



MER IJmuiden Ver Kavel IV

100 % versie MER

Ministerie van EZK

11 juli 2023

Project
Opdrachtgever

MER IJmuiden Ver Kavel IV
Ministerie van EZK

Document
Status
Datum
Referentie

100 % versie MER
Definitief 02 - 100 % versie
11 juli 2023
130286/23-011.599

Projectcode

130286

Paraaf

Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	SAMENVATTING	10
1.1	Inleiding	10
	1.1.1 Aanleiding	10
	1.1.2 M.e.r.-procedure	11
	1.1.3 Leeswijzer	12
1.2	Locatiekeuze en verkaveling	12
1.3	Aanpak effectbeoordeling	14
1.4	Conclusies effectbeoordeling	16
	1.4.1 Morfologie en hydrodynamica	16
	1.4.2 Vogels	16
	1.4.3 Vleermuizen	18
	1.4.4 Onderwaterleven	19
	1.4.5 Scheepvaartveiligheid	21
	1.4.6 Landschap en zichtbaarheid	21
	1.4.7 Overige gebruiksfuncties	22
1.5	Cumulatie	23
1.6	Grensoverschrijdende effecten	25
1.7	Mitigerende maatregelen	25
1.8	Voorkeursalternatief	26
1.9	Leemten in kennis, monitoring en evaluatie	27
2	SUMMARY	29
2.1	Introduction	29
	2.1.1 Motivation	29
	2.1.2 EIA procedure	30
	2.1.3 Reading guide	31
2.2	Choice of location and subdivision	31
2.3	Approach to the impact assessment	33
2.4	Conclusions of the impact assessment	35
	2.4.1 Morphology and hydrodynamics	35
	2.4.2 Birds	35
	2.4.3 Bats	37
	2.4.4 Aquatic life	38
	2.4.5 Safety of shipping	40
	2.4.6 Landscape and visibility	40

2.4.7	Other usage functions	41
2.5	Cumulation	42
2.6	Cross-boundary impacts	44
2.7	Mitigating measures	44
2.8	Preferred alternative	46
2.9	Gaps in knowledge, monitoring and evaluation	47
3	INLEIDING	48
3.1	Aanleiding	48
3.2	M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit	50
3.3	Doel milieueffectrapportage	50
3.4	Initiatiefnemer en betrokken partijen	50
3.5	Inspraak	51
3.6	Leeswijzer	51
4	WET- EN REGELGEVING EN BELEIDSKADER	52
4.1	Wet windenergie op zee	52
4.2	Beleid windenergie op zee	53
4.2.1	Nationaal Water Programma/Programma Noordzee	53
4.2.2	Routekaart windenergie op zee 2030	53
4.2.3	Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)	56
4.2.4	Noordzeeakkoord	56
4.2.5	Netaansluiting door netbeheerder TenneT	56
5	ONDERBOUWING LOCATIEKEUZE EN VERKLARING	57
5.1	Locatiekeuze windenergiegebied IJmuiden Ver	57
5.2	Ligging en beschrijving van het windenergiegebied	57
5.3	Verkaveling	63
5.3.1	Verkaveling	63
5.3.2	Geen verkavelingsalternatief	64
6	AANPAK EFFECTBEOORDELING	66
6.1	Inleiding bandbreedte benadering	66
6.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	67
6.2.1	Bandbreedte	67
6.3	Ingrepen per fase	70
6.3.1	Aanleg fase	70

6.3.2	Exploitatie fase	70
6.3.3	Verwijderingsfase	70
6.4	Alternatieven	70
6.5	Referentiesituatie: het nulalternatief	72
6.6	Voorkeursalternatief	74
6.7	Effectbeoordeling	75
6.7.1	Beoordelingscriteria per milieuaspect	75
6.7.2	Toetsing ecologische effecten	80
6.7.3	Cumulatie van ecologische effecten	81
6.8	Mitigerende maatregelen	82
7	MORFOLOGIE EN HYDRODYNAMICA	83
7.1	Aanpak onderzoek	83
7.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	84
7.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	86
7.3.1	Huidige situatie	86
7.3.2	Autonome ontwikkeling	94
7.4	Effectbeschrijving	94
7.4.1	Gebruiksfase	95
7.4.2	Aanleg en verwijdering	101
7.5	Effectbeoordeling	103
7.6	Cumulatie	105
7.7	Mitigerende maatregelen	105
7.8	Leemten in kennis	105
8	VOGELS EN VLEERMUIZEN	107
8.1	Aanpak onderzoek	107
8.1.1	Vogels	108
8.1.2	Vleermuizen	118
8.1.3	Ingrep-effectrelaties	119
8.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	119
8.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	120
8.3.1	Zeevogels	120
8.3.2	Kust(broed)vogels	127
8.3.3	Trekvogels	129
8.3.4	Vogels in Natura 2000-gebieden	130
8.3.5	Vleermuizen	131
8.4	Effectbeschrijving	132
8.4.1	Zeevogels	132
8.4.2	Trekvogels	150
8.4.3	Vogels in Natura 2000-gebieden	152

8.4.4	Vleermuizen	158
8.5	Effectbeoordeling	159
8.5.1	Vogels	159
8.5.2	Vleermuizen	162
8.6	Cumulatie	162
8.6.1	Criteria voor projecten die worden meegenomen	162
8.6.2	Projecten die worden meegenomen in de cumulatietoets	163
8.6.3	Effecten voorgenomen activiteit	164
8.6.4	Vogels	165
8.6.5	Vleermuizen	167
8.7	Mitigerende maatregelen	168
8.7.1	Vogels	168
8.7.2	Vleermuizen	169
8.8	Leemten in kennis	170
9	ONDERWATERLEVEN	172
9.1	Aanpak onderzoek	172
9.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	174
9.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	175
9.3.1	Bodemdieren	175
9.3.2	Vissen	178
9.3.3	Zeezoogdieren	184
9.4	Effectbeschrijving	188
9.4.1	Bodemdieren en vissen	188
9.4.2	Zeezoogdieren	195
9.5	Effectbeoordeling	205
9.5.1	Bodemdieren en vissen	205
9.5.2	Zeezoogdieren	207
9.6	Cumulatie	208
9.6.1	Criteria voor projecten die worden meegenomen	208
9.6.2	Projecten die worden meegenomen in de cumulatietoets	209
9.6.3	Effecten voorgenomen activiteit	210
9.6.4	Cumulatieve effecten	210
9.7	Mitigerende maatregelen	216
9.8	Leemten in kennis	218
9.8.1	Bodemdieren en vissen	218
9.8.2	Zeezoogdieren	219
10	SCHEEPVAARTVEILIGHEID	222
10.1	Aanpak onderzoek	222
10.1.1	Beoordelingskader	222

10.1.2	Ingreep-effectrelaties	222
10.1.3	Aanpak MARIN	223
10.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	226
10.3	Effectbeschrijving	226
10.3.1	Kans op aanvaringen en aandrijvingen	226
10.3.2	Gevolgschade	227
10.3.3	Effecten op zichtlijnen kruisend verkeer	229
10.3.4	Effecten van overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur	229
10.4	Effectbeoordeling	229
10.5	Cumulatie	230
10.6	Mitigerende maatregelen	231
10.6.1	Mitigerende maatregelen voor scheepvaartveiligheid	231
10.6.2	Andere mitigerende maatregelen	232
10.7	Leemten in kennis	232
11	LANDSCHAP EN ZICHTBAARHEID	234
11.1	Aanpak onderzoek	234
11.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	234
11.3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	235
11.4	Effectbeschrijving	237
11.5	Effectbeoordeling	241
11.6	Cumulatie	242
11.7	Mitigerende maatregelen	242
11.8	Leemten in kennis	242
12	OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES	243
12.1	Aanpak onderzoek	243
12.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	245
12.3	Visserij	246
12.3.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	246
12.3.2	Effectbeschrijving	248
12.3.3	Effectbeoordeling	257
12.4	Olie en gaswinning	258
12.4.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	258
12.4.2	Effectbeschrijving	261
12.4.3	Effectbeoordeling	262
12.5	Luchtvaart	263
12.5.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	263
12.5.2	Effectbeschrijving	265

12.5.3	Effectbeoordeling	266
12.6	Zand- grind- en schelpenwinning	267
12.6.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	267
12.6.2	Effectbeschrijving	267
12.6.3	Effectbeoordeling	267
12.7	Baggerstort	267
12.7.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	267
12.7.2	Effectbeschrijving	268
12.7.3	Effectbeoordeling	268
12.8	Scheeps- wal en luchtvaartradar	268
12.8.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	268
12.8.2	Effectbeschrijving	270
12.8.3	Effectbeoordeling	273
12.9	Kabels en leidingen	274
12.9.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	274
12.9.2	Effectbeschrijving	275
12.9.3	Effectbeoordeling	276
12.10	NGE	276
12.10.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	276
12.10.2	Effectbeschrijving	279
12.10.3	Effectbeoordeling	279
12.11	Telecommunicatie	280
12.11.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	280
12.11.2	Effectbeschrijving	281
12.11.3	Effectbeoordeling	282
12.12	Militaire activiteiten en munitiestortgebieden	282
12.12.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	282
12.12.2	Effectbeschrijving	283
12.12.3	Effectbeoordeling	283
12.13	Recreatie en toerisme	284
12.13.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	284
12.13.2	Effectbeschrijving	285
12.13.3	Effectbeoordeling	286
12.14	Cultuurhistorie en archeologie	286
12.14.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	286
12.14.2	Effectbeschrijving	288
12.14.3	Effectbeoordeling	289
12.15	Schelpdierweek en aquacultuur	289
12.15.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	289
12.15.2	Effectbeschrijving	290
12.15.3	Effectbeoordeling	290
12.16	Bestaande windparken, elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	291
12.16.1	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	291
12.16.2	Effectbeschrijving	292
12.16.3	Effectbeoordeling	296

12.17	Cumulatie	296
12.18	Mitigerende maatregelen	298
12.19	Leemtes in kennis	298
13	TOETSING AAN WETTELIJK KADER	300
14	CONCLUSIE	303
14.1	Inleiding	303
14.2	Toetsing aan wettelijk kader	303
14.3	Samenvatting milieueffecten alternatieven	303
14.3.1	Morfologie en hydrodynamica	304
14.3.2	Vogels	304
14.3.3	Vleermuizen	306
14.3.4	Onderwaterleven	307
14.3.5	Scheepvaartveiligheid	309
14.3.6	Landschap en zichtbaarheid	309
14.3.7	Overige gebruiksfuncties	310
14.4	Cumulatie	311
14.5	Grensoverschrijdende effecten	313
14.6	Mitigerende maatregelen	313
14.7	Voorkeursalternatief	314
14.8	Leemten in kennis	315
14.9	Monitoring en evaluatie	319
15	REFERENTIES	320
	Laatste pagina	327
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Advies LVNL	2
II	Nadere toelichting voorgenomen activiteit	6
III	Natuurtoets IJmuiden Ver kavels IV	286
IV	Onderzoeken scheepvaartveiligheid IJmuiden Ver (kavel IV)	48
V	Uitgangspunten en berekening stikstofdepositie IJmuiden Ver (kavel IV)	35
VI	Gemiddelde dichtheden zeevogels kavel IV	5

1

SAMENVATTING

1.1 Inleiding

1.1.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het terugdringen van CO₂-emissies, en daarmee samenhangend, het produceren van duurzame energie. Belangrijke stappen zijn gezet met het Energieakkoord voor duurzame groei (hierna: Energieakkoord) uit 2013¹. Vervolgens is met het Energierapport², de daaropvolgende Energiedialoog³ en de Energieagenda⁴ een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn, richting 2050. Windenergie op zee speelt daarin een prominente rol.

Routekaart windenergie op zee

De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels vast te stellen en vervolgens uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. In lijn met de beleidsvoornemens uit de 'routekaart voor windenergie op zee'⁵ uit 2014 zijn kavels in de windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) vastgesteld. Bij de ingebruikname van windparken binnen deze kavels wordt voldaan aan de doelstelling voor windenergie op zee uit het Energieakkoord, te weten circa 4,5 gigawatt (GW) vermogen aan energie uit zeewind in 2023.

In de vervolgroutekaart uit 2018, de 'routekaart windenergie op zee 2030'⁶, zijn in lijn met de Energieagenda de hoofdlijnen geschetst voor de verdere uitrol van windenergie op zee voor de periode tot 2030. De routekaart voorziet in de uitgifte van een vermogen van 6,1 GW tot en met 2030, bovenop de genoemde 4,5 GW uit de routekaart 2023. Hiertoe moeten de komende jaren nieuwe kavels worden vastgesteld en uitgegeven. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die reeds als windenergiegebied zijn aangewezen in het nationaal waterplan. Het gaat om 1,4 GW in het gebied Hollandse Kust (west), 0,7 GW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden, en circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver.

In 2022 is de routekaart windenergie op zee 2030 aangevuld met een voorziene uitgifte van 10,7 GW bovenop de oorspronkelijke 10,6 GW. Het gaat om 2 GW extra in IJmuiden Ver kavels V en VI, 2 GW in Nederwiek (zuid) en 2 GW in Nederwiek (noord). Daarnaast moeten nog kavels gekozen worden voor een totale capaciteit van 4,7 GW in windenergiegebied Doordewind, Nederwiek (noord) en Hollandse Kust (west).

Milieueffectrapport ten behoeve van kavelbesluit

De Minister voor Klimaat en Energie kan (in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof) een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

¹ Energieakkoord voor duurzame groei, Kamerstukken II, 2012/13, 30 196, nr. 202.

² Energierapport 'Transitie naar duurzaam', Kamerstukken II, 2015/16, 31 510, nr. 50.

³ Kamerstukken II, 2016/17, 30 196, nr. 484.

⁴ Energieagenda 'Naar een CO₂-arme energievoorziening', Kamerstukken II, 2016/17, 31 510, nr. 64.

⁵ Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk.

⁶ Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42.

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

Het windpark wordt verbonden met het hoogspanningsnet op land. Deze verbinding is geen onderdeel van het kavelbesluit en geen onderdeel van de onderhavige m.e.r.-procedure. De beoogde kavels I en II worden aangesloten op het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De beoogde kavels III en IV sluiten aan op het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Voor elk Net op zee wordt een aparte rijkscoördinatieprocedure gevolgd, inclusief een apart te doorlopen m.e.r.-procedure. 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.

1.1.2 M.e.r.-procedure

Waarom een milieueffectrapport?

De procedure van de milieueffectrapportage (m.e.r.-procedure) is voorgeschreven op grond van Europese en nationale wetgeving indien sprake is van (besluitvorming over) activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten. Deze activiteiten zijn opgenomen in het Besluit milieueffectrapportage. Omdat sprake is van de ontwikkeling van meer dan 20 windturbines, is het kavelbesluit (als bedoeld in hoofdstuk 2 van de Wet windenergie op zee) m.e.r.-plichtig. De m.e.r.-procedure resulteert in een rapport: het milieueffectrapport (MER). Omdat daarnaast significante effecten op Natura 2000-gebieden niet op voorhand zijn uit te sluiten is ook een zogenaamde 'passende beoordeling' opgesteld. De passende beoordeling is integraal (als bijlage III -Natuurtoets) gevoegd bij dit MER. Ten behoeve van de leesbaarheid zijn de belangrijkste bevindingen ten aanzien van de effecten op kwalificerende waarden in relatie tot specifieke Natura 2000-gebieden ook in de hoofdttekst van dit MER verwerkt. Het doel van m.e.r. is het volwaardig meewegen van het milieubelang in de besluitvorming omtrent het kavelbesluit. Het Milieueffectrapport geeft inzicht in de volgende onderdelen:

- het onderbouwt de geschiktheid van de locatie IJmuiden Ver als windenergiegebied (zie hoofdstuk 5 van het MER);
- het onderbouwt de verkaveling van het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie hoofdstuk 5 van het MER);
- het geeft inzicht in de effecten van de opstellingsalternatieven van de windturbines binnen de kavels.

Hiervoor is gevarieerd in eigenschappen van de turbines zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter (zie hoofdstukken 7 t/m 12 van het MER).

De m.e.r. procedure

Dit MER is opgesteld in opdracht van de Minister voor Klimaat en Energie, het kavelbesluit wordt genomen in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof.

Er zijn twee momenten in deze m.e.r.-procedure waarop inspraak plaats kan vinden. Het eerste heeft plaatsgevonden aan de hand van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor de kavelbesluiten I, II, III en IV van windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze NRD heeft ter inzage gelegen van 25 februari tot en met 8 april 2022. Eenieder was in de gelegenheid om zienswijzen in te dienen. Er is één zienswijze ontvangen. Ook is de NRD naar de wettelijke adviseurs gestuurd voor advies. Vervolgens is een definitieve NRD door de Minister vastgesteld die het kader vormt voor dit MER. Het tweede moment van inspraak vindt plaats aan de hand van de ontwerp-kavelbesluiten voor Kavels III en IV voor IJmuiden Ver. Deze inspraakperiode wordt bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant of op een andere geschikte wijze. De zienswijzen worden verwerkt in de kavelbesluiten die vervolgens worden vastgesteld. Er is beroep mogelijk tegen de besluiten bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

1.1.3 Leeswijzer

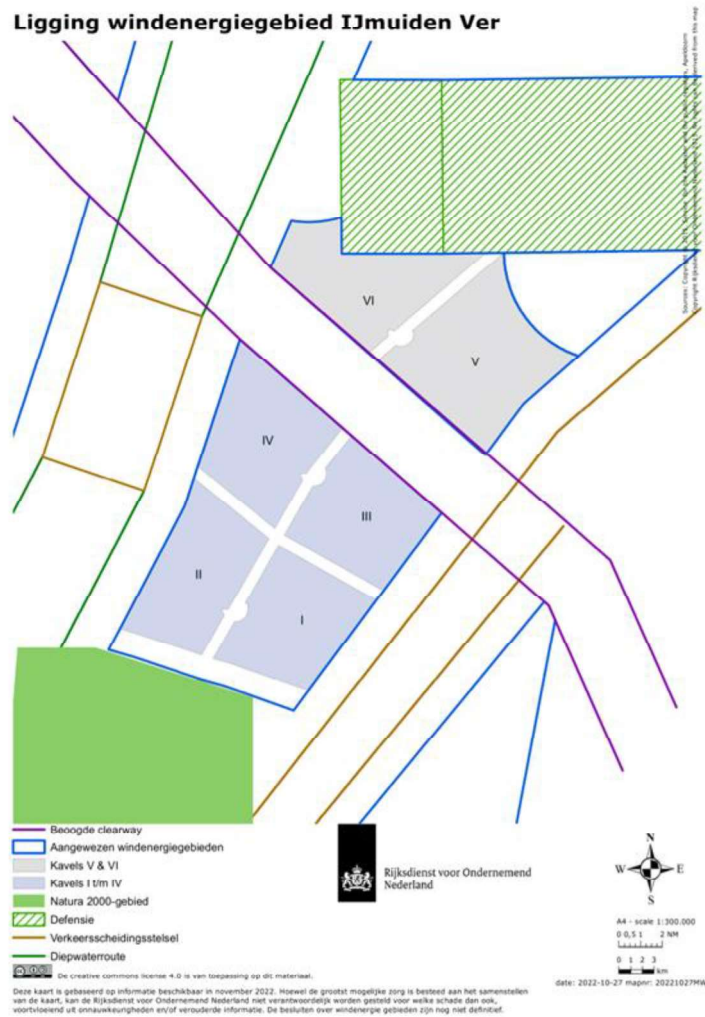
Dit is de samenvatting van het MER voor kavel IV van windenergiegebied IJmuiden Ver. Na de inleiding in paragraaf 1.1 gaat paragraaf 1.2 in op de locatiekeuze en verkaveling en paragraaf 1.3 beschrijft de aanpak van de effectbeoordeling. In paragraaf 1.4 worden de conclusies van de effectbeoordeling gegeven, gevolgd door een beschrijving van de cumulatie in paragraaf 1.5 en grensoverschrijdende effecten in paragraaf 1.6. Paragraaf 1.7 gaat in op de mitigerende maatregelen. De samenvatting sluit af met een beschrijving van het voorkeursalternatief in paragraaf 1.8 en leemten in kennis, monitoring en evaluatie in paragraaf 1.9.

