 m vanaf aardoppervlak	15 m vanaf aardoppervlak
40 km	100 m vanaf aardoppervlak	45 m vanaf aardoppervlak
50 km	160 m vanaf aardoppervlak	100 m vanaf aardoppervlak
60 km	245 m vanaf aardoppervlak	150 m vanaf aardoppervlak
70 km	335 m vanaf aardoppervlak	230 m vanaf aardoppervlak
80 km	445 m vanaf aardoppervlak	320 m vanaf aardoppervlak

Figuur 9.3 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines

Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op een minimale afstand van circa 53 kilometer tot de Nederlandse kust. Het dichtstbijzijnde punt aan de Nederlandse kust ligt op Texel (zie Figuur 9.4). Uit de berekeningen van bovenstaande tabel komt naar voren dat windturbines met een tiphoogte van 305 meter, op 53 kilometer afstand van de kust, gedeeltelijk aan het zicht worden onttrokken door het effect van kimduiking, bij een ooghoogte van 1,60 meter. Circa 120 meter van het bovenste gedeelte van de windturbine zal nog steeds, theoretisch gezien, zichtbaar zijn. Wanneer de waarnemer zich op een grotere hoogte bevindt, bijvoorbeeld op een duin of op een verdieping van een gebouw (20 meter), blijft nog circa 200 meter van de windturbine zichtbaar.

Figuur 9.4 IJmuiden Ver kavel Gamma en minimale afstand tot de kust

De visus van het menselijk oog

Het menselijk oog is een zeer gevoelig instrument met een scherp waarnemingsvermogen, maar heeft desondanks natuurlijke beperkingen. Om te bepalen wat het maximale zichtbereik is, moet rekening gehouden worden met de gezichtsscherpte ofwel 'visus' van het menselijk oog. Uit wetenschappelijke literatuur blijkt dat onder optimale omstandigheden (hoog contrast en voldoende licht) het menselijk oog van een jong en gezond persoon, twee objecten van elkaar kan onderscheiden (in het midden van het blikveld) wanneer deze 0,3 boogminuten uit elkaar liggen[73]. Dit betekent dat een voorwerp van 1 meter breed nog zichtbaar is op 10 kilometer. Een windturbinemast van bijvoorbeeld 4 meter doorsnede kan dus theoretisch, bij optimale omstandigheden, op 40 kilometer afstand nog worden onderscheiden van de achtergrond.

Niet alle onderdelen van de windturbine hebben echter een gelijke omvang en zijn dus op dezelfde afstand nog zichtbaar. We maken daarom een onderscheid in de belangrijkste onderdelen van de turbine, waarbij we aannames doen voor de afmetingen van deze onderdelen en op welke maximale hoogte ze komen. In Tabel 9.4 worden deze afmetingen weergegeven. Zie ook Figuur 9.5.

Het waarnemen van windturbines tot op de theoretische zichtafstand is alleen mogelijk onder de meest optimale omstandigheden en zal in de praktijk niet altijd mogelijk zijn. Om te voorkomen dat landschapseffecten worden onderschat zijn deze getallen in deze studie wel gehanteerd (worst case benadering).

Tabel 9.4 Afmetingen turbineonderdelen

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)*	Op max. hoogte (m)
Mast (maximale diameter)	15,0	187,0
Gondel	12,0	197
Rotorbladen (maximale breedte)**	9,0	+- 210,0
Rotortip	0,6	305

* Het betreft hier een fictieve turbine. De afmetingen zijn gebaseerd op die van de GE Haliade-X 12MW.
** Voor de rotorbladen wordt uitgegaan van het dikste punt van het blad, waarbij de aanname wordt gemaakt dat deze op ongeveer 210 meter hoogte zit.

[73] Shang, H. and Bishop, I.D. (2000). Visual thresholds for detection, recognition and visual impact in landscape settings

Figuur 9.5 Afmetingen windturbines

Er is ook onderzoek gedaan naar de werkelijke prestaties van het menselijk oog in relatie tot zichtbaarheid van windturbines[74]. Hieruit is gebleken dat bij extreem helder weer en op 25 km afstand, ongeveer 25 procent van de waarnemers een object nog herkende. Dit betrof turbines met een ashoogte van 50 meter en een rotordiameter van 52 meter. Uit de studie blijkt dat grote contrastwaardes tussen het object en de omgeving met name van belang zijn bij het waarnemen van objecten.

Deze inzichten met betrekking tot de visus van het menselijk oog zijn van belang bij het interpreteren van de zichtbaarheid van windturbines op zee. Tot een afstand van 5 km is het hele rotorblad voor mensen zichtbaar, en mag worden aangenomen dat een gemiddeld persoon dit zal kunnen waarnemen. Daarna zal de zichtbaarheid echter afnemen omdat het contrast niet maximaal is. Een witte turbine tegen een blauwe achtergrond is goed zichtbaar, maar er is niet continue sprake van deze situatie met maximaal contrast. Contrast wordt namelijk in hoge mate bepaald door de (weers-)omstandigheden, en deze zijn vrijwel nooit goed genoeg om de maximale theoretische zichtbaarheid ook daadwerkelijk te kunnen halen.

[74] Bishop, et al. (2002). Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines

Berekening theoretische zichtbaarheid windturbine

Met de bovenstaande informatie kan de theoretische zichtbaarheid van windturbines berekend worden. Hierbij zijn aannames gedaan over de afmetingen van de verschillende onderdelen van de windturbines. In Tabel 9.5 staan de resultaten.

Tabel 9.5 Theoretische zichtbaarheid turbine

Turbineonderdeel	**Afmetingen onderdeel (m)**	**Op maximale hoogte (m)**	**Maximale afstand zichtbaarheid (km)**			**Bepalende factor zichtbaarheid**
			Op basis van kimduiking		Op basis van de visus	
			1,6 meter ooghoogte	20 meter ooghoogte		
Mast (maximale diameter)	15,0	187,0	54	65	172	Kimduiking
Gondel	12,0	197,0	55	67	137	Kimduiking
Rotorblad (maximale breedte)	9,0	+- 210,0	57	68	103	Kimduiking
Rotortip	0,6	305	67	79	7	Visus

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat kimduiking het grootste effect heeft op de zichtbaarheid van de mast, de gondel en het dikste punt van het rotorblad. Dit betekent dat deze onderdelen eerder onder de horizon zullen verdwijnen, dan dat zij niet meer theoretisch zichtbaar zouden zijn vanwege de beperkingen van het menselijk oog. De rotortip, die een stuk smaller is dan de andere onderdelen, is op een relatief korte afstand niet meer zichtbaar voor het menselijk oog. Voor dit onderdeel is daarom de visus van het oog de primaire beperkende factor voor de zichtbaarheid.[75]

Kavel Gamma van IJmuiden Ver ligt op een minimale afstand van 53 kilometer van de kust. Kijkend naar de theoretische zichtbaarheid op basis van kimduiking, zullen, in theorie, alle onderdelen van de windturbines van kavel Gamma nog zichtbaar zijn wanneer een waarnemer op het strand staat, en de ooghoogte rond de 1,60 meter ligt. Echter, de minimale afstand van 53 kilometer betekent dat de meeste windturbines van kavel Gamma verder van de kust liggen. De maximale afstanden van zichtbaarheid van de onderdelen liggen dicht bij de 53 kilometer, waardoor er aangenomen kan worden dat maar een beperkt deel van de windturbines in de kavel theoretisch zichtbaar zullen zijn. Vanwege de beperkingen van de menselijke visus zal de rotortip niet meer zichtbaar zijn op de minimale afstand tot de windturbines van 53 kilometer.

Op een waarnemingshoogte van 20 meter worden de windturbines niet aan het zicht onttrokken door kimduiking. Voor de rotortip maakt de waarnemingshoogte niet uit: die zal ook op 20 meter niet meer zichtbaar zijn vanwege de beperkingen van het menselijk oog.

[75] De rotortip is op het smalste punt ongeveer 60 centimeter breed, en wordt richting de gondel steeds breder. Er is daarom geen exacte afstand of rotortipbreedte waarop met zekerheid kan worden gezegd dat de rotortip niet meer zichtbaar is.

Conclusie

Uit de analyse blijkt dat de theoretische zichtbaarheid van de turbines in kavel Gamma van IJmuiden Ver voornamelijk wordt beïnvloed door het effect van kimduiking. Op de afstand waarop de onderdelen onder de horizon zijn verdwenen dankzij de kromming van de aarde, zouden zij theoretisch nog zichtbaar zijn, omdat kavel Gamma 53 kilometer van de kust ligt. Ook op basis van de visus zouden de onderdelen nog zichtbaar zijn. Voor de ooghoogte van 1,60 meter liggen de afstanden van zichtbaarheid dicht bij de 53 kilometer, waardoor de kans klein is dat de windturbines in de praktijk ook zichtbaar zullen zijn. Voor de ooghoogte van 20 meter zullen de onderdelen theoretisch nog wel zichtbaar zijn vanaf het strand.

De rotortip heeft de grootste maximale zichtbaarheid op basis van kimduiking, omdat dit het hoogste onderdeel van de turbine is, en dus ook het hoogste boven de horizon uitsteekt. Vanwege de kleine afmetingen van de rotortip zal die echter niet meer zichtbaar zijn voor het menselijk oog, ruim voordat de effecten van kimduiking een rol gaan spelen.

De bovenstaande paragrafen betreffen het berekenen van de theoretische zichtbaarheid. Voor de daadwerkelijk zichtbaarheid moet ook worden uitgegaan van een extra zichtbeperkende factor: de meteorologische omstandigheden. In de volgende paragraaf wordt hier verder op ingegaan.

9.2.3 Meteorologische omstandigheden

Naast de afstand tot een object, en de fysieke eigenschappen daarvan, hebben ook de meteorologische omstandigheden effect op de zichtbaarheid. Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee de zichtafstand verkleinen[76]. Het KNMI meet op 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand per uur. Door het gemiddelde te nemen van een aantal weerstations (IJmuiden, Hoek van Holland, De Kooy en Schiphol) kan worden berekend binnen welk percentage van de tijd het windpark mogelijk zichtbaar is.

Op basis van resultaten uit voorgaande zichtbaarheidsanalyses[77,78,79] blijkt dat objecten op een afstand van 48,6 kilometer tijdens de zomerperiode ongeveer 1% van de tijd zichtbaar zijn, oftewel een gemiddelde van 1 dag tijdens de periode mei – oktober. Op die dag is het park gemiddeld 0,8% van de dagperiode zichtbaar. Dit komt neer op ongeveer 7 minuten. Aangezien de windturbines in dit MER verder weg zullen komen te liggen dan de 48,6 kilometer uit die analyse, namelijk op minimaal 53 kilometer, zullen de effecten ook kleiner zijn.

De conclusie is dat kavel Gamma van IJmuiden Ver vanwege de meteorologische omstandigheden nauwelijks zichtbaar zal zijn vanaf de kust.

[76] KNMI (2012)
[77] MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 - Zichtbaarheidsanalyse
[78] MER Kavels I t/m IV, Hollandse Kust (zuid) (2015)
[79] MER Kavels VI en VII, Hollandse Kust (west) (2019)

9.2.4 Horizontale beeldhoek

De horizontale beeldhoek is een indicatie van hoe dominant een object aanwezig is in het zicht van de waarnemer. De horizontale beeldhoek wordt gedefinieerd als de breedte van het windpark in het beeld van de beschouwer, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. Uit Nierman et al. (2010)[80] blijkt dat dit relevant is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de aanwezigheid daarvan in de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Uit de bovenstaande paragrafen is gebleken dat het windpark in de praktijk niet tot nauwelijks zichtbaar zal zijn. Het windpark binnen windenergiegebied IJmuiden Ver kavel Gamma zal dus naar alle waarschijnlijkheid niet dominant zijn in het beeld van strandbezoekers.

9.2.5 Luchtvaartverlichting

De International Civil Aviation Organization (ICAO) heeft voorschriften opgesteld van het type en de intensiteit van obstakellichten op windturbines. Dit is in Nederland uitgewerkt in het informatieblad ‘Aanduiding offshore windturbines en offshore windparken’[81]. Voor de daglichtperiode wordt een wit knipperend licht met 20.000 candela voorgeschreven, aangebracht op het hoogste vaste punt van de windturbine. Voor de schemer- en nachtlichtperiodes dienen alle windturbines in het windpark te worden voorzien van een rood vastbrandend of knipperend licht met 2.000 candela op het hoogste vaste punt.

Hoe meer turbines worden voorzien van verlichting voor de luchtvaart, hoe zichtbaarder het windpark is. Effecten zoals kimduiking, en de meteorologische omstandigheden zullen de zichtbaarheid van de lichten verminderen. Deze zullen daarom naar alle waarschijnlijkheid niet zichtbaar zijn vanaf de kust.

9.3 Effectbeoordeling

Uit de bovenstaande effectbeschrijvingen blijkt dat de windturbines van kavel Gamma van IJmuiden Ver in het worstcasescenario theoretisch gezien wel zichtbaar zullen zijn bij een ooghoogte van 1,6 meter – en daarmee ook op een ooghoogte van 20 meter. Echter, de meteorologische omstandigheden verminderen de zichtbaarheid significant. Op basis van eerdere berekeningen voor zichtbaarheidsanalyses blijkt dat het windpark minder dan 1% van de tijd zichtbaar zal zijn in de zomerdagen (minder dan 1 dag per zomer, en op die dag minder dan 7 minuten lang).

De effectbeoordeling voor het thema landschap is daarom neutraal (0), zie Tabel 9.6.

Tabel 9.6 Effectbeoordeling aspect landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

[80] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee
[81] https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/123450/informatieblad_aanduiding_offshore_windturbines_en_offshore_windparken_-_in_relatie_tot_luchtvaartve.pdf

De bovenstaande beoordeling gaat uit van het worst-case scenario. Dat betekent in dit geval dat het punt van de kavelrand dat het dichtst bij de kust ligt (53 kilometer), als uitgangspunt is genomen. In werkelijkheid zal een groot deel van het windenergiegebied verder weg liggen dan die 53 kilometer. De hierboven omschreven effecten op de zichtbaarheid zoals kimduiking, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden nemen exponentieel toe met de afstand. De zichtbaarheid van de windturbines van de verder weg gelegen turbines, en dus het effect op het landschap, zal daarom kleiner zijn.

9.4 Cumulatie

Naast het windenergiegebied IJmuiden Ver worden er ook andere windenergiegebieden gerealiseerd. Daarnaast hebben bestaande windparken die in de buurt liggen, zoals Egmond aan Zee, ook een mogelijk effect op het landschap. In voorgaande zichtbaarheidsanalyses[82] is de cumulatieve horizontale beeldhoek op het beeld van de kustbezoeker berekend, zodat kon worden bepaald of het windpark dominant zou zijn in het beeld van kustbezoekers. Hierbij zijn alleen objecten tot 30 kilometer meegenomen, aangezien de zichtbaarheid van objecten na deze afstand sterk afneemt dankzij onder andere kimduiking en meteorologische omstandigheden.

De windkavel IJmuiden Ver Gamma ligt op 53 kilometer afstand van de kust, en is alleen daardoor op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Hetzelfde geldt voor het nabijgelegen windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en Nederwiek. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht en zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.

9.5 Leemten in kennis

Voor het aspect landschap zijn geen leemten in kennis geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeoordeling.

[82] MER Kavel V en VI Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) (2018), bijlage 10 - Zichtbaarheidsanalyse

10 Overige gebruiksfuncties

10.1 Inleiding

Bij de locatiekeuze van windenergiegebied IJmuiden Ver is rekening gehouden met de overige gebruiksfuncties van de Noordzee. Dankzij die locatieoverweging zijn de effecten van een windpark binnen de grenzen van dit windenergiegebied op de overige gebruiksfuncties in de omgeving beperkt. Desondanks kunnen er effecten optreden door de aanleg, exploitatie of verwijdering van de turbines en parkbekabeling.

In dit hoofdstuk, betreffende overige gebruiksfuncties, zijn de effecten voor onderstaande onderwerpen onderzocht in het hoofdstuk overige gebruiksfuncties:

- Visserij
- Mijnbouw
- Luchtvaart
- Zand-, grind- en schelpenwinning
- Baggerstort
- Scheeps-, wal- en luchtvaartradar
- Kabels en leidingen
- Telecommunicatie
- Militaire activiteiten en niet-gesprongen explosieven (NGE)
- Recreatie en toerisme
- Cultuurhistorie en archeologie
- Bestaande en geplande windparken

Hierna volgt een beschrijving van de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht en de alternatieven die daarbinnen gekozen zijn. Vervolgens wordt in het beoordelingskader per onderwerp beschreven welke beoordelingscriteria er gebruikt zijn in de effectbeoordeling.

Vervolgens wordt per onderwerp beschreven wat de huidige situatie is, wat eventuele relevante autonome ontwikkelingen zijn (de nulsituatie), hoe en wanneer er effecten optreden en welke beoordeling de alternatieven krijgen tijdens de exploitatiefase, tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud. Samenvattend wordt de effectbeoordeling van alle onderwerpen in zijn geheel beschreven en wordt er aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten, eventuele noodzakelijke mitigerende maatregelen en overblijvende leemten in kennis.

In tegenstelling tot de andere effecthoofdstukken is er in dit hoofdstuk voor gekozen om per onderwerp zowel de huidige situatie en autonome ontwikkeling, als ook de effectbeschrijving en -beoordeling op te nemen. Hiermee wordt de leesbaarheid van het hoofdstuk vergroot.

10.2 Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte

De effecten op veel overige gebruiksfuncties zijn niet zozeer afhankelijk van de interne inrichting van een windpark (de positie van iedere turbine), maar van de buitencontouren van de kavel die het fysieke ruimtebeslag bepalen. De windturbines vormen fysieke obstakels waardoor het uitvoeren van veel gebruiksfuncties binnen een windpark niet, of enkel onder voorwaarden, is toegestaan. Dit is het geval voor de onderwerpen visserij, mijnbouw, zand-, grind- en schelpenwinning, scheeps-, wal- en luchtvaartradar, baggerstort, kabels en leidingen, militaire activiteiten en recreatie en toerisme. We gaan ervan uit dat toekomstige ontwikkelaars de ruimte binnen de kavel volledig gebruiken. Daarom onderzoeken we geen alternatieve buitencontouren.

Voor enkele overige gebruiksfuncties spelen de specifieke inrichtingsaspecten van een windpark wel een mogelijke rol in de effectbeoordeling. Voor deze onderwerpen worden de effecten met name bepaald door inrichtingskenmerken, zoals de tiphoogte of het oppervlak aan erosiebescherming rondom de fundering. Dit is het geval voor de onderwerpen luchtvaart, telecommunicatie, niet-gesprongen explosieven (NGE'en), cultuurhistorie en archeologie. We gaan ervan uit dat de toekomstige ontwikkelaars verschillende inrichtingen overwegen en kunnen toepassen. Daarom onderzoeken we wel alternatieve inrichtingen.

Tabel 10.1 geeft een indicatie van de oppervlakten van verschillende type funderingen en erosiebescherming wanneer deze voor alle turbines binnen de kavel toegepast zijn, voor de 15 MW-opstelling in drie opstellingsscenario's (geen overplanting, 5%-overplanting en 15%-overplanting, respectievelijk 134,140 en 153 turbines), en voor de 20 MW-opstelling in drie opstellingsscenario's (geen overplanting, 5%-overplanting en 15%-overplanting, respectievelijk 100, 106 en 115 turbines).

Tabel 10.1 Oppervlakte fundering en erosiebescherming. Weergegeven zijn de totaaloppervlaktes van een windpark met een 15 MW-opstelling zonder overplanting (134 turbines), een 5 %-overplantingsscenario (140 turbines) en een 15 %-overplantingsscenario (153 turbines). Hetzelfde is weergegeven voor een 20 MW-opstelling: zonder overplanting (100 turbines), een 5 %-overplantingsscenario (106 turbines) en een 15 %-overplantingsscenario (115 turbines).

Type fundering	Aantal poten	Totaal oppervlak fundering (m^2)*	Oppervlak erosie-bescherming per turbine (m^2)	Totaal oppervlak erosie-bescherming (m^2)*	Totaal oppervlak (m^2)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 5% (m^2)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 15% (m^2)*
Jacket Ø 3 m (15 MW)	4	3.800	679	90.900	94.700	99.000	108.100
Jacket Ø 5 m (20 MW)	4	7.900	1.885	188.500	196.400	208.100	225.800
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	1	13.900	831	111.300	125.300	130.900	143.000
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	1	17.700	1.414	141.400	159.000	168.600	182.900
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	3	2.800	509	68.200	71.000	74.200	81.100
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	3	5.900	1.414	141.400	147.300	156.100	169.400
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	1	42.100	7.540	1.010.300	1.052.400	1.099.600	1.201.700

Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	1	70.700	16.965	1.696.500	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Gravity Based Fundatie Ø 40,0 m (15 MW)	1	168.400	10.053	1.347.100	1.515.500	1.583.400	1.730.400
Gravity Based Fundatie Ø 50,0 m (20 MW)	1	196.400	15.708	1.570.800	1.767.100	1.873.200	2.032.200
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (15 MW)	3**	15.500	750	100.500	116.000	121.200	132.400
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (20 MW)	3**	11.500	750	75.000	86.500	91.700	99.500

*Deze waarden zijn afgerond op honderdtallen.

**De drijvende funderingen zijn verankerd met 3 mooring lines.

10.2.1 Alternatieven

Er zijn zes alternatieven onderzocht in dit hoofdstuk om in kaart te brengen welke effecten er minimaal en maximaal kunnen ontstaan binnen de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht. Hiermee wordt zowel het best case als het worst case alternatief onderzocht.

Alternatief 1a – 134 x 15 MW

Een inrichting met 134 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van 261 meter en een Tripod fundatie. Bij deze inrichting heeft een windpark in de kavel de kleinst mogelijke omvang in termen van tiphoogte, fundering en erosiebescherming (zie ook Tabel 10.1). Naar verwachting zijn de effecten hiermee ook het kleinst. Daarom kan dit alternatief, voor een scenario zonder overplanting, gezien worden als een best case alternatief waarbij minimale effecten optreden binnen de bandbreedte.

Alternatief 2a – 100 x 20 MW

Een inrichting met 100 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van 305 meter en een suction bucket, of gravity based fundatie. Bij deze inrichting heeft een windpark in de kavel de grootst mogelijke omvang in termen van tiphoogte, fundering en erosiebescherming (zie ook Tabel 10.1). Naar verwachting zijn de effecten hiermee ook het grootst en kan dit alternatief, voor een scenario zonder overplanting, gezien worden als een worst case alternatief waarbij maximale effecten optreden binnen de bandbreedte.

Alternatief 1b – 140 x 15 MW (5 %-overplanting)

Een inrichting met 140 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van 261 meter en een Tripod fundatie. Dit alternatief bestaat uit 6 windturbines meer dan het alternatief met 134 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,1 GW mogelijk te maken.

Alternatief 2b – 106 x 20 MW (5 %-overplanting)

Een inrichting met 106 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van 305 meter en een suction bucket, of gravity based fundatie. Dit alternatief bestaat uit 6 windturbines meer dan het alternatief met 100 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,1 GW mogelijk te maken.

Alternatief 1c – 153 x 15 MW (15 %-overplanting)

Een inrichting met 153 windturbines van 15 MW met een tiphoogte van 261 meter en een Tripod fundatie. Dit alternatief bestaat uit 19 windturbines meer dan het alternatief met 134 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,3 GW mogelijk te maken.

Alternatief 2c – 115 x 20 MW (15% overplanting)

Een inrichting met 115 windturbines van 20 MW met een tiphoogte van 305 meter en een suction bucket, of gravity based fundatie. Dit alternatief bestaat uit 15 windturbines meer dan het alternatief met 100 windturbines en is bedoeld een situatie van overplanting tot ca. 2,3 GW mogelijk te maken.

10.3 Beoordelingskader

Voor elk te onderzoeken onderwerp in het hoofdstuk overige gebruiksfuncties is minimaal één beoordelingscriterium opgesteld in Tabel 10.2. Op basis van die criteria worden de effecten beschreven en beoordeeld. Wanneer dat mogelijk is worden de criteria kwantitatief toegepast, en anders kwalitatief. De onderzochte effecten met betrekking tot scheeps- en walradar zijn aanvullend op de effecten onderzocht in hoofdstuk 8 (scheepvaartveiligheid).

Tabel 10.2 Onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties en hun beoordelingscriteria.

Onderwerp	Beoordelingscriterium
Visserij	Beperkingen visserij
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart
	Interferentie helikopterverkeer
	Interferentie Kustwacht
	Interferentie militaire luchtvaart
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie luchtvaartradar
	Interferentie wal- en scheepsradar
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie militaire activiteiten en NGE
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven

Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart
	Beperkingen kustrecreatie
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
Bestaande en geplande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken

10.4 Visserij

10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De Noordzee is een belangrijk gebied voor de commerciële visserij. Verspreid over de gehele Noordzee worden dan ook verschillende vormen van visserij beoefend. Op de Noordzee zijn vissers vanuit verschillende Europese landen actief.

De Noordzee maakt onderdeel uit van de Noordoostelijke Atlantische Oceaan en kan op verschillende manieren ingedeeld worden, zie Figuur 10.1. Het gedeelte van een continent dat onder water staat wordt het continentaal plat genoemd. Het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) is gelijk aan de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ).[83] Het heeft een oppervlakte van ongeveer 57.000 km^2 wat verdeeld is in blokken (A – T), die op hun beurt verdeeld zijn in vakken (1 – 18).
De Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) hanteert een systeem voor de indeling van internationale wateren in sectoren en subsectoren. De Noordzee heeft sectornummers 27.4.a tot 27.4.c toegewezen gekregen (zie Figuur 10.1). Deze drie sectoren worden binnen de visserijsector ook aangeduid met de handelsbenamingen Noordelijke, Centrale en Zuidelijke Noordzee.[84]

Binnen de grenzen van het NCP zijn veel Nederlandse vissers. Het Nederlands NCP omvat gebieden die tot de drukst beviste van de Noordzee behoren. Visserij is in beginsel overal op het NCP toegestaan, behalve binnen de 12-nautische mijlsgrens waar een vergunning nodig is, en daar waar het verboden is door het ruimte gebruik van andere functies. Ook is demersale visserij in bepaalde delen van Natura 2000-gebieden verboden omdat deze de bodem beroert (onder andere op basis van het VIBEG-akkoord[85]). Als visserij niet te combineren is met andere gebruiksfuncties binnen de beschikbare ruimte, wordt gebiedspecifiek afgewogen welke functies voorrang krijgen. In het MER kijken we naar mogelijke effecten op de Nederlandse visserij.

[83] Het Nederlandse grondgebied staat niet gelijk aan de EEZ en het NCP. Binnen de EEZ heeft Nederland enkel soevereine rechten, o.a. ten aanzien van exploitatie van natuurlijke hulpbronnen. Zie ook: https://www.noordzeeloket.nl/beheer/maritieme-zones/
[84] Handelsbenamingen EU, Bron: https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/area_nl?code=27 (geraadpleegd juni 2022)
[85] Rijksoverheid, Nieuwsbericht 13-12-2011: Delen Noordzee verboden voor visserij door akkoord natuurbeweging, vissers en rijksoverheid.

Figuur 10.1 Indeling op basis van EEZ-zones en handelsbenamingen in de visserij.

Nederlandse visserij

De Nederlandse visserij vist verspreid over het NCP op demersale (bodemgebonden) en pelagische (niet-bodemgebonden) vis. De demersale visserij vist direct boven de zeebodem naar met name platvissen zoals tong en schol. De vistuigen die hierbij gebruikt worden, maken contact met de zeebodem tijdens het vissen. Daarom wordt demersale visserij ook wel bodemberoerende visserij genoemd. De pelagische visserij (grote zeevisserij) vist in de waterkolom naar schoolvormende vissen zoals haring en makreel, waarbij geen contact met de zeebodem wordt gemaakt. Hierbij worden grotere schepen dan in de demersale visserij gebruikt. Hierdoor kunnen zij verder en langer uitvaren en is het bereikbare areaal visgronden ook relatief groot ten op zichte van de demersale visserij. Er worden verschillende type visserijschepen en vistuigen gebruikt, afhankelijk van de vissoort waarop gevist wordt en het type schip. In Tabel 10.3 staat een overzicht van de voornaamste vistechnieken en doelsoorten van de verschillende Nederlandse visserijsectoren.

Tabel 10.3 Soorten visserijschepen en voornaamste vistuigen en doelsoorten.