1.2 Locatiekeuze en verkaveling

In (het plan-MER bij) het Nationaal Waterplan is nagegaan of windenergiegebied IJmuiden Ver geschikt is voor de realisatie van windenergie. Daarbij zijn de effecten van windenergie in het gebied IJmuiden Ver op hoofdlijnen onderzocht voor de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning, defensie etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid), recreatie(vaart), cultuurhistorie en archeologie. In het plan-MER is tevens gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden.¹ Hieruit volgt dat het gebied niet minder geschikt is dan de overige aangewezen gebieden. Negatieve effecten zijn in algemene zin vergelijkbaar. Op het gebied van scheepvaart en recreatie zijn de effecten minder dan voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid, noord en west). Het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 62 km van de kust. Het beoogde gebied voor de kavels I-IV heeft een oppervlakte van circa 400 km². Zie ligging windenergiegebied in afbeelding 1.1.

¹ www.zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-14240.pdf.

Afbeelding 1.1 Ligging kavel IV windenergiegebied IJmuiden Ver (tevens is de ligging van kavels I, II, III, V en VI zichtbaar)



Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver is ruimte voor 6 kavels van elk circa 1 GW. De 6 kavels en de oppervlaktes van IJmuiden Ver zijn weergegeven in afbeelding 1.1. Dit MER behandelt het voorgestelde kavel IV uit het gebied ten zuiden van de beoogde clearway. Het TenneT-platform Beta wordt geplaatst tussen de kavels III en IV.

Geen verkavelingsalternatieven

Een uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022 - 2027 is dat Natura 2000-gebieden worden ontzien. Een tweede uitgangspunt is dat binnen het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver een clearway nodig is om een veilige doorvaart te garanderen voor de scheepvaart. Het gaat dan om de ferryverbinding met Newcastle in het Verenigd Koninkrijk en meer in het algemeen de verbinding van drukke scheepvaartroutes met de havens van IJmuiden en Amsterdam. Een derde uitgangspunt is dat het meest noordelijke deel van IJmuiden Ver een aanvullend windenergiegebied is volgens de aanvulling op de routekaart. Het meest noordelijke deel van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal worden benut voor 2 kavels, V en VI, van elk 1 GW. Deze 2 aanvullende kavels zijn nodig voor het tijdig realiseren van de afspraak uit het Klimaatakkoord in 2030 door windenergie op zee (49 procent CO₂-reductiedoel) en de aangescherpte Europese 55 procent CO₂-reductiedoelstelling voor 2030. Hiertoe heeft tussen 1 juli en 11 augustus 2022 een apart voornemen inclusief een daarbij horende concept-NRD ter inzage gelegen. Gelet op deze uitgangspunten wordt in dit MER voor kavel IV geen alternatieve verkaveling onderzocht.

1.3 Aanpak effectbeoordeling

In dit MER worden de milieueffecten van de voorgenomen activiteit, de aanleg van het windpark IJmuiden Ver (kavel IV) onderzocht en beoordeeld. Deze effectanalyse en -beoordeling wordt gedaan aan de hand van verschillende alternatieven. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines een opgesteld vermogen van circa 1 GW, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit. De alternatievenbenadering bestaat uit het onderzoeken van een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types binnen de kavel.

Bandbreedte van opstellingsmogelijkheden

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbintypes 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. De 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 per milieuaspect of gebruikersbelang verschillen. Denk bijvoorbeeld aan de verschillende ingreep-effectrelaties voor vogels en zeezoogdieren. Daarnaast is er ook een best-case-scenario denkbaar per milieuaspect. De situatie waarbij de minste impact op het milieu verwacht wordt. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door per milieuaspect de waarschijnlijke worst- en best-case situatie vast te stellen en deze te beoordelen. De parameters die de worst- en best-case-situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

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 1.1 Te hanteren bandbreedte voor kavel IV in het MER

Onderwerp	Bandbreedte
totaal opgesteld vermogen per kavel	circa 1 GW
maximaal aantal turbines	50 - 67
vermogen individuele windturbines	minimaal 15 MW, maximaal 20 MW
tiphoogte individuele windturbines	maximaal 305 m
tiplaaagte individuele windturbines	minimaal 25 m
rotordiameter individuele windturbines	236 - 280 m
onderlinge afstand tussen windturbines	minimaal 4 maal de rotordiameter
aantal bladen per windturbine	2, 3
type funderingen	monopaal, multipaal, gravity-based structure, suction bucket
geluidsnorm in geval van heien van fundering	160 en 164 dB μ P2s SELs (op 750 m van de geluidsbron)
in geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/ -palen en aantal palen per turbine:	
monopaal	1 paal van 11,5 - 15 m in diameter

multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 4 palen van 3 - 5 m in diameter
in geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
gravity based	tot 50 m in diameter
suction bucket	tot 30 m in diameter
elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op circa 1 m en op diepte gehouden

De worst case situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. De onderstaande tabel geeft voor de verschillende milieuaspecten de worst case en best case aan.

Tabel 1.2 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuapect

Milieuapect	Bandbreedte	
	Alternatief A = Bestcase/ minste effecten	Alternatief B: Worstcase/ meeste effecten
morfologie en hydrodynamica	67 x 15 MW turbines, tripod	50 x 20 MW turbines, gravity based
vogels en vleermuizen*	50 x 20 MW turbines, tiplaaft 25 m, rotordiameter 280 m	67 x 15 MW turbines, tiplaaft 25 m, rotordiameter 236 m
onderwaterleven	50 x 20 MW turbines, tiplaaft 25 m, rotordiameter 280 m, gravity based	67 x 15 MW turbines, tiplaaft 25 m, rotordiameter 236 m, monopaal/jacket
scheepvaart	50 x 20 MW turbines, monopaal	67 x 15 MW turbines, jacket
energie en klimaat	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
landschap	67 x 15 MW turbines	50 x 20 MW turbines
overige gebruiksfuncties*	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines

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. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in onderstaande tabel. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel 1.3 Scoringsmethodiek

Score	Oordeel ten opzichte van het nulalternatief (referentiesituatie)
--	het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0	het voornemen onderscheidt zich niet van het nulalternatief
+	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 dit MER is nog apart ingegaan op die effecten die grensoverschrijdend zijn. Ook is inzicht gegeven in cumulatieve effecten. Voor elk aspect is 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 dit MER.

1.4 Conclusies effectbeoordeling

In de hoofdstukken 7 tot en met 12 zijn de effecten van de alternatieven A en B beschreven en beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Alternatieven A en B bestaan in dit MER uit de uitersten uitgangspunten per aspect die mogelijk zijn. In dit MER is zo de maximale bandbreedte onderzocht waarbinnen zich milieueffecten kunnen voordoen. De tabellen in dit hoofdstuk geven de beoordelingen van de alternatieven voor kavel IV weer per beoordelingscriterium. Hierbij is uitgegaan van een 7 puntenschaal zoals beschreven is in het hoofdstuk methode (hoofdstuk 6). In onderstaande paragrafen is per milieuthema een samenvatting gegeven van de gehele effectbeoordeling van beide alternatieven.

1.4.1 Morfologie en hydrodynamica

Alle morfologische en hydrodynamische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het geplande windpark IJmuiden Ver kavel IV en de inter-array-kabels zijn beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn 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.

Tabel 1.4 Effectbeoordeling morfologie en hydrodynamica – gebruiksfase en aanleg en verwijdering- kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (15 MW)	Alternatief B (20 MW)
morfologie en hydrodynamica	effect op waterbeweging (waterstand/stroming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op waterdiepte en bodenvormen	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op zeebodemsamenstelling	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op sedimenttransport	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op kustverdediging	niet onderzocht	niet onderzocht

1.4.2 Vogels

Kavel IV aanleg/verwijdering

De aanleg- en verwijderingswerkzaamheden zijn tijdelijk en verspreid over een relatief klein gebied. De effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. De extra scheepvaartbewegingen tijdens de aanleg- en verwijderingsfase zijn tijdelijk en verspreid over een relatief klein gebied. De effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Tabel 1.5 Effectbeoordeling - aanleg/verwijdering - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
vogels (alle groepen)	verstoring aanleg/verwijdering fundering	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door toegenomen scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Kavel IV gebruiksfase

Lokale zeevogels

Op basis van de oorspronkelijke modelberekeningen werd een relatief hoge mortaliteit onder jan-van-gent voorspeld die tot een overschrijding van de 1 %-mortaliteitsnorm zou leiden. Na het beschikbaar komen van nieuwe gegevens is een revisie van de gebruikte invoerparameters door Waardenburg Ecology uitgevoerd. Met deze nieuwe data is het voorspelde aantal aanvaringslachtoffers aanzienlijk lager. Hierbij is geen sprake meer van een overschrijding van de 1 %-norm. Een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding van jan-van-gent kan daarom alsnog worden uitgesloten. Ook voor andere zeevogels is een effect op de gunstige staat van instandhouding uitgesloten. Alhoewel er een verschil is in het aantal aanvaringen worden beide alternatieven beoordeeld als licht negatief (0/-).

Het aantal vogels dat per jaar sterft door habitatverlies als gevolg van het windpark IJmuiden Ver kavel IV in de gebruiksfase is voor alle soorten, behalve de zeekoet, minder zijn dan 10. Zeekoeten hebben de hoogste presentie in IJmuiden Ver en volgens deze berekeningsmethode zouden er hier jaarlijks 19 per kavel sterven als gevolg van habitatverlies. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. Voor lokale niet-broedende zeevogels zullen door windpark IJmuiden Ver kavel IV geen wezenlijke effecten van barrièrewerking optreden, omdat er voor deze soorten geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark een belemmering op de vliegroete kan vormen. Het effect wordt beoordeeld als neutraal (0) voor beide alternatieven.

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in windpark IJmuiden Ver kavel IV zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageomstandigheden. De effecten worden daarom als licht positief beoordeeld (0/+) voor beide alternatieven. De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan enige verstoring van zeevogels 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 beide alternatieven als licht negatief beoordeeld (0/-) alternatieven.

Kust(broed)vogels

Alleen de kleine mantelmeeuw is relevant als broedvogel, voor de overige broedvogelsoorten ligt het windpark ver buiten hun actieradius. De 1 %-norm wordt voor deze soort niet overschreden waardoor negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten. Het effect (aanvaringsrisico) wordt als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

IJmuiden Ver ligt aan de uiterste grens van de foerageerrange van de kleine mantelmeeuw. Het gebied is dus niet zo heel belangrijk voor broedvogels, waardoor het effect van habitatverlies verwaarloosbaar klein is. Het effect wordt ten aanzien van habitatverlies als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Het windpark bevindt zich op de uiterste grens van de foerageerrange van de soort die vanaf de Nederlandse kust het verst de zee op gaat, de kleine mantelmeeuw. Dit houdt in dat verwaarloosbare aantallen broedvogels v erder de zee op gaan dan dit windpark en dus zal het windpark hen niet

belemmeren op weg naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Het effect voor barrièrewerking wordt beoordeeld als neutraal (0) voor beide alternatieven.

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in een toekomstig windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform zouden rust- en eventueel broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. De effecten met betrekking tot de aanwezigheid van windturbines worden daarom als licht positief beoordeeld (0/+) voor beide alternatieven. 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 beide alternatieven als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Trekvogels

Voor de trekvogels blijft de mortaliteit voor kavel IV per soort dusdanig laag ten opzichte van de 1 %-norm dat negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten. 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 effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen is verwaarloosbaar in verhouding tot de totale trekroute. De effecten worden daarom voor beide alternatieven als neutraal beoordeeld (0).

Tabel 1.6 Effectbeoordeling vogels - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
lokale zeevogels	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)
	verstoring door windturbines	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)
	verstoring door onderhoud windpark	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
broedvogels uit Natura 2000	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)
	aanwezigheid windturbines	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)
	verstoring door onderhoud windpark	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
trekvogels	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)

1.4.3 Vleermuizen

Kavel IV gebruiksfase

De mortaliteit van vleermuizen in kavel IV blijft ruim onder de 1 %-norm. Er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (0/-)

voor beide alternatieven. In cumulatie met de geplande windparken volgens de aanvullende Routekaart kunnen negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding niet worden uitgesloten voor de ruige dwergvleermuis. Dit komt voornamelijk doordat er onvoldoende data beschikbaar is over de verspreiding van deze soort.

Tabel 1.7 Effectbeoordeling vleermuizen - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
vleermuizen	aanvaringsrisico/ barotrauma	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

1.4.4 Onderwaterleven

Kavel IV gebruiksfase bodemdieren

De mogelijke hinder die bodemdieren en vissen kunnen ondervinden als gevolg van onderwatergeluid en trillingen (veroorzaakt door onderhoudsschepen) is licht negatief beoordeeld (0/-). Kijkend naar het totale leefgebied van de bodemdier- en visgemeenschappen in de Noordzee is het mogelijk verstoord oppervlak als gevolg van elektromagnetische straling verwaarloosbaar klein, het effect is als licht negatief beoordeeld (0/-). Door de aanwezigheid van de turbines en de stenen voor erosiebescherming (alternatief B - 67 x 15 MW) verandert het leefgebied van bodemdieren van geheel zandig substraat naar deels hard substraat. Dit kan de biodiversiteit en biomassa ten goede komen. Het negatieve effect van oppervlakteverlies is minimaal, maar wel groter bij alternatief A vanwege het grotere oppervlak bij het gebruik van gravity based funderingen. De gravity based fundering bij alternatief A resulteert wel in meer hard substraat en dus mogelijk biomassa en biodiversiteit, waardoor het negatieve effect van oppervlakteverlies wegvalt. Het effect van kavel IV wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alternatief A en licht positief (0/+) beoordeeld voor alternatief B. Het stoppen van de huidige visactiviteiten heeft mogelijk een positief effect op de ontwikkeling van de bodem- en visgemeenschap. Dit is licht positief (0/+) beoordeeld voor beide alternatieven.

Tabel 1.8 Effectbeoordeling bodemdieren - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
bodemdieren	verstoring door onderwatergeluid en trillingen	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door elektromagnetische velden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	toename van hard substraat	neutraal (0)	licht positief (0/+)
	verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)

Kavel IV aanleg- en verwijderingsfase bodemdieren

Geconstateerd is dat er geen aantoonbare verandering optreedt op de bodemfauna door de aanleg van een windpark. Over de effecten van het verwijderen van een windpark is nog weinig bekend. Het totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdieregemeenschappen in de Noordzee. Het effect is licht negatief (0/-) beoordeeld.

Geconstateerd is dat bodemdieren hinder kunnen ondervinden van onderwatergeluid (impulsgeluid tijdens de aanleg van monopalen en jackets en continu geluid tijdens de verwijdering) en trillingen en dat soorten daar op een verschillende manier op reageren. Bij alternatief A is er sprake van een gravity based fundering

en wordt er dus niet geheid, daardoor is de toename van geluid minimaal en wordt het effect van kavel III als neutraal beoordeeld voor alternatief A. Vanwege de tijdelijke aard van de effecten en het relatief kleine oppervlak dat wordt verstoord door het heien, wordt dit effect van kavel IV als licht negatief beoordeeld (0/-) voor alternatief B.

Tabel 1.9 Effectbeoordeling bodemdieren - aanleg en verwijderingsfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
bodemdieren	verstoring van de bodem	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door geluid en trillingen	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

Kavel IV gebruiksfase zeezoogdieren

Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is. Effecten van scheepvaart kunnen optreden, maar uit onderzoek is gebleken dat tijdens de gebruiksfase van windpark OWEZ meer bruinvissen aanwezig waren dan voor de bouw van het windpark, waarschijnlijk als gevolg van de aanwezigheid van meer prooivissen. Hieruit blijkt dat bruinvissen het windpark niet mijden. Het effect van geluid van turbines en scheepvaart (continu geluid) tijdens de gebruiksfase in kavel IV is klein (0/-). Er is weinig bekend over de effecten van barrièrewerking en habitatverlies op zeezoogdieren, maar het is niet de verwachting dat dit effect optreedt bij een individueel windpark. Bij een groot aantal windparken in de Noordzee zou dit effect wel kunnen optreden, dan is er sprake van een cumulatief effect. Het effect is licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Met de huidige verspreiding en habitatgebruik van zeezoogdieren is het de verwachting dat mogelijke effecten voornamelijk het gedrag kortdurend en lokaal zullen beïnvloeden. De effecten zullen dusdanig klein zijn dat er geen sprake is van een wezenlijk effect op zeezoogdieren (0/-).

Tabel 1.10 Effectbeoordeling zeezoogdieren - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
zeezoogdieren	verstoring door onderwatergeluid en trillingen turbines en scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking, habitatverlies	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	elektromagnetische straling	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Kavel IV aanleg- en verwijderingsfase zeezoogdieren

Uit de berekeningen blijkt dat voor de onderzochte scenario's is uit te sluiten dat het aantal verstoringdagen door de constructie van turbinefunderingen in kavel IV boven het aantal uitkomt dat voor het windenergiegebied IJmuiden Ver in het KEC 4.0 is berekend. In het KEC 4.0 is geconcludeerd dat deze verstoring zowel bij bruinvissen als bij zeehonden niet tot effecten op de populatie zal leiden, dit geldt dus ook voor de resultaten in dit MER. Het effect van alternatief B is wel iets groter dan het effect van alternatief A door het verschil in het aantal turbines omdat bij alternatief A wordt uitgegaan van een gravity based fundering (dan is er geen sprake van heien). Daarom is het effect voor beide alternatieven A beoordeeld als neutraal (0) en voor alternatief B licht negatief (0/-). Effecten op het gehoor van bruinvissen en zeehonden (PTS) treden niet op. Deze worden voorkomen door het toepassen van geluid reducerende maatregelen.

Tabel 1.11 Effectbeoordeling zeezoogdieren - aanleg en verwijderingsfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
zeezoogdieren	verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	neutraal (0)	licht negatief (0/-)
	fysieke aantasting (tijdelijke gehoorbeschadiging)	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

1.4.5 Scheepvaartveiligheid

Voor kavel IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de windturbines. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel IV 0,0204 per jaar, dit is gelijk aan eens per 49 jaar. Dit effect van kavel IV wordt als licht negatief (0/-) beoordeeld. Op basis van de verouderde uitgangspunten wat betreft uitstroom van olie als gevolg van een aanvaring met een turbine (dikte scheepshuid en maat turbines) en in afwachting van de mogelijke toepassing van het SAMSON model is er voor gekozen om de uitstroom van olie niet op te nemen in het rapport, de onzekerheden zijn te groot. In eerdere effectbeoordelingen voor de milieuschade als gevolg van aanvaringen/aandrijvingen met turbines zijn de effecten als neutraal of als licht negatief beoordeeld. Omdat de bestaande uitgangspunten niet direct wijzen op een conservatieve of een optimistische bandering wordt dit aspect vanwege de onzekerheid licht negatief (0/-) beoordeeld.

De verwachting is dat er weinig tot geen situaties zijn waarbij kavel IV de zichtlijnen beïnvloedt. Omdat deze situaties niet geheel uitgesloten kunnen worden, wordt het effect van kavel III als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Tabel 1.12 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
scheepvaart en veiligheid	kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	gevolgschade van aanvaring of aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

1.4.6 Landschap en zichtbaarheid

Vanwege de grote afstand van de kust tot de kavel zullen de windturbines van kavel IV van IJmuiden Ver niet zichtbaar zijn vanwege kimduiking, observatievermogen en weersomstandigheden. De verlichting van de gondel verdwijnt bij alternatief A achter de horizon waardoor de verlichting van windturbines ook niet in de nacht zichtbaar zal zijn. Bij alternatief B verdwijnt de verlichting niet achter de horizon. Bij extreem helder weer kan deze verlichting in theorie zichtbaar zijn. Dit zal echter bijna nooit voorkomen, omdat het zicht door weersomstandigheden bijna nooit meer dan 50 km is. Als gevolg hiervan zijn beide alternatieven neutraal (0) beoordeeld: er is geen effect op de zichtbaarheid en beleving vanaf de kust.

Tabel 1.13 Effectbeoordeling landschap en zichtbaarheid - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
landschap en zichtbaarheid	effecten op landschap en zichtbaarheid	neutraal (0)	neutraal (0)

1.4.7 Overige gebruiksfuncties

Omdat voor windparken op zee medegebruik door andere functies slechts beperkt mogelijk is, heeft het uitsluiten van deze gebieden soms een negatief (-) effect op deze functies. De effecten zijn door de relatief kleine omvang van de kavel ten opzichte van het gehele Nederlands Continentaal Plat (NCP) beperkt. Het beschikbare areaal voor vissers wordt kleiner, dit resulteert in economische schade voor vissers. De vissers zullen moeten omvaren om gelijke vangst te hebben. Nieuw gas winnen is mogelijk met schuine boringen. Daarmee wordt olie-en gaswinning in een windpark ingewikkelder. Door de laagste vlieghoogte te verhogen of door helikopterroutes (HMR's) aan te passen kunnen de negatieve effecten op de luchtvaart worden vermeden. Goed onderzoek naar niet gesprongen explosieven beperkt de kans op mogelijke schade tijdens de aanleg. De effecten tussen de alternatieven wijken af voor NGE, omdat bij een groter oppervlakte aan funderingen (alternatief B) de kans op het treffen van NGE groter is. Echter vindt vooraf aan de bouwactiviteit nog nader onderzoek plaats naar NGE om effecten te mitigeren. Recreatie is als licht negatief beoordeeld omdat door kavel IV een indicatieve recreatieroute loopt tussen Nederland en Engeland. Hoewel de effecten soms als licht negatief zijn aangeduid, zijn deze alle te beheersen en hebben daarmee geen effect op het kavelbesluit.

Tabel 1.14 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
visserij	effect op het beschikbare areaal en visgronden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	effect op economische waarde	negatief (-)	negatief (-)
	effect op omvaren	negatief (-)	negatief (-)
olie- en gaswinning	effecten op bereikbaarheid helikopter platforms	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect toekomstig gebruik platforms voor CCS of waterstof	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op exploitatie van de in de grond aanwezige velden	neutraal (0)	neutraal (0)
luchtvaart	burgerluchtvaart	neutraal (0)	neutraal (0)
	helikopterverkeer	neutraal (0)	neutraal (0)
	bereikbaarheid van TenneT- platforms	neutraal (0)	neutraal (0)
	vliegbewegingen van de Kustwacht (SAR)	negatief (-)	negatief (-)
	militaire luchtvaart	neutraal (0)	neutraal (0)
baggerstort	beperkingen baggerstortgebieden	neutraal (0)	neutraal (0)

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
scheeps- wal en luchtvaartradar	effecten op scheeps- wal en luchtvaartradar	neutraal (0)	neutraal (0)
kabels en leidingen	effecten op kabels en leidingen	neutraal (0)	neutraal (0)
NGE	risico op niet gesprongen explosieven	neutraal (0)	licht negatief (0/-)
telecommunicatie	verstoring kabelverbindingen en straalpaden	neutraal (0)	neutraal (0)
militaire activiteiten en munitiestortgebieden	effecten op ruimtegebruik door defensie (luchtmacht, marine) vanwege de aanwezigheid van oefenterreinen en munitiestort-gebieden boven en op zee	neutraal (0)	neutraal (0)
recreatie en toerisme	toegankelijkheid recreatieve vaarroutes	licht negatief (0/-)	negatief (0/-)
	effecten op kusttoerisme	neutraal (0)	neutraal (0)
cultuurhistorie en archeologie	effecten op archeologische waarden, zoals bodemschatten, scheepswrakken, verdrinken landschappen	neutraal (0)	neutraal (0)
schelpdierweek en aquacultuur	effecten op mosselzaad- invanginstallaties en zeewierteelt	neutraal (0)	neutraal (0)
bestaande windparken	effecten elektriciteitsopbrengst bestaande windparken (windafvang)	neutraal (0)	neutraal (0)
elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	elektriciteitsproductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	terugverdientijd energie bouw	positief (+)	positief (+)
	CO ₂ -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	NO _x -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	SO ₂ -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	invloed op klimaatverandering	zeer positief (++)	zeer positief (++)

1.5 Cumulatie

Onderstaand is per aspect beschreven welke cumulatieve effecten kunnen optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. Het aspect is weergegeven in de eerste kolom, in de tweede kolom is toegelicht welke effecten in cumulatie relevant kunnen zijn en de derde kolom beschrijft hoe dit voor kavel IV uitwerkt.

Tabel 1.15 Cumulatieve effecten

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Morfologie en hydrodynamica	uit recente studies is gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) stratificatie (Carpenter, et al., 2016; Deltares, 2021) en de waterbeweging en morfologie (van der Veen, 2008). Deltares heeft voor verschillende delen van de Noordzee onderzoek gedaan naar het effect van windparken op stratificatie (Deltares, 2021). Afbeelding 7.13 toont de verschillende gebieden die zijn onderzocht. Uit het onderzoek blijkt dat het gebied waarin IJmuiden Ver ligt (Southern English Coast in afbeelding 7.13) volledig is gemixt en dat veranderingen in stratificatie als gevolg van de aanwezigheid van windparken niet optreden. Het gebied ten oosten van IJmuiden Ver, meer nabij de kust (Rhine ROFI), is echter wel gevoelig voor de effecten van stratificatie. Dit kan, door de verbeterde menging en de beschikbaarheid van meer voedingsstoffen in de bovenste lagen, leiden tot toename van de primaire productie. Er dient nader onderzoek te worden uitgevoerd naar de mogelijk effecten van windparken buiten dit gebied (zoals IJmuiden Ver) op stratificatie in het gebied nabij de kust dat wel gevoelig is voor stratificatie. De effecten ten aanzien van cumulatie op het niveau van het windenergiegebied IJmuiden Ver worden als neutraal beoordeeld	geen
Vogels en vleermuizen	voor vogels is er geen sprake van significant cumulatieve effecten van Nederlandse offshore windparken. Cumulatieve effecten van internationale windparken op de alk en de zeekoet kunnen niet worden uitgesloten. Het is echter aannemelijk dat de beoordeling van internationale windparken tot een andere uitkomst zal leiden als de worst-case aannames beter afgestemd zijn	stilstandvoorziening vleermuizen + mogelijk tiplaagteverhoging
Onderwaterleven	voor de ruige dwergvleermuis kunnen significante cumulatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten voor bodemdieren, vissen en zeezoogdieren kunnen cumulatieve effecten worden uitgesloten	geen
Scheepvaartveiligheid	het cumulatieve effect van de verschillende windparken op de mogelijke aanvaringen van schepen op turbines (schip-turbine) aanvaringen is beperkt. De totale verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie voor het scenario RK2030 is 0,56 , wat gelijk is aan eens per 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de versnelling van de ontwikkeling van windenergie is meegenomen loopt deze frequentie op naar 0,987, wat gelijk is aan eens per jaar	geen
Landschap en zichtbaarheid	op zee zijn nog meer parken gepland. Cumulatie kan optreden door de ontwikkeling van meerdere windparken die van ver als geheel waargenomen worden, waardoor de horizon 'vol' raakt. De windparken kunnen elkaar ook juist afschermen, doordat de windparken achter elkaar liggen. Windpark IJmuiden Ver zal nauwelijks bijdragen aan cumulatie vanwege de zeer geringe zichtbaarheid vanaf de kust	geen
Overige gebruiksfuncties	extra gebiedssluitingen zorgen ervoor dat het areaal voor visserij kleiner wordt, minder locaties zijn om olie- en gas te winnen, bagger te storten of te recreëren. De effecten hiervan zijn gering door de ontwikkeling van kavels I-IV. De exacte omvang van andere gebiedssluitingen is onbekend en daarmee zijn deze cumulatieve	geen

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	effecten niet te kwantificeren. Deze cumulatieve effecten hebben geen effect op het kavelbesluit	

1.6 Grensoverschrijdende effecten

Met betrekking tot grensoverschrijdende effecten zijn de effecten op vogels en zeezoogdieren van belang. Hier wordt onderstaand op ingegaan.

Vogels

Langs de Britse oostkust bevinden zich kolonies van broedende zeevogels. Een deel van deze broedvogels zou windpark IJmuiden Ver kavel IV tijdens foerageertochten vanuit de kolonies kunnen bereiken. Wanneer deze vogels, na realisatie van het windpark IJmuiden Ver, dit gebied voortaan mijden, is er sprake van habitatverlies. Gezien de ligging van het windpark, ver uit de kust van Engeland, zullen de aantallen broedvogels die het gebied zouden kunnen bezoeken, gering zijn. Voor de jan-van-gent geldt dat, hoewel vogels tot ruim 200 km van hun kolonie kunnen gaan foerageren, verreweg de meeste vogels dit op veel kleinere afstanden doen, waardoor maar zeer weinig vogels vanuit Britse kolonies het windpark zullen bereiken (Wakefield et al. 2013). Voor deze beide soorten is habitatverlies voor broedvogels door IJmuiden Ver daarom verwaarloosbaar klein. Voor alle andere Britse, Belgische en Duitse broedvogels geldt dat windpark IJmuiden Ver buiten hun foerageerrange ligt. Hierdoor zijn significante effecten op broedvogels van buitenlandse kolonies uit te sluiten.

Zeezoogdieren

Significante effecten van windpark IJmuiden Ver kavel IV en de cumulatie van alle windparken (inclusief internationale windparken) op zeezoogdieren zijn uitgesloten (zie hoofdstuk 9). Dat betekent dat er geen sprake is van wezenlijke grensoverschrijdende effecten.

1.7 Mitigerende maatregelen

Na toetsing kan voor vrijwel elk aspect worden voldaan aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Mitigerende maatregelen, zoals de (in de effectbeoordeling betrokken) onderwatergeluidsnorm zijn noodzakelijk voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen. Hiermee kan verzekerd worden dat geen verslechtering optreedt van de staat van instandhouding. 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 middel van de maatregelen die worden gepresenteerd in onderstaande tabel. Het zijn dus maatregelen die aanvullend genomen kunnen worden. Besluitvorming over welke mitigerende maatregelen genomen worden vindt plaats in het kavelbesluit.

Tabel 1.16 Mogelijk toepasbare mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijk toepasbare mitigerende maatregelen
Morfologie en hydrodynamica	er treden geen wezenlijke effecten op. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig	geen
Vogels en vleermuizen	significant negatieve effecten op vogels kunnen worden uitgesloten, de staat van instandhouding van vogels wordt niet aangetast. Door cumulatie kunnen negatieve effecten op de staat van instandhouding van de ruige dwergvleermuis niet uitgesloten worden	Om het aantal vogel aanvaringslachtoffers te beperken zijn diverse mitigerende maatregelen mogelijk. In grote lijnen komen de opties voor mitigatie neer op de volgende maatregelen: 1 verhogen zichtbaarheid van de turbines

Aspect	Effect	Mogelijk toepasbare mitigerende maatregelen
		<p>2 toepassing slim cameradetectiesysteem gekoppeld aan stilstandvoorziening</p> <p>3 periodieke stilstandvoorziening in de meest kritische perioden</p> <p>4 keuze turbinetype met gunstiger verhouding tussen energieopbrengst en aantal aanvaringsslachtoffers (tiplaagte)</p> <p>5 mogelijk tiplaagteverhoging</p> <p>voor vleermuizen kan het verhogen van de cut-in speed (de windsnelheid waarbij de turbine gaat draaien) een effectieve vorm van mitigatie zijn. In Boonman & Japink (2022) is een stilstandvoorziening voor windpark IJmuiden Ver uitgewerkt</p>
Onderwaterleven	er treden geen significant negatieve effecten op onderwaterleven op als gevolg van de aanleg en ingebruikname van voor windpark IJmuiden Ver kavel IV indien de in de beoordeling betrokken onderwatergeluidsnorm en soft/slow start wordt toegepast. Hierdoor zijn geen aanvullende mitigerende maatregelen noodzakelijk. Er zijn mogelijk resterende negatieve effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren	er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken: <ul style="list-style-type: none"> - de oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of - de heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of - het aantal verstoringsdagen (= het aantal funderingen) te beperken of - een andere, minder geluid producerende installatietechnieken en funderingstypen gebruiken (bijvoorbeeld trillen, blue piling of schroeven)
Scheepvaartveiligheid	er treden geen significant negatieve effecten op scheepvaartveiligheid op als gevolg van de aanleg en ingebruikname van voor windpark IJmuiden Ver kavel IV. Wel zijn er beperkt negatieve effecten te verwachten	de volgende mitigerende maatregelen kunnen worden getroffen om effecten op de scheepvaartveiligheid te beperken: <ul style="list-style-type: none"> - als basis station, radar en VHF antenne - Vessel Traffic Management - aanvullende markering en identificatie windturbines - inzet van een Emergency Towing Vessel - extra SAR-capaciteit - oliebestrijdingscapaciteit - fysieke beveiliging windparken
Landschap en zichtbaarheid	er treden geen wezenlijke effecten op. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig	geen
Overige gebruiksfuncties	er treden geen significant negatieve effecten op overige gebruiksfuncties op als gevolg van de aanleg en ingebruikname van voor windpark IJmuiden Ver kavel IV. Wel zijn er beperkt negatieve effecten te verwachten	de volgende mitigerende maatregelen kunnen de negatieve effecten op overige gebruiksfuncties beperken: <ul style="list-style-type: none"> - de onderste vlieghoogte van de helikopterroute verhogen - verleggen helikopterroute - uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie

1.8 Voorkeursalternatief

Op basis van de beoordeling van de alternatieven kan gekomen worden tot een voorkeursalternatief, dat vast wordt gelegd in het kavelbesluit. Hiervoor is inzicht nodig in de bandbreedte die is beschouwd en de te nemen mitigerende maatregelen. Een deel van de te nemen mitigerende maatregelen en/of normen is al bepaald in het KEC 4.0 en tot uitdrukking gebracht in de te hanteren bandbreedte van de alternatieven. Het betreft bijvoorbeeld de norm voor onderwatergeluid. In het MER is het uitgangspunt gehanteerd dat deze

maatregelen bindend worden vastgelegd in het kavelbesluit. Op basis van dit MER zijn verder mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen (zie paragraaf 14.6).

Onderstaande tabel geeft aan welke maatregelen genomen moeten worden om tot een toelaatbaar effect te komen van de aanleg en exploitatie en windenergiegebied IJmuiden Ver kavel IV. Deze maatregelen dienen ook vastgelegd te worden in het kavelbesluit.

Tabel 1.17 MER-onderzoek en bepalen uit te geven bandbreedte

Aspect	Effect	Toelaatbaarheid	Maatregelen	Vast te leggen in kavelbesluit
vogels	het aantal aanvaringen per soort per jaar is opgenomen in tabel 8.10	er is geen sprake van een overschrijding van de 1 %-norm	stilstandvoorziening, tiplaagte verhoging	nee, niet aan de orde want het effect is toelaatbaar en de maatregel heeft drastische gevolgen voor het voornemen
	barrièrewerking met als gevolg dat vogels moeten omvliegen	effect is in casu marginaal en toelaatbaar	aanpassing omtrek windpark	nee, niet aan de orde want het effect is toelaatbaar en de maatregel heeft drastische gevolgen voor het voornemen
vleermuizen	aantal aanvaringen bedraagt 50 per jaar bij alternatief A en 67 per jaar bij alternatief B	er is geen sprake van een overschrijding van de 1 %-norm bij kavel VI, significante effecten in cumulatie kunnen niet worden uitgesloten	verhogen van de cut-in windspeed ¹ in risicoperiode	ja, om effecten zo veel mogelijk te beperken
Bruinvissen en zeehonden	aantal dierverstoringsdagen is opgenomen in tabel 9.8, tabel 9.9, tabel 9.10 en tabel 9.11	er is geen sprake van significante effecten op populaties bruinvissen en zeehonden, mits de geluidsnorm wordt toegepast en mogelijk aanwezige dieren vooraf op verantwoorde wijze worden verjaagd	maximaal niveau onderwatergeluid van 164 dB $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss (op 750 m van de geluidsbron) bij heien	ja, in de vorm van de geluidsnorm 164 dB $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss (op 750 m van de geluidsbron) bij heien

1.9 Leemten in kennis, monitoring en evaluatie

Het uitgangspunt voor het MER is dat de meest actuele en best beschikbare kennis ter zake wordt gehanteerd. In het MER wordt aangegeven welke belangrijke informatie niet beschikbaar is en welke gevolgen dit heeft voor de effectbepaling en -beoordeling. De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van de ontwikkeling van windenergiegebied IJmuiden Ver kavel IV. Het is wel belangrijk om bij de besluitvorming inzicht te hebben in de onzekerheden die een rol hebben gespeeld bij de effectvoorspellingen.

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 verdere ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitorings- en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer. Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook

¹ De cut-in-windspeed is de gegeven windsnelheid waarbij de turbine begint te produceren. Onder deze snelheid draait de turbine in vrijloop. De cut-in windspeed varieert per turbintype, maar ligt doorgaans rond 3,5 m/s. Met een ingreep kan de cut-in-windspeed verhoogd worden.

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.

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 hydrodynamica.

2

SUMMARY

2.1 Introduction

2.1.1 Motivation

The Netherlands has set ambitious targets for the reduction of CO₂ emissions and, accordingly, the production of sustainable energy. Important steps have already been taken with the Energy Agreement for Sustainable Growth (the 'Energy Agreement') of 2013¹. Following that, the Energy Report², subsequent Energy Dialogue³ and the Energy Agenda⁴ laid the foundation for longer-term energy policy leading up to 2050. Offshore wind energy plays a key role in the energy policy.

Offshore wind energy roadmap

The Offshore Wind Energy Act (*Wet windenergie op zee*) gives the government the ability to define and then issue wind farm sites for the development of offshore wind farms. In alignment with the policy intentions in the 'roadmap for offshore wind energy'⁵ from 2014, wind farm sites have been defined in the Borssele, Hollandse Kust (south) and Hollandse Kust (north) wind energy regions. The commissioning of wind farms on these wind farm sites will meet the target for offshore wind energy set out in the Energy Agreement, i.e. approx. 4.5 GW of offshore wind energy capacity by 2023.

In alignment with the Energy Agenda, the follow-up roadmap for 2018, the 'roadmap for offshore wind energy 2030'⁶ plots out the general principles for the further roll-out of offshore wind energy for the period leading up to 2030. The roadmap provides for the issue of a capacity of 6.1 GW up to 2030, coming on top of the 4.5 GW already referred to in the 2023 roadmap. This addition of capacity will require the definition and issue of new wind farm sites in coming years. The wind farm sites will be defined within the boundaries of the areas already designated as wind energy areas in the National Water Plan. This concerns 1.4 GW in the Hollandse Kust (west) area, 0.7 GW in the area to the north of the Wadden Islands and approx. 4 GW in the IJmuiden Ver area.

In 2022, the roadmap for offshore wind energy 2030 was supplemented by an anticipated issue of 10.7 GW on top of the original 10.6 GW. This was made up of an additional 2 GW in IJmuiden Ver wind farm sites V and VI, 2 GW in Nederwiek (south) and 2 GW in Nederwiek (north), with wind farm sites still to be identified for a total capacity of 4.7 GW in the Doordewind, Nederwiek (north) and Hollandse Kust (west) wind energy areas.

Environmental impact report for the wind farm site decision

The Minister for Climate and Energy, in agreement with the Minister for Infrastructure and Water Management, the Minister for Housing, Spatial Planning and the Environment and the Minister for Nature

¹ Energy Agreement for Sustainable Growth Parliamentary Papers II, 2012/13, 30 196, no. 202.

² Energy Report 'Transitie naar duurzaam ('Transition to sustainable'), Parliamentary Papers II, 2015/16, 31 510, no. 50.

³ Parliamentary Papers II, 2016/17, 30 196, no. 484.

⁴ Energy Agenda 'Naar een CO₂-arme energievoorziening' ('Towards a low-CO₂ energy supply'), Parliamentary Papers II, 2016/17, 31 510, no. 64.

⁵ Parliamentary Papers I/II, 2014/15, 33 561, A/no. 11 Reprint.

⁶ Parliamentary Papers II, 2017/18, 33 561, no. 42.

and Nitrogen, can take wind farm site decisions and formulate an environmental impact assessment for the decision.

This document is the EIA for wind farm site IV in the IJmuiden Ver wind energy area (see afbeelding 1.1). The EIA examines the environmental impacts that occur during construction, operation and removal of the wind turbines on/from the wind farm site.

The wind farm will be connected to the onshore high-voltage grid. This connection is not part of the wind farm site decision, nor part of this EIA procedure. The proposed wind farm sites I and II will be connected to the grid at sea, at IJmuiden Ver Alpha. The proposed wind farm sites III and IV will be connected to the grid at sea, at IJmuiden Ver Beta. A separate state coordination procedure will be followed for each grid at sea, including a separate EIA procedure. These will look at the offshore platform, the cables routed from the platform onshore and connection to the onshore high-voltage grid via a converter station.

2.1.2 EIA procedure

Why an environmental impact assessment?