Visserijsector	Type schip en vistuig	Doelsoort	Type visserij
Grote zeevisserij (> 50m lengte, noordoostelijk Atlantische Oceaan)	Trawlerschepen met netten (verschillende soorten)	Schoolvormende vissen (o.a. sardine, sardinella, makreel, blauwe wijting, horsmakreel, haring)	Pelagisch
Kottervisserij (15 - 50m lengte, Noordzee)	Kotterschepen met sleepnetten (boomkor, SumWing, twinrig, flyshoot)	Platvissen (o.a. schol, tong, heilbot, tarbot, schar)	Demersaal
Overige kleine zeevisserij	Diverse soorten kleine schepen met hengel, staand want, fuiken en korven, kleine trawls en schelpdiervisserij	Diversen	Diversen
Mosselcultuur	Schepen voor het uitzetten van bodemgebonden kweekinstallaties (bodemcultuur), drijvende kweekinstallaties (hangcultuur), sleepnetten en mosselzaadinvanginstallaties	Mosselkweek, vangst mossel/bodemzaad, mosselbroed (larven)	Passief
Oestervisserij	Schepen voor het uitzetten van bodemgebonden kweekinstallaties (bodemcultuur), drijvende kweekinstallaties (hangcultuur)	Oesterkweek, vangst oesterbroed (larven)	Passief

Gebiedsafhankelijkheid van visserij

De aanwezigheid van voldoende vis in een bepaald gebied is niet vanzelfsprekend. Deze kan sterk variëren tussen verschillende vissoorten en schommelen als gevolg van seizoenmigratie. Het is daardoor lastig om eenduidig gebieden aan te wijzen die meer of minder waardevol zijn voor de Nederlandse visserijsector. Dit is met name zo voor pelagische visserij, die door een gebiedsafsluiting als het ware minder zoekruimte overhoudt waarbinnen naar grote scholen vis gezocht kan worden. De demersale visserij is daarentegen relatief meer afhankelijk van visbestekken (visgronden). Dit zijn voor vissers bekende gebieden waar doelsoorten vaker, of in grotere aantallen, aanwezig zijn en daarom intensiever bevist worden.

Een ruimtelijke analyse van demersale visserijtypen[86] laat zien dat deze vissers specifieke visbestekken opzoeken en relatief intensief bevissen. Binnen deze visbestekken liggen leefgebieden die binnen de Noordzee relatief zeldzame bentische[87] habitats vormen en daardoor aantrekkelijk zijn voor demersale vissoorten. Het onderzoek geeft voor het eerst inzicht in de ecologische karakteristieken van verschillende zeelandschappen die doelgericht bevist worden in de Noordzee door de demersale visserijsector. De resultaten benadrukken dat de demersale visserijactiviteiten niet gelijkmatig over de Noordzee verdeeld zijn, maar zich concentreren rondom specifieke zeelandschappen. Er blijkt sprake van visserij-hotspots op locaties die vaak gekenmerkt worden door een unieke combinatie van omgevingskenmerken. Deze locaties bieden unieke leefgebieden voor het onderwaterleven.

Ze trekken daarmee een rijke vispopulatie aan, wat de ecologische waarde van deze gebieden bovengemiddeld hoog maakt. Een deel van deze 'hotspots' ligt binnen Natura 2000-gebieden.

Nederlandse demersale visserij

De Nederlandse demersale visserij was in de periode van 2010 tot en met 2021, met een aanvoer van 801 miljoen kg, goed voor zo'n 20% van de totale visaanvoer[88].

Figuur 10.2 Een viertal soorten demersale visserijtuigen.

Met behulp van satelliet-positiegegevens van Nederlandse demersale vissersschepen is gekeken naar de verdeling van demersale visintensiteit over de Noordzee. Figuur 10.3 t/m Figuur 10.6 laten het gemiddeld aantal beviste km^2 zeeoppervlak per jaar zien tussen 2008 en 2015 voor respectievelijk de soorten schol, kreeft en tong en voor overige demersale visactiviteiten. De analyse laat duidelijke hotspots zien: plekken die elk jaar intensief bevist worden. Een deel van deze hotspots ligt in de Nederlandse EEZ, maar ze komen ook voor in de EEZ's van het Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland en Denemarken.

[86] Van der Reijden, K.J., Hintzen, N.T., Govers, L.L., Rijnsdorp, A.D., Olff, H. (2018) North Sea demersal fisheries prefer specific benthic habitats. PLoS ONE 13(12): e0208338. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208338. https://www.wur.nl/nl/nieuws/Noordzeevissers-tonen-voorkeur-voor-zeldzame-habitats.htm
[87] Van 'benthos': een verzamelnaam voor alle organismen die op of rondom de bodem van wateren leven.

De scholvisserij vist verspreid op zee en voornamelijk buiten het NCP, in het noordelijke deel van de Noordzee (Figuur 10.3). Er lijkt een voorkeur te zijn voor de toppen van zandgolven, die op de flanken van bijvoorbeeld de Doggersbank liggen. Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver omvat enkele versnipperde gebieden waar licht intensief gevist wordt op schol.

Noorse kreeften worden actief bevist in de modderigste gebieden van de Noordzee. Binnen het NCP, maar ver noordelijk van de kavels van IJmuiden Ver, ligt een gebied met een hoge kreeftvisactiviteit en een groot aantal hotspots (Figuur 10.4). Kreeftvisserij vindt verder voornamelijk plaats in de noordelijke (diepere) delen van de Noordzee, maar in mindere mate ook langs de Nederlandse kust. Binnen kavel Gamma wordt er niet significant op kreeft gevist.

Tongvissers zijn actief in de gehele zuidelijke Noordzee en op een groot deel van het NCP, vooral in de diepere troggen tussen de grote zandbanken (Figuur 10.5). De meeste tongvisactiviteit en een groot aantal hotspots zijn verspreid over het zuidwesten van het NCP, tussen de Nederlandse en Engelse kust, en de hele zuidelijke Noordzee. Binnen het hele windenergiegebied IJmuiden Ver, maar voornamelijk in het oostelijke deel van kavel Gamma, liggen gebieden met hotspots die intensief bevist worden door tongvissers.

De overige demersale visactiviteiten (bijvoorbeeld op garnalen) concentreren zich vooral in gebieden langs de Nederlandse kust en in enkele gebieden verder op zee (Figuur 10.6). Deze specifieke voorkeuren zijn gekoppeld aan het voorkomen van de doelsoorten op deze locaties. Kavel Gamma omvat slechts enkele versnipperde gebieden die licht intensief bevist worden door deze vissers.

Figuur 10.3 Bevissingsintensiteit schol. Gemiddeld aantal beviste km^2 per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[86]

Figuur 10.4 Bevissingsintensiteit kreeft. Gemiddeld aantal beviste km^2 per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[86]

Figuur 10.5 Bevissingsintensiteit tong. Gemiddeld aantal beviste km^2 per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[86]

Figuur 10.6 Bevissingsintensiteit overig demersale vis. Gemiddeld aantal beviste km^2 per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[86]

Ontwikkeling Nederlandse visserijsector tot 2021

In Figuur 10.7 is de ontwikkeling van de Nederlandse vlootsamenstelling tussen 2009 en 2021 te zien[88]. Het aantal actieve schepen is in deze periode gedaald met 11% van 666 naar 596. In de grote zeevisserij is in deze periode het aantal vaartuigen relatief het sterkst afgenomen met 57% van 14 naar 6 in 2021. De overige kleine zeevisserij heeft de meeste schepen zien vertrekken met een afname van 41 schepen tot 232 in 2021.

De kottervisserij groeide de laatste vijf jaren tot 2020, vanwege goede resultaten, naar 293 kotters. Gedurende dat jaar nam de vlootgrootte echter weer af tot een totaal van 284 in 2021. De omvang van de mosselvloot nam af met drie schepen en komt uit op 48 schepen in 2021. De oestersector bleef stabiel qua omvang met een aantal van 26 schepen. Meerdere mosselkotters worden ook voor oestervisserij ingezet en vice versa. Dat verklaart grotendeels de toename van 19 naar 26 oesterschepen in eerdere jaren.

In Figuur 10.8 en Figuur 10.9 is de aanvoer van de Nederlandse visserij in miljoenen kg weergegeven in de periode 2009-2021[88]. De grote zeevisserij (pelagisch), die meerdere weken uit kan varen naar gebieden ver buiten het NCP, is in 2021 verantwoordelijk voor ongeveer 70% van de visaanvoer. De kottervisserij (demersaal) voor ongeveer 18%. Het overige deel bestaat uit aanvoer vanuit de schelpdiervisserij (mossels en oesters) en overige kleine zeevisserij.

Figuur 10.7 Nederlandse visserijvlootsamenstelling in de periode 2009-2021. (Bron: Wageningen University, 2022)[88].

[88] Wageningen University (2022), agrimatie – informatie over de agrosector. https://agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&sectorID=2860&themaID=2286&indicatorID=2880, bron geraadpleegd in juni 2022.

Figuur 10.8 Aanvoer van vissoorten (Bron: Wageningen University, 2022)[88].

Figuur 10.9 Aanvoer (levend gewicht) Kottervisserij en Grote zeevisserij (Bron: Wageningen University, 2022)[88].

Autonome ontwikkelingen

Afname vangstvolumes

Sinds 2017 nemen de vangstvolumes van bijna alle commerciële doelsoorten in de Noordzee af. Dit komt onder andere door de financiële verliezen en remmende invloed op innovaties en investeringen als gevolg van de aanlandplicht, gebiedssluitingen, het verbod op pulsvisserij, het Noordzeeakkoord en de sterk gestegen kosten als gevolg van de Russische invasie van Oekraïne. Hieronder worden deze ontwikkelingen kort beschreven.

Aanlandplicht

De aanlandplicht is onderdeel van het gemeenschappelijk visserijbeleid voor de Europese Unie en is in 2014 ingevoerd (met ingang per 2015 voor de pelagische visserij en 2016 voor de demersale visserij). De plicht houdt in dat bijvangsten van over-quota vissoorten aangeland moeten worden, ingesteld ter bestrijding van discarden (teruggooien van bijvangsten). Bijvangst neemt visruim in en kost extra manuren voor de vangstverwerking, waardoor de netto-opbrengsten van visbedrijven onder de plicht kunnen lijden[89].

Gebiedssluitingen

De Nederlandse visserij kan lijden onder mogelijke gebiedssluitingen als gevolg van het Natura2000-beleid en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Tevens is er als gevolg van de uittreding van het Verenigd Koninkrijk uit de Europese Unie (Brexit) in 2020 mogelijk sprake van extra toekomstige gebiedssluitingen voor de Nederlandse visserij door een mogelijke sluiting van de Britse EEZ in 2025 (als deel van de Brexit-deal). Een andere beperking die voortkomt uit de Brexit-deal, is de voorwaarde dat Europese vissers een deel van de vangst uit de Britse EEZ af moeten staan.

Omdat de negatieve gevolgen van de Brexit voor de visserijsector groot kunnen zijn, is er gewerkt aan drie subsidieregelingen die vanuit de Europese Unie met het Brexit Adjustment Reserve (BAR) gefinancierd worden[90,91]. Vanuit de BAR wordt een bedrag van €200 miljoen beschikbaar gesteld voor de visserijsector. Circa driekwart hiervan wordt besteed aan het saneren van vissersvaartuigen voor vissers die stoppen (SVV). Het overige deel is beschikbaar als steun voor inkomensverlies dat geleden is in het eerste kwartaal van 2021 (SIV) en voor het mogelijk gedwongen stilliggen als gevolg van de Brexit in de jaren 2021, 2022, en 2023 (VSB).

Verbod pulsvisserij

In 2018 stemde het Europese Parlement in met een Frans wetsvoorstel om per 1 juli 2021 pulsvisserij te verbieden[92]. Ruim een kwart van de totale Nederlandse vloot (84 schepen) maakte tot het verbod gebruik

[89] Marloes Kraan, Volkskrant. Betrek ook actieve vissers bij visserbijbeleid. 13 september 2016, geraadpleegd 31 maart 2023 via https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/betrek-ook-actieve-vissers-bij-visserijbeleid~b195848/.
[90] Adriaansens, M. 11 februari 2022, Kamerbrief: Publicatie verordening Brexit Adjustment Reserve en nationale Invulling, Minister van Economische Zaken en Klimaat, https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/02/11/kamerbrief-over-publicatie-verordening-brexit-adjustment-reserve-en-nationale-invulling, geraadpleegd in juni 2022
[91] Vissersbond, Ontwikkelingen sanering vanuit BAR, https://www.vissersbond.nl/ontwikkelingen-sanering-vanuit-bar/, geraadpleegd in juni 2022
[92] NU.nl. Europees hof houdt verbod pulsvissen overeind ondanks bezwaren Nederland. 15 april 2021. Geraadpleegd 31 maart 2023, via https://www.nu.nl/economie/6127831/europees-hof-houdt-verbod-pulsvissen-overeind-ondanks-bezwaren-nederland.html.

van deze vistechniek. Het verbod kan in de jaren na 2021 grotere veranderingen in de kottervisserij veroorzaakt hebben die nog niet duidelijk in cijfers zijn terug te zien.

Het Noordzeeakkoord

In 2020 is op initiatief van de Nederlandse overheid het Noordzeeakkoord gesloten. In dit akkoord is beoogd om invulling te geven aan drie grote veranderingen op de Noordzee; energieopwekking, bescherming van de natuur, en voedsellevering (met visserij als voornaamste bron), en hoe deze veranderingen kunnen samengaan[93]. Voor de visserij is het belangrijkste deel van het akkoord dat 15 % van de Noordzee in 2030 gevrijwaard is van bodemroering door visserij. Het gaat daarbij om ecologisch waardevolle gebieden (huidige en toekomstige Natura 2000 en Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)-gebieden).

Stijging brandstofprijzen en saneringsregelingen

Sinds de Russische invasie van Oekraïne in februari 2022 is de internationale olie- en gasmarkt sterk verstoord, wat heeft geleid tot ongekende stijgingen van brandstofprijzen.[94] Daar ondervindt de visserijsector momenteel sterke gevolgen van. Brandstof is voor een kottervisser de grootste kostenpost en een stijging heeft direct effect op de winsten. Sommige kottervissers zijn hierdoor gedwongen (geweest) periodes aan wal te blijven[95].

Om de effecten van de sterk gestegen brandstofprijzen (deels) te compenseren, kwam de visserijsector zelf met een tijdelijke tegemoetkoming[96]. Tussen 17 maart en 2 mei 2022 kregen kottervissers van de staat (ministerie van LNV[97]) een brandstoftoeslag. Deze bedroeg 75 cent per kilo tong, tarbot en griet, en 20 cent per kilo voor de overige, goedkopere vissoorten. Toch leidden de sterk gestegen kosten in combinatie met een dalende omzet ertoe dat veel visbedrijven in financiële problemen terecht kwamen. Om die reden kwam het kabinet in juli van 2022 met een uitkoopregeling, waarvoor 155 miljoen euro werd uitgetrokken. Volgens belangenorganisatie VisNed heeft destijds bijna tweederde (65 %) van de vissersbedrijven zich aangemeld voor de uitkoopregeling.[98] Van de in totaal 283 kottervisbedrijven in Nederland, visten er anno 2021 ruim 120 op vis.

Van die 120 kotterbedrijven hebben er 78 zich aangemeld voor de uitkoopregeling, waarna (in het geval dat alle aangemelde bedrijven de sanering doorzetten) er nog 42 actieve kotterbedrijven overblijven. Het ultimatum van de aanmelding is gesteld op 31 juli 2023. Volgens een woordvoerder van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit zal een deel van de schippers die zich hebben aangemeld zich alsnog terugtrekken uit de saneringsregeling als de brandstoffen genoeg dalen.[7] In februari 2023 lagen de

[93] Noordzeeoverleg. Informatie over het Noordzeeakkoord. Geraadpleegd 16 april 2023 via https://www.noordzeeoverleg.nl/noordzeeakkoord/default.aspx.
[94] RTL Nieuws, 24 februari 2022. Gas- en olieprijs flink hoger door Russische inval Oekraïne. Naar: https://www.rtlnieuws.nl/economie/beurs/artikel/5290515/olieprijs-gasprijs-stijgen-rusland-oekraine-poetin
[95] Vissersbond, Brandstofprijscrisis kottervisserij, https://www.vissersbond.nl/brandstofprijscrisis-kottervisserij/, bron geraadpleegd in juni 2022
[96] Omroep Flevoland, Brandstoftoeslag moet kottervissers weer laten uitvaren. https://www.omroepflevoland.nl/nieuws/277623/brandstoftoeslag-moet-kottervissers-weer-laten-uitvaren, bron geraadpleegd in juni 2022
[97] Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV).
[98] Jelle Reijman, EenVandaag, 30 november 2022. Twee derde van de Nederlandse vissers meldt zich aan voor uitkoopregeling: ‘Als dit doorgaat, is dit het einde van de sector’. Naar: https://eenvandaag.avrotros.nl/item/twee-derde-van-de-nederlandse-vissers-meldt-zich-aan-voor-uitkoopregeling-als-dit-doorgaat-is-dit-het-einde-van-de-sector/.

prijzen voor energie en brandstoffen ruim 1,1 % lager dan diezelfde maand in het voorgaande jaar.[99] Over hoeveel vissers zich uiteindelijk nog hebben teruggetrokken uit de regeling zijn ten tijde van schrijven van dit rapport nog geen cijfers gepubliceerd.
De verwachting is dat in de jaren vanaf 2023 de intensiteit van visactiviteiten op de Noordzee sterk zal afnemen als gevolg van de hierboven beschreven ontwikkelingen.

Verduurzaming en innovatie

Hierboven beschreven ontwikkelingen vinden plaats binnen een transitie naar een duurzame energie- en voedselvoorziening en het verder versterken van mariene ecosystemen. Deze ontwikkelingen oefenen druk uit op de visserijsector. Deze druk zet op zijn beurt aan tot een transitie naar een toekomst-bestendige, duurzame visserijsector. De transitie is belangrijk voor het voortbestaan van de sector. In de Nationale Omgevingsvisie 2020[100] en het Programa Noordzee wordt visserij gezien als een activiteit van nationaal belang.

Er is ruimte voor innovatie in vangsttechnieken die de bodem minder beroeren en onbedoelde bijvangsten verminderen. Lichtere vistuigen leiden tot forse besparingen op het brandstofverbruik. Ook met de trawlvisserij (twinrig, quadrig en outrig) en de ankerzegenvisserij zijn voordelen te behalen ten opzichte van de reguliere kottervisserij. Die maakt vooral gebruik van de traditionele boomkor met wekkerkettingen. Binnen toekomstige windparken wordt voortaan ook de mogelijkheid tot passieve visserij en maricultuur onderzocht.

10.4.2 Effectbeschrijving

Waarde van windenergiegebieden voor de Nederlandse demersale visserij

In 2019 heeft de Wageningen Universiteit een onderzoek gepubliceerd waarin de economische waarde van visactiviteiten in de geplande windenergiegebieden op de Noordzee werd onderzocht (Mol et al., 2019[101]). Onder andere de vangstvolumes, monetaire opbrengst, bruto toegevoegde waardes en visserij-inzet zijn onderzocht.

De studiegebieden uit het onderzoek uit 2019 (met data van de periode 2010-2017) waren de op dat moment (anno 2019) aangewezen windenergiegebieden uit de Routekaart 2030. De namen en afkortingen hieronder zijn zoals gebruikt in het onderzoek:

- Borssele [B]
- Hollandse Kust (zuid) [HKZ]
- Hollandse Kust (noord) [HKN]
- IJmuiden Ver Zuid [IJVZ][102]
- Hollandse Kust (west) [HKW]
- Ten Noorden van de Waddenzee [TW]

[99] Serena Frijters, Volkskrant, 2 maart 2023. Inflatie stijgt naar 8 procent na maanden daling, vooral door hogere voedselprijzen. Naar; https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/inflatie-stijgt-naar-8-procent-na-maanden-daling-vooral-door-hogere-voedselprijzen~b6216926/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F.
[100] Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Nationale Omgevingsvisie, 2020.
[101] Mol, A.; van Oostenbrugge, H.; Hintzen, N. Wind op zee; Bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij. Februari 2019, geraadpleegd 16 april 2023 via https://edepot.wur.nl/469809.
[102] Het gebied wat in het onderzoek van Mol et al. is aangeduid als IJmuiden Ver Zuid heet nu IJmuiden Ver kavels Alpha en Beta.

In een vervolgonderzoek (Deetman et al.[103]) uit 2020 (onderzoeksdata 2010-2019) zijn dezelfde eigenschappen berekend van de op dat moment (anno 2020) bekende zoekgebieden voor windenergie na 2030. Op dat moment behoorde kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver daar ook nog bij. Nu is kavel Gamma onderdeel van de Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030. Tabel 1.4 vat de uitkomsten van de onderzoeken samen voor de windenergiegebieden uit Mol et al.[101], en IJmuiden Ver Gamma (IJVG, uit Deetman et al.[103]).

Tabel 10.4 Karakteristieken van de onderzochte Noordzeegebieden in het 2019-onderzoek van Mol et al.[101] en het 2020-onderzoek van Deetman et al.[103], jaarlijks gemiddelde in de periode 2010-2017 (B tot TW) of 2010-2019 (IJVG). De onderzochte gebieden zijn de windenergiegebieden die op het moment van publiceren (2019) aangewezen waren in de 2030-Routekaart voor wind op zee.

Kenmerk	B	HKN	HKZ	IJVZ	HKW	TW	**IJVG**
Aanlanding in kg. per kW-dag[1)]	1,67	1,87	1,88	1,99	1,64	1,69	**1,99**
Opbrengst in € per kW-dag	7,86	7,47	7,59	6,89	6,02	6,57	**4,64**
Opbrengst in € per kg	4,72	4,00	4,03	3,46	3,67	3,90	**2,33**
Bruto toegevoegde waarde in mln. euro	0,41	0,30	0,22	0,35	0,22	0,03	**0,43**
Bruto toegevoegde waarde per kW-dag	3,19	3,11	3,18	2,71	2,31	2,51	**2,00**
Bruto toegevoegde waarde per kg.	1,91	1,67	1,69	1,36	1,41	1,49	**1,00**
Gemiddelde inspanning in kW-dagen per km²	954	351	442	315	267	88	**443**
Gemiddelde aangelande kg.'s per km² (vangst)	1590	656	831	628	438	149	**883**
Gemiddelde opbrengst in € per km² (x €1000)	7,51	2,63	3,35	2,17	1,61	0,58	**2,00**
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per km² in €	3042	1094	1406	853	617	222	**885**

[1)] Een kW-dag is een maat voor de inzet van visvaartuigen. Het totaal aantal kW-dagen in een periode wordt berekend als het product van de totale motorvermogen van de ingezette vaartuigen (in kW) en de totaal gevaren tijd.

In het 2019-onderzoek (Mol et al.[101]) is tevens onderzocht welk aandeel van de besomming afhankelijk is van de onderzochte gebieden (uit de oorsponkelijke routekaart windenergie op zee 2030). Merk op dat kavel Gamma van IJmuiden Ver Noord niet in dat onderzoek is meegenomen. Er wordt aangenomen dat de resultaten van dit onderzoek ook representatief zijn voor kavel IJmuiden Ver Gamma.
Uit het onderzoek blijkt dat de algemene afhankelijkheid van de aangewezen windenergiegebieden voor de opbrengst (besomming[104]) van individuele schepen laag is, zoals te zien in Figuur 10.10. Van de schepen is 95% voor hooguit 5% van zijn opbrengst afhankelijk van de onderzochte windenergiegebieden. Voor 3% van de schepen is dat tussen de 5 - 10%, en voor 2% van de schepen is dat tussen de 10 - 25%.

[103] Deetman, B., Eweg, A. Y., van Oostenbrugge, J. A. E., Mol, A., Hamon, K. G., & Steins, N. A. (2020). Wind op Zee: zoekgebieden 2030-2050 : inzicht in de sociaal-economische waarde van de zoekgebieden windenergie op de Noordzee 2030-2050 voor de Nederlandse visserij. (Rapport / Wageningen Economic Research; No. 2020-125). Wageningen Economic Research. https://doi.org/10.18174/536640
[104] Onder besomming wordt van oudsher verstaan de opbrengst van een visreis of die van het totaal der opbrengsten van een visseizoen of teelt.

Figuur 10.10 Aantal schepen naar afhankelijkheid voor de visserij in de onderzochte windenergiegebieden in 2017 (links) en over de periode 2010-2017 (rechts). Bron: Deetman et al.[103].

Deze afhankelijkheid verschilt per type visserij. Vooral binnen de boomkorvisserij en puls trawl zijn individuele schepen voor hun opbrengst afhankelijk van de windenergiegebieden (Figuur 10.11, Figuur 10.12 en Figuur 10.13). Voor de flyshoottuigen (schotse zegen of snurrevaadvisserij) is dat alleen in de zomermaanden het geval.

Figuur 10.11 Afhankelijkheid van de onderzochte windenergiegebieden van schepen die vissen met de boomkor in de periode 2010-2017 (uitgedrukt in het aandeel van de besomming). Bron: Deetman et al.[103].

Figuur 10.12 Afhankelijkheid van de onderzochte windenergiegebieden van schepen die vissen met de pulskor in de periode 2010-2017 (uitgedrukt in het aandeel van de besomming). Bron: Deetman et al.[103].

Figuur 10.13 Afhankelijkheid van de onderzochte windenergiegebieden van schepen die vissen met de flyshoottuig in de periode 2010-2017 (uitgedrukt in het aandeel van de besomming). Bron: Wageningen University & Research, 2017.

In het overzicht in Figuur 10.14 is de afhankelijkheid als percentage van de opbrengst van de Nederlandse demersale visserij per kwartaal voor verschillende type gebieden in het Nederlandse en buitenlandse deel van de Noordzee weergegeven. Het aandeel van de Nederlandse windenergiegebieden (in de tabel aangeduid als ‘Wind NL’) vormt slechts een klein aandeel in de afhankelijkheid van de demersale visserij.

Figuur 10.14 Afhankelijkheid van de opbrengst van de Nederlandse demersale visserij in de 4 kwartalen van verschillende typen gebieden in het Nederlandse en buitenlandse deel van de Noordzee (op basis van het aandeel in de besomming over de periode 2010 tot 2017).

Gezien de beperkte omvang van het areaal aan windparken op het totale NCP kan er verwacht worden dat er voor de meeste vissers voldoende alternatieven zijn om eenzelfde hoeveelheid vis buiten de windenergiegebieden te kunnen vangen.

De waarde van kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver voor de Nederlandse demersale visserij is ingeschat en weergegeven in Tabel 10.5.

Tabel 10.5 Schatting van de waarde van kavel Gamma voor de Nederlandse demersale visserij in de periode 2010 – 2019, jaarlijks gemiddelde. Bron: Deetman et al.[103].

Eigenschap	Waarde
Gemiddelde inspanning per jaar (kW-dagen per jaar)[1)]	215.336
Gemiddelde aangelande vangst (kg per jaar)	429.330
Gemiddelde opbrengst (miljoen € per jaar)	1,0
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per jaar (miljoen € per jaar)	0,43

[1)] Een kW-dag is een maat voor de inzet van visvaartuigen. Het totaal aantal kW-dagen in een periode wordt berekend als het product van de totale motorvermogen van de ingezette vaartuigen (in kW) en de totaal gevaren tijd.

Zowel pelagische als demersale visserij is niet toegestaan binnen windenergiegebieden. De effecten op de demersale visserij zijn op een hoger detailniveau beschreven dan die op de pelagische visserij, omdat demersale visserij naar verwachting meer effecten ondervindt. Demersale visserijschepen kunnen minder ver en lang uitvaren op zee en hebben daardoor een kleiner areaal aan beschikbare visgronden dan pelagische visserijschepen.

Effecten van omvaren

In mei 2019 zijn de kansen, risico's en kosten voor de demersale visserij onderzocht, wanneer die niet is toegestaan binnen windenergiegebieden van de oorspronkelijke routekaart 2030[105]. Door deze gebiedssluitingen moeten vissers verder (om)varen om hun vangsten gelijk te houden. De kosten hiervan worden geschat op € 0,4 mln. tot € 1,7 mln., waarbij 160 van de 289 schepen zullen moeten omvaren. Dit komt neer op 1,4 – 5,8% van de nettowinst van de 160 omvarende schepen. De kosten van omvaren zijn hierbij gebaseerd op de situatie, waarin de nettowinst van € 54 mln. voor de hele sector evenredig is verdeeld over alle schepen. Merk op dat kavel Gamma van IJmuiden Ver niet bij de oorspronkelijke routekaart hoort, en dat hierbovengenoemde getallen slechts indicatief zijn. Werkelijke waardes zullen (gezien de komst van nieuwe windenergiegebieden op de routekaart) hoger uitvallen.

In het onderzoek is het uitgangspunt gehanteerd dat visserijactiviteiten door visquota beperkt zijn en vissers zullen omvaren om hun visquota volledig te behalen. Ze zullen daardoor meer tijd en kosten maken voor het behalen van dezelfde omzet. Visquota worden de laatste jaren niet altijd gehaald en in de Brexit-deal is afgesproken dat Europese landen een deel van hun quota aan Engeland moeten afstaan. Ook is er aangenomen dat er geen doorvaartpassages worden aangebracht binnen windparken.

Effectbeoordeling

Effecten tijdens de exploitatie

De totale bruto oppervlakte van kavel Gamma bedraagt 227 km^2, de totale netto oppervlakte 193 km^2. Dit betekent dat, gelet op het huidige beleid en gezien de grootte van het NCP (57.000 km^2), circa 0,40% van het NCP (aanvullend) onbereikbaar wordt voor visserij. Het totale bevisbare oppervlak op het NCP is echter wel kleiner dan 57.000 km^2, aangezien niet alle ruimte beschikbaar is door andere gebiedssluitingen. Zie ook paragraaf 10.17 over de cumulatieve effecten.