The environmental impact assessment (EIA) procedure is prescribed on the basis of European and national legislation if there is a possibility of activities (or decision-making regarding such activities) with potentially significant environmental impacts. These activities are described in the Environmental Impact Report Decree. As this project will see the development of more than 20 wind turbines, the wind farm site decision (as referred to in Section 2 of the Offshore Wind Energy Act) requires an EIA. The EIA procedure gives rise to a report – the environmental impact report.

In addition, in view of the fact that impacts on Natura 2000-areas cannot be ruled out beforehand, an 'appropriate assessment' has also been put together. This is appended to this EIA in full as Annex III – Nature assessment. To ensure readability, the key findings relating to the impacts on qualified values in relation to specific Natura 2000-areas have also been incorporated into the main text of the this EIA.

The purpose of the EIA is to fully consider the environmental interest in the decision-making relating to the wind farm site decision. The environmental impact assessment offers insight into the following elements:

- It underpins the suitability of the IJmuiden Ver location as a wind energy area (see Section 5 of the EIA).
- It underpins the subdivision of the IJmuiden Ver wind energy area (see Section 5 of the EIA).

It offers insight into the impacts of positioning alternatives for the wind turbines within the wind farm sites. To this end, the features of the wind turbines, including foundation, shaft height and rotor diameter, have been varied (see Sections 7 to 12 of the EIA).

The EIA procedure

The EIA is formulated by order of the Minister for Climate and Energy, the wind farm site decision is taken in liaison with the Minister for Infrastructure and Water Management, the Minister for Housing, Spatial Planning and the Environment and the Minister for Nature and Nitrogen.

There are two points within the EIA procedure at which input is invited. The first took place on the basis of the 'Memorandum regarding Scope and Level of Detail' (NRD) for wind farm site decisions I, II, III and IV for the IJmuiden Ver wind energy area. This NRD was available for inspection from 25 February to 8 April 2022 and the public was invited to submit its views. One was received. The NRD was also submitted to the statutory advisors for consultation. The Minister then adopted a final NRD, which provides the framework for this EIA. The second input point will occur with the draft wind farm site decisions for wind farm sites III and IV for IJmuiden Ver. This input period will be announced by means of publication in the Official Gazette or by other suitable means. Views will be worked into the ultimate wind farm site decisions. Appeals against the decisions may be submitted to the Administrative Jurisdiction Division of the Council of State.

2.1.3 Reading guide

This is a summary of the EIA for wind farm site IV of the IJmuiden Ver wind energy area. Following the introduction in paragraph 2.1, paragraph 2.2 examines the choice of location and subdivision, while paragraph 2.3 outlines the approach to the impact assessment. Paragraph 2.4 outlines the conclusions of the impact assessment, followed by a description of the cumulation in paragraph 2.5, and cross-boundary impacts in paragraph 2.6. Paragraph 2.7 examines mitigating measures. The summary concludes with a description of the preferred alternative in paragraph 2.8 and gaps in knowledge, monitoring and evaluation in paragraph 2.9.

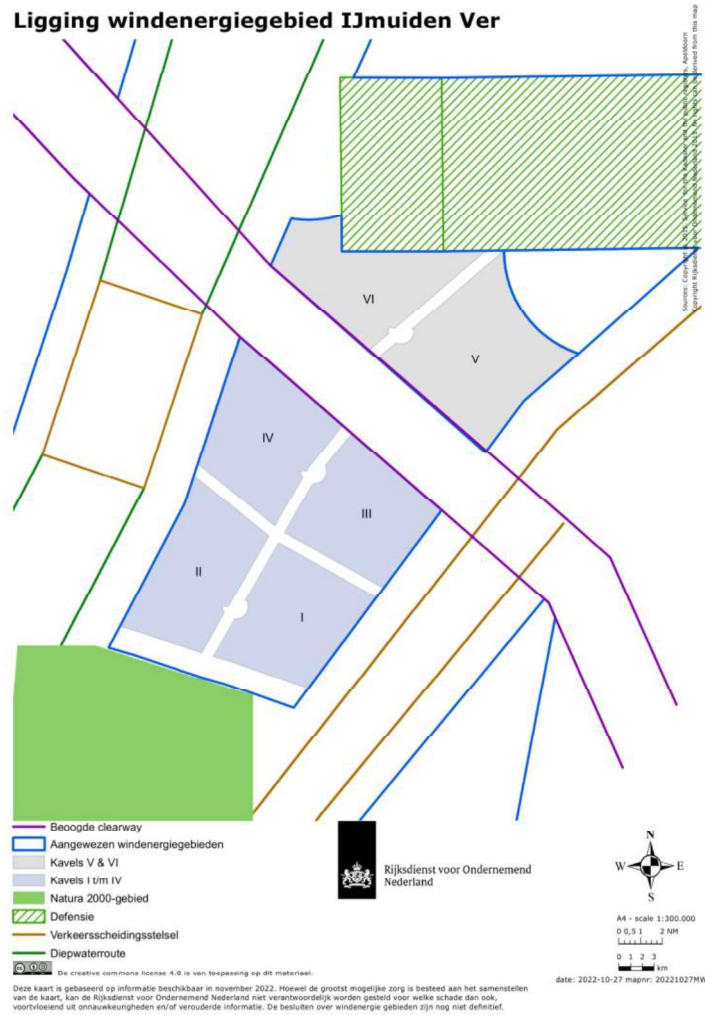
2.2 Choice of location and subdivision

The extent of the IJmuiden Ver wind energy area for the realisation of wind energy was explored in (the plan EIA to) the National Water Plan. As part of the process, the impacts of wind energy in the IJmuiden Ver wind energy area were broadly examined in terms of ecology, the safety of shipping, other usage functions (oil and gas, fishery, sand extraction, defence, etc.), geology and hydrology, landscape (visibility), recreation (navigation), cultural history and archaeology.

The plan EIA also considered the suitability when compared with other areas designated for wind energy.¹ The outcome of this consideration is that the area is no less suitable than the other designated areas. Negative impacts are generally comparable. When it comes to shipping and recreation, the impacts are less than those for the Hollandse Kust (south, north and west) wind energy area. The designated IJmuiden Ver wind energy area is located within the Exclusive Economic Zone (EEZ) of the Netherlands, at around 62 km from the coast. The proposed area for wind farm sites I - IV has a total surface area of around 400 km². See the location of the wind energy area in figure 1.1.

¹ www.zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-14240.pdf.

Figure 2.1 Location of wind farm site IV in the IJmuiden Ver wind energy area (the locations of wind farm sites I and II are also visible)¹



There is space within the IJmuiden Ver wind energy area for six wind farm sites, each of approx. 1 GW. The six wind farm sites and areas of IJmuiden Ver are shown in figure 2.1. This EIA looks at the proposed wind farm site IV from the area to the south of the proposed clearway. The TenneT platform Beta will come between wind farm sites III and IV.

No subdivision alternatives

A point of departure in the 2022 - 2027 North Sea Programme is the preservation of Natura 2000-areas. A second point of departure is the need for a clearway in the designated IJmuiden Ver wind energy area, to enable safe passage for shipping. Vessels requiring safe passage in this area are ferries on the Newcastle, UK route and more generally, those on busy shipping routes to the ports of IJmuiden and Amsterdam. A third point of departure is that the northernmost reaches of the IJmuiden Ver wind energy area are an additional wind energy area according to the supplement to the roadmap. The northernmost reaches of the IJmuiden Ver wind energy area will be used for two wind farm sites, V and VI, each of 1 GW. These two additional wind farm sites are needed to allow offshore wind energy to meet the agreement for 2030 as set out in the Climate Agreement in time (a 49 per cent reduction in CO₂) and the tighter European target of a 55 per cent reduction in CO₂ by 2030. With this in mind, a separate proposal, including corresponding draft NRD, was available for inspection between 1 July and 11 August 2022. Given these points of departure, no alternative subdivision has been examined for wind farm site IV in this EIA.

¹ This map was drawn in April 2022; the wind farm site boundary has been adjusted, see below in the EIA.

2.3 Approach to the impact assessment

This EIA surveys and assesses the environmental impacts of the proposed activity, the construction of the IJmuiden Ver (wind farm site IV) wind farm. This impact analysis and assessment were carried out on the basis of different alternatives. An alternative is a potential way in which the proposed activity – in this case the generation of an installed capacity of approx. 1 GW with wind turbines – can be accomplished taking into account the purpose of this activity. The alternative approach includes surveying a range of different wind turbine setups and types within the wind farm site

Range of setup options

Issuing a wind farm site that allows for different turbine setups, types and foundation methods, within a pre-determined range, facilitates a flexible layout of the wind farm site. Within that range, the developer has the freedom to create as optimal a layout as possible for the wind farm in terms of both cost effectiveness and energy yield. The range approach imposes specific requirements on the EIA. All environmental impacts that are associated with potential setups that facilitate the wind farm site decision must be looked at. In view of the number of conceivable combinations, however, surveying all possible setups is not possible. Consequently, a worst-case approach is assumed – if the worst-case situation for the range is permissible in terms of impact, then all setups within the range are possible.

Alternatives

The worst-case situation will vary according to the environmental impact or user interest – for example, consider the various intervention/impact relationships for birds and marine mammals. Moreover, a best-case situation can also be conceived for each environmental impact – i.e. the situation in which the least impact on the environment is anticipated. The study takes this into consideration by defining and assessing both the likely worst-case and best-case situation for each environmental impact. The parameters that define the worst-case and best-case situations are named and described – these include aspects such as the maximum number of turbines, maximum rotor surface area, characteristics of the foundation method, etc.

The range of possible implementations within the wind farm site to be issued is indicated in the following table. Range values are based on the current state of the art and on expectations relating to developments for coming years. The range that must be adhered to will be defined in the wind farm site decision.

Table 2.1 Roadmap of the range to be used for wind farm site IV in the EIA

Topic	Range
total installed capacity per wind farm site	approx. 1 GW
maximum number of turbines	50 - 67
capacity of individual wind turbines	minimum 15 MW, maximum 20 MW
tip high point of individual wind turbines	maximum 305 m
tip low point of individual wind turbines	minimum 25 m
rotor diameter of individual wind turbines	236 - 280 m
distance between individual wind turbines	minimum 4x the rotor diameter
number of blades per wind turbine	2, 3
foundation type	monopile, multipile, gravity-based structure, suction bucket
noise level in case of foundation pile driving	160 dB and 164 dB μ P2s SELs (at 750 m from source)
in the case of foundation pile driving: diameter of foundation pile/ piles and number of piles per turbine:	
monopile	1 pile of 11.5 - 15 m in diameter
multipile (including 'tripods' and 'jackets')	3 to 4 piles of 3 - 5 m in diameter

Topic	Range
in the case of a foundation without pile driving: dimensions at seabed:	
gravity-based	to 50 m in diameter
suction bucket	to 30 m in diameter
electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV, buried at approx. 1 m and maintained at depth

The worst-case situation may vary for certain aspects, such as for birds and for marine mammals. The table below indicates the worst-case and best-case situations for different environmental aspects.

Table 2.2 Worst case and best case within the range for each environmental aspect

Environmental aspect	Range	
	Alternative A: best case/lowest impact	Alternative B: worst case/highest impact
Morphology and hydrodynamics	67 x 15 MW turbines, tripod	50 x 20 MW turbines, gravity-based
Birds and bats*	50 x 20 MW turbines, tip low point 25 m, rotor diameter 280 m	67 x 15 MW turbines, tip low point 25 m, rotor diameter 236 m
Aquatic life	50 x 20 MW turbines, tip low point 25 m, rotor diameter 280 m, gravity-based	67 x 15 MW turbines, tip low point 25 m, rotor diameter 236 m, monopile/jacket
Shipping	50 x 20 MW turbines, monopile	67 x 15 MW turbines, jacket
Energy and climate	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
Landscape	67 x 15 MW turbines	50 x 20 MW turbines
Other usage functions*	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines

* It may be necessary to reverse the worst-case and best-case situations; this is ultimately based on the impact assessment.

Assessment

To be able to compare the impacts of the variants by aspect, these are assessed on the basis of a +/- scale in respect of the zero alternative. The following assessment scale is used here, as shown in the table below. The assessment is substantiated.

Table 2.3 Scoring method

Score	Verdict in respect of the zero alternative (reference situation)
--	the proposal leads to a very noticeable negative change
-	the proposal leads to a noticeable negative change
0	the proposal cannot be distinguished from the zero alternative
+	the proposal leads to a noticeable positive change
++	the proposal leads to a very noticeable positive change

In the event that the impacts are marginal, this is indicated by 0/+ (marginal positive) or 0/- (marginal negative) in the cases in question. Cross-boundary impacts are considered separately in this EIA. Insight is also offered into cumulative impacts. For each aspect, it is then explored whether mitigating measures might

be conceived in order to either minimise or eliminate the scope of the impact. Where possible, impacts with and without the measures are considered separately in this EIA.

2.4 Conclusions of the impact assessment

Sections 7 to 12 outline the impacts of alternatives A and B and assess them in respect of the reference situation. Alternatives A and B in this EIA comprise the extreme points of departure for each aspect that are possible. This EIA thus looks at the maximum range within which environmental impacts could occur. The tables in this section provide the assessments of the alternatives for wind farm site IV for each assessment criteria. This is based on a seven-point scale as outlined in the Method section (Section 5). The following paragraphs summarise the overall impact assessment for both alternatives for each environmental topic.

2.4.1 Morphology and hydrodynamics

All morphological and hydrodynamic changes that are the consequence of the construction, operating and removal of the proposed IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm and the inter-array cables are limited in scope. Moreover, the impacts during construction and removal are only temporary in nature. The changes, where they occur, are minor when compared with the natural dynamics of the area. In view of the relatively small dimensions of the foundation piles, the relatively large distance between the wind turbines and the number of wind turbines, changes are very local changes. The impact is limited to the immediate vicinity of the foundation piles and the farm cabling route and is temporary in nature.

Table 2.4 Impact assessment for morphology and hydrodynamics – usage phase and construction and removal – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (15 MW)	Alternative B (20 MW)
Morphology and hydrodynamics	impact on water movement (water level/flow)	neutral (0)	neutral (0)
	impact on water depth and seabed shapes	neutral (0)	neutral (0)
	impact on seabed composition	neutral (0)	neutral (0)
	impact on turbidity and water quality (including the impact of cathodic protection)	neutral (0)	neutral (0)
	impact on sediment transport	neutral (0)	neutral (0)
	impact on coastal defence	not surveyed	not surveyed

2.4.2 Birds

Wind farm site IV construction/removal

Construction and removal activities are temporary in nature and spread over a relatively small area. The impacts are assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives. The additional shipping movements during the construction and removal phase are temporary in nature and spread over a relatively small area. The impacts are assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives.

Table 2.5 Impact assessment for birds – construction/removal – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (20 MW)	Alternative B (15 MW)
birds (all groups)	disruption during construction/removal of foundation	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	disruption due to increase in shipping	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)

Wind farm site IV usage phase

Local sea birds

Based on the original model calculations, relatively high mortality rates were predicted for gannets, causing the 1 per cent mortality standard to be surpassed. With the availability of new data, Waardenburg Ecology has carried out a revision of the input parameters used. The new data have led to the predicted number of collision victims being revised downwards, with the 1 per cent mortality standard now no longer surpassed. A negative impact on the favourable conservation status of gannets can thus be ruled out – a negative impact on the conservation status of other sea birds has also been ruled out. Although there is a difference in the number of collisions, both alternatives are assessed as slightly negative (0/-).

The number of birds predicted to die each year due to loss of habitat as a consequence of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm during the usage phase is less than ten for all species with the exception of the guillemot. These have the highest presence in the IJmuiden Ver wind farm and, using this calculation method, it can be assumed that nineteen birds will die each year per wind farm site due to loss of habitat. This impact is assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives. For local, non-breeding sea birds, the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm will have no significant impact of barrier effects as for these species, as there are no targeted movements at sea where a wind farm could act as an obstruction to the flight path. The impact is assessed as neutral (0) for both alternatives.

The anticipated increase in benthos and fish (Lindeboom *et al.* 2011) in the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm may help to improve foraging conditions. The impacts are assessed as slightly positive (0/+) for both alternatives as a result. The additional use of ships for wind farm maintenance in the IJmuiden Ver wind energy area may lead to some disruption to sea birds. The duration and scope of maintenance activities in the IJmuiden Ver wind energy area are of (much) more limited scope than activities for construction and removal. Although there is a difference between the alternatives (different numbers and types of turbine), no distinction is drawn in this assessment in view of the limited scope of the impacts. The (additional) impacts of maintenance are assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives.

Coastal (breeding) birds

Only the lesser black-backed gull is a relevant as a breeding bird; the wind farm is well beyond the range of other species of breeding bird. The 1 per cent standard is not surpassed for this species, which means that negative impacts on the favourable conservation status can be ruled out. The impact (collision risk) is assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives.

IJmuiden Ver is located at the outer extreme of the foraging range of the lesser black-backed gull. As such, the area is not especially important for breeding birds, which means that the impact on loss of habitat is negligibly small. The impact in terms of loss of habitat is assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives.

The wind farm is located at the outer extreme of the foraging range of the species that travels the farthest from the Dutch coast – the lesser black-backed gull. It follows, therefore, that only a negligible number of breeding birds travel farther out to sea than this wind farm, which means that the wind farm will not act as an obstacle to their route to foraging areas located farther from the coast. The impact for barrier effects is assessed as neutral (0) for both alternatives.

The anticipated increase in benthos and fish (Lindeboom *et al.* 2011) in a future wind farm in the IJmuiden Ver wind energy area may help to improve foraging conditions, including for breeding birds like the lesser black-backed gull. The wind turbines themselves, as well as any metering masts or transformer platforms, could offer resting and breeding sites for some species of sea bird, including gulls. The impacts in relation to the presence of wind turbines are assessed as slightly positive (0/+) for both alternatives as a result. The additional use of ships for wind farm maintenance in the IJmuiden Ver wind farm may lead to some disruption to sea birds, including breeding birds. The duration and scope of maintenance activities in the IJmuiden Ver wind energy area are of (much) more limited scope than activities for construction and removal. Although there is a difference between the alternatives (different numbers and types of turbine), no distinction is drawn in this assessment in view of the limited scope of the impacts. The (additional) impacts of maintenance are assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives.

Migratory birds

When it comes to migratory birds, the mortality rate for wind farm site IV per species is sufficiently low when compared with the 1 per cent standard that negative impacts on the favourable conservation status can be ruled out. Although there is a difference between the alternatives (different numbers and types of turbine), no distinction is drawn in this assessment in view of the limited scope of the impacts. The impacts are assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives. There is the potential for barrier effects amongst migratory birds, but the distance required for a detour is negligible when compared with the overall migration route. The impacts are assessed as neutral (0) for both alternatives as a result.

Table 2.6 Impact assessment for birds – usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (20 MW)	Alternative B (15 MW)
Local sea birds	collision risk	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	loss of habitat/change in foraging circumstances	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	barrier effects	neutral (0)	neutral (0)
	disruption by wind turbines	slightly positive (0/+)	slightly positive (0/+)
	disruption due to wind farm maintenance	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
Breeding birds from Natura 2000	collision risk	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	loss of habitat/change in foraging circumstances	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	barrier effects	neutral (0)	neutral (0)
	presence of wind turbines	slightly positive (0/+)	slightly positive (0/+)
	disruption due to wind farm maintenance	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
Migratory birds	collision risk	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	barrier effects	neutral (0)	neutral (0)

2.4.3 Bats

Wind farm site IV usage phase

The mortality rate for bats in wind farm site IV remains well below the 1 per cent standard. There is no suggestion of an impact on the favourable conservation status. This impact is assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives. In cumulation with the planned wind farms in accordance with the supplementary roadmap, negative impacts on the favourable conservation status of the nathusius' pipistrelle bat cannot be ruled.

Table 2.7 Impact assessment for bats – usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (20 MW)	Alternative B (15 MW)
bats	collision risk/barotrauma	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)

2.4.4 Aquatic life

Wind farm site IV usage phase, bottom-dwellers

The potential nuisance experienced by bottom-dwellers and fish as a result of underwater noise and vibration (from maintenance ships) is assessed as slightly negative (0/-). Looking at the total habitat of the bottom-dweller and fish communities in the North Sea, the potentially disrupted area as result of electromagnetic radiation is negligibly small. The impact is assessed as slightly negative (0/-) as a result. The presence of wind turbines and stones to protect against erosion (alternative B – 67 x 15 MW) will change the habitat of bottom-dwellers from a wholly sandy substrate to a partly hard substrate. This may benefit biodiversity and biomass. The negative impact of surface loss is minimal, but greater in the case of alternative A owing to the larger surface area with use of gravity-based foundations. Alternative A is assessed as slightly positive (0/+), alternative B is assessed as neutral (0). Stopping current fishing activities in the area may have a positive impact on the development of bottom-dweller and fish communities. This is assessed as slightly positive (0/+) for both alternatives.