Recente vangstgegevens laten een beperkte omvang aan demersale visvangst zien. Daarbij is gebleken dat demersale visserij, in tegenstelling tot de pelagische visserij, vist in gebiedsafhankelijke visbestekken. Het is daarom aannemelijk dat niet elk type visserij dezelfde effecten zal ondervinden als gevolg van deze gebiedssluiting. Binnen kavel Gamma liggen voor de demersale visserij enkele hotspots voor tongvisserij. Voor kreeft- en scholvisserij, alsmede voor overige demersale visactiviteiten, liggen in kavel Gamma geen hotspots.

Kijkend naar de locatieafhankelijkheid van individuele schepen die momenteel vissen binnen windenergiegebied IJmuiden Ver, kan het windpark in individuele gevallen een grotere beperking veroorzaken voor bepaalde type visserijschepen. Dit is te verwachten voor boomkorschepen en in mindere mate voor schepen uitgerust met flyshoottuigen.

Het verlies aan visgronden zal een geringe toename van de visserijdruk op de resterende visgronden veroorzaken. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip mogelijk kleiner worden. Hoewel het effect lastig te kwantificeren is, zal het naar verwachting gering zijn. Het windpark zal er ook toe leiden dat vissersschepen meer moeten (om)varen. De toename van de vaartijd van vissersschepen is moeilijk in te schatten, omdat de visserijsector niet altijd van vaste vaarroutes gebruik maakt.

[105] Ecorys, Kansen, risico's en kosten voor de visserij bij toestaan sleepnetvisserij in windenergiegebieden Eindrapportage, Rotterdam, 30 juli 2019.

De effecten van het windpark op de visserij worden voor kavel Gamma licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar, bij ongewijzigd beleid, geen invloed op. Daarbij moet opgemerkt worden dat de effecten op de demersale visserij een grotere onzekerheid kennen door een hogere gebiedsafhankelijkheid in vergelijking met de pelagische visserij.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben bij ongewijzigd beleid geen andere gevolgen voor de visserij dan tijdens de exploitatie, omdat deze activiteiten zich binnen hetzelfde gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepvaartbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepvaart zeer klein; de visserij wordt hierdoor niet extra belemmerd. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.5 Mijnbouw

Mijnbouw vindt verspreid over het NCP plaats, op locaties waar olie- en gas in de zeebodem worden opgespoord of gewonnen. Bij het opsporen van olie en gas worden seismische onderzoeken uitgevoerd om de kansrijke locaties te bepalen waar boorputten geslagen kunnen worden. Van daaruit wordt er met gestuurde boringen gezocht naar olie- of gasvelden. Om deze vervolgens te winnen, wordt er vanaf de boorput een pijpleiding aangelegd naar een mijnbouwplatform met daarop de juiste faciliteiten. Opsporings- en winningsvergunningen bepalen door wie deze activiteiten uitgevoerd mogen worden en binnen welke gebieden op het NCP dat mag.

Een windpark vormt een fysiek obstakel en beperkt de ruimte die voor deze mijnbouwactiviteiten nodig is. Er gelden rondom verschillende mijnbouwfaciliteiten zones waarbinnen geen windturbines geplaatst mogen worden. Bij de (netto)verkaveling is hier reeds rekening mee gehouden, waardoor de effecten in beginsel al beperkt worden. De effecten op olie- en gaspijpleidingen worden in paragraaf 10.10 onderzocht. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwwerken (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 10.6 aan de orde.

10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Figuur 10.15 laat de ligging van kavel Gamma ten opzichte van mijnbouwactiviteiten zien. Een aanzienlijk deel van de kavel ligt in een gebied waarvoor een winningsvergunning voor koolwaterstoffen is afgegeven. Een winningsvergunning is het recht om in een gebied de olie- of gasvoorraden te exploiteren. Het gaat daarbij om vergunningen K17a en K18a. De oppervlaktes, vergunningshouder en status van de vergunningsgbieden zijn weergegeven in Tabel 10.6.

Tabel 10.6 Gebieden binnen kavel Gamma waarvoor een winningsvergunning is afgegeven.

Vergunning	Oppervlakte (km^2)	Vergunninghouder	Status
K17a	199,8	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.	Onherroepelijk
K18a	36,3	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. en Wintershall Noordzee B.V.	Onherroepelijk

Bron gegevens: Nederlanse Olie- en Gasportaal, 16 april 2023.

Figuur 10.15 Vergunningen, velden, platforms en boorgaten in omgeving van kavel Gamma.

Brondata: NLOG, update december 2022.

Daarnaast liggen er in de kavel drie verlaten boorlocaties, maar er liggen geen operationele mijnbouwplatforms en -werken. Aan de westkant van de kavel grenst wel een operationeel mijnbouwplatform (platform K17-FA-1 van de Nederlandse Aardolie Maatschappij). In de netto-begrenzing van kavel Gamma is rekening gehouden met dit platform alsmede de daarvoor benodigde veiligheidszone van 500 meter.

In kavel Gamma liggen er enkele producerende en onontwikkelde gasvelden. Het actieve gasveld K17-FA-1 en de nog onontwikkelde gasvelden K17-FB en K17-Zechstein overlappen geheel of grotendeels met de netto kavel Gamma.

10.5.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Omdat er binnen de netto kavel Gamma gebieden liggen waarvoor een winningsvergunning voor koolwaterstoffen is afgegeven (K17a en K18a), vormt de kavel een beperking voor deze vergunninghouder.

De aanwezigheid van een windpark in kavel Gamma kan olie- en gaswinning bemoeilijken. Binnen kavel Gamma valt een operationeel gasveld, en liggen er twee nog onontwikkelde gasvelden. De mogelijke toekomstige exploitatie van deze onontwikkelde gasvelden zal hinder ondervinden van de aanwezigheid van windturbines in kavel Gamma. Het is echter niet direct noodzakelijk om een boring recht boven een olie- of gasveld uit te voeren, dus het windpark zal olie- en gaswinning niet onmogelijk maken. Het is technisch mogelijk om op enkele kilometers afstand van een olie- of gasveld het boorplatform te plaatsen en met een schuine boring het veld te bereiken. In welke mate dit mogelijk is hangt af van de locatie en de kenmerken van het veld. Desondanks moet er rekening mee worden gehouden dat er duidelijke afspraken worden gemaakt met de vergunninghouders.

Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden (opsporing) is nagenoeg onmogelijk in een windpark. Voorafgaand aan de bouw tot na de ontmanteling van het park (ongeveer 40 jaar later) is seismisch onderzoek niet mogelijk. Dit belemmert de vergunninghouders om onderzoek te doen in delen van het totale vergunningsgebied. Ook mogelijk toekomstig transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windpark worden belemmerd. Een olie- of gasleiding kan lastiger door het park worden aangelegd. Het 20 MW-alternatief heeft grotere tussenafstanden tussen de turbines en is daarom (gering) gunstiger dan het 15 MW-alternatief.

In de toekomst is mogelijk ook sprake van CO_2-opslag in gasvelden binnen windenergiegebied IJmuiden Ver of in de omgeving daarvan. Op dit moment zijn deze ontwikkelingen niet concreet genoeg om deze in de effectbeoordeling mee te nemen. Als er specifieke ontwikkelingen komen dan zal in een eigen m.e.r. procedure moeten worden onderzocht of Carbon Capture and Storage (CCS) veilig is te combineren met de bouw van windparken op zee.

Omdat er binnen de kavel twee winningsvergunningen zijn afgegeven die een aanzienlijk deel van de kaveloppervlakte bestrijken, en omdat er tevens enkele operationele en onontwikkelde gasvelden in kavel Gamma liggen, kan worden geconcludeerd dat het geplande windpark in kavel Gamma een belemmering vormt voor mijnbouw in en direct rondom de kavel. Om bovengenoemde redenen worden de effecten tijdens de exploitatiefase als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). De verschillende inrichtingsalternatieven zijn niet onderscheidend in de effectbeoordeling.

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark kunnen gevolgen hebben voor de olie- en gaswinning. Schepen die nodig zijn voor de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark kunnen tijdelijke (lichte) hinder veroorzaken voor transport van en naar het operationele mijnbouwplatform K17-FA-1. Omgekeerd kan olie- en gaswinning ook van invloed zijn op de werkzaamheden tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark.

Binnen kavel Gamma liggen enkele verlaten boorgaten. Er moet rekening worden gehouden met een mogelijke veranderde bodemstructuur wanneer turbines nabij oude boorgaten worden gebouwd.
Bij oude boorgaten bestaat namelijk de kans dat er nog een afsluiter uitsteekt boven de zeebodem. De umbilical cord van de remotely operated vehicles (ROV's), de schepen die sleuven kunnen graven waar de kabels voor de parkbekabeling in komen te liggen en die ook de kabels daadwerkelijk in de sleuven leggen, zou hierachter kunnen blijven hangen. Daarnaast zouden er resten grout (uitgehard cement) of ander afval rondom de boorgaten kunnen liggen. Dit afval en de groutresten kunnen wellicht het trenchen blokkeren. Om bovenstaande redenen moet de omgeving rond oude boorgaten goed in beeld gebracht worden voordat er een fundering van een turbine wordt geplaatst of wanneer de parkbekabeling wordt gelegd.

Voor de beoordeling geldt dat een windpark met 20 MW-turbines een geringer effect heeft dan een park met 15 MW -turbines, maar dit is niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling. Vanwege bovengenoemde effecten worden de effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud voor alle inrichtingsalternatieven als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

10.6 Luchtvaart

Het luchtruim boven het NCP wordt door de luchtvaart gebruikt voor vliegtuig- en helikoptervluchten. Het gaat dan vooral om burgerluchtvaart van en naar luchthavens, zoals Schiphol of Rotterdam Airport. Daarnaast is er, met name vanuit Den Helder, sprake van helikopterverkeer van en naar offshore platforms, of reddingsoperaties van de kustwacht. Ook zijn er speciale gebieden aangewezen waar oefeningen voor militaire luchtvaartactiviteiten mogen plaatsvinden. Voor al deze activiteiten vormt een windpark een potentieel fysiek obstakel dat de minimale vlieghoogte kan beperken. Omdat er slechts zeer beperkt recreatief luchtvaarverkeer boven het NCP plaatsvindt, worden de effecten van het windpark daarop niet onderzocht.

10.6.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Het luchtruim is verdeeld in verschillende soorten luchtruimen, die ook wel airspaces worden genoemd. Elke soort luchtruim heeft zijn eigen klasse, waarbij verschillende regels en beperkingen gelden die verkeersleiders en piloten moeten navolgen.

Binnen het hele Nederlandse luchtruim zorgen luchtverkeersleiders voor een vlotte, ordelijke en veilige luchtverkeersstroom. Ze gebruiken daarvoor Alerting services (ALRS) en Flight Information Services (FIS). Het luchtruim boven het Nederlands grondgebied en een groot deel van de Noordzee valt binnen de Amsterdam Flight Information Region (FIR). Hierin bestaan verschillende klassen luchtruim, genaamd A tot en met G. Binnen een luchtruim van klasse A gelden de strengste regels en binnen G de minst strenge.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt binnen het luchtruim Amsterdam CTA West van klasse A. Hierbinnen heeft de vlieghoogte van IFR-verkeer (Instrumentvliegvoorschriften) een onderlimiet van 1.675 meter (FL055, 5.500 voet) en een bovenlimiet van 5.950 meter (FL195, 19.500 voet)[106]. Omdat het een klasse A luchtruim is, zorgt de betreffende verkeersleiding, het Amsterdam Area Control Center, ervoor dat het aan de volgende kenmerken voldoet:

- controlled: een verkeersleider is verantwoordelijk voor het verkeer in dit luchtruim;
- separatie: er wordt door de verkeersleiding separatie tussen alle vliegtuigen toegepast;
- radiocontact en ATC-clearance is verplicht (indien controller online is);
- Visual Flight Rules (VFR, vluchten op zicht) zijn in principe niet toegestaan binnen dit luchtruim.

VFR-verkeer mag, onder dit luchtruim, lager vliegen dan het IFR-verkeer, maar dient gebruik te maken van de beschikbare kruisniveaus in het betreffende luchtruim. Deze hebben elk een seperatieeis van 1.000 voet. Wanneer het laagste kruisniveau niet beschikbaar is, bijvoorbeeld door risicovolle weersomstandigheden (ijsvorming), of de aanwezigheid van obstakels binnen de separatiezone (windturbines), moet op het eerstvoglende kruisniveau gevlogen worden.

Burgerluchtvaart

Binnen de Amsterdam CTA mag burgerluchtvaart vliegen volgens de instrumentvliegvoorschriften. Volgens het Besluit Luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012 geldt daarom dat er binnen een straal van 8 kilometer rondom een obstakel minimaal circa 305 meter (1.000 voet) tussen het luchtvaartuig en het hoogste punt van het obstakel moet zitten.

Helikopterverkeer

Door kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver loopt de Helicopter Main Route (HMR) KZ45, zie Figuur 10.16. Binnen deze aanvliegroute vliegen helikopters relatief laag boven de zeespiegel met een vlieghoogte van circa 610 tot 900 meter (2.000 tot 3.000 voet)[107]. Ze kennen geen vastgelegde breedte, maar er wordt aangegeven dat niet meer dan 3,7 km (2 nautische mijl, NM) van een HMR afgeweken mag worden[108].

Naast HMR's zijn er voor de veiligheid van helikopteroperaties Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ) aangewezen als bijzondere luchtverkeersgebieden. HTZ's gelden tot op 9,2 km (5 NM) vanaf een enkel boor- of productieplatform met een helidek. Ze dienen ter verhoging van het veiligheidsbewustzijn onder piloten en daarmee ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren bij de nadering of het vertrek. HPZ's hebben hetzelfde doel en gelden tot op 9,2 km (5 NM) vanaf twee of meer naastgelegen boor- of productieplatforms met helidek, zodat helikopters veilig tussen deze platforms kunnen manoeuvreren. Zowel een HTZ als een HPZ maakt vliegverkeer mogelijk met een vlieghoogte vanaf het gemiddelde zeeniveau (MSL) tot maximaal circa 600 meter (2.000 voet).

Een klein deel van kavel Gamma, aan de oostkant, valt binnen een HPZ (Unicorn B), zie Figuur 10.16.

[106] Binnen de luchtruimindeling en luchtlagen wordt onderscheid gemaakt in 'flight levels' (FL) of vliegniveaus. Het vliegniveau geeft de hoogte aan waarop een vliegtuig zich voortbeweegt, waar het naar toe klimt of daalt met referentie tot de standaarddruk van de Internationale Standaard Atmosfeer. Rekenend vanaf deze standaard met hoogte 0 worden de standaard vliegniveaus uitgedrukt per 100 voet. FL010 betekent 1000 voet boven de standaard, FL100 10.000 voet, FL195 19.500 voet en FL460 46.000 voet.
[107] Integrated Aeronautical Information Package (juli 2023)
[108] Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1 en sub 3.3.2.3

Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

De Kustwacht coördineert de dienstverlening aan en handhaving van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Daarvoor maakt zij onder andere gebruik van vliegtuigen. De routes en vlieghoogtes van deze zogenaamde vliegende eenheden zijn afgestemd op de op zee aanwezige installaties, zoals boorplatforms. Deze vliegbewegingen mogen uitgevoerd worden op elke vlieghoogte tot 1.000 voet (circa 305 m). Daarnaast worden ook SAR (search and rescue)-operaties uitgevoerd om mensen in nood te helpen. Deze reddingsoperaties worden vooral uitgevoerd met boten en in mindere mate met helikopters. De coördinatie van de SAR-operaties gebeurt vanuit het Kustwachtcentrum in Den Helder.

Militaire luchtvaart

De militaire luchtvaart maakt voor haar oefeningen gebruik van zogenaamde laagvliegzones op de Noordzee. Hierin kunnen schietoefeningen op luchtdoelen gehouden worden. Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden op lage vlieghoogtes. De veiligheid van ander gebruik wordt daarbij gewaarborgd. Dit gebeurt alleen op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn.

Zoals te zien in Figuur 10.16, grenst er een militair oefenterrein (EHD-41) direct aan kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver. Met het oog op toekomstige ontwikkelingen rondom het realiseren van windenergie op zee onderzoekt de Rijksoverheid momenteel of defensiegebieden aan te passen of te verplaatsen zijn. Voor EHD-41 heeft de Rijksoverheid reeds geconcludeerd dat verplaatsing tot en met 2030 niet mogelijk is.

Figuur 10.16 Luchtvaartgebieden en de ligging van Windenergiegebied IJmuiden Ver kavel Gamma.

10.6.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Burgerluchtvaart

De maximale tiphoogte van 305 meter zal voor de burgerluchtvaart geen beperking vormen in dit luchtruim (Amsterdam CTA west), omdat de minimale vlieghoogte hier 5.500 voet (FL055, 1.675 meter) is. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Helikopterverkeer

Door het windenergiegebied IJmuiden Ver loopt één HMR (KZ45) die kavel Gamma doorkruist. Binnen de 2 NM zone aan weerszijde van de HMR geldt een minimale vlieghoogte van circa 2.000 voet (609,6 meter). Er is ook sprake van een separatie-eis van circa 1.000 voet (305 meter). Dit is de minimale verticale obstakelvrije ruimte (verticale separatiezone) die tussen het vliegverkeer en een object op zee moet zitten.

De tiphoogte van turbines binnen de te onderzoeken bandbreedte bedraagt minimaal 261 meter en maximaal 305 meter. Om te voldoen aan een separatie-eis van minimaal 1.000 voet (305 meter) moet een minimale vlieghoogte van respectievelijk 566 meter (1856 voet) of 610 meter (2000 voet) worden aangehouden. Omdat de vlieghoogte 2.000 voet bedraagt, wordt aan de separatie-eis voldaan.

Daarnaast overlapt kavel Gamma met HPZ-zone Unicorn B. Het negatieve effect is echter beperkt gezien de beperkte overlap.

De effecten op het helikopterverkeer worden licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De reden hiervoor is de doorkruising van de HMR (KZ45) en overlap met HPZ-zone Unicorn B. De mogelijke inrichting van het windpark heeft hierop beperkte invloed, maar leidt niet tot een onderscheidende effectbeoordeling.

Vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (onder andere SAR)

Een windpark kan een belemmering vormen voor het uitvoeren van een SAR-operatie ter plaatse. Dit zou zich kunnen voordoen als een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt. Ook bij een eventuele calamiteit direct naast het windpark kan het windpark een belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name helikopters kunnen hiervan hinder ondervinden. Door het vliegen op lage hoogte vormt de aanwezigheid van windturbines dan een extra risico.

Om de invloed van windturbines op SAR-operaties met helikopters te onderzoeken zijn in 2005 ter plaatse van het windpark North Hoyle (UK) oefeningen met helikopters uitgevoerd.[109] Tijdens dat onderzoek is aangetoond dat reddingsoperaties vanuit de lucht met name tijdens omstandigheden met beperkt zicht moeilijk zijn (in verband met de slechte zichtbaarheid van windturbines). Daarnaast is in het operationele offshore windpark Luchterduinen een SAR helikopter-test uitgevoerd (Miedema, 2015). Uit deze test blijkt dat:

[109] Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

- SAR-operaties met een helikopter zonder problemen mogelijk zijn bij daglicht en wanneer de windturbines gestopt (en geblokkeerd) zijn, mits de zichtomstandigheden voldoende goed zijn;
- niet uitgesloten wordt dat een SAR-helikopter kan opereren binnen een park, wanneer de turbines niet gestopt zijn. Dit blijft echter wel afhankelijk van de omstandigheden van dat moment en de beoordeling van de piloot;
- er tijdens de test goede communicatie (radioverbinding) was tussen de reddingsboot en helikopter;
- er ook goede communicatie (radioverbinding) was tussen het Kustwachtcentrum en de helikopter, behoudens op een hoogte van 50 voet;
- draaiende turbines mogelijk een negatief effect hebben op de kwaliteit van de radiocommunicatie.

Door onderzoeksbureau To70 is de invloed van zogturbulentie op helikopterverkeer in en nabij windparken op zee onderzocht[110]. In totaal zijn van 440 vluchten de gegevens geanalyseerd, waaruit is gebleken dat er geen onverwachte turbulentie is gerapporteerd als gevolg van de windturbines. Daarom wordt de conclusie getrokken dat helikopteroperaties in en nabij windparken op zee geen limitatie als gevolg van zogturbulentie ervaren. Deze conclusie wordt onderschreven door drie helikopter operators (HeliService, CHC en NHV), die daarbij benadrukken dat helikopteroperaties in en nabij windparken veilig zijn. Een windturbinestilstandsvoorziening is daarom niet nodig bevonden.De effecten op vliegbewegingen in opdracht van de Kustwacht (o.a. SAR) worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Militaire luchtvaart

Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver grenst direct aan laagvlieggebied EHD-41. Buiten de grenzen van het laagvlieggebied dient het vliegverkeer van defensie al op reguliere vlieghoogte te vliegen, en dus leidt de aanwezigheid van windturbines binnen kavel Gamma niet tot een additioneel effect op het functioneren van de militaire laagvlieggebieden. De minimale vlieghoogten voor militaire luchtvaartuigen zijn vastgelegd in de releging “Regeling minimum VFR-vlieghoogten en VFR-vluchten buiten de daglichtperiode voor militaire vliegtuigen en helikopters”. Voor vliegen boven hindernissen geldt een minimumseparatie van 250 voet (75 meter). De effecten op militaire luchtvaart worden dus als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De effecten tijdens de aanleg, de verwijdering en het onderhoud zijn niet anders dan tijdens de exploitatie. Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd, vanwege de hoogte van de turbines. Vanaf de aanleg van het windpark worden turbines ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA)-richtlijn (IALA Recommendation O-139). In deze richtlijn zijn verschillende opties voorgeschreven, met name retro-reflectieve en indirecte verlichting, waarbij de laatstgenoemde de voorkeur geniet.

[110] Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms - HFDM analysis and consultation with helicopter operators, To70, April 2020.

10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning

10.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Zeezand wordt gebruikt om de kustverdediging te onderhouden of om het land op te hogen in bouw- of infrastructuurprojecten. Dit zand wordt op verschillende plaatsen in de Noordzee gewonnen door vergunninghouders. Zandwinning is aangewezen als een activiteit van nationaal belang. Het is daarom van belang dat de winningslocaties vrij met een schip benaderbaar zijn.

Zand- en grindwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP-20m dieptelijn. Het gebied tot aan de 12-nautische mijlsgrens is aangewezen als reserveringsgebied voor zand- en grindwinning, waarbinnen gebieden vergund kunnen worden voor zand- of grindwinning. Binnen het reserveringsgebied heeft zandwinning voor kustverdediging en ophoging voorrang op andere activiteiten.

Vrijwel alle actieve winningsgebieden liggen momenteel binnen deze zone, al liggen er op grotere afstand van de kust wel winningszoekgebieden uit het MER Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027. Ver uit de kust, op een afstand van circa 41 kilometer vanaf kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver, ligt een gebied dat incidenteel is gebruikt voor proefwinningen. Verder zeewaarts van de 12-nautische mijlsgrens is zandwinning ook toegestaan, maar bij ‘stapeling’ krijgen andere activiteiten van nationaal belang voorrang. Ook is zandwinning hier minder aantrekkelijk door de grotere vaarafstanden.

Schelpenwinning vindt zeewaarts vanaf de NAP-5m dieptelijn tot op de 24-nautische mijlsgrens plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas. Kavel Gamma is de enige kavel binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver die grenst aan dit aangewezen schelpenwingebied. Een zeer klein en verwaarloosbaar gedeelte van de netto kavel Gamma valt binnen de grenzen van aangewezen schelpen-wingebieden. Dit stukje kavel heeft een oppervlakte van 0,011 km^2.

De ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver ten opzichte van de zand- en schelpenwingebieden is weergegeven in Figuur 10.17.

10.7.2 Effectbeschrijving

Kavel Gamma ligt ruim buiten de aangewezen (proef)wingebieden voor zand. Hoewel een zeer klein deel van de kavel in aangewezen schelpenwingebied valt, is er praktisch geen effect op de mogelijkheid tot schelpwinning in de Noordzee, gezien de verwaarloosbaarheid van de ingenomen ruimte ten opzichte van het totale schelpenwingebied (zie Figuur 10.17). De effecten ten aanzien van zand-, grind- of schelpenwinning worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Figuur 10.17 Ligging van zand-, grind- en schelpenwinningsgebieden en windenergiegebied IJmuiden Ver.

10.8 Baggerstort

10.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Op verschillende locaties in de Noordzee wordt bagger verspreid over de zeebodem in baggerstort- en loswallen en in stortvakken. Deze locaties liggen niet ver uit de kust en moeten vooral vrij met een schip benaderbaar zijn. Kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op circa 70 kilometer van deze locaties (zie Figuur 10.18).

Figuur 10.18 Ligging van baggerstortgebieden en -putten en windenergiegebied IJmuiden Ver.

10.8.2 Effectbeschrijving

Kavel Gamma ligt ruim buiten de aangewezen baggerstortlocaties en vormt daarom geen belemmering. De effecten ten aanzien van baggerstort daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Scheepvaart- en walradar

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden en Den Helder (zie Figuur 10.19). Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven en door de Kustwacht. Het maximale bereik van deze walradarposten is circa 50 km. Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op circa 70 kilometer vanaf de dichtstbijzijnde walradarpost.

Daarnaast zijn diverse platforms op zee uitgerust met een stand alone radarsysteem. Deze radars zijn niet geïntegreerd in een walradarketen en worden niet meegenomen in de beoordeling in dit MER. Schepen zijn ook uitgerust met radarsystemen ten behoeve van de navigatie. Deze worden wel beoordeeld.

Luchtvaartradar

In Nederland staan verschillende militaire en civiele radarposten die dienen voor de vliegveiligheid en de nationale veiligheid. Windturbines en hoogbouw kunnen verstoring op de radar veroorzaken. Voor de zeven defensieradars geldt een toetsingsgebied voor nieuwe windenergieplannen vanaf een bepaalde hoogte binnen een straal van 75 kilometer. Over het algemeen geldt dat des te groter de afstand tot een radarpost des te aanzienlijker de kans dat er geen onaanvaardbare effecten op de radarposten optreden.

Voor de civiele radars van Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) op Schiphol geldt een toetsingsplicht voor bouwplannen binnen een straal van 15 kilometer. De dichtstbijzijnde radar voor de luchtverkeers-begeleiding en -verdediging ligt in Den Helder (de Kooy) op circa 60 kilometer afstand vanaf kavel Gamma van het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie Figuur 10.20).

Voor de vliegveiligheid dient ook rekening te worden gehouden met de zogenaamde obstakelbeperkingsvlakken rondom luchthavens, en met mogelijke verstoring van navigatie- en communicatieapparatuur van Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL). Figuur 10.20 laat zien dat windenergiegebied IJmuiden Ver ruim buiten de obstakelvlakken van luchthavens en de toetsingsvlakken voor navigatie- en communicatieapparatuur van LVNL ligt.

Figuur 10.19 Walradarsystemen, het verkeerscheidingsstelsel en de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver.

Figuur 10.20 Luchtvaartradar en de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver.

10.9.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Scheeps- en walradar

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten het bereik van de walradarketen en zal hier geen effecten op hebben. Ten aanzien van scheepsradar is het echter aannemelijk dat er effecten op het radarbeeld kunnen ontstaan door windparken. De meest voorkomende effecten zijn dubbele reflecties en het afnemen van de kwaliteit van het radarbeeld. Het bereik, de nauwkeurigheid van het beeld en daarmee de betrouwbaarheid van de radar kunnen daardoor beperkt worden. Hieronder en in hoofdstuk 8 wordt hier verder op in gegaan.

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen:

- schaduweffecten: wanneer zich tussen de walradarpost en het te detecteren object (bijvoorbeeld een schip) een windturbine bevindt, ontstaat een schaduwkegel achter de windturbine waardoor het te detecteren object niet of minder op de radar verschijnt;
- valse schaduw door dubbele reflectie: als een windturbine zich nabij de radarpost bevindt, kan een te detecteren object tweemaal worden weergegeven op het radarscherm. De echte weergave komt direct vanaf het te detecteren object, de valse weergave ontstaat door weerkaatsing van echogolven van het te detecteren object vanaf een windturbine in de buurt;
- zijlus-effecten: bij radar treden naast de hoofdlus ook zijlussen op. Wanneer windturbines zich in de buurt van de radar bevinden kunnen reflecties ontstaan met deze zijlussen.

Een experiment op de simulator van MARIN[111] heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid)-functie van de scheepsradar af en toe de echo van een schip achter het windpark uit het beeld verliest. Dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen aan de andere kant van een windpark geen potentieel gevaar vormen. Het wordt pas gevaarlijk wanneer de echo wordt verloren op het moment dat beide schepen op dezelfde hoek van het windpark afstevenen. In deze situatie is echter de kans op het verlies van een echo kleiner, omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt, kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de obstakelvrije veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 meter en zijn de risico's nog lager.