Table 2.8 Impact assessment for bottom-dwellers – usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (50 x 20 MW)	Alternative B (67 x 15 MW)
Bottom-dwellers	disruption due to underwater noise and vibrations	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	disruption due to electromagnetic fields	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	increase in hard substrate	neutral (0)	slightly positive (0/+)
	ban on fishing activities affecting the seabed	slightly positive (0/+)	slightly positive (0/+)

Wind farm site IV construction and removal phase, bottom-dwellers

No demonstrable change on seabed fauna is observed due to construction of a wind farm. Very little is currently known about the impacts of the removal of a wind farm. The total area of disrupted seabed is negligibly small when compared with the overall habitat of the respective bottom-dweller communities in the North Sea. The impact is assessed as slightly negative (0/-).

It is observed that bottom-dwellers could experience nuisance from underwater noise (impulse noise during construction of monopiles and jackets and ongoing noise during removal) and vibrations and that species respond differently to this nuisance. In the case of alternative A, a gravity-based foundation is used and there is no pile driving, which means that the increase in noise is only minimal and the impact of wind farm site IV is assessed as neutral for alternative A. In view of the temporary nature of the impacts and the relatively small surface area subject to disruption from pile driving, this impact of wind farm site IV is assessed as slightly negative (0/-) for alternative B.

Table 2.9 Impact assessment for bottom-dwellers – construction and removal phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (50 x 20 MW)	Alternative B (67 x 15 MW)
bottom-dwellers	disruption of the seabed	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	disruption due to noise and vibrations	neutral (0)	slightly negative (0/-)

Wind farm site IV usage phase, marine mammals

Ongoing noise from operational wind turbines is generally only of importance if the ambient noise from the wind and shipping is relatively minimal. Impacts from shipping may occur, but surveys suggest that a greater number of porpoises were present during the usage phase of the OWEZ wind farm than during its construction, possibly as a result of more prey fish being present. This indicates that porpoises do not avoid the wind farm. The impact of the noise of the turbines and shipping (ongoing noise) during the usage phase of wind farm site IV is small (0/-).

Very little is known about the impacts of barrier effects and loss of habitat on marine mammals, but it is not expected that this impact will occur with an individual wind farm. In the case of a large number of wind farms in the North Sea, this impact could occur, in which case there would be a cumulative impact. The impact is assessed as slightly negative (0/-) for both alternatives.

With the current distribution and use of habitat by marine mammals, it is expected that potential impacts are likely to affect behaviour for only a short period of time, and locally. The impacts would be sufficiently small as not to have a considerable impact on marine mammals (0/-).

Table 2.10 Impact assessment for marine mammals – usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (50 x 20 MW)	Alternative B (67 x 15 MW)
marine mammals	disruption due to underwater noise and vibrations from turbines and shipping	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	barrier effects, loss of habitat	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	electromagnetic radiation	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)

Wind farm site IV construction and removal phase, marine mammals

The calculations indicate that for the scenarios that were studied, the number of days of disruption due to the construction of turbine foundations in wind farm site IV being higher than the number calculated for the IJmuiden Ver wind energy area in the KEC 4.0 can be ruled out. The KEC 4.0 concluded that this disruption will not have an impact on the population of porpoises and seals – this also applies to the results in this EIA. The impact of alternative B is slightly higher than that of alternative A due to the difference in the number of turbines and because, in the case of alternative A, a gravity-based foundation is assumed (in which case there is no pile driving). As such, the impact for alternative A is assessed as neutral (0) and for alternative B as slightly negative (0/-). There is no impact on the hearing of porpoises or seals (PTS), as noise-reducing measures are used.

Table 2.11 Impact assessment for marine mammals – construction and removal phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A (50 x 20 MW)	Alternative B (67 x 15 MW)
marine mammals	disruption, barrier effects, loss of habitat, changed foraging circumstances due to noise and vibrations during construction of foundations and geophysical surveying	neutral (0)	slightly negative (0/-)
	physical degradation (temporary hearing damage)	neutral (0)	slightly negative (0/-)

2.4.5 Safety of shipping

Calculations of the likelihood of collision with wind turbines have been performed for wind farm site IV. The total collision frequency for wind farm site IV is 0.0242 per year, which is equivalent to once every 41 years. This impact of wind farm site IV is assessed as slightly negative (0/-). Based on outdated points of departure relating to outflow of oil as a consequence of a collision with a wind turbine (thickness of a ship's hull and size of the turbines) and in expectation of the probable use of the SAMSON model, it has been decided not take the outflow of oil into account in this report as the uncertainties would otherwise become too great. In earlier impact assessments for environmental damage as a consequence of collisions with wind turbines, the impacts were assessed as neutral or slightly negative. As the existing points of departure do not directly suggest a conservative or optimistic approach, this aspect is assessed as slightly negative (0/-) on account of the uncertainty.

It is expected that there will be few if any situations in which wind farm site IV will impact lines of sight. As such situations cannot be ruled out in their entirety, the impact of wind farm site IV is assessed as slightly negative (0/-).

Table 2.12 Impact assessment for the safety of shipping – construction/removal and usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A	Alternative B
shipping and safety	risk of a collision, route-bound and non-route bound shipping	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	consequential damage as a result of a collision, route-bound and non-route bound shipping	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	possibilities for diversion for crossing shipping	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)

2.4.6 Landscape and visibility

In view of the large distance from the coast to the wind farm site, the wind turbines on wind farm site IV at IJmuiden Ver will not be visible on account of the dip on the horizon, observation capacity and weather conditions. In the case of alternative A, the lighting on the nacelle will be beyond the horizon, which means that the wind turbine lighting will not be visible at night. In the case of alternative B, the lighting will not disappear beyond the horizon. In theory, this lighting could be visible in extremely clear conditions. This is highly likely to occur, however, as visibility rarely exceeds 50 km due to weather conditions. As a

consequence, both alternatives are assessed as neutral (0) as there is no impact on visibility and perception from the coast.

Table 2.13 Impact assessment for landscape and visibility – construction/removal and usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A	Alternative B
landscape and visibility	impacts on landscape and visibility	neutral (0)	neutral (0)

2.4.7 Other usage functions

As co-use for other functions is only possible to a limited extent in the case of offshore wind farms, the exclusion of these areas sometimes has a negative (-) impact on these functions. The impacts are limited by the relatively small size of the wind farm site when compared with the totality of the Dutch Continental Shelf (NCP). Fishermen will need to sail around the area to achieve the same catch. New gas extraction will be possible with angled drilling, but will be made more complicated by the wind farm. By raising the lowermost flying altitude, the negative impacts on aviation can be avoided. Thorough surveying for unexploded explosives will minimise the risk of damage during construction. The impacts between the alternatives differ for NGE, as in the case of a larger area of foundations (alternative B), the likelihood of encountering NGE is higher. Further surveying for NGE will, however, be carried out prior to construction activities in order to mitigate the impacts. Although the impacts may sometimes be marked as slightly negative, they can all be managed and thus have no effect on the wind farm site decision.

Table 2.14 Impact assessment for other usage functions – construction/removal and usage phase – wind farm site IV

Aspect	Assessment criteria	Alternative A	Alternative B
fishing	impact on area available and fishing grounds	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	impact on economic value	negative (-)	negative (-)
	impact on circumnavigation	negative (-)	negative (-)
oil and gas extraction	impact on accessibility of helicopter platforms	neutral (0)	neutral (0)
	impact on future use of platforms for CCS or hydrogen	neutral (0)	neutral (0)
	impact on exploitation of fields in the ground	neutral (0)	neutral (0)
aviation	civil aviation	neutral (0)	neutral (0)
	helicopter traffic	neutral (0)	neutral (0)
	accessibility of TenneT platforms	neutral (0)	neutral (0)
	aircraft movements by the coastguard (SAR)	negative (-)	negative (-)
	military aviation	neutral (0)	neutral (0)
dredging spoil	restrictions on dredging spoil areas	neutral (0)	neutral (0)

Aspect	Assessment criteria	Alternative A	Alternative B
ship, shore and aviation radar	impacts on ship, shore and aviation radar	neutral (0)	neutral (0)
cables and pipes	impacts on cables and pipes	neutral (0)	neutral (0)
NGE	risk of unexploded explosives	neutral (0)	slightly negative (0/-)
telecommunications	disruption to cable connections and beam paths	neutral (0)	neutral (0)
military activities and munitions dumping areas	impacts on the use of space by defence (air force, navy) due to the presence of training areas and munitions dumping areas above and on the sea	neutral (0)	neutral (0)
recreation and tourism	accessibility of recreational waterways	slightly negative (0/-)	slightly negative (0/-)
	impacts on coastal tourism	neutral (0)	neutral (0)
cultural history and archaeology	impacts on archaeological values, such as mineral resources, shipwrecks, flooded landscapes	neutral (0)	neutral (0)
shellfish farming and aquaculture	impacts on mussel-seed collection systems and seaweed cultivation	neutral (0)	neutral (0)
existing wind farms	impacts of electricity yield on existing wind farms (wind capture)	neutral (0)	neutral (0)
electricity yield and emissions prevented	electricity generation	very positive (++)	very positive (++)
	amortisation period, construction energy	positive (+)	positive (+)
	CO ₂ emissions reduction	very positive (++)	very positive (++)
	NO _x emissions reduction	very positive (++)	very positive (++)
	SO ₂ emissions reduction	very positive (++)	very positive (++)
	impact on climate change	very positive (++)	very positive (++)

2.5 Cumulation

The following outlines the cumulative impacts that could occur for each aspect and the consequences of these for the wind farm site decision. The aspect is given in the first column; the second column states the impacts relevant to cumulation; the third column outlines the outcome of this for wind farm site IV.

Table 2.15 Cumulative impacts

Aspect	Relevant cumulative impacts	Consequences for the wind farm site decision
morphology and hydrodynamics	recent studies suggest that very large-scale wind energy development in the	none

Aspect	Relevant cumulative impacts	Consequences for the wind farm site decision
birds and bats	<p>North Sea could have an impact on the (mixing of) stratification (Carpenter, et al., 2016; Deltares, 2021) and water movement and morphology (van der Veen, 2008). Deltares has looked at the impact of wind farms on stratification for various areas of the North Sea (Deltares, 2021). afbeelding 7.13 shows the different areas that were surveyed. The study indicates that the area in which IJmuiden Ver is located (Southern English Coast in afbeelding 7.13) is fully mixed, and changes in stratification as a consequence of the presence of the wind farm do not occur. The area to the east of IJmuiden Ver, closer to the coast (Rhine ROFI), is, however, sensitive to the impacts of stratification. Due to improved mixing and the availability of more nutrients in the upper layers, this could lead to an increase in primary production. Further studies are needed into the potential impacts of wind farms outside this area (such as IJmuiden Ver) on stratification in the area close to the coast that is sensitive to stratification. The impacts in relation to cumulation at the level of the IJmuiden Ver wind energy area are assessed as neutral</p> <p>for birds, there is no indication of significant cumulative effects of Dutch offshore wind farms. Cumulative effects of international wind farms on the auk and guillemot cannot be ruled out. However, it is likely that the assessment of international wind farms will lead to a different outcome if the worst-case assumptions are better aligned. Significant cumulative effects cannot be ruled out for the rough pipistrelle</p>	shutdown function for bats
aquatic life	cumulative impacts can be ruled out for bottom-dwellers, fish and marine mammals	none
safety of shipping	<p>the cumulative impact of the various wind farms on potential collisions between ships and turbines (ship-turbine collisions) is significant. The total anticipated collision frequency for the RK2030 scenario is 0.56, which is equal to once every 1.8 years. For the scenario that includes an acceleration of development of wind energy, this frequency rises to 0.987, which is equivalent to roughly once per year</p>	none
landscape and visibility	<p>more offshore wind farms are planned. Cumulation can come about due to the development of multiple wind farms that, from a distance, are perceived as one whole, causing the horizon to appear 'full'. The wind farms could actually shield one another, as they are located behind</p>	none

Aspect	Relevant cumulative impacts	Consequences for the wind farm site decision
	one another. The IJmuiden Ver wind farm will have little contribution to cumulation on account of its very low visibility from the coast	
Other usage functions	additional area closures will mean that the area available for fishing will be reduced and there will be fewer locations for oil and gas extraction, dumping dredging spoils and recreation. The impacts of this limitation are low due to the development of wind farm sites I - IV. The precise scope of other area closures is unknown, which means that the cumulative impacts cannot be quantified. These cumulative impacts have no impact on the wind farm site decision	none

2.6 Cross-boundary impacts

When it comes to cross-boundary impacts, the impacts on birds and marine mammals are important. The following looks at this in more detail.

Birds

The eastern coast of Great Britain is home to colonies of breeding sea birds. Some of those birds could reach the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm during foraging trips from the colonies. If these birds were to avoid the IJmuiden Ver wind farm area after its completion, it would represent a loss of habitat. In view of the location of the wind farm, far from the English coast, the number of breeding birds that could reach this area will be low. In the case of the gannet, even though birds may travel up to 200 km from their colonies to forage, most birds travel much shorter distances, which means that very few birds will reach the wind farm from British colonies (Wakefield et al. 2013). For both species, the loss of habitat for breeding birds on account of IJmuiden Ver is negligibly small. IJmuiden Ver is well outside of the foraging range of all other British, Belgian and German breeding birds. As such, significant impacts on breeding birds from foreign colonies can be ruled out.

Marine mammals

Significant impacts of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm and cumulation of all wind farms (including international wind farms) on marine mammals have been ruled out (See Section 9). This means that there are no significant cross-boundary impacts.

2.7 Mitigating measures

Following assessment, the conditions from the legal framework can be satisfied for virtually all aspects. Mitigating measures, such as the underwater noise standard (taken into consideration in the impact assessment), are needed to limit the cumulative impacts on birds, bats and porpoises in order to ensure that there is no deterioration to the conservation status. The occurrence of (residual) negative impacts from construction, usage and removal of the wind farm cannot, however, be ruled out. These potential residual impacts can be mitigated by means of the measures shown in the table below. These are additional measures. Decision-making relating to which mitigating measures to take will form part of the wind farm site decision.

Table 2.16 Potentially applicable mitigating impacts

Aspect	Impact	Potentially applicable mitigating measures
morphology and hydrodynamics	there are no significant impacts. there is, therefore, no need for mitigating measures	none
birds and bats	significant negative impacts on birds can be ruled out; the conservation status of birds will not be affected. with cumulation, negative impacts on the conservation status of nathusius' pipistrelle cannot be ruled out	<p>a number of mitigating measures are available to limit the number of deaths due to bird collisions. Generally speaking, mitigation options come down to the following measures:</p> <ul style="list-style-type: none"> - improving the visibility of the turbines - using a smart camera detection system linked to a shutdown function - periodic shutdown during the most critical periods - choosing a turbine type with a more favourable relationship between energy yield and the number of collision victims (tip low point) <p>an effective form of mitigation for bats could be to increase the cut-in speed (the wind speed at which the turbine begins to rotate). An elaboration of a shutdown function for the IJmuiden Ver wind farm can be found in Booman and Japink (2022 in draft)</p>
aquatic life	there are no significant impacts on aquatic life as a consequence of the construction and commissioning of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm if the underwater noise standard and soft/slow start examined in the assessment are applied. As a result, no additional mitigating measures are needed. There may be residual negative impacts of underwater noise on marine mammals	<p>there are a number of ways to limit the negative impacts of underwater noise on marine mammals during the construction of offshore wind farms:</p> <ul style="list-style-type: none"> - limiting the area disrupted by noise and/or - carrying out pile driving in a season with a relatively low density of marine mammals and/or - limiting the number of days of disruption (= the number of foundations) or - using a different installation method and foundation type that produces less noise (such as vibrating, blue piling or screwing)
safety of shipping	there are no significant impacts on the safety of shipping as a consequence of the construction and commissioning of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm. A limited number of negative impacts can, however, be expected	<p>the following mitigating measures may be taken to reduce the impacts on the safety of shipping:</p> <ul style="list-style-type: none"> - as a base station, radar and VHF antenna - vessel Traffic Management - additional marking and identification of wind turbines - use of an Emergency Towing Vessel - additional SAR capacity - capacity to tackle oil spills - physical security of wind farms
landscape and visibility	there are no significant impacts. There is, therefore, no need for mitigating measures	none

Aspect	Impact	Potentially applicable mitigating measures
other usage functions	there are no significant impacts on the other usage functions as a consequence of the construction and commissioning of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm. A limited number of negative impacts can, however, be expected	the following mitigating measures may help to reduce the negative impacts on other usage functions: <ul style="list-style-type: none"> - raising the lowermost flying altitude of the helicopter route - carry out an extensive geophysical (bathymetric) survey to prepare for NGE-specific detection

2.8 Preferred alternative

A preferred alternative can be proposed on the basis of the assessment of the alternatives, which will be defined in the wind farm site decision. This requires insight into the range that has been considered and into the mitigating measures that need to be taken.

Some of the mitigating measures and/or standards that must be taken/adopted have already been determined in the KEC 4.0 and are reflected in the range of the alternatives that can be used – as is the case with the underwater noise standard, for example. The point of departure in the EIA is that these measures will be laid down as binding in the wind farm site decision. Additional mitigating measures can be taken on the basis of the EIA to either eliminate or minimise the impacts (see paragraph 14.6).

The following table indicates which measures need to be taken in order to arrive at a permissible impact from the construction and operation of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind farm. These measures also need to be defined in the wind farm site decision.

Table 2.17 EIA survey and determination of range to be issued

Aspect	Impact	Permissibility	Measures	To be defined in the wind farm site decision
birds	the number of collisions per species per year is included in tabel 8.10	the 1 per cent mortality standard is not surpassed	shutdown function, increased tip low point	no, not applicable, as the impact is permissible and the measure has serious consequences for the proposal
	Barrier effects causing birds to have to divert	the impact is marginal and permissible	adjustment to wind farm perimeter	no, not applicable, as the impact is permissible and the measure has serious consequences for the proposal
bats	number of collisions is 50 per year for alternative A and 67 per year for alternative B	the 1 per cent mortality standard is not surpassed for wind farm site IV, significant impacts in cumulation cannot be ruled out	increase in the cut-in wind speed ¹ in the risk period	yes, in order to minimise the impacts
porpoises and seals	the number of days of disruption to animals is included in tabel 9.8, tabel 9.9,	there is no significant impact on populations of porpoises or seals, provided that the noise	maximum underwater noise level of 164 dB μ Pa _{2s} SELs (750 m from the source) in the case of pile driving	yes, in the form of the noise standard 164 dB μ Pa _{2s} SELs (750 m from the source) in the case of pile driving

¹ The cut-in wind speed is the specified wind speed at which the wind turbine begins to generate. The wind turbine operates in neutral below this speed. The cut-in wind speed varies between turbine types, but is usually around 3.5 m/s. An intervention could increase the cut-in wind speed.

Aspect	Impact	Permissibility	Measures	To be defined in the wind farm site decision
	tabel 9.10, and tabel 9.11	standard, soft start and ADD are applied		

2.9 Gaps in knowledge, monitoring and evaluation

The point of departure for the EIA is use of the most current and best available knowledge on the topic. The EIA provides an indication wherever important information is unavailable and what the consequences of this gap in knowledge are for impact determination and assessment. The gaps in knowledge do not give rise to an incomplete picture of the impacts of the development of the IJmuiden Ver wind farm site IV wind energy area. It is, however, important that there is insight during the decision-making process into the uncertainties that played a role in the impact predictions.

The Wozep (offshore wind energy ecological programme) monitoring and evaluation programme focuses on key ecological issues relating to the construction and operation of offshore wind farms – these issues are primarily generic in nature and less specific to wind farms. The Wozep covers both the further development of the KEC tool (update and implementation of knowledge) and the MEP (the monitoring and surveying programme). The latter covers monitoring and surveying as required under the Environmental Management Act (*Wet Milieubeheer*). The Wozep thus supersedes the monitoring obligation for each wind farm. This represents an improvement in efficiency that also contributes to cost-efficient realisation of the objectives for offshore wind energy. Evaluation of the Wozep focuses in particular on the translation of new knowledge into the KEC tool on the one hand (this could also include checking assumptions and/or impact calculations) and on translation into consequences for policy and management on the other.