Onderzoeken gebaseerd op het Engelse offshore windpark 'North Hoyle' komen tot een aantal conclusies met betrekking tot verschillende radar-, navigatie- en communicatieactiviteiten[112]:

- Global Positioning Systems (GPS): geen bewijs van verstoring van basisontvangst of positionele nauwkeurigheid;
- magnetisch gestuurde kompassen: geen bewijs van kompasafwijking;
- helikopterradar en communicatiesystemen: radiocommunicatie van zee naar een helikopter (en vice versa), communicatie tussen schepen en VHF-communicatie werken correct zonder verstoring. De radardetectie neemt af wanneer schepen binnen 100 meter van een turbine

[111] MARIN, Veiligheidsstudie offshore windpark West Rijn; Nieuwe VSS bij Rotterdam, 2006, Rapport Nr. 20232.621 IAS
[112] Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency, Martin Howard and Colin Brown, 15 November 2004.

komen. Daar dient rekening mee gehouden te worden tijdens SAR operaties. Reddingsacties bij beperkt zicht vanuit de lucht bleken moeilijk uit te voeren binnen een windpark. Het traceren van een helikopter rond het windpark is moeilijk, vanaf zowel schepen alsook vanaf de radar aan wal;
- het automatische identificatiesysteem (AIS): geconstateerd werd dat dit systeem geheel operationeel blijft op de schepen binnen het windpark;
- het bereik van kleine en grote scheeps- en walradars wordt beperkt. De turbines produceren schaduwgebieden, waardoor andere turbines en schepen niet ontdekt kunnen worden. Slechte weersomstandigheden versterken deze resultaten waarschijnlijk.

Uit deze resultaten blijkt dat met name aandacht aan radarstraalpaden geschonken moet worden. Voor windenergiegebied IJmuiden Ver zijn radarzichtbeperkingen echter beperkt. Het windpark ligt dermate ver uit de kust dat er geen significante invloed meer is op radarsystemen, aanloopgebieden en –routes, inclusief Vessel Traffic Service (VTS)-gebieden.

Voor windpark Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) is geconcludeerd dat het schaduweffect verminderd zou kunnen worden, als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd. Dit geldt ook wanneer er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines[113]. Deze sensor zou mogelijk ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing om een grotere afstand tussen schip en windturbines aan te houden. Een afstand van 1.400 meter is hiervoor voldoende. Op grotere afstand zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn, dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel. Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (route gebonden scheepvaart) is minimaal 1,24 NM (circa 2,3 kilometer).

In het onderzoek van Howard en Brown[112] komt naar voren dat de hoogte van turbines radarresponsies veroorzaakt en zijluseffecten en dubbele of meervoudige reflecties kunnen veroorzaken. Turbines kunnen van zijlussen worden onderscheiden, door bijvoorbeeld met een verlaagde ontvangstversterking (gain) de resolutie te vergroten. Een bijkomend effect hierbij is echter dat ontvangstsignalen van kleine schepen en boeien ook gereduceerd worden en wellicht niet meer te detecteren zijn binnen of nabij het windpark. Dit is een gebruikelijk verschijnsel. Reddingsboten die binnen of nabij het windpark varen, kunnen met een radar van 9 GHz probleemloos een klein object (boot) binnen het windpark detecteren. Met een VTS-radarsysteem is dit afregelen per radarsensor echter niet mogelijk door de eindgebruiker.
Op basis van vijf experimenten door Radio Holland[114] bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze windparken niet of nauwelijks leidt tot nadelige effecten op de detectie van schepen in de buurt van die windparken vanaf de wal. De veiligheidszone van 500 meter rondom windparken zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt eerder visueel zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels staan. Daarnaast liggen de (internationale) scheepvaartroutes minimaal op 1,24 NM (circa 2,3 kilometer) afstand van de windparken, waardoor er nabij hoekpunten voldoende ruimte is om naderende schepen tijdig te signaleren.

[113] TNO-FEL, 1999
[114] Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

De scheepvaartbegeleiding (VTS) heeft met AIS een ondersteunende sensor voor de opbouw van het verkeersbeeld en is niet meer alleen afhankelijk van de radarwaarnemingen. Voor de positiebepaling van schepen geeft een radarpositie de "ware" aanwezigheid van een object weer (verstoringen daargelaten) en geeft AIS een aanvullend of bevestigend beeld. De werking van AIS berust echter op een ander principe, waardoor nooit alleen op AIS-informatie vertrouwd kan worden voor de opbouw van het verkeersbeeld. Een belangrijke reden hiervoor is dat AIS relatief eenvoudig gemanipuleerd kan worden door verstoring van buitenaf (spoofing/jamming) of door (bewust) menselijk handelen (uitschakelen van AIS of het bewust uitzenden van andere posities). De overheid draagt zorg dat er in windparken volledige AIS dekking is door het plaatsen van AIS base stations op de TenneT platforms en zo nodig op de transition piece van een windturbine. Wel kan het zijn dat niet alle schepen met AIS worden waargenomen.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver, en daarmee ook kavel Gamma, vallen geheel buiten de dekking van de walradarketen en de VTS-gebieden voor de aanloop hiervan en zullen hier dus geen effect op hebben. De effecten op de scheeps- en walradar zijn – met inachtneming van de hierboven beschreven maatregelen – erg beperkt. De effecten ten opzichte van scheeps- en walradar worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Luchtvaartradar

Een windpark kan effect hebben op luchtvaartuigen door de verstoring van communicatie- en radarapparatuur. In principe vindt luchtverkeer op voldoende hoogte boven een windpark plaats om hier geen hinder van te ondervinden.

Tijdens reddingsoefeningen in het Engelse windpark North-Hoyle is gebleken dat radiocommunicatie van zee naar helikopter (en vice versa) en VHF-communicatie (Very High Frequency radiosignalen) correct werkten. In droge weersomstandigheden waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter[115]. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt.
Op basis van bovenstaande bevindingen en gezien de afstand van de kavel tot de dichtstbijzijnde luchtvaatradar (58 km tot radarsysteem De Kooy), is het niet te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. De effecten ten opzichte van luchtvaartradar worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

Scheepvaart- en walradar

Er treden geen negatieve effecten op voor de werking van de scheepvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase, omdat er voldoende gebruikelijke mitigerende maatregelen zijn. De hoekpunten van het windpark zullen zichtbaar gemaakt worden op het Automatic Identification System (AIS) door de Kustwacht. Hierbij worden virtuele Aid to Navigation (AtoN) berichten uitgezonden. Indien nodig wordt er gedurende de installatieperiode een mistwaarschuwing gegeven door de op dat moment aanwezige wacht- en installatieschepen. Als zij een schip op hun radar en/of AIS zien naderen, dan wordt dit schip

[115] Brown, C. Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm; Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal Air Force 'C' Flight 22 Squadron on March 22nd 2005. Maritime and Coastguard Agency, 2005.

opgeroepen en gewaarschuwd. Zo nodig wordt ook de Kustwacht geïnformeerd. De effecten worden voor alle inrichtingsalternatieven als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Luchtvaartradar

Tijdens de aanlegfase van het windpark zullen de gebieden waar constructiewerkzaamheden plaatsvinden, moeten worden gemarkeerd conform de IALA-richtlijn voor maritieme navigatiesystemen (IALA Maritime Buoyage System (MBS)). Er treden geen negatieve effecten ten aanzien van de werking van de luchtvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase (effectbeoordeling: 0).

10.10 Kabels en leidingen

10.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De kabels en leidingen die op de Noordzeebodem liggen vervullen een belangrijke functie. Telecomkabels dragen bij aan een kwalitatief hoogwaardige digitale connectiviteit. Elektrakabels en leidingen maken deel uit van de benodigde hoofdinfrastructuur van een betrouwbare, betaalbare en veilige energievoorziening. In het Programma Noordzee 2022 – 2027 zijn deze als activiteiten van nationaal belang aangewezen. Hierin worden ook onderhoudszones aangewezen aan weerszijden van deze kabels en leidingen. Deze zone zorgt voor voldoende fysieke ruimte, wanneer werkschepen onderhoud uitvoeren. Tabel 10.7 geeft de gebruikte onderhoudszones weer.

Na gebruik mogen bestaande pijpleidingen in voorkomend geval achtergelaten worden op de zeebodem, zolang dit schoon en veilig gebeurt. Er is een methode ontwikkeld om te bepalen of uit gebruik geraakte leidingen moeten worden verwijderd. De leidende criteria zijn daarbij: hinder voor ander gebruik, veiligheid, milieueffecten en kosten. Als de kabels en leidingen mogen blijven liggen moeten de eigenaren deze zelf reinigen en daarna jaarlijks inspecteren. In de praktijk blijven veel kabels en leidingen liggen. Per geval wordt ook beoordeeld of ze geschikt zijn voor toekomstig hergebruik voor CO_2- of H_2-transport.

Het Programma Noordzee 2022-2027[116] schrijft de uitgangspunten voor over aan te houden afstanden tot o.a. kabels en leidingen. Volgens deze uitgangspunten wordt bij de aanleg van windparken, ten opzichte van toekomstige en in gebruik zijnde elektriciteitskabels en leidingen, een zone van 500 meter aan weerszijden aangehouden. Ten opzichte van telecomkabels is dat in principe 750 meter.

Echter, met het oog op efficiënt ruimtegebruik, kunnen kleinere onderhoudszones aangehouden worden. Dit is doorgaans het geval in windenergiegebieden. Voor telecomkabels is daarom ook een zone van 500 meter aan weerszijden aangehouden in dit MER, zie ook Tabel 10.7. Voor verlaten kabels en leidingen wordt, in overeenstemming met de eigenaar, een zone van 150 meter aan weerszijden aangehouden in dit MER. Ook rondom de parkbekabeling van een windpark gelden deze onderhouds- en veiligheidszones. Deze bedragen 250 meter aan weerszijden.

Tabel 10.7 MER-uitgangspunt voor de aan te houden onderhouds- en veiligheidszone rondom kabels en leidingen. Bron: Programma Noordzee[116].

Status Soort	Toekomstig (m)*	In gebruik (m)*	Verlaten / buiten gebruik (m)*

[116] Noordzeeloket, Beleid, Programma Noordzee 2022-2027. Geraadpleegd 26 mei 2023 via https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/

Elektrakabel	500	500	150
Telecomkabel	500	500	150
Pijpleiding	500	500	150
Parkbekabeling	n.v.t	250	n.v.t.

* In overleg met de eigenaar /initiatiefnemer is het mogelijk tot een andere afstand overeen te komen.

De kabels van het net op zee voor IJmuiden Ver Gamma verzorgen de aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet. Figuur 10.21 toont de begrenzing van kavel Gamma en de nabijgelegen kabels, leidingen en hun onderhoudszones.

Figuur 10.21 Kabels, leidingen en onderhoudszones en de ligging van windenergiegebied IJmuiden Ver.

Bron: RWS, update december 2022

10.10.2 Effectbeschrijving

Tabel 10.8 toont de kabels en leidingen die direct in kavel Gamma liggen of daar direct aan grenzen.

Tabel 10.8 Kabels en leidingen in of direct aangrenzend aan kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver. Bron: RWS, update 2022.

Soort	Nummer	Vervoerd product	Beheerder	Status
Pijpleiding	PL0032PR	(Aard)gas	Wintershall Noordzee B.V.	In gebruik
Pijpleiding	PL0176PR	(Aard)gas	BBL Company V.O.F.	In gebruik
Pijpleiding	PL0190HS	Glycol	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.	In gebruik
Pijpleiding	PL0190PR	(Aard)gas	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.	In gebruik
Telecomkabel	KB0107	-	British Telecom	Toekomstig
Elektrakabel	KB0123	Elektriciteit	TenneT	Toekomstig

Verdere naburige kabels, leidingen en hun OVZ liggen op meerdere kilometers afstand van kavel Gamma. Zie Figuur 10.21. In de netto begrenzing van kavel Gamma is rekening gehouden met de in Tabel 10.8 beschreven genoemde nabijgelegen (toekomstige) kabels, leidingen en hun OVZ. De afstanden die daarin zijn aangehouden zijn die zoals weergegeven in Tabel 10.7. De effecten op aanwezige kabels en leidingen worden voor kavel Gamma daarom beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

10.11 Telecommunicatie

10.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen verloopt, naast via telecom- of glasvezelkabels, ook via zogenaamde straalpaden. Hierbij worden signalen overgedragen met een gerichte straal door de lucht. Op de Noordzee worden straalpaden gebruikt voor de communicatie tussen offshore platforms onderling en tussen platforms en de kust. Straalpaden op de Noordzee zijn niet planologisch beschermd en er bestaat geen verplichting om bij ruimtelijke projecten rekening te houden met straalpaden. De eigenaar van een straalverbinding is zelf verantwoordelijk voor een goede verbinding.

De routes van deze straalpaden worden zo gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan, omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken. Een windturbine die in een straalpad staat, kan mogelijk negatieve effecten hebben op de telecommunicatie. Om te beoordelen of, en zo ja, welke, effecten er mogelijk optreden, wordt het ‘toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines’ van Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI)[117] als uitgangspunt gehanteerd..

[117] Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines’. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.

Deze methode gaat ervan uit dat er geen effect van windturbines op de straalpaden bestaat, wanneer de windturbine op een afstand van een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone (zie Kader 10.1) verwijderd is van het straalpad. Doorgaans bedraagt de tweede fresnelzone een afstand van tientallen meters. Binnen deze afstand kan mogelijk een effect optreden, al is dat effect niet automatisch onaanvaardbaar. Met de eigenaar van de straalverbinding moet dan gezocht worden naar een mitigerende maatregel, bijvoorbeeld door een tussenzender te plaatsen. De mogelijke komst van een mobiel datanetwerk (4G/5G) op zee zal hierbij nieuwe mogelijkheden bieden en/of de rol van straalverbindingen volledig kunnen overnemen.

Kader 10.1 Straalpad Fresnelzone[117]

De aanbevolen afstand tussen een windturbine en een straalpad dient minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone te bedragen. De tweede fresnelzone wordt berekend op basis van de formule in het onderstaande figuur.

A = halve rotordiameter windturbine (m)

$B = 8{,}66\sqrt{\frac{2D}{f}}$ (m)

Waarbij:

f = frequentie (GHz)

D = straalpadlengte (km)

De aanbevolen afstand verschilt dus per straalpad. Voor een goede werking van de verbinding mag de mast van de windturbine (uitgaande van een maximale mastdiameter van 6 m) zich niet in het straalpad bevinden. Tevens is de hoogte van het straalpad relevant, aangezien het straalpad ook onder de rotorhoogte kan liggen. In dit geval heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad.

De afstand van een halve rotordiameter (A) plus de tweede fresnelzone (B) kan berekend worden volgens de formule hierboven. De hoogte van het straalpad is bepaald op basis van de hoogste zendmast (worst case).

Figuur 10.22 toont de positie van kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver ten opzichte van de dichtst bijgelegen straalpaden. Zoals te zien in de figuur doorkruist er een straalpad de kavel. Volgens de gegevens van de Antennekaart loopt dit straalpad op van een hoogte van 27 meter tot 65,2 meter en heeft het een frequentie van 7.670 MHz (7,670 GHz). De lengte van het straalpad is 39,5 km.

Figuur 10.22 Posities van straalpaden rondom windenergiegebied IJmuiden Ver.

Bron: www.antennekaart.nl

10.11.2 Effectbeschrijving

Zoals beschreven in hoofdstuk 4 is de bandbreedte van de rotordiameters voor de windturbines in IJmuiden Ver kavel Gamma 236 tot 280 meter. Met de formule in Kader 10.1, de bandbreedte van de rotordiameters en de gegevens van het straalpad dat kavel Gamma doorkruist, kan de aanbevolen afstand tussen de windturbines en het straalpad worden berekend. De aanbevolen afstand (halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone) is 146 meter (RD[118] van 236 m) tot 168 meter (RD van 280 meter). Op het smalste punt bedraagt de afstand tussen het straalpad en de kavelgrens circa 224 meter. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de aanbevolen afstand vanuit het toetsingscriterium van het RDI voor correct functioneren van het straalpad ruimschoots gehaald wordt.

De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0) aangezien het 'toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines' van Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI)[119] ruimschoots wordt gehaald, en de turbinebladen niet kunnen interfereren met het straalpad vanwege het hoogteverschil. De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

10.12 Militaire activiteiten en NGE'en

10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Militaire activiteiten

Defensie heeft op de Noordzee verschillende gebieden tot zijn beschikking voor test- en trainingsdoeleinden. Hiervoor zijn speciale gebieden aangewezen, zoals munitiestortlocaties, schietterreinen, (laag)vlieggebieden, of oefenterreinen voor mijnruimen. Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op grote afstand van munitiestortlocaties, schietterreinen en oefenterreinen voor mijnruimen, zie Figuur 10.23. Direct aangrenzend aan de noordkant van kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver ligt laagvlieggebied EDH-41 van defensie (zie Figuur 10.23).

Niet gesprongen explosieven

Op de Noordzee hebben tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog veel militaire activiteiten plaatsgevonden, waarbij verschillende soorten explosieven zijn gebruikt. Als gevolg hiervan zijn er over de gehele Noordzeebodem een onbekend aantal niet-gesprongen explosieven (NGE) achtergebleven, waarvan niet bekend is waar deze liggen. Bij de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase van een windpark bestaat de kans dat er onbedoeld contact met een NGE ontstaat. Wanneer er hierdoor een NGE onverwacht tot ontploffing komt vormt dat een ontoelaatbaar veiligheidsrisico. Om het risico van NGE'en in kaart te brengen is het windenergie-gebied IJmuiden Ver onderzocht.[120] Er is gekeken naar de historische oorlogs-gerelateerde gebeurtenissen in het gebied en op basis daarvan is risicoanalyse gemaakt. Daarin is duidelijk geworden dat er binnen IJmuiden Ver veelvoudig luchtaanvallen hebben plaatsgevonden en dat er in beide Wereldoorlogen mijnenvelden in en rond het gebied zijn gelegd. Het hele windenergie-gebied IJmuiden Ver moet daarom als verdacht worden beschouwd. Het soort NGE dat mogelijk achtergebleven is, waarvan het minstens aannemelijk is dat deze aanwezig is, staat in Tabel 10.9. De locatie van historische oorlogsactiviteiten of munitietreffingen is in weergegeven in Figuur 10.24.

[118] RD = rotordiameter van windturbine
[119] Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines'. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.
[120] REASeuro, UXO Desk Top Study Wind Farm Zone IJmuiden Ver, April 2020.

Figuur 10.23 Offshore defensiegebieden en de positie van windenergiegebied IJmuiden Ver.

Tabel 10.9 NGE-soorten in en rondom het gehele windenergiegebied IJmuiden Ver, waarvan de aanwezigheid op zijn minst aannemelijk is.[120]

NGE-soort	Oordeel t.a.v. aanwezigheidskans	Opmerkingen uit het onderzoek
Geschutmunitie	Aannemelijk	Duitse schepen, varende binnen het onderzoekgebied, hebben in ten minste twee gevallen met luchtafweergeschut gevuurd op geallieerde vliegtuigen. De inzet van luchtafweergeschut kan hebben geleid tot het achterblijven van NGE van geschutmunitie binnen het onderzoeksgebied. Verder is bekend dat binnen het onderzoeksgebied een scheepsgevecht heeft plaatsgevonden, en hebben er verschillende luchtaanvallen plaatsgevonden waarbij 20 mm boordkanonnen zijn ingezet. Derhalve is het aannemelijk dat NGE van geschutmunitie binnen het onderzoeksgebied is achtergebleven. Een deel van het onderzoeksgebied overlapt met een militair oefenterrein waarbinnen oefeningen met onder andere geschutmunitie werden uitgevoerd.
Torpedo's	Aannemelijk	Gedurende zowel de Eerste als de Tweede Wereldoorlog waren onderzeeërs actief binnen het onderzoeksgebied. Ten minste twee torpedoaanvallen zijn uitgevoerd binnen het onderzoeksgebied. Verder zijn er door geallieerde vliegtuigen veelvoudig aanvallen op Duitse onderzeeërs en ander vaartuigen die waren uitgerust met *torpedo's uitgevoerd binnen het onderzoeksgebied. Het tot zinken* brengen van dergelijke schepen kan leiden tot de aanwezigheid van *NGE van torpedo's binnen het onderzoeksgebied. De combinatie* van *de aanwezigheid van met torpedo's uitgeruste vaartuigen,* aanvallen op dit soort vaartuigen en aanvallen uitgevoerd door dit soort vaartuigen heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid *van NGE van torpedo's binnen het onderzoeksgebied aannemelijk* is.
Zeemijnen (WO 1)	Aannemelijk	Duits kaartmateriaal geeft een vermoedelijk Geallieerd mijnenveld binnen het onderzoeksgebied weer. Verder is bekend dat er verschillende mijnongelukken hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Er is weinig informatie bekend is over het ruimen van mijnen binnen het onderzoeksgebied. De aanwezigheid van mijnen en het plaatsvinden van mijnincidenten binnen het onderzoeksgebied heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van Britse mijnen, gelegd in de Eerste Wereldoorlog, aannemelijk is.
Zeemijnen (WO 2)	Waarschijnlijk	Het onderzoeksgebied bevindt zich tussen de Britse kust en de door Duitsers bezette Nederlandse kust. Gedurende de Tweede Wereldoorlog zijn er Duitse mijnenvelden (met mijnen en mijnenveegobstakels) in het onderzoeksgebied aangelegd. Daarnaast hebben verschillende mijnongelukken, ook buiten de bekende mijnenvelden, plaatsgevonden. De aanwezigheid van mijnen en het plaatsvinden van mijnincidenten binnen het onderzoeksgebied heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid *van NGE van Duitse mijnen en 'Sprengboje', gelegd in de Tweede* Wereldoorlog, waarschijnlijk is.
Sub- en afwerpmunitie	Waarschijnlijk	Uit het bronnenmateriaal is gebleken dat gedurende de Tweede Wereldoorlog verschillende geallieerde luchtaanvallen hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast vonden noodafworpen van geallieerde vliegtuigen vaak plaats boven de Noordzee. Ten minste twee noodafworpen hebben binnen het onderzoeksgebied plaatsgevonden. De grote hoeveelheid luchtaanvallen en het veelvoudig plaatsvinden van noodafworpen boven de Noordzee (en boven het onderzoeksgebied) heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van sub- en afwerpmunitie binnen het onderzoeksgebied waarschijnlijk is.

Figuur 10.24 Resultaten van het onderzoek naar risico's als gevolg van niet-gesprongen explosieven (NGE'en). De kaart toont de locaties van NGE'en, (mogelijke) mijnenvelden, luchtaanvallen, zeemijnincidenten, munitietreffen, scheepswrakken en zeeslagen, en de locatie van windenergiegebied IJmuiden Ver.

10.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Militaire activiteiten

Er zijn geen effecten op militaire schietgebieden, munitiestortgebieden en mijnenruimoefengebieden, omdat de daarvoor gebruikte gebieden op grote afstand van het windenergiegebied IJmuiden Ver liggen. Er is tevens geen effect op laagvlieggebied EHD-41 (dat direct aan kavel Gamma grenst) omdat er geen overlap is en luchtverkeer op de grens van het laagvlieggebied toch al weer de reguliere vlieghoogte bereikt moet worden. De effecten voor militaire activiteiten worden voor de kavel als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

Niet-gesprongen explosieven (NGE)

Figuur 10.24 toont aan dat op de locatie van kavel Gamma er bekende Duitse mijnenvelden uit de Tweede Wereldoorlog liggen, alsmede bekende locaties van historische luchtaanvallen. De daardoor mogelijke aanwezigheid van NGE'en in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg, het onderhoud en de verwijdering van een windpark. Aangezien mogelijke detonaties op schepen, personeel en omgeving een ontoelaatbaar risico zijn, zijn mitigerende maatregelen nodig, zodat deze risico's tot aanvaardbare proporties worden teruggebracht (zie paragraaf 10.18).

De effecten voor NGE worden voor de kavel als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -). De reden hiervoor is de waarschijnlijke aanwezigheid van NGE'en en de noodzaak om hier rekening mee te houden. De effectbeoordeling is niet onderscheidend voor de verschillende inrichtingsalternatieven.
Er zijn echter wel voldoende mitigerende maatregelen voorhanden (zie paragraaf 10.18).

10.13 Recreatie en toerisme

10.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Recreatievaart

Op de Noordzee vindt op grote schaal recreatievaart plaats, onder andere met zeil- en motorboten en chartervaart. Ook recreatievissers zijn in toenemende mate actief op de Noordzee, niet enkel aan de kust maar steeds vaker ook verder op zee. Recreatievisserij betreft vissen vanaf het strand, vanuit kleine boten en vanaf charterboten. Tevens varen er op de Noordzee grote schepen voor personenvervoer tussen Nederland en Groot-Brittannië. Figuur 10.25 toont de indicatieve scheepsvaartroutes voor recreatievaart op de Noordzee.

De recreatievaart en sportvisserij vanaf boten op de Noordzee kunnen wel effecten ondervinden. De recreatievaart, maar ook de grotere chartervaart, maakt voornamelijk gebruik van een 10 à 20 km brede zone langs de kust. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland met passagiersschepen. In principe is het ook voor de recreatievaart toegestaan om gebruik te maken van grotere scheepsvaartroutes.

Voor het oversteken van een scheepvaarroute (verkeersscheidingsstelsel) gelden speciale regels die aanvaringen moeten voorkomen. Het is verplicht de verkeersbaan zo haaks mogelijk over te steken (zonder correctie voor wind en stroom). Dit verkort de vaartijd door het stelsel en het maakt de bedoeling van het kruisende vaartuig duidelijk. Het gebied van windenergiegebied IJmuiden Ver wordt gebruikt door recreatieve passagiersschepen tussen Nederland en Engeland (zie Figuur 10.25).

De windparken zelf zijn, met uitzondering van bestemmingsvaart, niet toegankelijk. In de verkaveling van windenergiegebied IJmuiden Ver is hier rekening mee gehouden door het reserveren van ruimte voor een toekomstige clearway. Deze beoogde passage voor de scheepvaart ligt langs de zuidelijke grens van de kavel Gamma en is afgestemd op huidige vaarroutes. Hierdoor is het mogelijk om het windenergiegebied IJmuiden Ver, en daarmee dus ook kavel Gamma, veilig en ongehinderd te passeren. Ook visserijschepen mogen hiervan gebruik maken.

Kustrecreatie

Op de Noordzee vindt er een breed scala aan kustrecreatie plaats. Voorbeelden van kustrecreatie-activiteiten zijn surfen, waterskiën, vliegeren, zonnen, strandhoreca, kitesurfen en windsurfen. Offshore windturbines kunnen, afhankelijk van de afstand tot de kust, kustrecreatie tot hinder zijn door slagschaduw, geluid en visuele zichtbaarheid van de windturbines vanaf de kust.

Figuur 10.25 Indicatieve scheepsvaartroutes en kustrecreatiezones op de Noordzee. Met een rode kleur is indicatief de kavelgrens van windenergiegebied IJmuiden Ver kavel.

Figuur 10.26 Scheepsvaartroutes en kustrecreatiezones op de Noordzee. Met een rode kleur is indicatief de kavelgrens van IJmuiden Ver aangegeven.

10.13.2 Effectbeschrijving

Kustrecreatie

Er zijn geen effecten op kustrecreatie, omdat de daarvoor gebruikte gebieden op grote afstand van het windenergiegebied IJmuiden Ver. Op basis van resultaten uit voorgaande zichtbaarheidsanalyses, blijkt dat objecten op een afstand van 48,6 kilometer tijdens de zomerperiode ongeveer 1% van de tijd zichtbaar zijn, oftewel een gemiddelde van 1 dag tijdens de periode mei – oktober. Op die dag is het park gemiddeld 0,8% van de dagperiode zichtbaar. Dit komt neer op ongeveer 7 minuten. Aangezien de windturbines in dit MER verder weg zullen komen te liggen dan de 48,6 kilometer uit die analyse, namelijk op minimaal 53 kilometer, zullen de effecten ook kleiner zijn en zal de totale zichtbaarheidsduur zelfs minder dan de hierboven genoemde 7 minuten per jaar zijn (zie ook hoofdstuk 9).

Recreatievaart

Het beleid voor de planperiode 2022-2027 staat doorvaart in gerealiseerde windenergiegebieden alleen onder voorwaarden toe in speciaal aangewezen doorvaartpassages, in andere gevallen dient de scheepsvaart een 500 meter veiligheidszone tot windparken aan te houden[116]. Deze worden ingericht als een tweerichtingsverkeersstelsel waar scheepvaart het windenergiegebied kan passeren. De uiteindelijke ligging en oriëntatie van de nieuwe doorvaartpassages moet per windenergiegebied verder worden uitgezocht, onder andere door het verzamelen en analyseren van vaarbewegingen van de visserij en de recreatievaart. Het gebruik van de doorvaartpassages wordt toegestaan voor schepen tot 46 meter lengte. Daarmee zijn de passages geschikt voor de kottervloot en een groot deel van de recreatievloot. Schepen mogen ook ’s nachts gebruik maken van de doorvaartpassages, mits ze hiervoor zijn toegerust.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt ver buiten de gebieden die doorgaans voor recreatievaart worden gebruikt, maar kan wel hinder veroorzaken voor passagiersschepen tussen Nederland en Engeland. Desondanks bestaat de kans dat een windpark in kavel Gamma in beperkte mate resulteert in omvaren voor de recreatievaart. Het toewijzen van een clearway, zoals voorgenomen in het Programma Noordzee 2022-2027, zal de noodzaak tot omvaren voor een groot deel kunnen mitigeren. De effecten op recreatievaart worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

Omdat er meer obstakels op zee worden geplaatst waar recreatievaartuigen tegenaan kunnen varen (namelijk de turbines), zal de kans op aanvaringen voor recreatievaart en sportvissers licht toenemen. Dat effect wordt verder in hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid beschreven.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten, in strijd met de regels, te dicht bij de windturbines komen en in aanvaring komen met een windturbine. Dit risico is ten opzichte van het veel grotere vrachttransport (zie hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de grotere wendbaarheid van recreatievaartuigen.

10.14 Cultuurhistorie en archeologie

10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Verspreid over de Noordzee kunnen cultuurhistorische en archeologisch waardevolle objecten op of in de bodem voorkomen. Deze mogelijke archeologische waarden kunnen bijvoorbeeld scheeps- of vliegtuigwrakken zijn. Vaak moet er nog vastgesteld worden of deze objecten daadwerkelijk als archeologische waarden gezien moeten worden en is de locatie ervan niet precies bekend. Tijdens de installatie van windturbines, funderingen en kabels mogen archeologische waarden niet aangetast worden. Wanneer vissers of andere Noordzee gebruikers contact maken met mogelijke archeologisch waarden, wordt dit gerapporteerd en opgenomen in een database van Rijkswaterstaat. Het object krijgt daarbij een Nationaal Contactnummer Nederland, een zogenaamd NCN-nummer toegewezen.

Conform de Erfgoedwet (2016) is het verplicht om archeologisch onderzoek uit te voeren, waarin de aanwezigheid van mogelijke archeologische waarden wordt onderzocht. De eerste stap is het archeologische bureauonderzoek, dat tot doel heeft de archeologische verwachting voor het gebied te bepalen. De resultaten hiervan, en die van het geofysische vervolgonderzoek in het veld, worden hieronder gepresenteerd voor zover zij relevant zijn voor dit MER. Figuur 10.28 geeft de resultaten hiervan weer.

Archeologisch bureauonderzoek

Het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft een hoge archeologische verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en gevechtsvliegtuigen uit de Tweede Wereldoorlog. Het is ook waarschijnlijk dat er plaatselijk goed bewaarde prehistorische landschappen liggen, met hieraan gerelateerde resten van paleolithische en vroeg-mesolithische kampplaatsen.

Er zijn in totaal 37 contacten met mogelijke archeologische waarden gerapporteerd in de directe omgeving van het windenergiegebied IJmuiden Ver. Bij 8 daarvan is vastgesteld dat het object geen archeologische waarde kent. De overige 29 contacten zijn mogelijk wel van archeologische waarde. Daarnaast zijn er in de Tweede Wereldoorlog veel vliegtuigen in de Noordzee neergestort. Vele honderden daarvan zijn nog niet gelokaliseerd en het is aannemelijk dat deze ook binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver aanwezig zijn.

Figuur 10.27 laat de gebieden zien waar mogelijk prehistorische resten met archeologische waarden verwacht kunnen worden. Het betreffen mogelijke resten uit het late paleolithische en mesolithische tijdperk, waarvan ze naar verwachting voorkomen in de volgende bodemstructuren: de Boxtel Formatie, het Bruine Bank Laagpakket en Stuwallen.

Figuur 10.27 Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten.[121] De blauwe contour geeft netto kavel Gamma aan.

Geofysisch veldonderzoek

Als aanvulling op het archeologische bureauonderzoek is er een geofysisch veldonderzoek uitgevoerd naar de archeologische waarden in windenergiegebied IJmuiden Ver.[121] Hierbij hebben onderzoeks-schepen een grote hoeveelheid geofysische data van het gebied verzameld met verschillende sensoren (side scan sonar, magnetometer, multibeam echosounder en subbottom profiler). Er is ook gekeken naar de ligging van prehistorische landschappen waar mogelijk archeologische waarden in aanwezig kunnen zijn.

[121] Perplus, Netherlands Enterprise Agency. Archaeological Assessment of Geophysical Survey results, IJmuiden Ver Gamma. Geraadpleegd 29 mei 2023 via https://offshorewind.rvo.nl/

De resultaten geven een aantal concrete aandachtspunten waarmee rekening gehouden moet worden tijdens de aanleg van een windpark in het gebied. Zo bevestigen de onderzoeksresultaten de locatie van 5 bekende NCN-wrakken van mogelijke archeologische aard (blootgesteld op de zeebodem) en de verwachte aanwezigheid van 3 bekende NCN-objecten met mogelijke archeologische waarden die niet zijn aangetroffen in het geofysisch veldonderzoek. Ook zijn er 5 nieuwe sites gedetecteerd met mogelijke archeologische waarden (waarvan 3 scheepswrakken en 2 ankers) en zijn er 224 ijzerhoudende objecten gedetecteerd die zijn begraven in de zeebodem. Tot slot zijn er ook 7 vibrocore-samplinglocaties en 1 boorput aangetroffen, waarvan de aanwezigheid, integriteit en behoud van prehistorische landschappen moet worden onderzocht.

Het onderzoek adviseert om in een gebied van 100 meter rondom de 237 locaties met (mogelijke) archeologische waarden geen bodemverstorende bouwactiviteiten uit te voeren. Voor objecten die zijn blootgesteld begint deze 100 meterzone vanaf de randen van de site-grens. De 100 meter adviesafstand geldt ook voor de gevonden ijzerhoudende objecten.

Er bestaat altijd een kans dat archeologische waarden pas worden ontdekt tijdens de aanleg van een windpark als deze dieper in de bodem liggen. Het onderzoek adviseert om de werkzaamheden onder passieve archeologische begeleiding uit te voeren, waarbij er ten alle tijden een archeoloog opgeroepen kan worden. Daarmee kan vertraging in de aanleg voorkomen worden en worden voldaan aan de Erfgoedwet.

10.14.2 Effectbeschrijving

Binnen kavel Gamma zijn verschillende objecten aangetroffen die als (mogelijke) archeologische waarden beschouwd moeten worden (Figuur 10.28). De kans bestaat dat er tijdens de aanleg van de windturbinefunderingen en de parkbekabeling archeologische waarden worden aangetast. Deze kans is, naast aanwezigheid van archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en de oppervlakte van de funderingen en de erosiebescherming.

Diepe archeologische waarden kunnen worden aangetast door de oppervlakte van de funderingen die diep de bodem in gaan. De totaaloppervlakte van de funderingen dat diep de bodem in gaat bedraagt minimaal 2.800 m^2 voor een tripod fundering (15 MW), tot 70.700 m^2 voor een suction bucket fundering (20 MW) (zie Tabel 10.1). Ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte is dit zeer gering. Daarom is de kans dat er tijdens het aanbrengen van de funderingen diepe archeologische resten worden aangetast ook zeer gering.

Ondiepe archeologische resten kunnen door de totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming en door het ingraven van de parkbekabeling, worden aangetast. Het toepassen van gravity based funderingen en suction bucket funderingen (20 MW) heeft met 1.767.100 m^2 de grootste totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming (zie Tabel 10.1). Ook deze oppervlakte is, ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte, zeer gering. Bovendien zijn de locaties van ondiepe archeologische waarden bekend.

In een zone van 100 meter rondom (mogelijke) archeologische waarden mogen geen bodemberoerende activiteiten plaatsvinden. Daaronder valt dus ook het plaatsen van windturbines. In overleg met

Rijkswaterstaat is het wellicht mogelijk om deze zones voor specifieke situaties te verkleinen. Daarbij bestaat de kans dat deze objecten met mogelijke archeologische waarden niet-gesprongen explosieven (NGE'en) kunnen zijn.

Wanneer de zone van 100 meter niet vermeden kan worden, is aanvullend onderzoek nodig om de aard en waarde van het object te bepalen. Als dit aantoont dat het object niet als archeologische waarde wordt beschouwd en dat het niet om een NGE gaat, kan de 100 meter zone op die locatie vrijgegeven worden. Het kan nodig zijn om het object te ruimen. Het risico van NGE'en wordt in paragraaf 10.12 beschreven.

Indien er tijdens de aanleg van het windpark (mogelijk) archeologische waarden worden aangetroffen, dan moet dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden.

De effecten op cultuurhistorie en archeologie worden voor de kavel licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De reden hiervoor is de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden en de noodzaak om hier rekening mee te houden. Hoewel er verschillen zijn in effecten tussen beide alternatieven (veel en weinig erosiebescherming), worden de verschillende alternatieven gezien de geringe absolute omvang van de effecten niet onderscheidend beoordeeld.

Figuur 10.28 Locatie van aangetroffen (mogelijke) archeologische waarden.[121]

10.15 Bestaande windparken

10.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

Figuur 10.29 laat de bestaande en geplande windparken in de omgeving van windenergiegebied IJmuiden Ver zien. IJmuiden Ver zal in totaal ruimte bieden aan drie windparken van elk 2 GW. Deze windparken zullen elkaar onderling beïnvloeden door windafvang. De twee zuidelijke kavels liggen op korte afstand van elkaar en zullen onderling zorgen voor merkbare windafvang.

Het (op het moment van schrijven nog onvergunde) windpark Lagelander Zuid grenst direct aan kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver. Daardoor zullen er naar verwachting (in de toekomst) ook merkbare windafvangeffecten optreden. Verder liggen er binnen een afstand van ca. 30 kilometer nog andere (geplande) windenergiegebieden, te weten: Nederwiek I, II & III, Lagelander Zuid en Noord, Hollands Kust West en IJmuiden Ver kavels Alpha en Beta (zie Figuur 10.29). Ook hier zullen naar verwachting windafvangeffecten optreden. De windafvangeffecten op de elektriciteitsopbrengst van bestaande Nederlandse en buitenlandse windparken wordt beschreven in hoofdstuk 11 - Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.

10.15.2 Effectbeschrijving

Door de relatief korte afstand tot andere geplande windparken zullen er naar verwachting windafvangeffecten plaats vinden welke de opbrengsten negatief kunnen beïnvloeden. Alhoewel er bij de inrichting van windparken enigszins rekening kan worden gehouden met de aanwezigheid van andere windparken en turbines, zullen de windparken op de Noordzee impact hebben op elkaar. In hoofdstuk 11 wordt hier verder op ingegaan bij de cumulatieve effecten. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier enige invloed op, maar niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling tussen alternatieven.

Figuur 10.29 Bestaande en geplande windparken op de Noordzee.

10.16 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er effecten optreden op overige gebruiksfuncties. De meeste effecten worden neutraal beoordeeld, omdat deze gering van omvang of op voorhand uit te sluiten zijn. Dit komt mede, doordat er bij de locatiekeuze van de windenergiegebieden al rekening is gehouden met deze gebruiksfuncties. Hieronder volgt een korte beschrijving van de effectbeoordeling per onderwerp. De effectbeoordelingen voor de diverse inrichtingssalternatieven zijn daarbij niet onderscheidend.

Tabel 10.10 laat voor elk onderwerp de effectbeoordeling voor kavel Gamma zien. Uit de beoordeling blijkt dat de inrichtingssalternatieven niet zorgen voor een verschil in effectbeoordeling. Ten aanzien van de meeste gebruiksfuncties is sprake van geringe effecten en is de effectbeoordeling neutraal. Dit is het geval voor de effecten op burgerluchtvaart, kustwacht, militaire luchtvaart, zand-, grind- en schelpenwinning, baggerstort, luchtvaartradar, wal- en scheepsvaartradar, kabels en leidingen, straalpaden, militaire activiteiten, recreatievaart en kustrecreatie.

De effecten op de visserij als geheel worden als licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. Ook de effecten op helikopterverkeer zijn als licht negatief beoordeeld vanwege de doorkruising van de HMR (KZ45) en beperkte overlap met HPZ-zone Unicorn B. De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Tot slot is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van windenergiegebied HKW, waarop beperkte windafvang plaats kan vinden.

Ten aanzien van mijnbouw en NGE’en is de beoordeling negatief. Voor de mijnbouw zijn de effecten negatief beoordeeld vanwege wingebieden voor koolwaterstoffen (met geldende vergunningen) die grotendeels overlappen met kavel Gamma. Binnen de kavels is de aanwezigheid van NGE’en daarnaast zeer aannemenlijk, waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Hiermee kunnen de effecten goed gemitigeerd worden.

Tabel 10.10 Effectbeoordeling van het windpark in kavel Gamma tijdens de exploitatie fase. Effect van de onderzochte onderwerpen van het aspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Effectscore
Visserij	Beperkingen visserij	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0
	Interferentie helikopterverkeer	0/-
	Interferentie Kustwacht	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie luchtvaartradar	0
	Interferentie wal- en scheepsvaartradar	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie militaire activiteiten	0
	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0
	Beperkingen kustrecreatie	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-

10.17 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten op de overige gebruiksfuncties als neutraal beoordeeld zijn. Er worden wel (licht) negatieve effecten verwacht ten aanzien van de visserij, helikopterverkeer (luchtvaart), mijnbouw, niet gesprongen explosieven (NGE), cultuurhistorie en archeologie en bestaande windparken. In cumulatie kunnen deze effecten sterker worden en ook optreden voor de andere onderwerpen die op zichzelf als neutraal zijn beoordeeld.

In deze paragraaf wordt toegelicht welke effecten, in cumulatie met andere bestaande en middels kavelbesluit vergunde windparken, te verwachten zijn. Deze cumulatieve effecten zijn te verwachten voor de visserij en in mindere mate voor archeologie, NGE en recreatievaart. De cumulatieve effecten op de elektriciteitsopbrengst van bestaande windparken worden in hoofdstuk 11 onderzocht.

Visserij

Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. In totaal bedragen alle aangewezen windenergiegebieden uit de originele en aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 circa 8% van het NCP.[122] Het gebied dat daardoor verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Omdat de demersale visserij doorgaans gebruik maakt van kleinere schepen, die minder ver en lang op zee kunnen uitvaren, zal de cumulatieve gebiedssluiting door windparken op het NCP daar meer effect op hebben dan op de pelagische visserij. Bij de locatiekeuze van toekomstige windenergiegebieden worden naar verwachting doorvaartpassages gerealiseerd. Vissersschepen tot 46 meter mogen hier van gebruik maken waarmee de noodzaak tot omvaren beperkt wordt.

Het toekomstige cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025, vergroten dit effect. Het relatieve belang van de visgronden binnen de geplande windenergiegebieden op het NCP zal voor de Nederlandse demersale visserij dan ook toenemen naarmate andere gebieden worden afgesloten en uitwijkmogelijkheden voor de visserij verder worden beperkt.

Archeologie en NGE

Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologische resten worden aangetast of gevonden, of dat NGE'en worden getroffen. De realisatie van de kavels binnen windenergiegebied IJmuiden Ver vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar.

Recreatievaart

Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt, omdat deze tot 24 meter wordt toegelaten binnen bepaalde windparken (Prinses Amalia Windpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee) en er in sommige andere windparken passagemogelijkheden zijn. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.

10.18 Mitigerende maatregelen

Visserij

Een mogelijke maatregel die de effecten voor de visserijsector kan verzachten is de mogelijkheid voor passieve visserij binnen toekomstige windparken. Echter, onderzoeken laten vooralsnog zien dat voor de betrokken partijen in zijn geheel, de baten momenteel niet op lijken te wegen tegen de kosten.

[122] Waarvan: 0,60% Borssele, 0,62% Hollandse Kust (zuid), 0,51% Hollandse Kust (noord), 0,59% Hollandse kust (west), 0,27% Ten noorden van de Wadden (totaal), 0,81% IJmuiden Ver, 0,42% IJmuiden Ver Noord, 0,99% Doordewind, 1,48% Lagelander, 1,66% Nederwiek.

Mijnbouw

Een mogelijke mitigerende maatregel voor de negatieve effecten op mijnbouw is een verplaatste boorlocatie, niet direct boven het olie- of gasveld; het is technisch mogelijk om op enkele kilometers afstand van het veld een boorplatform te plaatsen en met een schuine boring het veld te bereiken. In welke mate dit mogelijk is hangt af van de locatie en de kenmerken van het veld.

Niet-gesprongen explosieven (NGE) en archeologie

Ten aanzien van NGE is geofysisch (bathymetrisch) onderzoek nodig om de veiligheid te garanderen. De locatie van een windturbine en de ligging van pakbekabeling kan hier vervolgens op worden aangepast (micro-siting). Als dat niet mogelijk is moet het explosief worden geruimd. Zie voor de aanbevelingen het uitgevoerde bureauonderzoek van REASeuro. Ten aanzien van archeologische waarden kan aantasting ook voorkomen worden door micro-siting of het archeologisch object te ruimen. De negatieve effecten kunnen hiermee volledig gemitigeerd worden waardoor de effectbeoordeling neutraal wordt (effectbeoordeling: 0).

10.19 Leemten in kennis

Het is nog niet volledig bekend hoe de luchtverkeersveiligheid van het helikopterverkeer van en naar het helikopterlandingsplatform op de TenneT platforms binnen IJmuiden Ver onderzocht of gewaarborgd worden. Het uitgangspunt is dat de hiervoor vrij gehouden ruimte, die in overeenstemming met TenneT is vastgesteld, voldoende is.

Buiten de reeds genoemde onderwerpen waarop nader onderzoek plaatsvindt, zijn er voor het milieuaspect overige gebruiksfuncties geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

11 Elektriciteitsopbrengst, vermeden emissies en circulariteit

11.1 Inleiding

De reden voor het bouwen van windparken op zee is de hernieuwbare elektriciteit die zij opwekken en de uitstoot van schadelijke (broeikasgassen) die daardoor vermeden wordt. Hoe hoger de elektriciteits-opbrengst, hoe beter. In tegenstelling tot de meeste andere hoofdstukken, is het onderzochte milieueffect in dit hoofdstuk dan ook positief van aard.

De hoeveelheid vermeden emissies houdt direct verband met de hoeveelheid opgewekte elektriciteit van een windpark. Hoe meer hernieuwbare elektriciteit een windpark opwekt, hoe minder niet-hernieuwbare elektriciteit door conventionele (fossiele) energiecentrales opgewekt hoeft te worden. En, hoe minder elektriciteit deze energiecentrales opwekken, hoe minder schadelijke (broeikasgas) emissies zij uitstoten.

De belangrijkste beperkende factor in de elektriciteitsopbrengst van windparken op zee is de maximale capaciteit van de aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet. Deze bepaalt immers hoeveel van de opgewekte elektriciteit er daadwerkelijk getransporteerd en gebruikt kan worden. Voor de kavels in windenergiegebied IJmuiden Ver is de aansluitcapaciteit vastgesteld op maximaal 2,3 gigawatt (GW) per kavel.

Daarnaast is de elektriciteitsopbrengst afhankelijk van het aantal turbines en hun maximale vermogen, het windklimaat, maar ook de opstelling en onderlinge tussenafstand van de turbines. Wanneer veel turbines erg dicht op elkaar staan zorgt dit bijvoorbeeld voor een hogere “windafvang”. Windturbines die verderop in de wind staan, kunnen daardoor minder elektriciteit opwekken.

Ondanks de complexe samenhang tussen deze verschillende factoren, kan er nog vóór de bouw van een windpark op zee een goede indicatie van de elektriciteitsopbrengst, en de daardoor vermeden emissies, worden gegeven.

Voor dit MER zijn er opbrengstberekeningen voor twee situaties uitgevoerd. De eerste doorgerekende situatie betreft de huidige situatie inclusief een windpark in kavel Gamma, de tweede betreft een cumulatiesituatie waarbij additioneel nabijgelegen windparken zijn meegenomen waarover nog geen definitief besluit is genomen.

Hierna wordt voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver beschreven voor welk alternatieven er is gekozen binnen de bandbreedte, volgens welk beoordelingskader de alternatieven onderzocht worden, en ten opzichte van welk nulalternatief de beoordeling plaatsvindt. Tevens wordt benodigde energie voor het realiseren van windenergie beschreven en wordt de circulariteit van wind op zee op hoofdlijnen behandeld. Vervolgens worden de effecten beschreven en beoordeeld, en wordt stilgestaan bij cumulatie-effecten en eventuele mitigerende maatregelen en leemten in kennis.

11.2 Te beschouwen bandbreedte en alternatieven

De fysieke omvang van een windpark bepaalt voor een belangrijk deel de negatieve milieueffecten die door het windpark optreden. In de te beschouwen bandbreedte voor dit MER staan dan ook met name onderwerpen die hierop betrekking hebben, zoals het maximaal aantal turbines per kavel of de maximale rotordiameter. Hoewel deze onderwerpen ook invloed hebben op de elektriciteitsopbrengst, hangt deze met name af van het totaal opgesteld vermogen van ca. 2 GW per kavel.

In eerdere MER's is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 2 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (134 x 15 MW = 2.010 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (100 x 20 MW = 2.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling is dan ook gelijk voor beide alternatieven. In dit hoofdstuk zal daarom slechts één turbinevermogen (15 MW) worden onderzocht, met drie mogelijke turbineaantallen (134, 140 of 153). De kenmerken van de alternatieven staan in Tabel 11.1 en zijn gebruikt als invoer voor het rekenmodel van de opbrengstberekening.

Er is gekozen voor een alternatief met het maximaal mogelijke aantal turbines met een nominaal vermogen van 15 MW per turbine. Op het moment van schrijven is er nog vrijwel geen praktijkervaring of gebruiksdata van 15 MW turbines. Daarom is er in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de International Energy Agency (IEA) zijn opgesteld voor een 15 MW referentie(onderzoeks-)turbine met een rotordiameter van 240 meter en een ashoogte van 150 meter (Offshore reference-15.000 IEA).

Tabel 11.1 Onderzochte alternatieven voor Elektriciteitsopbrengst en Vermeden emissies voor IJmuiden Ver kavel Gamma.

Onderwerp	Bandbreedte MER	Alternatief 134 x 15 MW turbines (geen overplanting)	Alternatief 140 x 15 MW turbines (5 % overplanting)	Alternatief 153 x 15 MW turbines (15 % overplanting)
Aantal turbines	Maximaal 140	134	140	153
Windturbinetype (referentie)	n.v.t.	Offshore 15.000 reference (IEA)	Offshore 15.000 reference (IEA)	Offshore 15.000 reference (IEA)
Nominaal vermogen van windturbine	Minimaal 15 MW	15 MW	15 MW	15 MW
Rotordiameter	236 – 280 m	240 m	240 m	240 m
Tiplaagte	Minimaal 25 m	30 m	30 m	30 m
Tiphoogte	Maximaal 305 m	270 m	270 m	270 m
Ashoogte	n.v.t.	150 m	150 m	150 m

Voor de ontwikkeling van windenergie geldt dat het maximale nominale vermogen van de nieuwste generatie windturbines steeds verder toeneemt. De vermogensdichtheid van het rotoroppervlak geeft een relatie tussen rotordiameter en het nominaal vermogen van een turbine. Tabel 11.2 laat deze relatie zien voor verschillende afmetingen en vermogens en biedt een houvast voor mogelijke afmetingen die toekomstige turbines met een nominaal vermogen tot 20 MW kunnen hebben.

De gekozen referentieturbine, met een nominaal vermogen van 15 MW en een rotordiameter van 240 meter heeft een vermogensdichtheid van ca. 330 tot 340 W/m^2. Een 20 MW turbine met een vergelijkbare vermogensdichtheid zal dan een rotordiameter van circa 274 tot 278 meter kennen.

Tabel 11.2 Relatie tussen rotordiameter, nominaal vermogen, en de vermogensdichtheid van het rotoroppervlak. Rotordiameters buiten de bandbreedte van dit MER zijn grijs gearceerd. Bron: ECN.

Nominaal vermogen van turbine	15 MW	16 MW	17 MW	18 MW	19 MW	20 MW
Vermogensdichtheid rotoroppervlak (W/m^2)						
250	276	285	294	303	311	319
260	271	280	289	297	305	313
270	266	275	283	291	299	307
280	261	270	278	286	294	302
290	257	265	273	281	289	296
300	252	261	269	276	284	291
310	248	256	264	272	279	287
320	244	252	260	268	275	282
330	241	248	256	264	271	278
340	237	245	252	260	267	274
350	234	241	249	256	263	270
360	230	238	245	252	259	266
370	227	235	242	249	256	262
380	224	232	239	246	252	259
390	221	229	236	242	249	256
400	219	226	233	239	246	252
410	216	223	230	236	243	249
420	213	220	227	234	240	246
430	211	218	224	231	237	243
440	208	215	222	228	234	241
450	206	213	219	226	232	238
460	204	210	217	223	229	235
470	202	208	215	221	227	233
480	199	206	212	219	224	230
490	197	204	210	216	222	228
500	195	202	208	214	220	226
510	194	200	206	212	218	223
520	192	198	204	210	216	221

11.3 Beoordelingskader

De beoordelingscriteria die gebruikt worden om de effecten op de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies te beoordelen staan in Tabel 11.3 en zijn kwantitatief van aard.

Tabel 11.3 Overzicht deelaspecten en beoordelingscriteria voor Elektriciteitsopbrengst en Vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst [MWh per jaar]
Vermeden emissies	CO_2-emissie reductie [ton per jaar]
	SO_2-emissie reductie [ton per jaar]
	NO_x-emissie reductie [ton per jaar]

11.4 Berekende situaties

Een windpark in kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver kan door 'windafvang' negatieve effecten hebben op de opbrengst van andere windparken op zee, en andere kavels binnen hetzelfde windenergiegebied. Op diezelfde wijze kan een windpark in kavel Gamma dit ook ondervinden van andere parken. Het wel of niet meenemen van deze windparken in de opbrengstberekeningen kan de berekende elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies beïnvloeden.

In de berekeningen wordt daarom rekening gehouden met twee scenario's; een nulscenario en een cumulatiescenario. De situatie in het nulscenario omvat alle windparken die gerealiseerd of in aanbouw zijn, of waarvoor een definitief kavelbesluit is genomen. Omdat het effect van windparken die verder liggen dan 50 kilometer minimaal is, worden die niet in de berekening meegenomen. Van alle Nederlandse windparken binnen 50 kilometer zijn op het moment van schrijven enkel voor het noordelijke deel van Hollandse kust (west) definitieve kavelbesluiten genomen. Verder zijn er wel enkele vergunde windenergiegebieden in het Britse deel van de Noordzee waar ook rekening mee gehouden moet worden in de energieopbrengsten.

De cumulatiesituatie omvat alle windparken uit de Routekaart 2030, en de ontwikkelingen in het buitenland. Ook voor de cumulatiesituatie geldt dat windparken verder dan 50 kilometer niet zijn meegenomen.

In het nulscenario zijn, naast het windpark in kavel Gamma van IJmuiden Ver, windparken in twee gebieden meegenomen (zie Figuur 11.1):

- het noordelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust (west) met een opgesteld vermogen van 1,52 GW
- windenergiegebied Hollands Kust (noord) met een opgesteld vermogen van 0,7 GW
- het Engels windenergiegebied Wind Farm East Anglia 3 met een opgesteld vermogen van 1,4 GW[123].

[123] WF East Anglia 3 heeft de status "Consented". Bron: https://wwwthecrownestate.co.uk/en-gb/what-we-do/asset-map/, geraadpleegd 13-04-2022

Opgemerkt wordt dat windpark Prinses Amalia reeds is verwijderd op het moment dat IJmuiden Ver kavel Gamma is gerealiseerd en dus niet is meegenomen in het nulscenario.

In de cumulatiesituatie zijn, naast de windparken uit de huidige situatie, ook de windparken in de volgende windenergiegebieden meegenomen, zie ook Figuur 11.1:

- de twee andere kavels binnen windenergiegebied IJmuiden Ver (kavels Alpha en Bèta) met een gezamenlijk opgesteld vermogen van circa 4 GW,
- een kavel binnen het zuidelijke deel van windenergiegebied Hollandse Kust West met een opgesteld vermogen van 760 MW,
- windenergiegebieden Nederwiek Zuid en Noord met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 4 GW, en
- twee Britse windenergiegebieden binnen Norfolk Vanguard East en Norfolk Boreas met een opgesteld vermogen van 3,6 GW (twee keer 1,8 GW).

In Tabel 11.4 is aangegeven welke windparken in de opbrengstberekeningen zijn meegenomen voor de huidige situatie, inclusief een windpark in kavel Gamma. Ook is er aangegeven welke windparken er daarnaast zijn meegenomen in de opbrengstberekening van de cumulatiesituatie (zie ook paragraaf 11.7 Cumulatie).

Tabel 11.4 Kavels van windenergiegebieden op zee die onderdeel zijn van het nulscenario of het cumulatiescenario voor de studie gericht op kavel Gamma.

Windenergiegebied, kavel(s)	Land	Opgesteld vermogen	Meegenomen in
IJmuiden Ver kavel Gamma	NL	2,3 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Wind Farm East Anglia 3	GB	1,4 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Hollandse Kust West kavel VI - VII	NL	1,52 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Hollands Kust Noord	NL	0,7 GW	Nulscenario + cumulatiescenario
Hollandse Kust West kavel VIII	NL	0,76 GW	Cumulatiescenario
IJmuiden Ver kavel Alpha + Beta	NL	4 GW	Cumulatiescenario
Nederwiek Zuid	NL	2,3 GW	Cumulatiescenario
Nederwiek Noord	NL	2,3 GW	Cumulatiescenario
Norfolk Vanguard East	GB	1,8 GW	Cumulatiescenario
Norfolk Boreas	GB	1,8 GW	Cumulatiescenario

Figuur 11.1 Ligging Offshore windparken en turbineposities opbrengstberekening voor IJmuiden Ver kavel Gamma. Ter indicatie is het alternatief met 134 x 15 MW weergegeven

11.5 Effectbeschrijving

Het vermogen van een windturbine wordt uitgedrukt in megawatt (MW). De netto elektriciteitsopbrengst van een windturbine wordt uitgedrukt in MWh of kWh en hangt hoofdzakelijk af van een aantal factoren:

- De locatie van de turbine: op open zee waait het harder dan op land;
- Het rotoroppervlak: hoe langer de bladen, des te groter het rotoroppervlak en hoe meer wind wordt omgezet in elektriciteit;
- Oriëntatie van de opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten) en onderlinge afstand tussen de windturbines bepalen de mate waarin de ene windturbine wind afvangt voor de andere (zogeffect);
- De hoogte van de windturbine: op grotere hoogte waait het harder en is de windstroom minder turbulent.