The gaps in knowledge from the EIA offer input for monitoring within Wozep (for the ecological aspects) and for monitoring for the shipping, morphology and hydrodynamics aspects.

3

INLEIDING

3.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het terugdringen van CO₂-emissies, en daarmee samenhangend, het produceren van duurzame energie. Belangrijke stappen zijn gezet met het Energieakkoord voor duurzame groei (hierna: Energieakkoord) uit 2013¹. Vervolgens is met het Energierapport², de daaropvolgende Energiedialoog³ en de Energieagenda⁴ een basis gelegd voor het energiebeleid voor de langere termijn, richting 2050. Windenergie op zee speelt daarin een prominente rol.

De Wet windenergie op zee geeft het Rijk de mogelijkheid kavels vast te stellen en vervolgens uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. In lijn met de beleidsvoornemens uit de 'routekaart voor windenergie op zee'⁵ uit 2014 zijn kavels in de windenergiegebieden Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord) vastgesteld. Bij de ingebruikname van windparken binnen deze kavels wordt voldaan aan de doelstelling voor windenergie op zee uit het Energieakkoord, te weten circa 4,5 gigawatt (GW) vermogen aan energie uit zeewind in 2023.

In de vervolgroutekaart uit 2018, de 'routekaart windenergie op zee 2030'⁶, zijn in lijn met de Energieagenda de hoofdlijnen geschetst voor de verdere uitrol van windenergie op zee voor de periode tot 2030. Het Klimaatakkoord, dat voor energie uit zeewind uitgaat van ten minste 49 TWh productie in 2030, sluit daarbij aan. In het Klimaatakkoord is afgesproken dat voor de periode tot en met 2030 ten minste de vastgestelde routekaart 2030 wordt gerealiseerd. Ook is hierin afgesproken dat na 2030 verdere opschaling van windenergie op zee zal plaatsvinden. Voorwaarde hierbij is dat de bouw van nieuwe grote parken afhankelijk is van en idealiter gelijk oploopt met de groeiende vraag naar groene stroom. Tot slot wordt in het op 15 december 2021 gepubliceerde Coalitieakkoord 2021 – 2025 'Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst' ingezet op aanvullende windenergie op zee. In de aanvullende routekaart 2030 uit 2022 is beschreven welke extra windparken op zee komen tot 2030.

De routekaart windenergie op zee 2030 uit 2018 (hierna: oorspronkelijke routekaart) voorziet in de uitgifte van een vermogen van 6,1 GW tot en met 2030, bovenop de genoemde 4,5 GW uit de routekaart 2023. Hiertoe moeten de komende jaren nieuwe kavels worden vastgesteld en uitgegeven. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die reeds als windenergiegebied zijn aangewezen in het nationaal waterplan. Het gaat om 1,4 GW in het gebied Hollandse Kust (west), 0,7 GW in het gebied Ten noorden van de Waddeneilanden, en circa 4 GW in het gebied IJmuiden Ver. De routekaart windenergie op zee 2030 uit 2022 (hierna: aanvullende routekaart) voorziet in de uitgifte van een vermogen van 10,7 GW bovenop de 10,6 GW uit de oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030. Het gaat om 2 GW in IJmuiden Ver kavels V en VI, dus boven op de kavels die in dit MER beschreven zijn, 2 GW in Nederwiek (zuid) en 2 GW in Nederwiek (noord). Daarnaast moeten nog kavels gekozen worden voor een totale capaciteit van 4,7 GW in windenergiegebied Doordewind, Nederwiek (noord) en Hollandse Kust (west).

¹ Energieakkoord voor duurzame groei, Kamerstukken II, 2012/13, 30 196, nr. 202.

² Energierapport 'Transitie naar duurzaam', Kamerstukken II, 2015/16, 31 510, nr. 50.

³ Kamerstukken II, 2016/17, 30 196, nr. 484.

⁴ Energieagenda 'Naar een CO₂-arme energievoorziening', Kamerstukken II, 2016/17, 31 510, nr. 64.

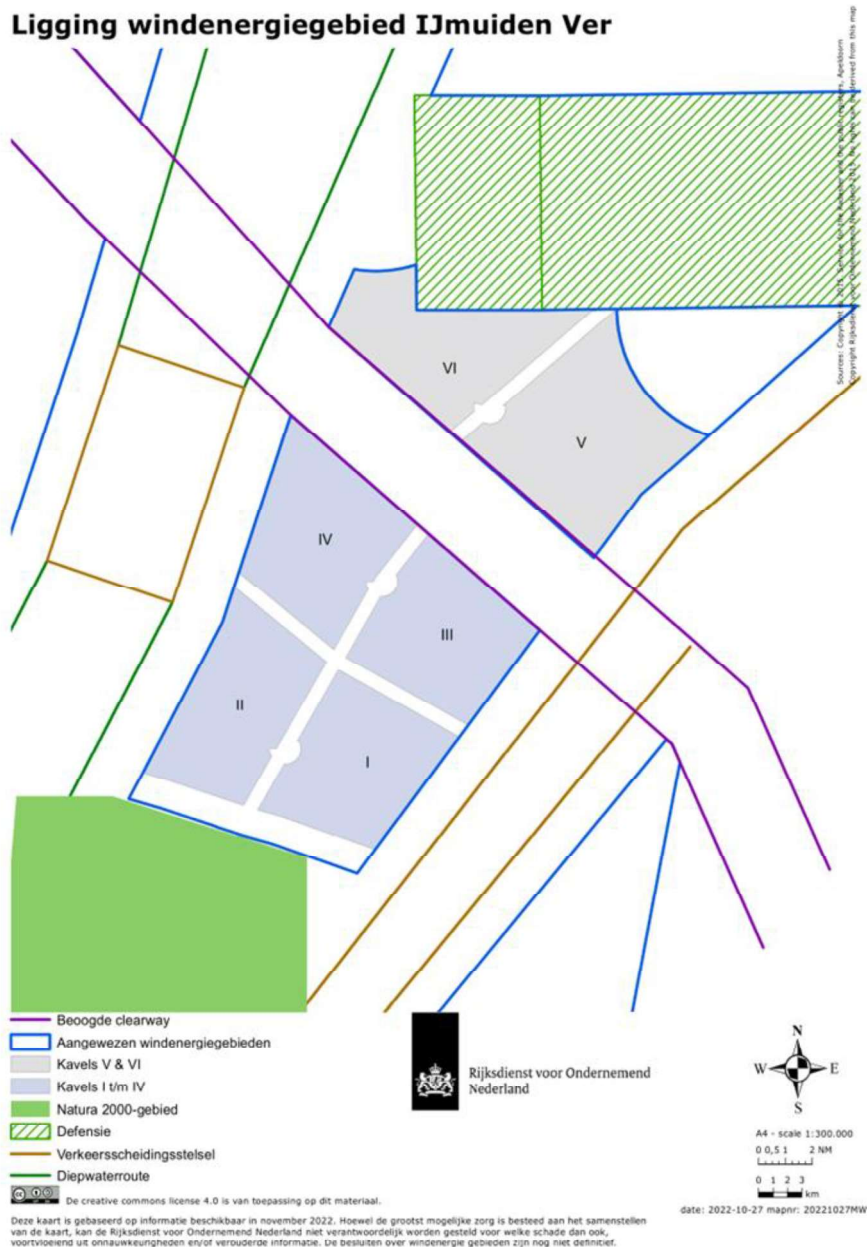
⁵ Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk.

⁶ Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42.

De Minister voor Klimaat en Energie kan (in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof) een kavelbesluit nemen en stelt ten behoeve van het kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op.

Dit document is het MER voor kavel IV in het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie afbeelding 3.1). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel.

Afbeelding 3.1 Ligging kavels IV windenergiegebied IJmuiden Ver (tevens is de ligging van kavels I, II en III, V en VI zichtbaar)



Het windpark wordt verbonden met het hoogspanningsnet op land. Deze verbinding is geen onderdeel van het kavelbesluit en geen onderdeel van de onderhavige m.e.r.-procedure. De beoogde kavels I en II worden aangesloten op het Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De beoogde kavels III en IV sluiten aan op het Net op zee IJmuiden Ver Beta. Voor elk Net op zee wordt een aparte rijkscoördinatieprocedure gevolgd, inclusief

een apart te doorlopen m.e.r.-procedure. 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.

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

De procedure van de milieueffectrapportage (m.e.r.-procedure) is voorgeschreven op grond van Europese en nationale wetgeving indien sprake is van (besluitvorming over) activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten. Deze activiteiten zijn opgenomen in het Besluit milieueffectrapportage. De m.e.r.-procedure resulteert in een rapport: het milieueffectrapport (MER). De inhoudelijke vereisten aan een milieueffectrapport zijn vastgelegd in hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer.¹

Een MER (ook wel: 'project-MER')² is vereist voor besluiten over activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten. Het besluit dat hier aan de orde is, betreft een kavelbesluit als bedoeld in hoofdstuk 2 van de Wet windenergie op zee. Het kavelbesluit bevat ook de afwegingen op grond van de Waterwet en de Wet natuurbescherming. Het kavelbesluit is in kolom 4 (Besluiten) van bijlage C van het Besluit milieueffectrapportage opgenomen. Het betreft categorie C22.2, windparken bestaande uit 20 windturbines of meer. Dit betekent dat voor elk toekomstig windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver een (wettelijke) verplichting geldt tot het opstellen van een MER.

Significante effecten op Natura 2000-gebieden zijn bij het realiseren van een windpark doorgaans niet op voorhand uit te sluiten. Daarom dient ook een zogenaamde 'passende beoordeling' als bedoeld in de Wet natuurbescherming³ te worden opgesteld ten behoeve van een kavelbesluit. De passende beoordeling zal integraal (als bijlage III - Natuurtoets) worden gevoegd bij dit MER. Ten behoeve van de leesbaarheid worden de belangrijkste bevindingen ten aanzien van de effecten op kwalificerende waarden in relatie tot specifieke Natura 2000-gebieden ook in de hoofdtekst van dit MER verwerkt.

3.3 Doel milieueffectrapportage

Het doel van m.e.r. is het volwaardig meewegen van het milieubelang in de besluitvorming omtrent het kavelbesluit. Het Milieueffectrapport geeft inzicht in de volgende onderdelen:

- het onderbouwt de geschiktheid van de locatie IJmuiden Ver als windenergiegebied (zie hoofdstuk 5);
- het onderbouwt de verkaveling van het windenergiegebied IJmuiden Ver (zie hoofdstuk 5);
- het geeft inzicht in de effecten van de opstellingsalternatieven van de windturbines binnen de kavels. Hiervoor is gevarieerd in eigenschappen van de turbines zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter (zie hoofdstukken 7 t/m 12).

3.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van de Minister voor Klimaat en Energie, het kavelbesluit wordt genomen in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof.

Op basis van een breed georiënteerd proces heeft het kabinet in maart 2018, in de beleidsbrief die bekend staat als de oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030, de Tweede Kamer geïnformeerd over de keuze om in de periode 2024-2030 in ten minste 3 gebieden op zee windparken te ontwikkelen. Het windenergiegebied IJmuiden Ver is één van die gebieden. Daarmee bouwt deze stap voort op het proces dat

¹ De wetgeving rond de milieueffectrapportage wordt opgenomen in afdeling 16.4 van de Omgevingswet en in hoofdstuk 11 en bijlage V bij het Omgevingsbesluit.

² Indien een MER wordt opgesteld bij een (finaal ruimtelijk) besluit spreekt men ook wel van een besluit-MER en indien een MER wordt opgesteld bij een plan van een plan-MER.

³ Ook de Wet natuurbescherming wordt opgenomen in de Omgevingswet. De eisen als opgenomen in de artikelen 5 en 7 van de Wet windenergie op zee veranderen echter niet.

met betrokkenheid van veel partijen is doorlopen. Ook bij het tot stand komen van de verkaveling van het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn partijen betrokken middels consultatie in het voortraject en via de inspraakmogelijkheden bij de terinzagelegging van de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD).

Windparken op zee zijn onderwerp van het Klimaatakkoord, waarin bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties op elkaar zijn aangewezen om hun bijdrage aan het afgesproken doel van 49 TWh wind op zee in 2030 te kunnen leveren. In 2022 is dit doel verder opgehoogd tot circa 90 TWh in 2030. Ook voor het Noordzeeoverleg is de uitrol van windparken op zee een centraal onderwerp. Het Noordzeeoverleg is een overlegorgaan van de rijksoverheid en stakeholders en voert op consensus gericht overleg over de uitvoering van het Noordzeeakkoord (NZA). In het NZA staan afspraken over de invulling van de drie grote transitie op de Noordzee: energie, natuur en voedsel (waaronder sleepnetvisserij, passieve visserij en aquacultuur) en de samenhang daartussen. Ook zal de Commissie-m.e.r. een toetsingsadvies af geven over dit MER.

3.5 Inspraak

Er zijn twee momenten in deze m.e.r.-procedure waarop inspraak plaats kan vinden.

Het eerste heeft plaatsgevonden aan de hand van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor de kavelbesluiten I, II, III en IV van windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze NRD heeft ter inzage gelegen van 25 februari tot en met 8 april 2022. Eenieder was in de gelegenheid om zienswijzen in te dienen. Er is één zienswijze ontvangen. Ook is de NRD naar de wettelijke adviseurs gestuurd voor advies. Vervolgens is een definitieve NRD door de Minister vastgesteld die het kader vormt voor dit MER.

Het tweede moment van inspraak vindt plaats aan de hand van de ontwerp-kavelbesluiten voor kavels III en IV voor IJmuiden Ver. Deze inspraakperiode wordt bekend gemaakt door publicatie in de Staatscourant of op een andere geschikte wijze. De zienswijzen worden verwerkt in de kavelbesluiten die vervolgens worden vastgesteld. Er is beroep mogelijk tegen de besluiten bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

3.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 4 van dit MER heeft een nadere beschrijving van de wet- en regelgeving en het beleidskader.

De nadere onderbouwing van de locatiekeuze voor windenergiegebied IJmuiden Ver en de verkaveling is nader onderbouwd in hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 6 gaat in op de aanpak van de effectbeoordeling.

In de hoofdstukken 7 tot en met 12 wordt per thema ingegaan op de onderzoekaanpak, de beschouwde alternatieven, de huidige en autonome situatie, de effectbeschrijving en -beoordeling, cumulatie en mitigerende maatregelen en leemten in kennis. De behandelde thema's betreffen morfologie en hydrodynamica, vogels- en vleermuizen, onderwaterleven, Natura 2000 en overige natuur, scheepvaartveiligheid, landschap en zichtbaarheid en overige gebruiksfuncties. Hoofdstuk 13 beschrijft de toetsing aan het wettelijke kader en het MER wordt afgesloten met conclusies in hoofdstuk 14.

Tevens is een aantal bijlagen opgenomen met achtergronddocumenten ten aanzien van een aantal milieuaspecten. De passende beoordeling vormt een onderdeel van de bijlage III - Natuurtoets.

4

WET- EN REGELGEVING EN BELEIDSKADER

4.1 Wet windenergie op zee

Op grond van artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie op zee kan de Minister voor Klimaat en Energie, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, de Minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en de Minister voor Natuur en Stikstof, een kavelbesluit nemen. In het kavelbesluit wordt een kavel ten behoeve van een windpark en een tracé voor de aansluitverbinding tussen het windpark en het aansluitpunt aangewezen. Voor de kavels I en II van windenergiegebied IJmuiden Ver is dit aansluitpunt het platform IJmuiden Ver Alpha. Voor de kavels III en IV is het aansluitpunt het platform IJmuiden Ver Beta. Ingevolge artikel 3, tweede lid, van de Wet windenergie op zee kan een kavel slechts worden aangewezen binnen gebieden die in het Programma Noordzee zijn aangewezen als voor windenergie geschikte gebieden.

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, 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 aansluitpunt.

Met betrekking tot het ecologische belang is een belangrijk onderdeel van het kavelbesluit de toets van de natuuraspecten op grond van de Wet natuurbescherming. 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 ontheffing (soortenbescherming) of vergunning (gebiedsbescherming) op grond van de Wet natuurbescherming 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 Economische Zaken en Klimaat 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 6a van hoofdstuk 6 van het Waterbesluit.¹

¹ Met de inwerkingtreding van de Omgevingswet worden deze bepalingen overgenomen in paragraaf 7.2.3 van het Besluit activiteiten leefomgeving.

4.2 Beleid windenergie op zee

4.2.1 Nationaal Water Programma/Programma Noordzee

In het Nationaal Water Programma, specifiek het onderdeel Programma Noordzee 2022-2027 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022), worden de hoofdlijnen van het Noordzeebeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid vastgelegd. Voorheen was dit vastgelegd in het Nationaal Waterplan 2016-2021 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Economische Zaken en Klimaat, 2015).

Het Programma Noordzee is het beleidsinstrument om de ruimte op de Noordzee voor alle gebruikers en functies, zoals visserij, natuur, scheepvaart en windenergie te verdelen. Het kabinet weegt hierin hun belangen om te komen tot een ruimtelijke indeling van de Noordzee.

Een onderdeel van het Programma Noordzee is het aanwijzen van gebieden waar kavels voor windparken kunnen worden uitgegeven. Vanuit de EU is de CO₂-reductiedoelstelling voor 2030, mede op verzoek van Nederland, verder aangescherpt tot 55 %. De EU heeft daarnaast het REPowerEU plan opgesteld om Europa onafhankelijk te maken van Russische fossiele olie voor 2030. Daarom zijn er extra windparken nodig voor 2030. Maar ook voor de periode daarna. Tot 2050 zal tussen de 38 en 72 GW aan windenergie op zee moeten zijn gerealiseerd, zoals is berekend in de Noordzee Energie Outlook.¹

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. Het noordelijke deel, waarbinnen kavels V en VI liggen, van windenergiegebied IJmuiden Ver is een van die gebieden.

Programma Noordzee bevat voorts ruimtelijke kaders voor de inpassing van windparken op zee op diverse aspecten. Het gaat daarbij om algemene uitgangspunten en instrumenten als het 'Ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken' en het 'Ontwerpproces: afstand tussen mijnbouwlocaties en windparken'.

4.2.2 Routekaart windenergie op zee 2030

De oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030 is op 27 maart 2018 door de Minister van Economische Zaken en Klimaat aangeboden aan de Tweede Kamer².

De oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030 omvat plannen voor het ontwikkelen van windparken met een totale capaciteit van ten minste 6,1 GW in de volgende windenergiegebieden:

- Hollandse Kust (west) met een vermogen van 1,4 GW;
- ten noorden van de Waddeneilanden met een vermogen van 0,7 GW;
- IJmuiden Ver, met een vermogen van circa 4 GW³ het grootste windenergiegebied.

¹ Kamerstukken II, 2020/21, 32 813, nr. 646.

² Kamerstukken II, 2017/18, 33 561, nr. 42.

³ Exclusief kavels V en VI.