De afstand tussen de turbines en de oriëntatie van het windpark zijn bepalende factoren voor de 'windafvang'. Dit zogenaamde zogeffect (of wake-effect) is het effect waarbij het windveld van een turbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeffecten neemt de opbrengst van een windpark af. Zogeffecten worden kleiner naarmate de afstand tussen windturbines groter wordt. De te verwachten energieopbrengst is tevens afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines en hangt mede af van weersomstandigheden en het seizoen (het windklimaat).

11.5.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Om de vergelijking tussen hernieuwbare en conventionele (fossiele) energiebronnen te maken voor wat betreft reductie van schadelijke (broeikasgas)emissies, wordt de substitutiemethode van RVO gebruikt zoals beschreven in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Herziening 2015[124]. Met deze methode wordt elke bijdrage van een hernieuwbare energiebron teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de te vervangen conventionele energiebron. Dit is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie.

Deze substitutiemethode maakt het mogelijk de verschillende energiebronnen (en ook warmte, elektriciteit en gas) op gelijke basis met elkaar te vergelijken en sluit aan bij de gedachte dat het verbruik van hernieuwbare energie vooral als gewenst wordt gezien vanwege het vermijden van het verbruik van fossiele primaire energie en de gerelateerde broeikasgasemissies. De reductie van CO_2, NO_x en SO_2 wordt bepaald aan de hand van de elektriciteitsopbrengst en emissiefactoren per hoeveelheid geproduceerde energie. De in dit hoofdstuk gebruikte kentallen en toelichting zijn weergegeven in Tabel 11.5.

[124] Centraal Bureau voor de Statistiek, 2015. Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Herziening 2015. Bron: https://www.cbs.nl/-/media/cbs/onze-diensten/methoden/onderzoek/pdf/protocol-monitoring-hernieuwbare-energie2015-rvo-cbs.pdf, geraadpleegd 17-03-2023.

Tabel 11.5 Kentallen substitutiemethode vermeden emissies

Kentallen	Waarde	Toelichting
Elektriciteitsverbruik per woning	2.730 kWh per jaar	Woning is gedefinieerd als BAG-object met woonfunctie. (CBS, referentiejaar 2021).
Rendement elektriciteitscentrales	46,9 %	Elektrisch rendement op primaire fossiele energie (Lower Heating Value). (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor CO_2	64,0 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor NO_x	0,03 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).
Emissiefactor SO_2	0,02 kg/GJ	Uitstoot per GJ geproduceerde primaire energie door centrale, stationaire energiebronnen. (CBS, referentiejaar 2019).

In Tabel 11.6 zijn de elektriciteitsopbrengsten voor twee alternatieven van IJmuiden Ver kavel Gammaweergegeven voor het nulscenario. Ook de emissiereducties van CO_2, NO_x en SO_2 zijn berekend en uitgedrukt in ton per jaar. De energieopbrengstwaarden zijn berekend met het rekenmodel WindPro en zijn hier nadrukkelijk ter indicatie opgenomen, aangezien de opbrengst afhankelijk is van het daadwerkelijk te bouwen windturbinetype en de uitgangspunten als parkeffecten en windsnelheid.

Bij de bepaling van de energieopbrengst wordt onderscheid gemaakt tussen bruto-, park- en netto energieopbrengst. De bruto energieopbrengst is de opbrengst zonder (omgevings-gerelateerde) opbrengstverliezen. De park energieopbrengst neemt alleen de verliezen door zogeffecten mee. In bijlage 9 zijn de berekeningen van de bruto- en park energieopbrengst uit WindPro opgenomen. Naast zogeffecten leiden andere factoren ook tot opbrengstverliezen. Op basis van expert judgement zijn verliespercentages ingeschat. Dit zijn schattingen op basis van ervaring bij andere windparken. De netto energieopbrengst houdt rekening met al deze verliespercentages.

Tabel 11.6 Elektriciteitsopbrengsten voor IJmuiden Ver kavel Gamma en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke turbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder) voor de opstellingen met 134 x 15 MW (geen overplanting), 140 x 15 MW (5 %-overplanting) en 153 x 15 MW (15 %-overplanting) in het nulscenario.

Onderwerp	**Alternatieven**		
	Alternatief 134 x 15 MW	**Alternatief 140 x 15 MW**	**Alternatief 153 x 15 MW**
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte [m/s]	10,20	10,20	10,20
Bruto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	10.393.085	11.428.641	12.490.639
Zogverlies [%]	13,2	14,0	14,8
Park elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	9.500.166	9.829.844	10.640.282
Beschikbaarheidsverliezen [%]	5,2	5,2	5,2
Prestatieverliezen [%]	2,0	2,0	2,0
Elektraverliezen [%]	3,6	3,6	3,6
Omgevingsverliezen [%]	2,5	2,5	2,5
Curtailment-verliezen [%]	0	0	0
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst[125] [%]	24,2	24,9	25,8
Netto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	**8.300.525**	**8.588.501**	**9.296.575**
Netto elektriciteitsopbrengst [GJ/jaar]	**29.881.890**	**30.918.604**	**33.467.670**
CO_2-reductie [ton/jaar]	1.912.441	1.978.790.630	2.141.931
NO_x-reductie [ton/jaar]	896	928	1.004
SO_2-reductie [ton/jaar]	598	618	669

11.5.2 Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het bouwen, onderhouden en verwijderen van een windpark kost energie en heeft daarmee een impact op het milieu. Al binnen één jaar tijd heeft een windpark méér energie opgewekt dan er wordt gebruikt in zijn hele levenscyclus. Deze energetische terugverdientijd van windturbines en windparken wordt al een ruime tijd door verschillende (wetenschappelijke) bronnen bevestigd.[126,127,128]

[125] Het totale verliespercentage is niet gelijk aan de som, maar aan het product van individuele verliezen. Dit komt doordat de verliezen onderling afhankelijk zijn. Het totale verliespercentage wordt gevonden met de volgende formule: Totale verliezen = 1-(1-P1)*(1-P2)*…*(1-Px) met Px = individueel opbrengstverlies X uitgedrukt in %.
[126] Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf
[127] Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf
[128] Banou, A., Laurent, A., & Olsen, S. I. (2016). Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application. Applied Energy, 180, 327-337. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.058

Ter indicatie, Siemens Gamesa Renewable Energy heeft voor offshore windpark met 8 MW turbines een levenscyclusbeoordeling (Life Cycle Assessment – LCA) uitgevoerd volgens internationale standaarden.[129] Daarbij wordt bekeken welke energie en materialen er gedurende de hele levenscyclus van het windpark nodig zijn en welke milieu-impact die hebben. Daaruit blijkt een energetische terugverdientijd van circa 7 maanden. Tijdens de hele levenscyclus produceert het windpark ruim 40 keer meer energie dan het gebruikt. Zolang in de levenscyclus ook fossiele brandstoffen worden gebruikt heeft windenergie een kleine, indirecte CO_2 uitstoot.

De CO_2-uitstoot over de hele levenscyclus van het hierboven beschreven windpark bedraagt 6 gram per kWh. Voor kolencentrales ligt dit circa tussen de 700 en 1.700 gCO_2eq/kWh, en voor gascentrales tussen de 300 en 900 gCO_2eq/kWh.[130] Van de totale milieu-impact van het hierboven beschreven windpark, uitgedrukt in gram CO_2-equivalent per kWh, is 71% afkomstig van het winnen van grondstoffen en de verwerking ervan tot de juiste materialen, met name staalproductie (44%). Het bouwen van de componenten heeft hierin een bijdrage van 6%, en de installatie en exploitatie 23%. De ontmanteling van het windpark kan deze milieu-impact met bijna 20% reduceren wanneer de gebruikte materialen gerecycled worden. Voor een verdere reductie zijn afspraken tussen alle partijen in de waardeketen nodig.

11.5.3 Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg tussen de 12,0 en 13,4 % in 2021; een groei van 0,5 tot 1,9 procentpunt ten opzichte van de 11,5% in 2020[131]. De Rijksoverheid wil het percentage duurzame energie laten groeien. De Rijksoverheid heeft zich in het Klimaatakkoord tot doel gesteld dat het aandeel hernieuwbare elektriciteit in de totale elektriciteitsproductie 70% is.

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2021 (bron: StatLine[132]). Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 2.332 PJ (waarvan ca. 16,5 % elektriciteit). Dit is gelijk aan 647 TWh en wordt ook wel het totaal bruto energetisch eindverbruik genoemd. Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver levert met een energieproductie van 8.300 GWh (in het geval van de 134 x 15 MW turbineopstelling) een extra bijdrage van 1,28 %-punt aan een duurzame energieproductie (t.o.v. van 2021). Deze productie komt overeen met het elektriciteitsverbruik van respectievelijk circa 3.040.000 huishoudens[133].

[129] Siemens Gamesa Renewable Energy, A clean energy solution – from cradle to grave, Environmental Product Declaration SG 8.0-167 DD.
[130] IPCC 2014, Chapter 7 – Energy Systems. Bron: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf Geraadpleegd 10-08-2022.
[131] Hernieuwbare energie in Nederland 2021. Bron: CBS, 30 september 2022, https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2022/39/hernieuwbare-energie-in-nederland-2021. Geraadpleegd 14-03-2023.
[132] StatLine, OpenData.CBS.nl. Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik. Gewijzigd op: 15 december 2022. URL: https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table?ts=1678798735451, geraadpleegd op 14-03-2023.
[133] Dit is niet hetzelfde als dat de elektriciteit ook daadwerkelijk naar zoveel huishoudens toegaat en wordt gebruikt door huishouders. Dit geeft een indicatie van de omvang van de opwek, maar de elektriciteit zal het openbare elektriciteitsnetwerk voeden en worden afgenomen door in potentie alle elektriciteitsgebruikers die op het openbare elektriciteitsnetwerk zijn aangesloten.

11.5.4 Circulariteit wind op zee

Circulariteit richt zich op efficiëntere omgang met grondstoffen, materialen, producten en afval. Daardoor is circulariteit is van groot belang voor offshore windparken. De constructie van een offshore windpark is een complex en kostbaar proces, waardoor het essentieel is om materialen en grondstoffen zo efficiënt mogelijk te gebruiken. Door de principes van circulaire economie toe te passen, kunnen offshore windparken duurzamer worden ontwikkeld en kan de impact op het milieu worden verminderd.

Circulariteit heeft geen direct lokaal milieu of omgevingseffect ten aanzien van de projectlocatie. Het is een overkoepelend begrip voor het sluiten van kringlopen en ketens waardoor de impact op het milieu vermindert. Circulariteit sluit aan bij maatschappelijke discussies, bij beleid en bij de werkwijze van bedrijven. Vandaar dat het begrip circulariteit ook wordt gebruikt in de milieueffectrapportage. Als een overheid eigen circulariteitsbeleid heeft, dan vraagt de Commissie voor de milieueffectrapportage om minimaal te beschrijven in hoeverre het project bijdraagt aan de doelen van dat beleid[134].

EU-beleid

In 2020 publiceerde de Europese Commissie het ‘Circulaire economie actieplan voor een schoner en concurrerender Europa’. Dit plan werd in het kader van de Green Deal gepresenteerd. Het actieplan stelt als doel dat duurzame producten de norm worden in Europa en zet in op het voorkomen van afval en hergebruik van producten.

Beleid Rijksoverheid

Nederland heeft ten aanzien van dit thema het Rijksbrede programma ‘Nederland circulair in 2050’ opgesteld met doelstellingen en beleidslijnen. In het Rijksbrede programma Nederland Circulair 2050 uit 2016 is de focus gelegd op vijf prioritaire sectoren en grondstoffenketens: biomassa en voedsel, kunststoffen, maakindustrie, bouw en consumptiegoederen[135]. Deze ketens zijn om meerdere redenen gekozen: vanuit het belang van de Nederlandse economie, vanwege de grote milieudruk, omdat er binnen al veel maatschappelijke energie bestaat voor de transitie naar een circulaire economie en omdat ze aansluiten bij de prioriteiten van de Europese Commissie.

In de aanloop naar het Nationaal Programma Circulaire Economie (2023-2030) hebben de transitieteams binnen deze prioritaire ketens productgroepen geselecteerd met de sterkste effecten op het gebied van klimaatverandering, milieuvervuiling, biodiversiteitsverlies en leveringsrisico’s. Ze hebben voor deze prioritaire productgroepen adviesroutekaarten uitgewerkt, met daarin doelen per productgroep én routes om deze doelen te realiseren. Door de focus te leggen op een aantal productgroepen is de verwachting dat er sneller meer impact gemaakt kan worden en duidelijker richting gegeven kan worden naar een circulaire economie. Circulaire windparken is als een van de prioritaire productgroepen aangedragen.

Het effectdoel voor de productgroep Circulaire windparken is identiek aan het effectdoel van de gehele maakindustrie, dat wil zeggen een bijdrage aan 2,2 Mton CO_2-reductie en een bijdrage aan het verbeteren van de leveringszekerheid van de maakindustrie.

[134] https://www.commissiemer.nl/actueel/nieuws/circulariteit-en-milieueffectrapportage
[135] https://open.overheid.nl/documenten/ronl-a6ce8220-07e8-4b64-9f3d-e69bb4ed2f9c/pdf

De circulariteitsdoelen hangen samen met de belangrijkste ontwikkelingen in de maakindustrie en met dat internationale karakter van de sector. Deze doelen zijn:

- 100 procent secundair gebruik van windturbine-materialen in 2050
- Verplichte toepassing van gerecyclede materialen in een windturbine
- Verminderen ‘virgin’ materialen

Deze circulariteitsdoelen hangen samen met het behalen van de volgende prestaties:

- Circulaire windparken als prioritair thema benoemd krijgen in de nieuwe Ecodesign-richtlijn
- Circulaire tender criteria
- 100 procent traceerbaarheid van materialen in waardeketens in 2030
- Samenhangend onderzoeksprogramma opzetten
- Inkoop circulaire windparken op land versnellen
- De afweging tussen circulariteit van materialen en CO_2-reductie is helder
- Harmonisatie van (althans een deel van) het beleid inzake windenergie

Europees en nationaal beleid zal invloed gaan hebben op de ontwikkeling, exploitatie en ontmanteling van offshore windparken.

Technische stand van zaken

De eerste generatie windturbines raken nu aan het einde van hun levensduur en worden vervangen door moderne windturbines. Windturbines kunnen al voor 85% tot 90% worden hergebruikt. De onderdelen met de meeste massa van een windturbine - de fundering, toren en onderdelen van de versnellingsbak - zijn gemaakt van staal en/of beton en daarmee goed recyclebaar. In windturbines worden zeldzame metalen gebruikt in de constructie van de generator. Dit is specifiek het geval bij modellen met generatortypes welke zijn voorzien van permanente magneten. Deze magneten zijn opgebouwd uit diverse zeldzame metalen, waardoor een magneet ontstaat met uitzonderlijk sterke en duurzame magnetische eigenschappen. Recycling van permanente magneten is in de EU nog niet op schaal ontwikkeld vanwege een combinatie van regelgevende, financiële, toeleverings- en technologische beperkingen. Andere turbines zijn uitgerust met een elektromagnetisch geïnduceerd magneetveld (gebruikmakend van elektromagneten, gemaakt van koper en ijzer), deze zijn wel te recyclen. Windturbinebladen (de wieken) vormen ook een uitdaging. Windturbinebladen zijn gemaakt van composietmaterialen die de prestaties van de windturbine verbeteren door lichtere en langere bladen mogelijk te maken. De complexiteit van dit composietmateriaal vereist specifieke recyclingprocessen. Daarom is het heel belangrijk om al in de ontwerpfase van nieuwe bladen rekening te houden met de end-of-life fase van de windmolens. Dit is technisch al mogelijk door gebruik te maken van een combinatie van materialen die na afloop eenvoudiger te scheiden zijn. Bovendien heeft windturbinefabrikant Vestas in 2023 bekend gemaakt een proces te ontwikkelen om turbinebladen op epoxybasis te kunnen recyclen. Hiervoor is geen wijziging in het ontwerp of samenstelling van het bladmateriaal nodig. Oude turbinebladen op basis van epoxy worden zo de grondstof voor nieuwe turbinebladen.

Tenderprocedure

Windenergiegebied IJmuiden Ver bestaat uit 3 kavels (Alpha, Beta en Gamma). Circulariteit worden bij alle kavels als rangschikkingscriteria opgenomen in de tenderfase. Op deze manier worden marktpartijen gestimuleerd om windparken een verantwoorde wijze te realiseren en exploiteren, en om de duurzame leveringszekerheid van grondstoffen te stimuleren. Circulariteit kan op dit moment nog niet als voorwaarde in de kavelbesluiten van IJmuiden Ver worden opgenomen vanwege een ontoereikende wettelijke grondslag in de Wet windenergie op zee[136]. Het onderwerp circulariteit wordt om bovenstaande redenen niet verder behandeld in dit MER.

11.6 Effectbeoordeling

De overplantingsalternatieven met 140 x 15 MW en 153 x 15 MW windturbines geven een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal turbines (153 > 140 > 134). Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de drie alternatieven zeer positief beoordeeld (effectbeoordeling: ++), zie Tabel 11.7.

Tabel 11.7 Overzicht effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en emissiereductie zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 134 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 140 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 153 x 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++	++	++
Vermeden emissies	CO_2-emissie reductie	++	++	++
	SO_2-emissie reductie	++	++	++
	NO_x-emissie reductie	++	++	++

11.7 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebieden op de Nederlandse en Britse Noordzee zal de productie van duurzame energie verder toenemen. In cumulatie treden dan ook meer positieve effecten op ten aanzien van de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies.

Echter, door de toename aan windparken in elkaars nabijheid nemen onderlinge zogeffecten toe. Hierdoor kunnen de elektriciteitsopbrengst, en daarmee de positieve effecten, verminderen. Om deze effecten te kunnen duiden is er een tweede opbrengstberekening uitgevoerd. Die berekening gaat niet uit van de huidige situatie, maar van de cumulatiesituatie. In Tabel 11.4 is voor kavel Gamma opgenomen welke Nederlandse en Britse windparken onder dit scenario vallen.

[136] Kamerbrief 4 november 2022. Vergunningverlening windenergie op zee IJmuiden Ver (4 GW)

De resultaten voor het cumulatiescenario zijn voor kavel Gamma weergegeven in Tabel 11.8. Ten opzichte van het nulscenario (zie Tabel 11.6) is er een toename in zogverlies te zien. Door de toename van die zogeffecten is ook de elektriciteitsopbrengst en hoeveelheid vermeden emissies kleiner. Het aantal vollasturen per jaar neemt af van 4130 tot 3605 dankzij de 'windafvang' van andere windparken. De zogverliezen zijn met 11,0 %-punt toegenomen van 13,2 tot 24,2 % (voor de opstelling met 134 turbines), en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 12,7 % van 8,300 GWh/j tot 7,245 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 12,7 %.

Tabel 11.8 Elektriciteitsopbrengsten voor IJmuiden Ver kavel Gamma en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke turbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder) voor de opstelling met 134 x 15 MW, 140 x 15 MW en 153 x 15 MW turbines in het cumulatiescenario.

Onderwerp	**Cumulatiescenario**		
	Alternatief 134 x 15 MW (geen overplanting)	**Alternatief 140 x 15 MW (5 %-overplanting)**	**Alternatief 153 x 15 MW (15 %-overplanting)**
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte [m/s]	10,20	10,20	10,20
Bruto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	10.939.085	11.428.642	12.490.639
Zogverlies [%]	24,2	24,9	25,8
Park elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	8.291.389	8.588.221	9.272.072
Beschikbaarheidsverliezen [%]	5,2	5,2	5,2
Prestatieverliezen [%]	2,0	2,0	2,0
Elektraverliezen [%]	3,6	3,6	3,6
Omgevingsverliezen [%]	2,5	2,5	2,5
Curtailment-verliezen [%]	0	0	0
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst[137] [%]	33,8	34,4	35,4
Netto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	**7.245.481**	**7.502.499**	**8.099.998**
Netto elektriciteitsopbrengst [GJ/jaar]	**26.083.732**	**27.008.996**	**29.159.993**
CO_2-reductie [ton/jaar]	1.669.359	1.728.576	1.866.240
NO_x-reductie [ton/jaar]	783	810	875
SO_2-reductie [ton/jaar]	522	540	583

Onzekerheid berekening zogverliezen

Voor de berekening van de zogverliezen is gebruikt gemaakt van de beschikbare wake-modellen binnen WindPro. Deze zijn met name geschikt voor het modelleren van zogverlies (wakes) binnen kleinere windparken, en minder geschikt voor de cumulatieve opbrengstberekening zoals hierboven. Hoewel deze modellen zich blijven verbeteren, neemt de complexiteit van de berekeningen snel toe naarmate er een groter gebied wordt gemodelleerd waarin de opeenstapeling van wake-effecten minder goed kan worden gemodelleerd.

[137] Het totale verliespercentage is niet gelijk aan de som, maar aan het product van individuele verliezen. Dit komt doordat de verliezen onderling afhankelijk zijn. Het totale verliespercentage wordt gevonden met de volgende formule: Totale verliezen = 1-(1-P1)*(1-P2)*…*(1-Px) met Px = individueel opbrengstverlies X uitgedrukt in %.

De praktijk leert dat de wake-verliezen in deze gevallen vaak worden onderschat, zowel in lengte van de wake als in intensiteit. De genoemde resultaten zijn gebaseerd op het PARK-2 model. Dit model is gevalideerd op basis van productiedata van bestaande windparken en heeft daardoor een empirische grondslag.

Binnen de windenergie-sector vindt veel en grootschalig onderzoek plaats om de offshore gebieden beter te kunnen modelleren en de onderliggende, vaak complexe, fysische processen beter te begrijpen. Dit toont aan dat er nog geen consensus bestaat welke methodiek het meest nauwkeurig en geschikt is. Voor het huidige MER is het doel om de verschillen aan te tonen tussen scenario's. De gebruikte modellen zijn hiervoor voldoende geschikt.

11.8 Mitigerende maatregelen

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent enkel positieve milieu effecten. Daarom bestaan er geen mitigerende maatregelen. Wel is het mogelijk dat mitigerende maatregelen ten behoeve van andere milieuaspecten leiden tot een lagere opbrengst, bijvoorbeeld door stilstandvoorzieningen. Naar verwachting is het effect van deze maatregelen op de elektriciteitsopbrengst echter gering in verhouding tot de totale opbrengst van het windpark.

11.9 Leemten in kennis

Het milieuaspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kent significante leemten in kennis. Naar verwachting geven de opbrengstberekeningen in dit hoofdstuk een goede indicatie van de werkelijk te behalen opbrengst. Met een windmeetcampagne kan een meer accurate benadering van het windklimaat worden gesimuleerd die leidt tot betrouwbaardere resultaten, echter deze is niet beschikbaar op het moment van schrijven. In opdracht van RVO RPS wordt in IJmuiden Ver een meetcampagne uitgevoerd om meteorologische en oceanografische gegevens te leveren.[138] Ook zijn er momenteel geen gegevens van daadwerkelijk in productie zijnde 15 MW offshore turbines beschikbaar. Er is in de berekeningen gebruik gemaakt van de turbinekenmerken die door de IEA zijn opgesteld voor een fictieve, 15 MW onderzoeksturbine (Offshore reference-15.000 IEA). Het gebruik hiervan leidt naar verwachting niet tot significant andere resultaten.

[138] Rijksoverheid, offshore wind. IJmuiden Ver Offshore Wind and Water Site Assessment. Geraadpleegd 20 april 2023 via https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/4c4cb8e3-a1c7-404f-917f-a2f6e0d8c803/wind-en-water-ijmuiden-ver.

12 Conclusie

12.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een conclusie van dit MER. In paragraaf 12.2 is kort het wettelijk kader aangegeven waaraan de bevindingen van de effectbeoordeling in de voorgaande hoofdstukken getoetst zijn. Paragraaf 12.3 geeft een overzicht van de milieubeoordeling. Paragraaf 12.4 gaat in op de cumulatie van effecten, en paragraaf 12.6 licht de effecten toe die landgrensoverschrijdend zijn. Paragraaf 12.7 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 12.8 is het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een bandbreedte die gehanteerd wordt in het kavelbesluit inclusief te nemen mitigerende maatregelen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (12.9) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.10).

12.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels, vleermuizen en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. De toets die ingevolge de Omgevingswet dient te worden uitgevoerd, wordt conform de Wet windenergie op zee geïntegreerd in het kavelbesluit. Het bevoegd gezag beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de soortenbescherming. Ten behoeve van de toetsing aan de Omgevingswet voor de gebiedsbescherming is een Passende Beoordeling uitgevoerd (zie Bijlage 8). Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden.

Kader 11.1 Stikstof

In de Passende Beoordeling is ook ingegaan op het effect van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de aanleg, exploitatie en verwijdering van een windpark. Hieronder volgt een korte samenvatting. De AERIUS-calculator[1] kan de verspreiding van stikstofemissies door de lucht simuleren, en daarmee berekenen welke deposities hierdoor verwacht worden ter plaatse van stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden. De AERIUS-calculator (versie 2022) laat enkel resultaten zien op maximaal 25 km van de emissiebron. Dit is gedaan op basis van een kabinetsbesluit (kamerbrief 9 juli 2021 (kenmerk DGS / 21173346), omdat effecten op grotere afstanden conform wetenschappelijke rapportages met de huidige rekeninzichten niet tot individuele projecten zijn toe te wijzen. Binnen deze afstand van 25 km van relevante emissiebronnen (buiten het heersende verkeersbeeld) zijn geen Natura 2000-gebieden gelegen waarbinnen stikstofgevoelige habitattypen zijn gelegen. Daarmee kan geconcludeerd worden dat er geen significant negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht tijdens de aanlegfase van IJmuiden Ver kavel Gamma.

Voor de exploitatiefase kan een depositie nagestreefd worden van (afgerond) 0,00 mol NOx/ha/jaar.

Dat betekent concreet dat, binnen de kaders van de Omgevingswet, kavel Gamma op het gebied van stikstof uitvoerbaar is.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de (KEC 4.0) normstelling beschreven om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen en zeehonden. Het planologische beschermingsregime ten aanzien van Natuurnetwerk Nederland is van toepassing op de gehele Noordzee (EEZ). In paragraaf 2.3 van bijlage 4 is aangegeven hoe de werking

van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruitziet.

12.3 Effecten binnen de bandbreedte

In de voorgaande hoofdstukken zijn de alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie beschouwd en beoordeeld. In deze paragraaf worden de effecten binnen de alternatieven samengevat zonder uitvoering van mitigerende maatregelen voor kavel Gamma. De alternatieven bestaan in dit MER uit de uitersten per aspect die binnen de bandbreedte mogelijk zijn. Het gaat er in dit MER niet om een keuze voor één van beide alternatieven te maken, maar om na te gaan wat de effecten zijn die kunnen optreden bij windparken die binnen de bandbreedte aangelegd worden.

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven voor kavel Gamma weer per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria. Hierbij is uitgegaan van een 7 puntenschaal (inclusief marginale effecten: 0/- en 0/+) zoals gehanteerd in de hoofdstukken met de effectbeschrijving en -beoordeling. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Omdat er in dit hoofdstuk een samenvatting van de effectbeoordeling van de voorgaande hoofdstukken wordt gegeven, is de omschrijving van de beoordelingscriteria vereenvoudigd.

In dit MER is een bandbreedte beoordeeld op milieueffecten. Voor zover mogelijk in het kader van het MER is onderzocht wat de maximale bandbreedte is, waarbinnen de effecten zich kunnen voordoen. In dit licht is per aspect onderzocht wat de worst case en de best case situatie is. Deze kunnen per aspect verschillend zijn.

12.3.1 Morfologie en hydrodynamica

Voor het aspect morfologie en hydrodynamica zijn twee basisalternatieven en vier overplantingsalternatieven onderzocht. De twee basisalternatieven zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering. Hieronder staan de twee basisalternatieven beschreven. De effectbeoordeling staat in Tabel 11.9.

- Alternatief 1 (minste bodemberoering, **best case**): een 15 MW-turbine op een tripod fundering met een doorsnede van 3 meter per poot. Erosiebescherming (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.
- Alternatief 2 (meeste bodemberoering, **worst case**): een 20 MW-turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 50 meter of op een suction bucket fundering met een doorsnede van 30 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming voor beide gevallen (stortstenen): driemaal de diameter van de voet.

Naast de basisalternatieven zijn er ook vier overplantingsalternatieven van 5 en 15 % beschouwd. Hierbij worden er in plaats van 100 (20 MW) en 134 (15 MW) respectievelijk het volgende aantal windturbines geplaatst:

- 106 en 140 windturbines (5%)
- 115 en 153 windturbines (15%)

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het geplande windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang.

Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard en daarmee niet van natuurlijke events te onderscheiden. Dit resulteert veel neutrale beoordelingen. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen, voor zover 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 aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het parkbekabelingtracé en is van tijdelijke aard. Alleen bij een gravity based fundering zijn de effecten als gevolg van de grotere dimensies van de fundering iets groter en scoort daarmee negatief.

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten, met name voor overplanting van 15%. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven vanwege een aantal extra turbines ten opzichte van de basisalternatieven met 100 à 134 turbines is echter dusdanig klein dat de effecten zeer beperkt zijn. Dit heeft geleid tot een zelfde effectenbeoordeling voor de overplantingsalternatieven als voor de basisalternatieven (Tabel 11.9).

Tabel 11.9 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1a (15 MW)	Alternatief 2a (20 MW)	Overplantings-alternatief 1b (5%) (15 MW)	Overplantings-alternatief 2b (5%) (20 MW)	Overplantings-alternatief 1c (15%) (15 MW)	Overplantings-alternatief 2c (15%) (20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodemvormen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

12.3.2 Vogels en vleermuizen

Alternatief 1a/b/c (134 tot 153 turbines x 15 MW) leidt tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan Alternatief 2a/b/c (100 tot 115 turbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat Alternatief 1 met meer en kleinere turbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 153) dan alternatief 2 (naar schatting max. 115). Alternatief 2 is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief met meer turbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel 11.10.

Tabel 11.10 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in IJmuiden Ver op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
Aanlegfase vogels						

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
- aanleg funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanlegfase vleermuizen						
- aanleg funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase vogels						
Lokale zeevogels						
- aanvaringen	--	--	--	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	-	-	-	-	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	-	-	-	-	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000						
- aanvaringen	--	--	--	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	0	0	0	0	0	0
Gebruiksfase vleermuizen						
- aanvaringen	-	-	-	-	-	-
- barrièrewerking	0	0	0	0	0	0
- habitatverlies	0	0	0	0	0	0
- indirecte effecten	-	-	-	-	-	-
Verwijderingsfase vogels						
- weghalen funderingen	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 1c	Alternatief 2a	Alternatief 2b	Alternatief 2c
Windturbines	134 * 15 MW ø 236 m	140 * 15 MW ø 236 m	153 * 15 MW ø 236 m	100 * 20 MW ø 280 m	106 * 20 MW ø 280 m	115 * 20 MW ø 280 m
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfase vleermuizen						
- weghalen funderingen	0	0	0	0	0	0
- toegenomen scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

12.3.3 Onderwaterleven

De effecten op benthos (bodemdieren) en vissen zijn klein van omvang en soms zelfs licht positief (zie Tabel 11.11). Echter, voor Sabellaria-banken ontstaat mogelijk een negatief effect door habitatdestructie tijdens bodemberoerende activiteiten. Dit effect wordt daarom licht negatief beoordeeld voor bodemdieren. Sabellaria-banken zijn een kritische habitat die mogelijk aanwezig zijn in het plangebied. Deze rifvormende soort, die een rifbreedte van enkele meters kan bereiken en hiermee een habitat creëert voor andere soorten, kan worden vernietigd door de aanleg van een turbine en erosiebescherming. Dit effect zal groter zijn voor alternatief (1c) waarbij 53 turbines meer worden geplaatst dan alternatief (2a), maar leidt niet tot een verschil in beoordeling. In vergelijking met een monopile fundering beslaat een gravity based fundering een groter oppervlakte en een tripod fundering een kleiner oppervlak. Respectievelijk zal het effect hierdoor ook groter en kleiner worden. Desondanks leiden deze verschillen niet tot een onderscheidende beoordeling.

Voor zeezoogdieren treden tijdens de aanleg van het windpark effecten op voor zowel bruinvissen als zeehonden vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten (zie Tabel S8). Tijdens het heien kan het gedrag van zeezoogdieren in een relatief groot gebied een periode verstoord worden (dierverstoringsdagen). Herhaaldelijke blootstelling binnen een kleiner gebied van de geluidsbron zou tot aantasting van het gehoororgaan kunnen leiden, maar is door de realisatie van kavel Gamma onwaarschijnlijk. Uit geluidsberekeningen blijkt dat deze effecten bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB of 164 dB (SELSS op 750m (dB re 1 µPa2s)), zowel voor de populatie van bruinvissen als zeehonden niet leiden tot een verslechtering van de Staat van Instandhouding (Svi). Echter, voor overplantingsalternatieven 1b en 1c vindt wel een overschrijding plaats van het aantal dierverstoringsdagen zoals berekend in het KEC 4.0. Deze alternatieven scoren daarom negatiever in de effectbeoordeling. Ook zonder overschrijding van de KEC 4.0 waarde ontstaat er beperkte verstoring in het gedrag van zeezoogdieren. Dit effect wordt vooral groter naarmate er meer turbines geplaatst worden. Tijdens de exploitatie treedt er geen effect op door de aanwezigheid van schepen, turbines en hard substraat, en de afwezigheid van bodemberoerende visserij.

Tabel 11.11 Effectbeoordeling IJmuiden Ver vissen en benthos

Fase	Effecten windpark	Benthos (1a – 2c)	Vissen (1a – 2c)
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Verbod bodemberoerende visserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0
	Geluidstrillingen door verwijdering	0	0/-

Tabel 11.12 Effectbeoordeling IJmuiden Ver zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	1c	2a	2b	2c
Aanleg						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0
Exploitatie						
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0	0	0
Verwijdering						
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): Bruinvissen	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Gewone Zeehond	0/-	0/-	-	0/-	0/-	0/-
Grijze Zeehond	0/-	-	-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0	0	0

12.3.4 Scheepvaartveiligheid

Tabel 11.13 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling
Verkeersveiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving met windturbines	-
	Gevolgschade van aanvaring en aandrijving	0/-
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0

Voor Kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver zijn berekeningen uitgevoerd om de aanvaar- en aandrijfkansen met de windturbines te bepalen. Uit deze berekeningen blijkt dat de totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel Gamma 0,0468 is. Dat komt neer op één aanvaring per 21 jaar (beoordeling is -).

Voor Kavel Gamma is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving met een windturbine 0,034953 (beoordeling 0/-). Dat cijfer gaat uit van een gondel en mast die op het dek van het schip vallen.

Er zijn weinig tot geen situaties waarbij Kavel Gamma de zichtlijnen voor kruisende schepen beïnvloedt (beoordeling 0).

12.3.5 Landschap

Voor kavel Gamma geldt dat de worst case turbines theoretisch gezien zichtbaar zullen zijn op ooghoogte van 1,6 meter en op een hoogte van 20 meter (aan de kust). De meteorologische omstandigheden zullen echter vrijwel altijd de windturbines aan het zicht onttrekken. Het windpark zal theoretisch minder dan 1% van de tijd (minder dan 1 dag per zomer, en op die dag minder dan 7 minuten lang) zichtbaar zijn. Zichtbaarheid wordt als neutraal beoordeeld, zie Tabel 11.14.

Tabel 11.14 Effectbeoordeling landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

12.3.6 Overige gebruiksfuncties

De effectbeoordelingen voor de diverse inrichtingssalternatieven zijn niet onderscheidend. De meeste effecten op de overige gebruiksfuncties worden neutraal beoordeeld omdat ze gering van omvang zijn, of op voorhand uit te sluiten, zie Tabel 11.15. Dit is het geval voor de effecten op burgerluchtvaart, kustwacht, militaire luchtvaart, zand-, grind- en schelpenwinning, baggerstort, luchtvaartradar, wal- en scheepsvaartradar, kabels en leidingen, straalpaden, militaire activiteiten, recreatievaart en kustrecreatie.

Tabel 11.15 Effectbeoordeling van de onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Effectscore
Visserij	Beperkingen visserij	0/-
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning	-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0
	Interferentie helikopterverkeer	0/-
	Interferentie Kustwacht	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie luchtvaartradar	0
	Interferentie wal- en scheepsvaartradar	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0
Telecommunicatie	Verstoring straalpaden	0
Militaire activiteiten en NGE	Interferentie militaire activiteiten	0
	Aanwezigheid niet gesprongen explosieven	-
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0

	Beperkingen kustrecreatie	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0/-
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-

De effecten op de visserij als geheel worden als licht negatief beoordeeld. De gebiedssluiting van de kavel is gering in vergelijking met het voor vissers beschikbare areaal. Wel is het mogelijk dat individuele vissers grotere effecten ondervinden dan anderen, wanneer zij vaak gebruik maken van visbestekken binnen de kavel. Ook de effecten op helikopterverkeer zijn als licht negatief beoordeeld vanwege de doorkruising van de HMR (KZ45) en beperkte overlap met HPZ-zone Unicorn B. De effecten voor cultuurhistorie en archeologie zijn ook licht negatief beoordeeld, door de aanwezigheid van (mogelijke) archeologische waarden waar rekening mee gehouden moet worden. Tot slot is er een licht negatief effect op bestaande windparken door de nabijheid van windenergiegebied HKW, waarop beperkte windafvang plaats kan vinden.

Ten aanzien van mijnbouw en niet-gesprongen explosieven (NGE) is de beoordeling negatief. Voor de mijnbouw zijn de effecten negatief beoordeeld vanwege wingebieden voor koolwaterstoffen (met geldende vergunningen) die grotendeels overlappen met kavel Gamma. Binnen de kavels is de aanwezigheid van NGE daarnaast zeer aannemenlijk, waardoor er noodzakelijke maatregelen getroffen moeten worden. Hiermee kunnen de effecten goed gemitigeerd worden.

12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 11.16 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 134 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 140 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 153 x 15 MW
Elektriciteitsopbrengst	Elektriciteitsopbrengst	++	++	++
Vermeden emissies	CO_2-emissie reductie	++	++	++
	SO_2-emissie reductie	++	++	++
	NO_x-emissie reductie	++	++	++

Voor het alternatief met 134 x 15 MW turbines (geen overplanting) is een netto elektriciteitsopbrengst berekend van 8.301 GWh/jaar. Voor het 5 %-overplantingsscenaro (140 x 15 MW) is dit 8.589 GWh/jaar, en voor het 15 %-overplantingsscenario (153 x 15 MW) 9.297 GWh/jaar. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal turbines (153 > 140 > 134). Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling.

12.4 Cumulatie

In Tabel 11.17 is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. In de eerste kolom wordt het aspect aangegeven, in de tweede kolom welke effecten in cumulatie relevant kunnen zijn en in de derde kolom wordt aangegeven welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel 11.17 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
Morfologie en hydrodynamica	Op het schaalniveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal het effect op morfologie en hydrodynamica neutraal zijn. Uit recente studies is echter gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) en de waterbeweging en morfologie. In welke mate de effecten ten aanzien van deze aspecten optreden en welke doorwerking dit heeft op overige geologische en ecologische processen is echter hoogst onzeker.	Geen gevolgen
Vogels en vleermuizen	<u>Vogels</u> Op basis van nieuwe cumulatieve slachtofferberekeningen als gevolg van o.a. nieuwe dichtheidskaarten (zie bijlage 10) zijn significant negatieve effecten uit te sluiten voor alle soorten in cumulatie, ook voor alk en zeekoet in het internationale scenario waarbij in eerdere MER-en nog een overschrijding van de acceptable level of impact (ALI) norm was. Ook voor jan-van-gent en zilvermeeuw, waar binnen KEC 4.0 nog sprake was van een overschrijding van de ALI-norm, wordt voldaan aan de ALI-norm. <u>Vleermuizen</u> Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, maar hun aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn niet goed bekend. Volgens de gebruikte rekenmethode komt het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen (met toepassing van een stilstandvoorziening) met 4.620 dieren ruim boven de PBR van 1.905 dieren. Daarom is niet met zekerheid uit te sluiten dat negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden. Voor de overige vleermuissoorten zijn effecten op de staat van instandhouding wel uit te sluiten.	<u>Vogels</u> Er lopen verschillende onderzoeken naar mogelijke mitigerende maatregelen om de effecten te verminderen. Met die maatregelen kan mogelijk het aantal slachtoffers worden gereduceerd. <u>Vleermuizen</u> Gebaseerd op huidige kennis, en dan vooral het ontbreken van goede informatie over het voorkomen van vleermuizen op de Noordzee enerzijds en het ontbreken van betrouwbare schattingen van populatiegroottes anderzijds, is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het worst case-scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel.
Onderwaterleven	<u>Benthos en vissen</u> De toename van het aantal windturbines en funderingen zou kunnen leiden tot verandering in stroming, stratificatie of primaire productie van bodemdieren. Ook is het mogelijk dat het de kolonisatie door exoten faciliteert. Er is echter niet genoeg informatie beschikbaar om deze effecten te kunnen inschatten. <u>Zeezoogdieren</u> Bij toepassing van een geluidnorm van 160 dB re 1μPa^{2}s of 164 dB re 1 μPa^{2}s op 750 meter van de geluidsbron, hoeft verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen niet te leiden tot significante cumulatieve effecten.	Wanneer de in dit MER beschreven geluidsnormen wordt gehanteerd, kunnen effecten op de GSI van zeezoogdieren worden uitgesloten.
Scheepvaart en veiligheid	Er is ook gekeken naar de cumulatieve effecten op de scheepvaartveiligheid van alle windparken op zee. Vanuit het meest recente onderzoek (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring -en aandrijffrequentie (met een turbine) voor het scenario	Geen gevolgen.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen kavelbesluit
	RK2030 0,987 per jaar (eens in de 1,0 jaar). Dit is het scenario uit de oorspronkelijke routekaart (t/m IJmuiden Ver I-IV) plus de versnellingsopgave, maar zonder de toekomstige routekaart 2040. Daarom is de beoordeling wat betreft kans op aanvaringen en aandrijvingen negatief (-).	
Landschap	Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt op grote afstand van de kust, en is alleen daardoor op jaarbasis minder dan 24 uur zichtbaar. Hetzelfde geldt voor de nabijgelegen windenergiegebieden zoals Hollandse Kust (west) en Nederwiek. Er wordt daarom geen significante bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht en zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.	Geen gevolgen.
Overige gebruiksfuncties	<u>Visserij</u> Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Het toekomstig cumulatieve effect van deze gebiedssluiting voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. De mogelijkheid dat er in de toekomst meer natuurgebieden worden gesloten voor de visserij, en de mogelijke sluiting van Britse wateren na 2025 vergroten dit effect. <u>Archeologie</u> Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast, of NGE worden getroffen. De realisatie van kavel Gamma binnen van windenergiegebied IJmuiden Ver vergroot deze kans, al zijn er goede mitigerende maatregelen voor beschikbaar. <u>Recreatievaart</u> Voor de recreatievaart zijn de cumulatieve effecten beperkt omdat deze tot 24 meter wordt toegelaten binnen bepaalde windparken, en er voor windparken waar dit niet is toegestaan doorvaart passages worden aangewezen waar schepen tot 46 meter gebruik van kunnen maken. Daarbij maakt de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, waardoor gebiedssluitingen verder op zee een beperkt effect hebben.	Geen gevolgen
Elektriciteitsopbrengst	Door de toename van windparken op de Noordzee nemen de mogelijke zog-effecten toe. Voor kavel Gamma van windenergiegebied IJmuiden Ver neemt het aantal vollasturen af van 4130 tot 3605 dankzij de ‘windafvang’ van andere windparken. De zogverliezen zijn met 11,0 %-punt toegenomen van 13,2 tot 24,2 % (voor de opstelling met 134 turbines), en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 12,7 % van 8,300 GWh/j tot 7,245 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 12,7 %.	Geen gevolgen.

12.5 Bandbreedtebenadering en milieuaspect-overschrijdende conclusies

Per milieuaspect is beschreven welke bandbreedte is beoordeeld in dit MER. De bandbreedte is gedefinieerd door het windturbinetype (15 of 20 MW), aantallen turbines, type funderingen en aanlegmethoden van de funderingen. In ieder geval is de worst-case situatie per milieuaspect in beeld gebracht. Voor de meest kritische milieuaspecten zijn alle zes inrichtingsalternatieven (zie Tabel 11.18) kwantitatief beoordeeld, zoals bij vogels & vleermuizen en onderwaterleven. Vooraf is voor deze milieuaspecten namelijk niet bekend wanneer bij een inrichtingsalternatief een kritische grens wordt overschreden of niet, zodat ervoor is gekozen om meer alternatieven door te laten rekenen. Dit levert relevante milieu-informatie op voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel 11.18 Alternatieven

Alternatief 1a	Alternatief 2a	Alternatief 1b (overplanting 5%)	Alternatief 2b (overplanting 5%)	Alternatief 1c (overplanting 15%)	Alternatief 2c (overplanting 15%)
134 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	100 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	140 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	106 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m	153 x 15 MW-turbines rotordiameter 236 m	115 x 20 MW-turbines rotordiameter 280 m

Voor de milieuaspecten scheepvaartveiligheid, landschap en elektriciteitsopbrengst is alleen uitgegaan van een worst-case situatie. Voor scheepvaartveiligheid is er alleen uitgegaan van de worst-case (alternatief 1c), omdat uit eerdere MER-studies is gebleken dat de effecten van andere opstellingsvarianten niet veel verschillen van deze worst-case. Ook voor landschap is er alleen gekeken naar de windturbines van 20MW, want op basis van de afmetingen van 20 MW windturbines kan al worden geconcludeerd dat windturbines bij kavel Gamma niet of nauwelijks zichtbaar zijn vanaf de kust. Voor elektriciteitsopbrengst geldt dat in eerdere MER-studies al is gebleken dat het verschil of 2 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (134 x 15 MW = 2.010 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (100 x 20 MW = 2.000 MW), beperkt is. Daarom zijn alleen de 15 MW alternatieven in beeld gebracht voor elektriciteitsopbrengst.

Een overplantingsalternatief van 5% (alternatief 1b en 2b) of 15% (alternatief 1c of 2c) bestaat uit meer windturbines dan het basisalternatief en geeft logischerwijs meer milieueffecten. Voor de milieuaspecten vogels, vleermuizen en onderwatergeluid is dit gekwantificeerd en geeft dit dan ook een verschil in effectbeoordeling. Voor de milieuaspecten morfologie & hydrodynamica en overige gebruiksfuncties leiden de overplantingsalternatieven tot marginaal grotere effecten en geeft vanwege dit geringe verschil geen verschil in effectbeoordeling. Voor scheepvaartveiligheid en landschap is alleen het worst-case alternatief in beeld gebracht om bovengenoemde redenen. Voor het aspect elektriciteitsopbrengst zijn alleen de 15 MW alternatieven doorgerekend, omdat alternatieven met turbines met een ander vermogen tot dezelfde ordegrootte van effecten leiden, zo is gebleken uit eerdere MER-studies.

In de basis zijn monopiles funderingen beoordeeld in dit MER, omdat dit het gangbare type fundering is voor windparken op de Nederlandse Noordzee. Ook zijn er alternatieve funderingstypes (jackets, tripods, gravity based funderingen, drijvende funderingen of suction buckets) en aanlegtechnieken (bijvoorbeeld trillen, schroeven of blue piling in plaats van heien) mogelijk. Waar relevant zijn deze alternatieve funderingstypes en aanlegtechnieken beoordeeld, zoals bijvoorbeeld bij onderwatergeluid, benthos en morfologie en hydrodynamica.

In de tabel hierna zijn de uitkomsten van de verschillende milieuaspecten meer in samenhang in beeld gebracht en is aangegeven welke conclusies voor 15 MW en 20 MW getrokken kunnen worden. Ook is aangegeven welke conclusies per milieuaspect getrokken kunnen worden voor de alternatieve funderingstypes en aanlegtechnieken voor funderingen. De belangrijkste conclusies zijn:

- De aantallen windturbines zijn bepalend voor de effecten op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren. Dus hoe meer windturbines, hoe meer effecten er verwacht kunnen worden. Voor de overige aspecten geeft toepassing van 15 of 20 MW windturbines geen relevant verschil of een zeer beperkt verschil (vissen & benthos). Daarom is het vanuit milieuperspectief gunstig om 20 MW windturbines toe te passen, omdat je met minder windturbines de opgave van 2 GW voor kavel Gamma kan invullen.
- Voor de funderingen is te concluderen dat gravity based funderingen en suction buckets iets meer effecten geven op de hydrodynamica, vissen en benthos vanwege de grotere bodemverstoring en habitatdestructie in vergelijking met andere funderingen zoals monopiles. Daartegenover staat dat de aanleg van gravity based funderingen en suction buckets minder verstorende effecten geven voor zeezoogdieren en vissen vanwege geluid tijdens de aanlegfase.
- Andere aanlegtechnieken voor funderingen dan heien, zoals trillen, schroeven en blue piling kunnen potentieel een substantiële geluidsreductie bereiken. Hoewel dergelijke technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk grootschalig toegepast. Bovendien is de omvang en aard van geluidemissies en effecten van continue geluid op vissen nog zeer onzeker. Daarom kan in dit MER nog geen eenduidige conclusie worden gegeven ten aanzien van deze alternatieve aanlegtechnieken.

Tabel 11.19 Conclusies effecten bandbreedtebenadering

Milieuaspect	15 of 20 MW windturbines	Alternatieve funderingstypes	Alternatieve aanlegtechniek funderingen
Morfologie & Hydrodynamica	Geen relevant verschil	Gravity based en suction bucket funderingen geven meer hydrologische veranderingen (m.n. waterbeweging) vanwege grotere dimensies fundering.	Geen relevant verschil
Vogels & Vleermuizen	20 MW windturbines resulteren in minder aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen	Geen relevant verschil	n.v.t.
Onderwaterleven: zeezoogdieren	20 MW windturbines resulteren in minder dierverstoringsdagen onder zeehonden en bruinvissen	Toepassen gravity based funderingen en suction buckets geven significant minder effecten op zeezoogdieren (en ook vissen) tijdens aanlegfase dan overige funderingstypes vanwege de geluideffecten tijdens de aanlegfase. Tripods en jackets geven iets minder effecten dan monopiles.	Andere technieken dan heien, zoals trillen, zijn mogelijk minder verstorend vanwege geluid. Echter omvang en aard van geluidemissies en effecten van continue geluid op zeezoogdieren nog zeer onzeker.
Onderwaterleven: Vissen en benthos	Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming bij een windpark met 20 MW windturbines is iets groter dan bij 15 MW windturbines. Inrichtingsalternatieven met 20	Grotere funderingstypes (gravity based funderingen en suction buckets) geven een grotere bodemverstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase t.o.v. andere	Andere technieken dan heien, zoals trillen, zijn mogelijk minder verstorend vanwege geluid. Echter omvang en

	MW windturbines geven daarom een grotere bodemverstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase t.o.v. 15 MW windturbines. Echter, tijdens de gebruiksfase kan de biodiversiteit door toename hard substraat worden verbeterd.	funderingstypes. Daarnaast moet er bij gravity based funderingen ook gebaggerd worden om de bodem te egaliseren. Wel geeft toepassing gravity based funderingen en suction buckets minder geluideffecten tijdens de aanleg. Ook tijdens de gebruiksfase kan de biodiversiteit door toename hard substraat worden verbeterd.	aard van geluidemissies en effecten van continue geluid op vissen nog zeer onzeker.
Scheepvaartveiligheid	Geen relevant verschil	Nog teveel onzekerheden voor een conclusie over verschillen in gevolgschade tussen de verschillende funderingstypen.	n.v.t.
Landschap	Geen relevant verschil	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Geen relevant verschil	Geen relevant verschil	n.v.t.
Elektriciteitsopbrengst	Geen relevant verschil	n.v.t.	n.v.t.

12.6 Grensoverschrijdende effecten

Voor de aspecten vleermuizen en vogels én onderwaterleven zijn grensoverschrijdende effecten mogelijk te verwachten.

12.6.1 Vogels en vleermuizen

Broedvogels

Windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten bereik van broedkolonies gelegen in buitenlandse Natura 2000-gebieden.

Niet-broedvogels

Op basis van de cumulatieve berekeningen voor zowel alk als zeekoet worden de normen voor het internationale scenario (alle windparken in de centrale en zuidelijke Noordzee naar verwachting operationeel t/m 2029) overschreden. Daarmee zijn significant negatieve effecten op de alk en de zeekoet niet uit te sluiten. Voor overige soorten zijn significant negatieve effecten wel uit te sluiten. Op basis van nieuwe cumulatieve slachtofferberekeningen als gevolg van onder andere nieuwe dichtheidskaarten (zie bijlage 10) zijn significant negatieve effecten uit te sluiten voor alle soorten, ook voor alk en zeekoet in het internationale scenario.

In dit hoofdstuk en de Passende Beoordeling is geconcludeerd dat significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden ook in cumulatie zijn uitgesloten. Dit geldt ook voor buitenlandse Natura 2000-gebieden.

Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 4.0 studie populatiemodellen opgesteld. Populatiemodellen wijzen uit dat onder deze trekvogelsoorten de geldende ALI-normen niet worden overschreden in het nationale en internationale scenario. Geconcludeerd wordt dat er geen

significant negatieve effecten optreden en ook significant negatieve effecten op (buitenlandse) Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

12.6.2 Onderwaterleven

Vissen

Voor vissen geldt dat de effecten van heien marginaal zijn en bovendien sterk locatie gebonden. Het heien zal daarom geen grensoverschrijdende effecten tot gevolg hebben. Operationeel geluid van een windmolen heeft geen aantoonbaar effect op de visgemeenschap en daarmee dus ook geen grensoverschrijdende effecten.

Zeezoogdieren

Het verstoorde gebied voor zeezoogdieren tijdens de aanlegfase ligt in zijn geheel binnen de Nederlandse EEZ. De berekeningen die zijn gedaan wat betreft de effecten op zeezoogdieren gelden voor de populatie binnen het NCP. Er zijn geen berekeningen gedaan voor andere populaties. Wel wordt in bijlage 5 de internationale bruinvisverstoringsdagen en populatiereductie uit KEC 4.0 beschouwd en de Nederlandse bijdrage hieraan.

Het verstoorde gebied voor zeezoogdieren ligt ook in zijn geheel buiten Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor bruinvissen of zeehonden in Nederland of het buitenland. Er is geen sprake van grensoverschrijdende effecten of directe externe werking.

12.7 Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat bij de meeste aspecten kan worden voldaan aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen en het kunnen verzekeren dat geen verslechtering optreedt van de staat van instandhouding zijn wel mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door de volgende maatregelen, zie Tabel 11.20. Het zijn dus maatregelen die aanvullend genomen kunnen worden. Besluitvorming over welke mitigerende maatregelen genomen worden vindt plaats in het kavelbesluit.

Tabel 11.20 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Vogels en vleermuizen	Verstoring	Bouwen in juni t/m september als er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur
	Verstoring en slachtoffers	Inrichtingsmaatregelen toepassen, zoals het aanleggen van corridors of het gebruik van een alternatieve vorm van het windpark (ruit, vierkant, etc.). Over de effectiviteit en precieze invulling is echter nog niet veel bekend. Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen).

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
		Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Het verhogen van de cut-in windspeed op momenten dat er veel vleermuizen te verwachten zijn. Installeer een zo klein mogelijk aantal grote turbines in plaats van meer kleinere. Installeer windturbines met hoge tiplaagtes in plaats van lage tiplaagtes. Installeer tweebladige in plaats van driebladige turbines. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer turbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit
	Verstoring	Slopen in een periode dat er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn.
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie	<u>Benthos</u> Gebruik een zo klein mogelijke fundering. Locaties van biogene riffen ontzien. In de toekomst mogelijk (na operatie) biologisch afbreekbare materialen voor erosiebescherming. <u>Zeezoogdieren</u> Gebruik geluiddempende maatregelen (heimantels, bellenschermen, Acoustic Deterrent Devices (ADDs), e.d.). Kies voor de meest ondiepe locaties in het plangebied. Voer heiwerkzaamheden uit wanneer de dichtheid van het aantal zeezoogdieren laag is (augustus tot december). Kies voor een klein aantal, relatief grote turbines in plaats van meerdere kleinere. Gebruik alternatieve funderingstechnieken, zoals trillen, schroeven of blue piling. Gebruik andere funderingen, zoals tripods, jackets of suction buckets.
	Verstoring en habtatdestructie	<u>Benthos</u> Verwijder de windturbinezuilen en bestortingen niet, zodat de zich ontwikkelde gemeenschap blijft bestaan. Gebruik biologisch afbreekbare betonstructuren
Scheepvaart en veiligheid	Aanvaringsrisico en scheepvaartbewegingen	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS) en VHF-antenne in het park Vessel Traffic Management (VTM) Aanvullende markering en identificatie windturbines Inzetten van een Emergency Towing Vessel Extra SAR-capaciteit ETV uitrusten met bestrijdingsmiddelen tegen olie-verontreiniging Fysieke barrière bij windparken om aandrijving te voorkomen
Morfologie en hydrodynamica	n.v.t.	n.v.t.

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Landschap	n.v.t.	n.v.t.
Overige gebruiksfuncties	Beperking visserijgebieden	Er zijn mogelijkheden voor het visserijvriendelijk inrichten van windenergiegebieden. Voor de betrokken partijen in zijn geheel lijken de baten echter niet op te wegen tegen de kosten.
	Mijnbouw	Boorlocatie verplaatsen buiten windpark en met een schuine boring het veld bereiken.
	Niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologisch object te ontwijken.
Elektriciteitsopbrengst	n.v.t.	n.v.t.