In 2022 is de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 gepubliceerd. Hierin zijn extra zoekgebieden aangekondigd boven op de oorspronkelijke routekaart uit 2018. Het betreft:

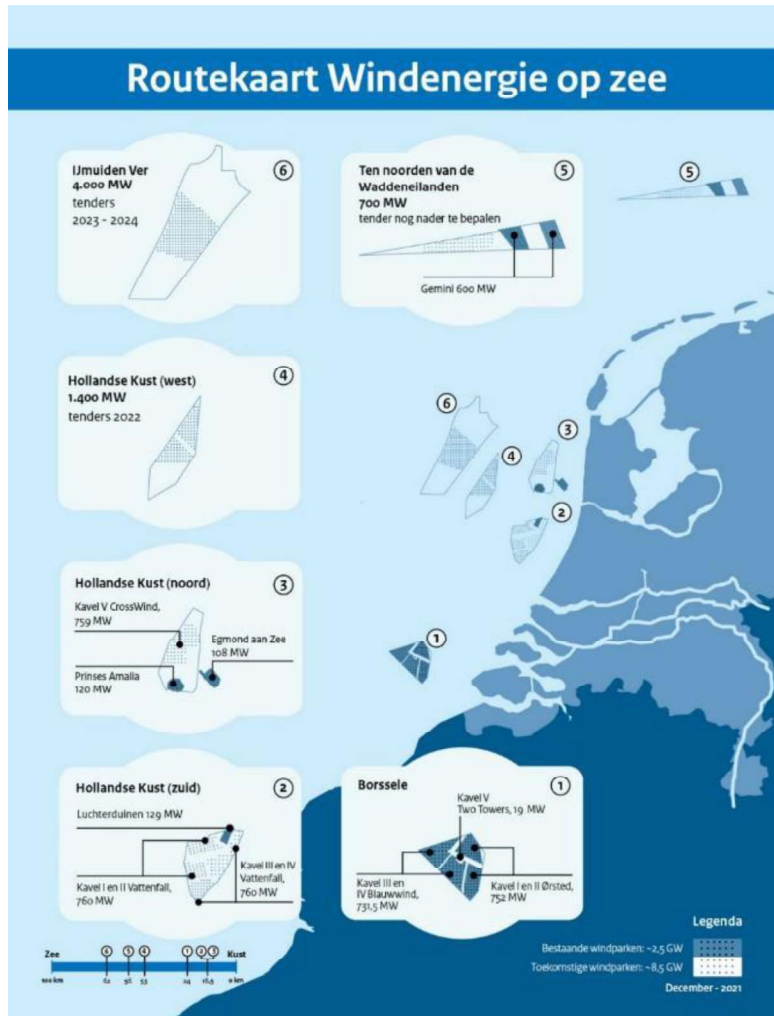
- IJmuiden Ver kavels V en VI met een vermogen van 2 GW;
- Hollandse Kust (west), kavel VIII, met een vermogen van 0,7 GW;
- Nederwiek (zuid) met een vermogen van 2 GW;
- Nederwiek (noord) met een vermogen van 4 GW;
- Lagelander (zuid) en Lagelander (noord) met een vermogen van 4 GW;
- Doordewind met een vermogen van 4 GW.

De oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030 ziet er daarmee als onderstaand uit.

Tabel 4.1 Routekaart windenergie op zee 2030 met bestaande en toekomstige windparken

Omvang (GW)	Windenergiegebied, kavel(s)	Tender kavels
1,0	bestaande windparken	-
0,7	Borssele, kavels I en II	2016
0,7	Borssele, kavels III, IV en V	2016
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels I en II	2017
0,7	Hollandse Kust (zuid), kavels III en IV	2019
0,7	Hollandse Kust (noord), kavel V	2020
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	2022
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII	
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	nader te bepalen
1,0	IJmuiden Ver, kavel I	eind 2023
1,0	IJmuiden Ver, kavel II	
1,0	IJmuiden Ver, kavel III	
1,0	IJmuiden Ver, kavel IV	

Afbeelding 4.1 Routekaart wind op zee 2030



De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat heeft in oktober 2021 in een brief aan de Tweede Kamer een update gegeven over de verdere uitrol van windenergie op zee¹. Hierin is aangegeven dat windenergie op zee na de oorspronkelijke Routekaart 2030 nog significant zal moeten doorgroeien om onze energievoorziening efficiënt en tijdig te kunnen verduurzamen richting 2050. Een deel van deze verdere groei zal ook op de kortere termijn, nog tot en met 2030, nodig zijn om invulling te geven aan de aangescherpte Europese 55 procent CO₂-reductiedoelstelling voor 2030. In het kader van deze extra opgave zullen naar verwachting in het noorden van het windenergiegebied IJmuiden Ver nog 2 kavels worden uitgegeven: Kavels V en VI. Hiertoe is een apart voornemen gepubliceerd inclusief een daarbij horende concept-NRD (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2022). Deze concept NRD heeft tussen 1 juli 2022 tot en met 11 augustus 2022 ter inzage gelegen.

Een belangrijke actie is het aanwijzen van nieuwe windenergiegebieden om de verdere groei van windenergie op de Noordzee mogelijk te maken. Zoals beschreven in paragraaf 4.2.1 gebeurt dit in het Programma Noordzee 2022-2027.

¹ Kamerstukken II 2021/22, 33561, nr. 52.

4.2.3 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 kavelbesluiten voor windenergie op zee worden beoordeeld aan de hand van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC). Op grond van dat toetsingskader wordt beoordeeld of uitgesloten kan worden dat een windpark op zee in cumulatie met andere windparken ongewenste effecten op beschermde soorten zal hebben. Het KEC 3.0 is in 2019 (Rijkswaterstaat, 2019) op basis van de laatste inzichten herzien (Noordzeeloket, 2022). Begin 2022 is KEC versie 4.0 (Rijkswaterstaat, 2022) gepubliceerd. Hierin zijn de laatste inzichten verwerkt en is rekening gehouden met een scenario dat tot 2030 meer windparken op de Noordzee worden gerealiseerd dan voorzien in de oorspronkelijke routekaart 2030.

4.2.4 Noordzeeakkoord

In februari 2019 heeft de Minister van Infrastructuur en Waterstaat het Overleg Orgaan Fysieke Leefomgeving (OFL) gevraagd om samen met de rijksoverheid en stakeholders een Noordzeeoverleg te initiëren met als doel om samen met de betrokken ministeries en maatschappelijke partijen tot een 'Noordzeeakkoord' te komen.¹ Het daaruit resulterende Akkoord voor de Noordzee (juni 2020) bevat keuzes en afspraken voor beleid die de opgaven voor visserij, natuur en windenergie concreet en langdurig met elkaar in balans brengen. Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van andere gebruikers zoals zeevaart, defensie en zandwinning. Het betreft afspraken tussen het Rijk en stakeholders over een duurzaam gebruik van de Noordzee. Voor een betere benutting van windenergiegebieden voor andere doeleinden (medegebruik), introduceert het akkoord het 'gebiedspaspoort'. Het Noordzeeakkoord vormt samen met andere beleidskaders de basis voor de beleidsvoornemens die zijn vastgelegd in Programma Noordzee 2022-2027.

4.2.5 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

Op grond van de Elektriciteitswet 1998² is TenneT aangewezen als de beheerder van het Net op zee voor het transport van met wind opgewekte elektriciteit naar het landelijke hoogspanningsnet. De beoogde 4 kavels worden door TenneT voorzien van 2 converterstations op platforms op zee met elk een capaciteit van circa 2 GW en aansluitverbindingen met het hoogspanningsnet op het land. De beoogde kavels I en II worden aangesloten op TenneT-platform IJmuiden Ver Alpha, dat wordt verbonden met een hoogspanningsstation te Borssele (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019). De beoogde kavels III en IV sluiten aan op TenneT-platform IJmuiden Ver Beta, dat wordt verbonden met een hoogspanningsstation op de Maasvlakte (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019). Deze netten op zee zijn geen onderdeel van het kavelbesluit. Uiteraard worden de besluitvormingsprocessen voor de afzonderlijke kavels en de netten op zee wel zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor de netten op zee wordt steeds een MER opgesteld en de rijkscoördinatie-regeling doorlopen.

¹ Kamerstukken II, 2018/19, 33 450 nr. 54.

² Stb, 2016, 116.

5

ONDERBOUWING LOCATIEKEUZE EN VERKLARING

5.1 Locatiekeuze windenergiegebied IJmuiden Ver

In het Nationaal Waterplan zijn gebieden aangewezen als windenergiegebied. Daarbij is er voor gekozen om alleen de contouren van de gebieden aan te geven. IJmuiden Ver is één van die gebieden. Deze aanwijzing wordt in het Programma Noordzee herbevestigd, hetzij in gewijzigde vorm vanwege de beperking aan de zuidkant door de ligging van de Bruine Bank.

Onderzoek naar de locatiekeuze in het MER

In (de plan-MER's bij) het Nationaal Waterplan 2009-2015 en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (2014) is nagegaan of windenergiegebied IJmuiden Ver geschikt is voor de realisatie van windenergie. Daarbij zijn de effecten van windenergie in het gebied IJmuiden Ver op hoofdlijnen onderzocht voor de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning, defensie etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid), recreatie(vaart), cultuurhistorie en archeologie. In de plan-MER's is tevens gekeken naar de geschiktheid in vergelijking met de overige voor windenergie aangewezen gebieden.¹ Hieruit volgt dat het gebied niet minder geschikt is dan de overige aangewezen gebieden. Negatieve effecten zijn in algemene zin vergelijkbaar. Op het gebied van scheepvaart en recreatie zijn de effecten minder dan voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid, noord en west). In het MER voor het kavelbesluit worden de verschillende nog beschikbare alternatieve windenergiegebieden in hoofdlijnen vergeleken. Er zal in het MER gebruik gemaakt worden van informatie van de milieueffectrapporten en passende beoordelingen van het Nationaal Waterplan en de structuurvisies waarin de gebieden zijn aangewezen als windenergiegebied, aangevuld met recentere achtergrondinformatie.

Leeswijzer

Paragraaf 5.2 geeft allereerst enkele kenmerken van het gebied. In paragraaf 5.3 wordt vervolgens kort ingegaan op hoofdelementen uit de onderbouwing van de ligging van de kavel.

5.2 Ligging en beschrijving van het windenergiegebied

Het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 62 km van de kust. Het windenergiegebied had oorspronkelijk een oppervlakte van in totaal 1.170 km². Echter zijn de grenzen van het windenergiegebied bijgesteld in het Programma Noordzee, aangezien het zuidelijk deel van het oorspronkelijk aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver overlapt met het op 9 december 2021 aangewezen Natura 2000-gebied Bruine Bank.² Het beoogde gebied voor de kavels I-IV heeft een oppervlakte van circa 400 km². Zie ligging windenergiegebied in afbeelding 2.1.

De waterdiepte in het gehele (oorspronkelijk aangewezen) windenergiegebied varieert van 16,8 tot 46,9 m (*lowest astronomical tide* - LAT). 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 m. Deze zandruggen zijn tussen de 20-50 km lang,

¹ www.zoek.officiëlebekeendmakingen.nl/blg-14240.pdf.

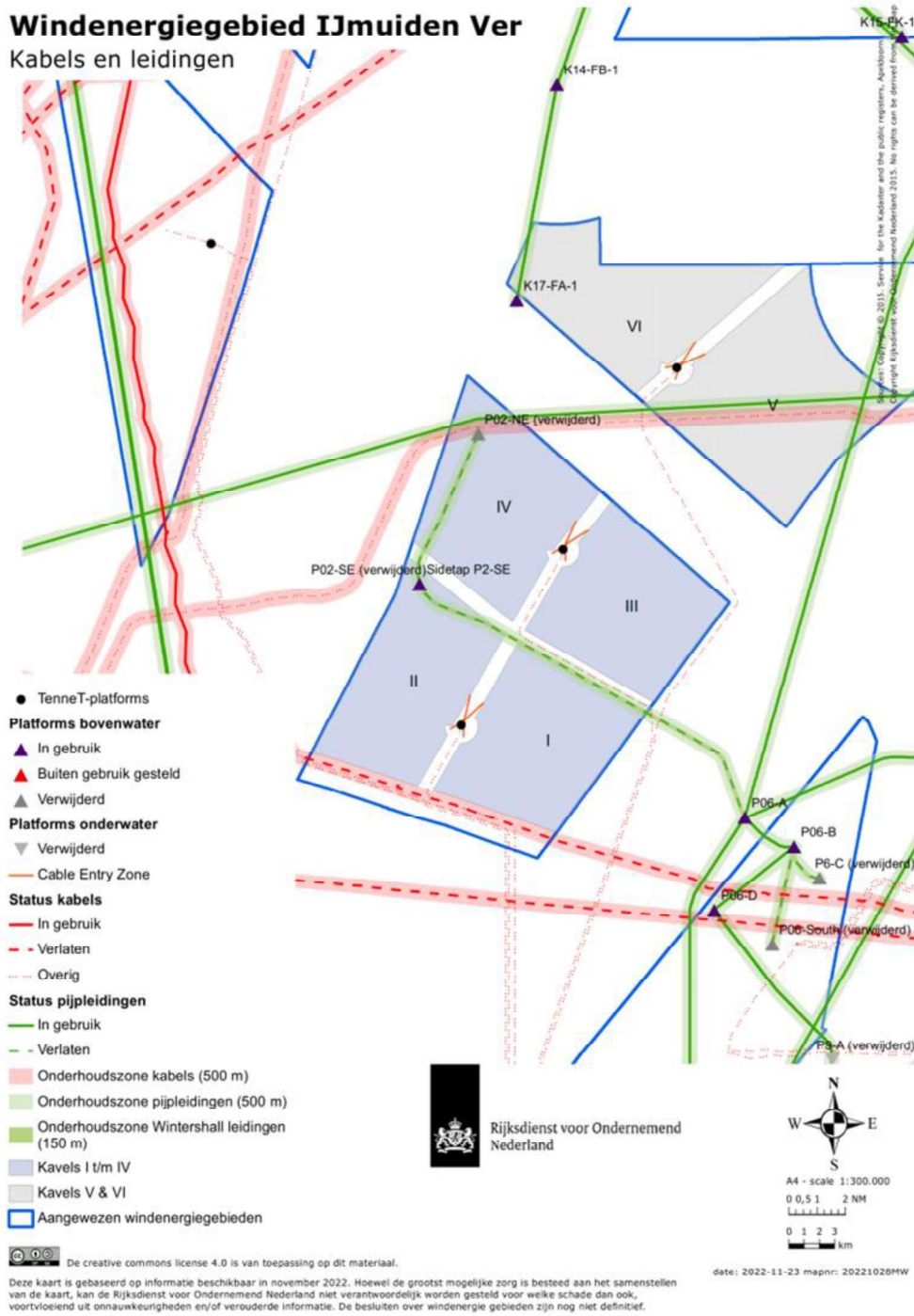
² Stcrt. 2021, nr. 48175.

1-4 km breed met een tussenliggende afstand van 5-10 km. Deze zandruggen komen voor in gebieden waar de getijdesnelheid groter is dan 0,5 m/s. De zandgolven hebben een hoogte van ongeveer 3 m, een lengte van honderden meters tot 5 km en een oriëntatie loodrecht ten opzichte van de zandruggen. De bodem bestaat voornamelijk uit fijn tot gemiddeld zand met een korrel diameter tussen de 150 en 350 µm. Deze zandlagen zijn in sommige gedeeltes zeer kalkrijk en bevatten schelpfragmenten. Op sommige plekken is het zand ingesloten door zeeklei of leem met een totale dikte tot 15 m (Thal, Feldmann, & Brock, 2019).

Zowel de oostelijke als westelijke begrenzing van het windenergiegebied wordt gevormd door scheepvaartroutes. Aan de noordzijde overlapt het gebied met EHD41, een vastgelegd militair oefengebied in het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen. De noordelijke grens van kavels III en IV wordt echter gevormd door de voorgenomen 'clearway' ten behoeve van de ontsluiting van de zeehavens van IJmuiden en Amsterdam. De zuidgrens van kavels I en II wordt gevormd door het Natura 2000-gebied Bruine bank. De begrenzing van dat natuurgebied overlapt met de grenzen van het aangewezen windenergiegebied, maar – als eerder opgemerkt – is in dit overlappende gebied geen windparkontwikkeling beoogd en zijn de grenzen herzien in het Programma Noordzee.

In het windenergiegebied IJmuiden Ver vindt visserij plaats. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de visserijopbrengst in de geplande windenergiegebieden van de oorspronkelijke routekaart 2030, waaronder het windenergiegebied IJmuiden Ver (Mol, van Oostenbrugge, & Hintzen, 2019).

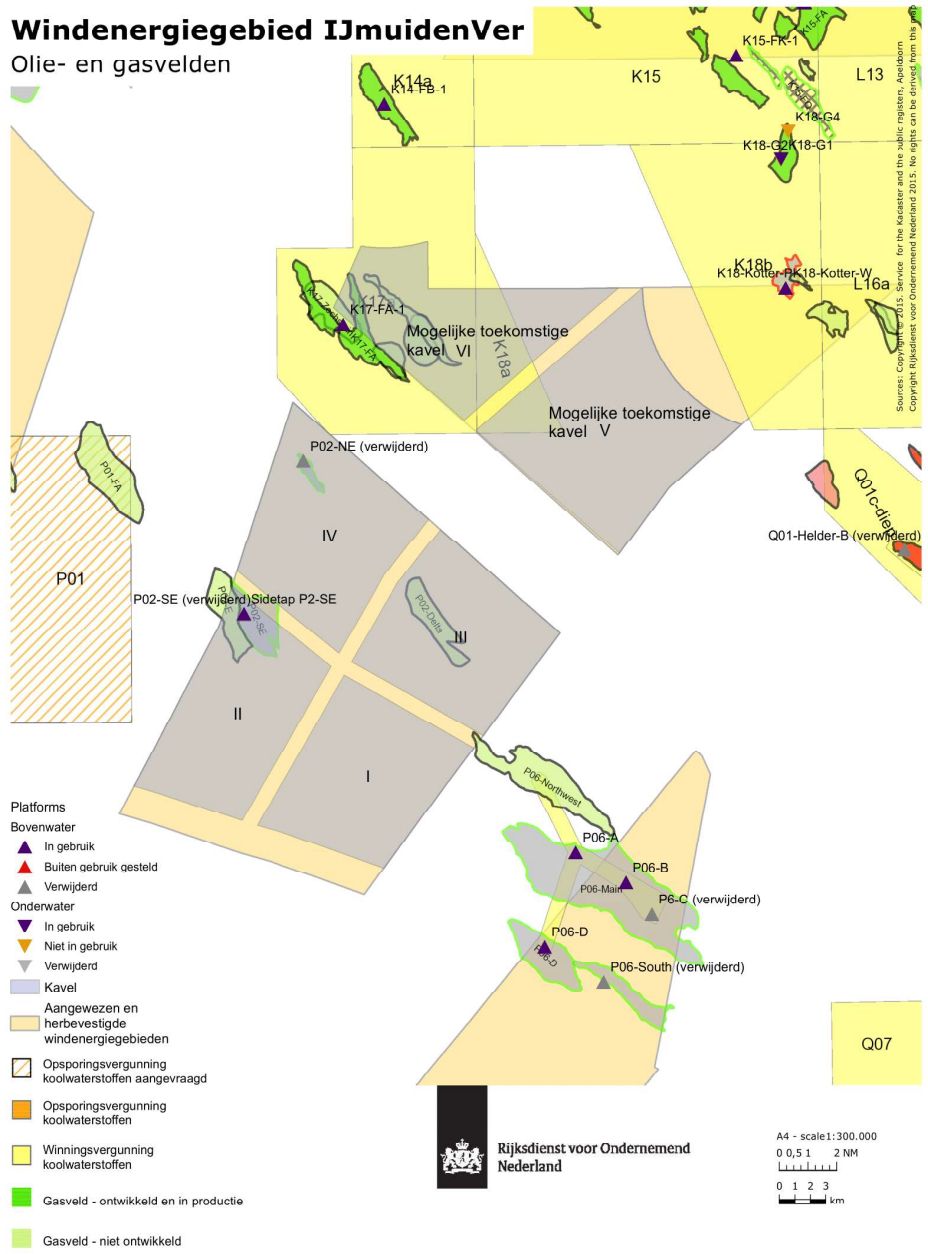
Afbeelding 5.1 Kabels en leidingen in windenergiegebied IJmuiden Ver



De beoogde kavel IV wordt doorkruist door de BBL buisleiding (gas) die Nederland verbindt met het Verenigd Koninkrijk. Ook is rekening gehouden met de aanleg van een telecomkabel tussen het Verenigd Koninkrijk en Nederland die ter plaatse van de beoogde kavel IV parallel (ten zuiden) komt te liggen aan de BBL buisleiding op een afstand van ongeveer 500 m. Er is daarnaast uitgegaan van onderhoudszones van circa 500 m aan de buitenzijden van zowel de buisleiding en de toekomstige kabel, wat betekent dat het ruimtebeslag van deze infrastructuur aan de noordkant van kavel IV in totaal ongeveer 1.500 m is. Parallel aan de zuidgrens van de beoogde kavels I en II ligt de UKNL14 telecomkabel, die verlaten is. Binnen de beoogde kavels bevinden zich geen platforms. Binnen de beoogde kavel IV was ooit het platform P02-NE gesitueerd, en binnen de beoogde kavel II het platform P02-SE, maar die zijn in 2001 en 2002 ontmanteld. De leiding van P02-NE naar P06-A is verlaten. Er wordt rekening gehouden met een onderhoudszone van

150 m aan weerszijden van deze verlaten leiding. Voor de gebieden van de vier beoogde kavels zijn geen winningsvergunningen voor mijnbouw afgegeven (zie afbeelding 5.2). Wel zijn winningsvergunningen verleend voor het noordelijk deel van het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver.¹ Het gaat om K18a en K17a. In K17a is het platform K17-FA-1 gesitueerd. Dit platform heeft geen helidek.