12.8 Overwegingen voorkeursalternatief

12.8.1 Inleiding

In deze paragraaf worden enkele overwegingen meegegeven ten behoeve van keuze van het voorkeursalternatief, welke mogelijk wordt gemaakt in het kavelbesluit. Het gaat dan om de bandbreedte die is beschouwd in dit MER en de te nemen mitigerende maatregelen.

12.8.2 Overwegingen bandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken.

12.8.3 Overwegingen te nemen mitigerende maatregelen

Een aantal maatregelen is nodig om cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken en om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogel- en vleermuistrek en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien. In Tabel 11.20 staan de mogelijke maatregelen die in dit MER zijn genoemd, waarmee effecten kunnen worden gemitigeerd. De keuze wordt in het kavelbesluit toegelicht.

12.8.4 Conclusie

Het kavelbesluit kan de voorkeursbandbreedte van de kavel op de beschouwde locatie mogelijk maken. Wel dient de toepassing van (ten minste) de noodzakelijke maatregelen in het kader van vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

12.9 Leemten in kennis

Hoewel er de laatste jaren flink wordt gebouwd aan nieuwe windparken op zee, heeft de ontwikkeling van windparken op zee toch een relatief korte geschiedenis. Er zijn monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het gaat om resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Beter inzicht in de exacte aard en omvang van de effecten met (empirisch) onderzoek kan pas op de lange termijn worden geboden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma’s handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER met een worst-case-aanpak gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de

effecten van een windpark in kavel Gamma beperken. Er blijven kennisleemten bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee. In brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In elk effecthoofdstuk zijn de leemten in kennis per milieuthema toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver. Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt met dit MER.

12.10 Monitoring en evaluatie

12.10.1 WOZEP

Het monitorings-en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Omgevingswet.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteed aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek zich met name op het verkrijgen van meer inzicht in de cumulatieve ecologische effecten en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover.

Stand van zaken

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Inmiddels is ook het Meerjarenprogramma Wozep 2024-2030 vastgesteld. Ieder jaar wordt gekeken naar de voortgang, de resultaten en of er nieuwe vragen ontstaan zijn. Dit resulteert ieder jaar in een Jaarplan waarin de nieuwe deelprojecten staan die het opvolgende jaar zullen worden uitgevoerd.

Voor meer informatie zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch.

De leemten in kennis uit dit MER bieden input voor monitoring binnen WOZEP (voor de ecologische aspecten) en voor monitoring voor de aspecten scheepvaart en morfologie en hydrologie.

12.10.2 MOSWOZ

In 2019 heeft Rijkswaterstaat de cumulatieve effecten van windparken op de scheepvaartveiligheid onderzocht. Het gaat om de windparken die tot 2030 worden gebouwd op het zuidelijke deel van de Nederlandse Noordzee. In totaal betreft het circa 850 extra windturbines over een gebied van zo'n 1.600 km2.

Ondanks het vele onderzoek en de betrokkenheid van allerlei experts zijn er nog onzekerheden over de daadwerkelijke risico's en over de effectiviteit van een aantal maatregelen. Dat is de reden dat het Monitorings- en Onderzoeksprogramma Scheepvaartveiligheid Wind op Zee (MOSWOZ) is gestart. Het programma loopt tot 2029 en houdt de komende jaren de vinger aan de pols bij ontwikkelingen rond scheepvaartveiligheid in relatie tot de uitrol van windparken op zee. De uiteindelijke doelen zijn om meer inzicht te krijgen in het effect op scheepvaartveiligheid van windparken op zee en om tijdig te kunnen inspelen op innovaties op dit gebied.

Om deze doelen te bereiken heeft MOSWOZ de genoemde kennisleemtes uitgewerkt in onderzoeksvragen en vervolgens gebundeld in verschillende thema's Binnen die thema's zal in de komende jaren gezocht worden naar de antwoorden op onderzoeksvragen, om zo beleidsmakers en andere betrokkenen goed te kunnen ondersteunen en adviseren.

Het programma is zo ingericht dat het gebruik kan maken van voortschrijdend inzicht. Keuzes en prioriteiten worden afgestemd op de actualiteit[139].

Tabel 11.21 MOSWOZ Thema's

Thema	Uitleg thema
Hydro/Meteo	Analyseren of er hydrodynamische of meteorologische effecten zijn die voor scheepvaartveiligheid relevant zijn in de omgeving van windparken.
Aanvaringen	Analyseren wat de mogelijke scenario's zijn als een schip tegen een windturbine vaart of drijft.
Noodsleephulp	De inzet verkennen van meerdere Emergency Rescue and Towing Vessels (ERTV's) – effectiviteit en werkwijze.
Doorvaart	De risico's in kaart brengen van doorvaart van windparken versus omvaren.
Verkeersbegeleiding	Inrichten van een vorm van verkeersbegeleiding samen met de Kustwacht.
Monitoring	Volgen hoe het scheepvaartverkeer en de risico's op scheepvaartveiligheid veranderen als gevolg van de aanleg van windparken.
Ankergebieden	Onderzoeken of en zo ja hoe het beter benutten van ankergebieden kan helpen de scheepvaartveiligheid te verbeteren.
Crisisorganisatie	De impact verkennen op crisisorganisatie (in verband met complexiteit).

[139] Voor meer informatie, zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/

Buitenlandse benchmarking	Uitwisselen van kennis en inzichten met onze buurlanden over beleids- en beheersmatige zaken voor scheepvaartveiligheid in en om windparken op zee.

13 Effectbeoordeling splitsing kavel Gamma

13.1 Aanleiding

Dit MER is opgesteld ten behoeve van het nemen van een kavelbesluit voor kavel Gamma in windenergiegebied IJmuiden Ver. In kavel Gamma is ruimte voor een windpark met een totaal geïnstalleerd vermogen van ten minste 2 GW. De Minister van Klimaat en Groene Groei is voornemens om de kavel van ca. 2 GW te splitsen in twee kavels van ca. 1 GW. Reden hiervoor is dat onder de huidige marktomstandigheden kleinere kavels minder financiële risico's met zich meebrengen voor windparkontwikkelaars, vanwege een lagere benodigde investering[140].

Op moment van deze beslissing van het ministerie is er al een bijna volledig MER opgesteld voor een kavel van ca. 2 GW. Om geen kostbare tijd te verliezen, heeft het ministerie besloten om pragmatisch te werk te gaan. Dit houdt in dat het huidige MER intact blijft en dus niet wordt gesplitst in twee documenten. Het MER voor kavel Gamma wordt gehanteerd voor het nemen van een kavelbesluit voor zowel kavel IJmuiden Ver Gamma-A als IJmuiden Ver Gamma-B.

In dit hoofdstuk wordt per milieuaspect toegelicht wat de splitsing van kavel Gamma in een kavel Gamma-A en Gamma-B kan betekenen voor de effectbeoordeling in het MER, Passende Beoordeling, Soortenbeschermingstoets en Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

13.2 Splitsing kavel

Figuur 13.1 laat zien hoe de splitsing van kavel IJmuiden Ver Gamma er uit ziet in kavel IJmuiden Ver Gamma-A en kavel IJmuiden Ver Gamma-B. De oppervlakte van de twee kavels tezamen is exact gelijk aan de oorspronkelijke kavel Gamma. De grenzen van de kavels zijn niet aangepast ten opzichte van IJmuiden Ver Gamma. Ook blijven de overige uitgangspunten, zoals de afmetingen en type funderingen, uit de bandbreedte in Tabel 4.2 onveranderd.

[140] Kamerbrief Vergunningverlening windenergie op zee (4GW): IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1. 31 mei 2024

Figuur 13.1 Splitsing kavel IJmuiden Ver Gamma

13.3 Effectbeoordeling per milieuaspect

De belangrijkste gevolgen per milieuaspect zijn genoemd in Tabel 13.1. Van de milieueffecten die niet expliciet zijn benoemd in de volgende tabel kan worden aangenomen dat splitsen van kavel Gamma in twee kavels niet leidt tot andere conclusies.

In het algemeen geldt dat de milieueffecten van de gesplitste kavel IJmuiden Ver Gamma-A of B samen altijd gelijk zijn aan de onderzochte effecten van IJmuiden Ver Gamma. Dit komt omdat de oppervlakte van de twee kavels tezamen exact gelijk is aan de oorspronkelijke kavel Gamma. Wel is het zo dat door het nemen van twee kavelbesluiten, ook twee aparte tenderprocedures worden opgestart. Dit kan resulteren in twee verschillende vergunninghouders voor de twee kavels en dat de windparken dus door twee verschillende ontwikkelaars worden aangelegd, geëxploiteerd en verwijderd. Dit kan de volgende relevante gevolgen geven:

- Grotere kans op uiteenlopende perioden van aanleg, onderhoud en verwijdering vanwege verschillende ontwikkelaars en daaraan gepaarde milieueffecten. De mate van verschil in aanleg- en verwijderingsperiode zal echter beperkt zijn, gezien de planning conform de meest recente routekaart[141] om kavel IJmuiden Ver Gamma in gebruik te nemen in Q2 2031 en de gelijke vergunningsduur (40 jaar).
- Meer werkschepen tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark in het geval van twee verschillende windparkontwikkelaars vanwege minder schaalvoordelen. Een windparkontwikkelaar zal echter, mede gezien de grote afstand vanaf de kust en daarmee hoge kosten, de inzet van schepen zo efficiënt mogelijk inzetten. Daarom zal de eventuele toename van scheepvaart naar verwachting beperkt zijn. Ook kunnen de verschillende windparkontwikkelaars samenwerken voor bijvoorbeeld het onderhoud aan het windpark.

Deze genoemde effecten leiden niet tot andere conclusies dan reeds in het MER gepresenteerd voor Gamma. In Tabel 13.1 is waar relevant aangegeven of de gevolgen in bovengenoemde opsomming van invloed zijn op een milieuaspect en op effectbeoordeling.

Een aantal van de kwantitatief gemaakte effecten van kavel Gamma kunnen ongeveer door twee worden gedeeld om zo de effecten te krijgen van kavel Gamma-A en B. Denk hierbij aan bijvoorbeeld het aantal aanvaringsslachtoffers onder trekvogels of vleermuizen. Echter, bij het bepalen van het aantal slachtoffers onder zeevogels of zeezoogdierverstoringsdagen is gebruik gemaakt van locatiespecifieke dichtheidskaarten. Omdat de dichtheid tussen kavel Gamma-A en Gamma-B kan verschillen, kunnen ook de effecten dus verschillen tussen de kavels. Bij meer kwalitatieve effectbeschrijvingen hebben we getoetst of effecten van de gesplitste kavels tot een andere conclusie zou leiden. Wanneer de geconstateerde effecten voor één enkel kavel gelden en niet voor de andere kavel is dat aangegeven. Dit is alleen het geval bij enkele deelaspecten die vallen onder het milieuaspect Overige gebruiksfuncties.

Voor elk aspect geldt dat waar relevant ook de effecten zijn beschreven in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Voor zowel kavel IJmuiden Ver Gamma als de gesplitste kavels (A & B) geldt voor elk milieuaspect een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Bovendien vindt de belangrijkste toetsing ten aanzien van de soortenbescherming en gebiedsbescherming in respectievelijk de soortenbeschermingstoets (bijlage 7) en passende beoordeling (bijlage 8) plaats in

[141] Update aanvullende routekaart wind op zee, 25 april 2024

cumulatie met andere windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een significant effect op de staat van instandhouding van beschermde soorten of instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. Het cumulatiescenario dat getoetst wordt verandert door de splitsing in kavels namelijk niet. Daarom is het niet relevant om per kavel een separate effectbeoordeling te geven in onderstaande tabel of een separate soortenbeschermingstoets of passende beoordeling op te stellen.

Tabel 13.1 Gevolgen splitsen MER kavel Gamma tot kavel IJmuiden Ver Gamma-A & kavel IJmuiden Ber Gamma-B

Aspect	Gevolgen splitsing kavel Gamma in Gamma-A en Gamma-B	Waar in MER-documenten?
Alternatieven	Er zijn voor de meeste milieuaspecten zes alternatieven onderzocht voor kavel Gamma waarin onderscheid is gemaakt tussen alternatieven met 15 en 20 MW windturbines: - Alternatief 1a: 134 x 15 MW turbines (2.010 MW) - Alternatief 1b: 140 x 15 MW turbines (2.100 MW) - Alternatief 1c: 153 x 15 MW turbines (2.295 MW) - Alternatief 2a: 100 x 20 MW turbines (2.000 MW) - Alternatief 2b: 106 x 20 MW turbines (2.120 MW) - Alternatief 2c: 115 x 20 MW turbines (2.300 MW) Nu de kavel worden gesplitst resulteert dat in de volgende alternatieven per kavel: - Alternatief 1a: 67 x 15 MW turbines (1.005 MW) - Alternatief 1b: 70 x 15 MW turbines (1.050 MW) - Alternatief 1c: 76 x 15 MW turbines* (1.140 MW) - Alternatief 2a: 50 x 20 MW turbines (2.000 MW) - Alternatief 2b: 53 x 20 MW turbines (1.060 MW) - Alternatief 2c: 57 x 20 MW turbines* (1.140 MW)	§ 4.2.2
Morfologie en hydrodynamica	Er is door de splitsing geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van morfologie en hydrodynamica. De effecten per gesplitste kavel zijn uiteraard wel kleiner, maar de splitsing is niet van invloed op de gepresenteerde conclusies en effectscores. In de cumulatieve beoordeling wordt geconcludeerd dat bij de invulling van het gehele windenergiegebied IJmuiden Ver nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten zullen optreden.	Hoofdstuk 5
Vogels en vleermuizen	De effecten op vogels en vleermuizen die voor kavel Gamma zijn gepresenteerd in het MER en bijlagen 4 en 10 zijn ongeveer twee keer zo groot als de individuele kavels Gamma-A en Gamma-B. De ecologische toetsing aan de verschillende normen (1%-mortaliteitsnorm, PBR, ALI-norm of instandshoudingsdoelstellingen) voor zowel slachtoffers onder vogels als vleermuizen zijn uitgevoerd in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Het cumulatiescenario is voor kavel Gamma-A als Gamma-B gelijk aan kavel Gamma. Zie daarom de beschrijving van cumulatieve effecten voor vogels en vleermuizen in paragraaf 6.7 van het MER. De beschreven conclusies hier wijzigen dus niet voor kavel Gamma-A en Gamma-B. Zoals begin paragraaf 13.3 is beschreven kan de splitsing tot gevolg hebben dat er sprake is van een meer uiteenlopende periode van werkzaamheden en eventueel meer werkschepen. Hierna wordt op deze effecten ingegaan. <u>Vogels</u> De effecten van de aanleg van windturbines en de toegenomen scheepvaart tijdens zowel de aanleg- onderhoud als verwijderingsfase zijn allen marginaal negatief beoordeeld (0/-) in het MER. Dit komt	Hoofdstuk 6 en bijlage 4 en 10

	omdat uit de literatuur blijkt dat het verstorende effect van schepen (geluid en verlichting) tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark voor vogels tijdelijk en beperkt van omvang is (zie ook Tabel 6.11 van het MER). De eventuele beperkte toename van werkschepen ten gevolge van de splitsing zal geen verschil maken in beschreven effectbeoordeling in het MER. Bovendien kan er door de splitsing van de kavel en gezien de tijdelijkheid van effecten, sprake zijn van minder effecten dan is beschreven voor kavel Gamma in het geval van ruim uiteenlopende perioden van werkzaamheden in beide individuele kavels. <u>Vleermuizen</u> Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder aanvaringsrisico. Daarnaast geven werkschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten wat de overlevingskansen kan verhogen. De splitsing van de kavel kan dus resulteren in iets meer positieve effecten tijdens de aanleg- en verwijderingsfase, echter dit zal marginaal zijn. <u>Conclusie</u> Geconcludeerd wordt dat de splitsing niet van invloed is op de gepresenteerde effectbeoordeling voor vogels en vleermuizen en de ecologische toetsing in cumulatie met overige windparken op de Noordzee.	
Onderwaterleven	De effecten op onderwaterleven die voor kavel Gamma zijn gepresenteerd in het MER en bijlage 5 zijn ongeveer twee keer zo groot als de individuele kavels Gamma-A en Gamma-B. De toetsing van het aantal geconstateerde zeezoogdierverstoringsdagen aan de ecologische norm (met grote zekerheid (95%) maximaal 5% populatieafname) vindt plaats in cumulatie met overige windparken op de Noordzee. Het cumulatiescenario is voor kavel Gamma-A als Gamma-B gelijk aan kavel Gamma. Zie daarom de beschrijving van cumulatieve effecten voor zeezoogdieren in paragraaf 7.7 van het MER. De beschreven conclusies hier wijzigen dus niet voor kavel Gamma-A en Gamma-B. Zoals begin paragraaf 13.3 is beschreven kan de splitsing tot gevolg hebben dat er sprake is van een meer uiteenlopende periode van werkzaamheden en eventueel meer werkschepen. Hierna wordt op deze effecten ingegaan. <u>Uiteenlopende periode van werkzaamheden</u> Bodemberoerende activiteiten tijdens de aanleg- en verwijderingsfase kunnen tijdelijk leiden tot effecten voor vissen en benthos vanwege vertroebeling van de waterkolom, al is dit in beperkte omvang en duur. Bovendien wordt de zeebodem in het plangebied gekenmerkt door betrekkelijk hoge dynamiek met continu zandtransport. Eventueel meer uiteenlopende periodes van aanleg en verwijdering ten gevolge van de splitsing kan ervoor zorgen dat de effecten van vertroebeling kleiner zijn maar wel meer verspreid door de tijd. De splitsing leidt echter niet tot een andere effectbeoordeling op dit punt. Voor het bepalen van het aantal zeezoogdierverstoringsdagen tijdens de aanlegfase worden, conform het KEC 4.0, op hoofdlijnen de volgende parameters gehanteerd in het MER (zie paragraaf 2.1 in bijlage 5 voor een gedetailleerde beschrijving:	Hoofdstuk 7 en bijlage 5

	- Effectief verstoord oppervlak (afhankelijk van geluidverspreiding en dosis-effect relatie) - Lokale dichtheid zeezoogdieren - Aantal dagen waarop wordt geheid De fasering in de tijd is hierin geen parameter. Dat betekent dat eventueel uiteenlopende aanlegperioden tussen de twee gesplitste kavels niet van invloed is op de effectbeoordeling. Door de splitsing is de kans mogelijk groter dat twee verschillende vergunninghouders vanwege gesplitste kavels tegelijkertijd de funderingen zullen heien in het windenergiegebied. Dit is overigens ook mogelijk zonder splitsing van de kavels doordat een ontwikkelaar meer dan één jack-up schip simultaan kan inzetten. In het KEC 4.0 is worst-case aangenomen dat een bruinvisverstoringsdag overeenkomt met een periode van 6 uren waarin de bruinvis verstoord is en daarom niet kan foerageren. Voor zeehonden is dit worst-case 24 uur. Uitgaand van simultaan heien (binnen de periode van respectievelijk 6 of 24 uren overlappende heiwerkzaamheden), geldt voor de zeezoogdieren die door meerdere heipalen verstoord worden slechts één verstoringsdag. De verstoring ten gevolge van het heien van een enkele paal is vergelijkbaar met simultaan heien, omdat overlap in de blootstelling aan heiklappen van twee palen bijna nooit zal voorkomen, vanwege de korte duur van een enkele heiklap (minder dan 0,5 s) en de looptijd van het geluid naar de locatie van het dier. Daarnaast geldt dat de verstoringscontour van verschillende heipalen in kavel Gamma altijd overlapt met elkaar, gezien de grote omvang van de verstoringscontour (zie Figuur 7.4). Om bovengenoemde redenen zal simultaan heien met overlappende verstoringscontouren resulteren in een reductie van het aantal zeezoogdierverstoringsdagen als de heiwerkzaamheden binnen 6 uur (voor bruinvissen) of 24 uur (zeehonden) plaatshebben. Als er meer tijd dan 6 uur tussen het op één dag heien van 2 funderingen zit, telt het als 2 bruinvisverstoringsdagen. <u>Toegenomen scheepvaart</u> De aanwezigheid van werkschepen kunnen tot verstoring bij aanwezige zeezoogdieren en vissen leiden. Het geluid van scheepvaart is beduidend minder verstorend als de geluideffecten van het heien van funderingen. Wel kan er door de splitsing van de kavel eventueel een toename zijn van werkschepen. Deze toename heeft geen invloed op de conclusie dat deze effecten ten opzichte van effecten van reguliere scheepvaartbewegingen op de zeer druk bevaren Zuidelijke Noordzee verwaarloosbaar zijn.	
Scheepvaart en veiligheid	Zoals begin paragraaf 13.3 is beschreven kan de splitsing tot gevolg hebben dat er sprake is van een meer uiteenlopende werkzaamheden en eventueel meer werkschepen. In de scheepvaartveiligheidsstudie is rekening gehouden met extra werkverkeer voor het windpark. Echter, in de modelstudie (bijlage 6) is het werkverkeer buiten het park t.o.v. de reguliere scheepvaart niet significant voor het bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties met windturbines en de daaraan gekoppelde gevolgschade. Een eventueel toename van werkschepen door de splitsing van de kavel zal beperkt zijn en niet van invloed zijn op de effectbeoordeling en conclusies in het MER ten aanzien van scheepvaartveiligheid. Tot slot bestaat de kans dat er sprake is van meer uiteenlopende werkzaamheden ten gevolge van de splitsing van de kavel. Dit kan resulteren in een gelijkmatigere verspreiding van het werkverkeer in de tijd, waardoor minder tijdelijke en lokale ‘pieken’ zal plaatsvinden. Dit	Hoofdstuk 8 en bijlage 6

	kan resulteren in minder aanvaringen of aandrijvingen met windturbines. Hier zitten echter veel onzekerheden bij en zal dan ook niet van invloed zijn op de effectbeoordeling en conclusies in het MER ten aanzien van scheepvaartveiligheid.	
Landschap	Kavel Gamma-A is vanwege een kleinere afstand iets beter zichtbaar vergeleken met kavel Gamma-B. De conclusie blijft echter gelijk voor beide kavels, namelijk dat het windpark theoretisch wel zichtbaar is, maar door meteorologische omstandigheden niet significant (<1% van de tijd zichtbaar en alleen in de zomer). Er bestaat een kans dat door het splitsen van de kavels ook twee verschillende typen windturbines worden gebouwd. Omdat de kavels vrijwel nooit zijn te zien vanaf de kust en de verschillen tussen de turbinetypes op een dergelijk grote afstand voor het zicht minimaal zullen zijn, maakt dit mogelijke verschil in turbinetypes niet uit voor de conclusies over het aspect landschap. Er is door de splitsing verder geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van landschap.	Hoofdstuk 9
Overige gebruiksfuncties	Een aantal geconstateerde effecten geldt alleen voor één van de twee gesplitste kavels. In kavel Gamma-B zijn een aantal mijnbouwplatforms, gasvelden en een mogelijk Duits mijnenveld gelegen, terwijl dat bij kavel Gamma-A niet het geval is. Voor kavel Gamma-A zal dit leiden tot licht negatieve beoordeling (0/-) op het deelaspect mijnbouw in plaats van negatief (-). De effectscore voor kavel Gamma-A voor het deelaspect NGE zal niet wijzigen, omdat er nog steeds sprake is van waarschijnlijke aanwezigheid van NGE'en. Een eventuele toename van werkschepen ten gevolge van de splitsing kan resulteren in een beperkte toename van hinder voor transport van en naar het mijnbouwplatform K17-FA-1 of voor de recreatievaart. Deze toename van hinder zal beperkt van omvang zijn en niet leiden tot een andere effectbeoordeling. Wanneer een niet gesprongen explosief (NGE) geruimd dient te worden, dienen er goede afspraken te worden gemaakt tussen de eventueel twee verschillende windparkontwikkelaars zodat de werkzaamheden niet plaatsvinden tijdens het ruimen van NGE. Er is verder geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van overige gebruiksfuncties ten gevolge van de splitsing dan hierboven gepresenteerd. Geconcludeerd wordt dat de splitsing niet van invloed is op de overige gepresenteerde conclusies en effectscores in het MER.	Hoofdstuk 10
Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Voor de splitsing van kavel IJmuiden Ver Gamma geldt dat de oppervlakte van de twee kavels tezamen exact gelijk is aan de oorspronkelijke kavel Gamma. Daarom is de gezamenlijke ruimte voor het plaatsen van windturbines gelijk aan kavel Gamma. De elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies van de kavel Gamma-A en Gamma-B zal dan ongeveer de helft zijn van kavel Gamma. Ook is er door de afronding van aantal turbines in de alternatieven (1c en 2c) sprake van minder turbines voor kavel Gamma-A en B tezamen dan voor kavel Gamma*. Dan is er ook sprake van minder elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies. Er is door de splitsing geen sprake van aanvullende effecten ten aanzien van elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies.	Hoofdstuk 11
Passende Beoordeling (PB)	De toetsing ten aanzien van gebiedsbescherming in de PB (bijlage 8) vindt plaats in cumulatie met andere windparken op de Noordzee voor vogels en zeezoogdieren. Voor de overige soortgroepen (bodemfauna, plankton, vleermuizen, vissen en habitattypen) zijn significante effecten op voorhand uitgesloten voor kavel Gamma en daarmee ook voor kavel Gamma-A en Gamma-B. Voor zowel kavel IJmuiden Ver Gamma als de gesplitste kavels (A & B) geldt voor zeezoogdieren en vogels een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een	Bijlage 8

	significant effect op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. In de PB zijn voor vogels m.n. de slachtoffers door habitatverlies en aanvaringen door windturbines relevant en voor zeezoogdieren het onderwatergeluid door de aanleg van funderingen. De eventueel toegenomen werkschepen door de splitsing zal beperkt en niet significant zijn voor de beoordeling van de effecten op vogels en zeezoogdieren. Om deze redenen is niet noodzakelijk om per kavel een separate PB op te stellen. De getrokken conclusie in de PB voor kavel Gamma geldt ook voor kavel Gamma-A en Gamma-B, namelijk dat significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uitgesloten. Daarmee wordt voldaan aan artikel 5 van de Wet windenergie op zee en kan t.a.v. gebiedsbescherming een kavelbesluit worden genomen.	
Soortbeschermingstoets (SBT)	De SBT (bijlage 7) geeft een soortenlijst met soorten waarvoor een verbodsbepaling op grond van de Omgevingswet wordt verwacht. Dit zijn slachtoffers onder vogels, vleermuizen en verstoorde bruinvissen. De soortenlijst is gelijk voor kavel Gamma-A en Gamma-B. De toetsing ten aanzien van soortenbescherming in de SBT vindt plaats in cumulatie met andere windparken op de Noordzee voor vogels en zeezoogdieren. Voor de vissen en benthos zijn effecten op beschermde soorten op voorhand uitgesloten voor kavel Gamma en daarmee ook voor kavel Gamma-A en Gamma-B. Voor zowel kavel IJmuiden Ver Gamma als de gesplitste kavels (A & B) geldt voor zeezoogdieren en vogels een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. Zolang er in cumulatie een significant effect op de staat van instandhouding kan worden uitgesloten, zal dat ook voor de gesplitste kavels gelden. Voor vogels en vleermuizen zijn m.n. de slachtoffers door habitatverlies en aanvaringsslachtoffers door windturbines relevant en voor zeezoogdieren het onderwatergeluid door de aanleg van funderingen. De eventueel toegenomen werkschepen door de splitsing zal beperkt en niet significant zijn voor de beoordeling van de effecten op vogels en zeezoogdieren. Om deze redenen is niet noodzakelijk om per kavel een separate SBT op te stellen. De getrokken conclusie in de SBT voor kavel Gamma geldt ook voor kavel Gamma-A en Gamma-B, namelijk dat significant negatieve effecten op staat van instandhouding van beschermde zijn uitgesloten, behalve in het internationale cumulatieve scenario voor de ruige dwergvleermuis.	Bijlage 7
Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)	In bijlage 11 is per descriptor van de KRM de impact van een windpark in kavel Gamma op de goede milieutoestand beschreven. Kavel Gamma zal voor de meeste descriptoren geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Voor deze descriptoren zal hetzelfde gelden voor een gesplitste kavel Gamma-A of Gamma B. Voor een beperkt aantal descriptoren of onderliggende criteria geldt dat effecten op de goede milieutoestand niet kunnen worden uitgesloten. Deze conclusies zijn getrokken door te kijken naar de cumulatieve effecten van de uitrol van wind op zee. Voor zowel kavel IJmuiden Ver Gamma als de gesplitste kavels (A & B) geldt een gelijk cumulatiescenario met overige windparken op de Noordzee. De getrokken conclusies gelden dus ook voor de gesplitste kavels (A & B). De eventuele toename van werkschepen of uiteenlopende perioden van werkzaamheden ten gevolge van de splitsing van de kavel zal niet van invloed zijn op de beschreven conclusies in de KRM-toets (bijlage 11).	Bijlage 11

* het aantal windturbines hier is afgerond naar beneden. Op deze manier wordt voorkomen dat er gezamenlijk meer windturbines en een groter totaal rotoroppervlak wordt gehanteerd dan is onderzocht in het MER van IJmuiden Ver Gamma.