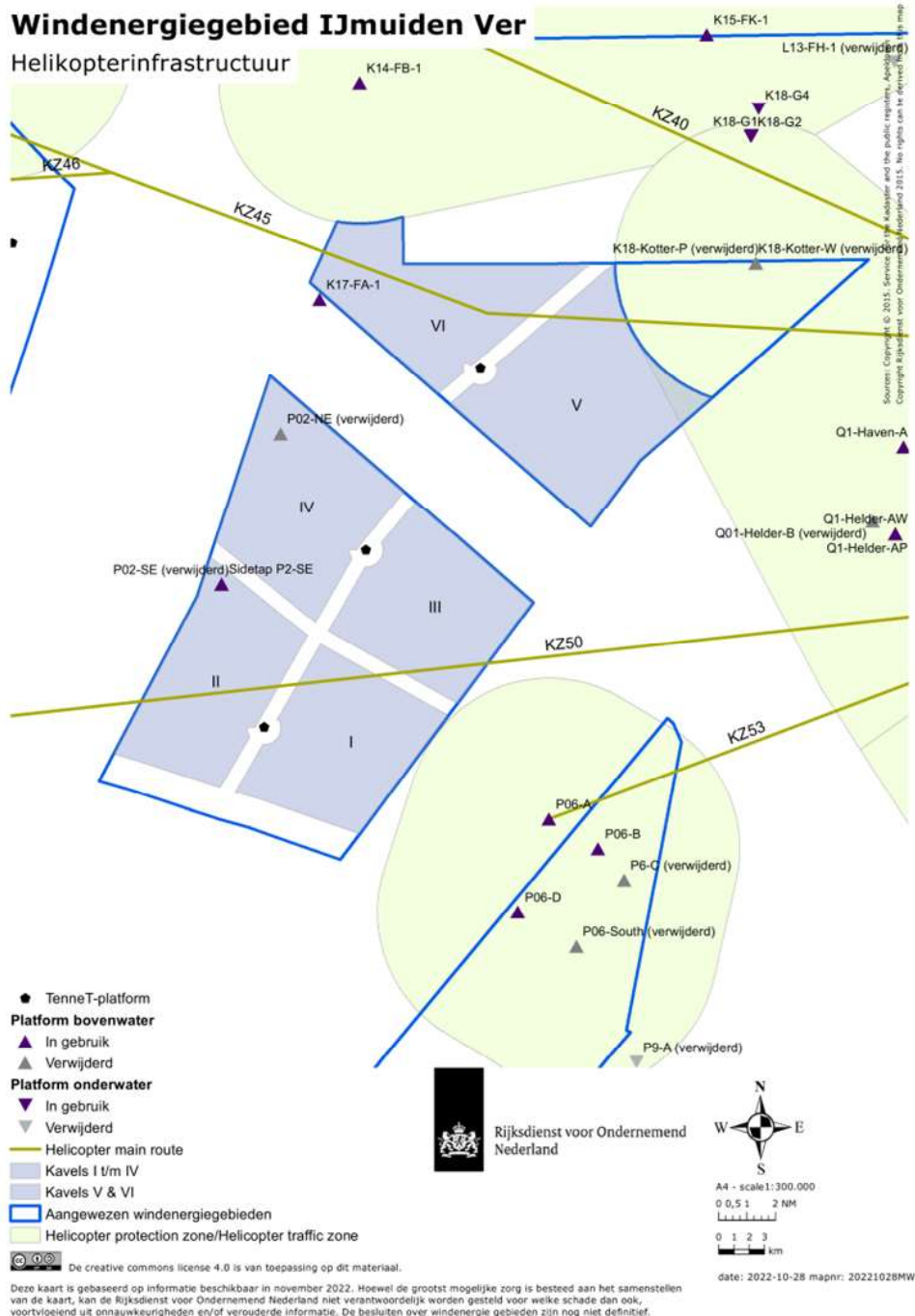
Afbeelding 5.2 Olie- en gasvelden in windenergiegebied IJmuiden Ver



¹ 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.

Vanwege de afwezigheid van platforms met helideck zijn in de omgeving van de beoogde 4 kavels geen helikopter veiligheidszones (HPR/HPZ) aanwezig.¹ Wel kruist de helikopter main route (HMR) KY650 het gebied ter plaatse van de beoogde kavels. Een HMR is een luchtverkeersroute waar civiele helikopters opereren op een geregelde basis, voornamelijk van en naar olie- en gasplatforms. Daarnaast zijn in en rond het gebied 'area navigation routes' aanwezig, zoals T606, T607, L17.

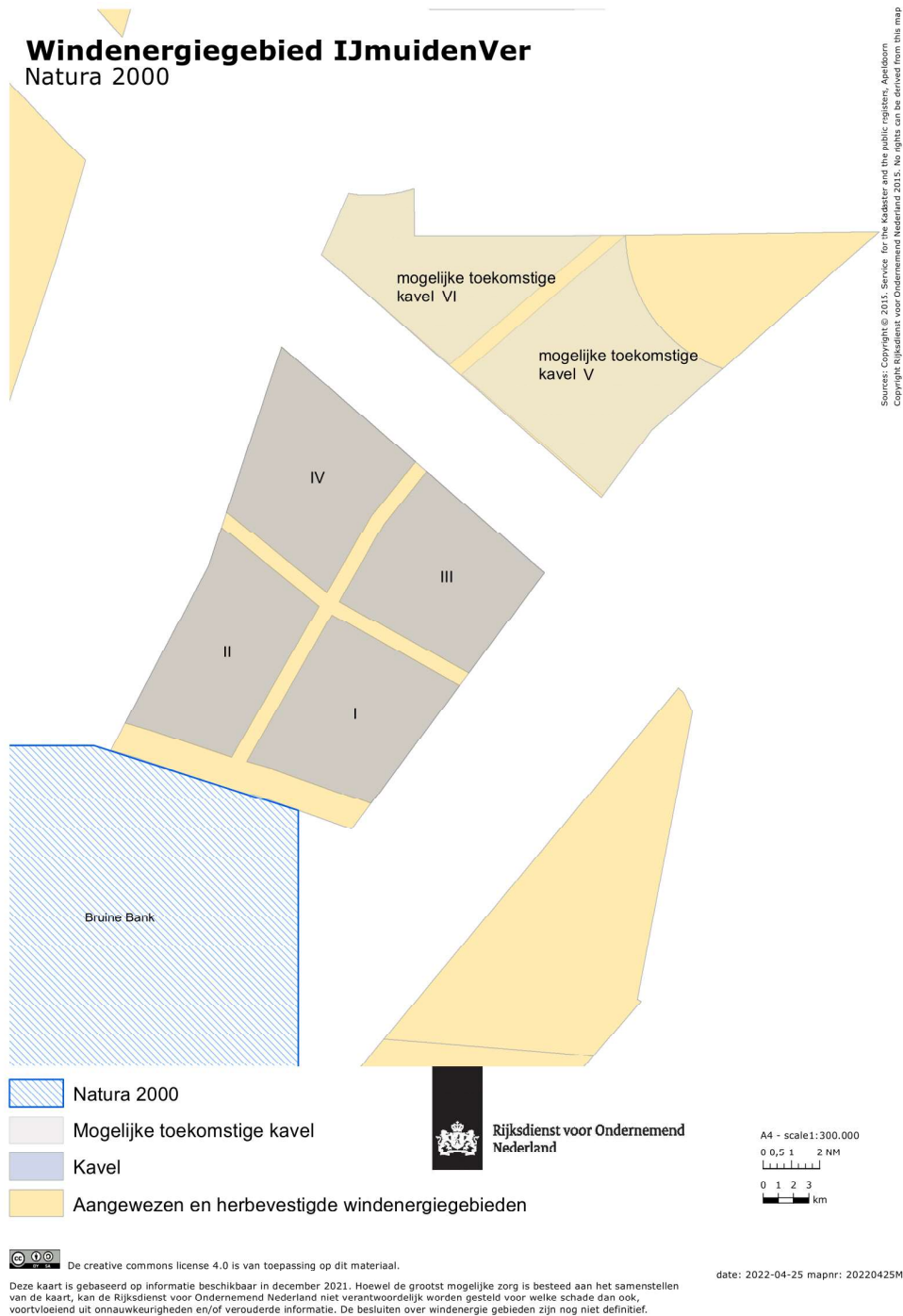
Afbeelding 5.3 Ligging mijnbouwplatforms en helikopterinfrastructuur



¹ Een Helicopter Traffic Zone (HTZ) is een zone van (in beginsel) 5 nautische mijl rondom een boor- of productieplatform met als doel om op lage hoogte tot maximaal 2.000 voet (circa 609 m) veilig manoeuvres te kunnen uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek van een helikopter. Een HTZ wordt ingesteld ter verhoging van het vliegveiligheidsbewustzijn van de piloot en dient ter bescherming van het luchtverkeer onderling. Een Helicopter Protection Zone (HPZ) heeft dezelfde functie maar omvat 2 of meer platforms.

De kortste afstand tussen de beoogde kavels I en II tot de noordelijke begrenzing van het Natura 2000-gebied Bruine bank is 2 km. De overige in de Nederlandse Noordzee aangewezen gebieden Noordzeekustzone, Friese Front, Voordelta en Klaverbank liggen op respectievelijk circa 65, 85, 105 en 110 km afstand. De Waddenzee, en de verschillende beschermde duingebieden op de Waddeneilanden zijn gelegen binnen een afstand van ten minste 100 km¹.

Afbeelding 5.4 Ligging Natura 2000-gebied ten opzichte van winnergiegebied IJmuiden Ver



¹ 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.

5.3 Verkaveling

Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver is ruimte voor 6 kavels van elk circa 1 GW. Dit MER beperkt zich tot de kavel IV als opgenomen in de oorspronkelijke routekaart 2030. Voor de 2 kavels ten noorden van de beoogde clearway worden op een later moment kavelbesluiten voorbereid. Het uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is het zoveel mogelijk combineren van het gebruik van de schaarse ruimte op de Noordzee. Er is gekozen voor betrekkelijk compacte kavels van circa 10 MW/km².

Vanwege de capaciteit van de twee beoogde platforms op zee van TenneT van circa 2 GW, en gelet op een optimale benutting van de capaciteit van de te realiseren aansluitingen (netten op zee), is het uitgangspunt om per kavel ruimte te bieden voor circa 1 GW.

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 de afbeeldingen 5.1 tot en met 5.4 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 (NLR, 2016) en naar de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwplatforms. Met de resultaten van deze onderzoeken (To70, 2020) wordt rekening gehouden bij het vaststellen van de uiteindelijke grenzen van de kavels.

Op basis van een eerste verkenning zijn 6 kavels ontworpen. Voor 4 van die 6 kavels wordt in eerste instantie besluitvorming voorbereid. De grenzen van de 4 kavels zijn vastgelegd in een voorbereidingsbesluit op grond van artikel 9 van de Wet windenergie op zee.

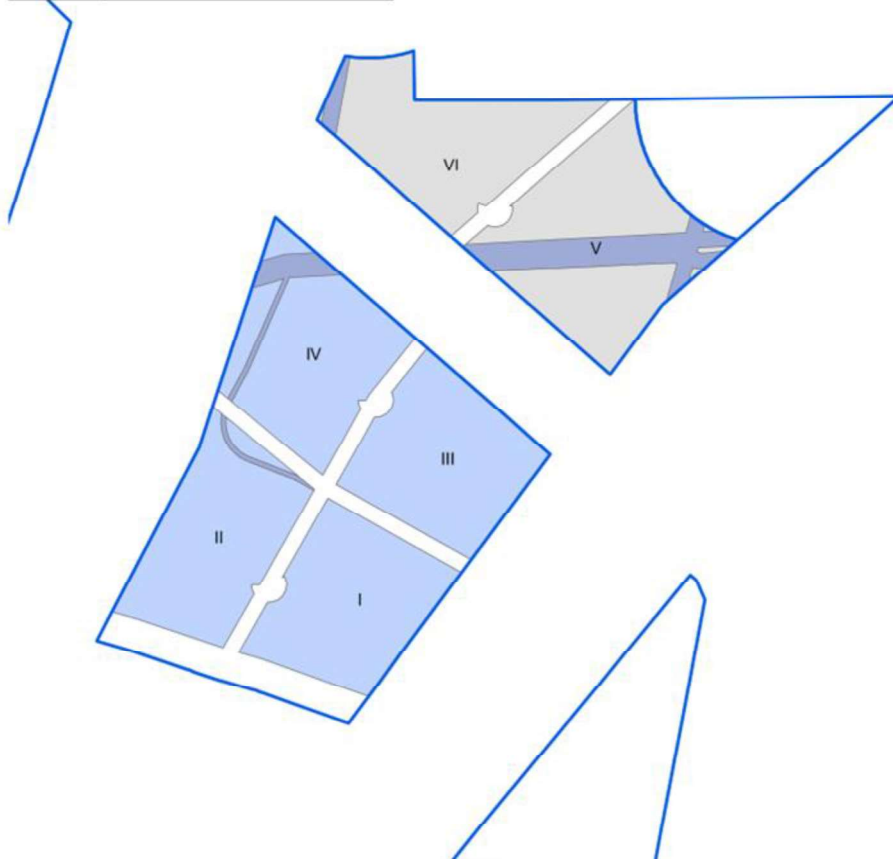
5.3.1 Verkaveling

De 6 kavels en de oppervlaktes van IJmuiden Ver zijn weergegeven in afbeelding 5.5. Dit MER behandelt de voorgestelde kavel IV uit het gebied ten zuiden van de beoogde clearway. Het TenneT-platform Beta wordt geplaatst tussen de kavels III en IV.

Ligging windenergiegebied IJmuiden Ver

Kavelindeling windenergiegebied IJmuiden Ver

Windenergiegebied IJmuiden Ver		
Kavel	Opp. netto (ha)	Opp. bruto (ha)
I	9220	9220
II	9360	9585
III	9308	9308
IV	9337	10290

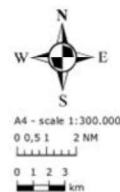


Sources: Copyright © 2015, Service for the Kadaster and the public registers, Apeldoorn
Copyright Rijksdienst voor Ondernemend Nederland 2015. No rights can be derived from this map.

- Aangewezen windenergiegebieden
- Netto kavels I t/m IV
- Netto kavels V & VI
- Onderhoudszones kabels/leidingen

De creative commons license 4.0 is van toepassing op dit materiaal.

Deze kaart is gebaseerd op informatie beschikbaar in november 2022. Hoewel de grootst mogelijke zorg is besteed aan het samenstellen van de kaart, kan de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland niet verantwoordelijk worden gesteld voor welke schade dan ook, voortvloeiend uit onnauwkeurigheden en/of verouderde informatie. De besluiten over windenergie gebieden zijn nog niet definitief.



date: 2022-10-27 mapnr: 20221027MW

De oppervlakten van de kavels zijn aangepast naar aanleiding van het meenemen van bereikbaarheid van de TenneT platforms per helikopter. Voor kavel IV is het bruto oppervlakte 10.290 hectare en het netto oppervlakte 9.311 hectare.

5.3.2 Geen verkavelingsalternatief

Een uitgangspunt van het Programma Noordzee 2022-2027 is dat Natura 2000-gebieden worden ontzien. Een tweede uitgangspunt is dat binnen het aangewezen windenergiegebied IJmuiden Ver een clearway nodig is om een veilige doorvaart te garanderen voor de scheepvaart. Het gaat dan om de ferryverbinding

met Newcastle in het Verenigd Koninkrijk en meer in het algemeen de verbinding van drukke scheepvaartroutes met de havens van IJmuiden en Amsterdam. Een derde uitgangspunt is dat het meest noordelijke deel van IJmuiden Ver een aanvullend windenergiegebied is volgens de aanvulling op de routekaart. Het meest noordelijke deel van het windenergiegebied IJmuiden Ver zal worden benut voor 2 kavels, V en VI, van elk 1 GW. Deze 2 aanvullende kavels zijn nodig voor het tijdig realiseren van de afspraak uit het Klimaatakkoord in 2030 door windenergie op zee (49 procent CO₂-reductiedoel) en de aangescherpte Europese 55 procent CO₂-reductiedoelstelling voor 2030 (zie paragraaf 2.2). Hiertoe is een apart voornemen gepubliceerd inclusief een daarbij horende concept-NRD (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2022). Een vierde uitgangspunt is dat rondom de TenneT-platforms een zone is ten behoeve van de helikopterbereikbaarheid.

Gelet op deze uitgangspunten wordt in dit MER voor de kavel IV geen alternatieve verkaveling onderzocht.

6

AANPAK EFFECTBEOORDELING

6.1 Inleiding bandbreedte benadering

In dit MER worden de milieueffecten van de voorgenomen activiteit, de aanleg van het windpark IJmuiden Ver (kavel IV) onderzocht en beoordeeld. Deze effectanalyse en -beoordeling wordt gedaan aan de hand van verschillende alternatieven. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines (met een opgesteld vermogen van circa 1 GW), kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit. De alternatievenbenadering bestaat uit het onderzoeken van een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types binnen de kavel.

De kavels binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver worden uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen de ontwikkelaar moet werken, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In dit hoofdstuk wordt deze bandbreedte beschreven in paragraaf 6.2. In paragraaf 6.3 worden per milieuaspect twee alternatieven gepresenteerd. De huidige situatie en het voorkeursalternatief worden besproken in respectievelijk paragraaf 6.4 en 6.5. In paragraaf 6.6 wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de effecten plaatsvindt. Paragraaf 6.7 gaat tot slot in op mitigerende maatregelen. In onderstaand kader is een uitleg gegeven van de bandbreedte-benadering en de te beschouwen alternatieven.

Bandbreedte van opstellingsmogelijkheden

Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbintypes 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. De 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 per milieuaspect of gebruikersbelang verschillen. Denk bijvoorbeeld aan de verschillende ingreep-effectrelaties voor vogels en zeezoogdieren. Daarnaast is er ook een best-case-scenario denkbaar per milieuaspect. De situatie waarbij de minste impact op het milieu verwacht wordt. Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door per milieuaspect de waarschijnlijke worst- en best-case situatie vast te stellen en deze te beoordelen. De parameters die de worst- en best-case-situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

6.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven

6.2.1 Bandbreedte

Voor het kunnen onderzoeken van de bandbreedte in opstellingsmogelijkheden is van belang om na te gaan welke effecten toelaatbaar zijn in een worst case situatie. Daarnaast is het noodzakelijk om te weten welke wensen in de energiesector bestaan als het gaat om de grootte van turbine, het aantal turbines en de wijze van fundering. De trend is om steeds grotere turbines te realiseren. Het uitgangspunt bij de alternatievenontwikkeling is dat de opties technisch realistisch zijn voor realisatie binnen de termijn verbonden aan de uit te geven kavel IV. Dat wil zeggen uitgifte in 2023 en operationeel zijn van het park in 2028.

In onderstaande tekst wordt kort ingegaan op de turbines, de funderingen en de elektrische infrastructuur. In bijlage II heeft een nadere uitwerking plaatsgevonden. Hierin is in meer detail ingegaan op de afmetingen en funderingen van turbines en details als verlichting, aanlegmethoden etc.

Turbines

Voor de kavel IV van IJmuiden Ver is een ondergrens gehanteerd van turbines met een vermogen van 15 MW. Het is de trend om steeds grotere turbines te gebruiken bij de realisatie van windparken op zee. Echter vanuit het 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 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 het minimale vermogen van de turbines (en daarmee het aantal op te richten turbines) is gevarieerd over de verschillende windenergiegebieden.

Uit de voorgaande analyses/KEC 4.0 bleek dat met name enkele vogelsoorten effecten ondervinden. Om de PBR-waarde (Potential Biological Removal)¹ niet te 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) en 14 MW voor kavels VI en VII Hollandse Kust (west). Bij het bepalen van de turbineafmetingen is uitgegaan van de trend die leidt naar turbines met grotere rotoren en een toename van het aantal megawatt opgesteld vermogen per turbine.

In het KEC 4.0 is voor 2030 uitgegaan van een turbine met een vermogen van 20 MW als mogelijke optie. Windturbines van 20 MW bestaan nog niet, maar zijn in de ontwikkelingsfase, en generatoren van 20 MW worden momenteel getest. TNO heeft kenbaar gemaakt (TNO, sd) dat het de verwachting is dat dergelijke turbines ontwikkeld zullen worden, het is de verwachting dat deze turbines binnenkort op de markt komen. Ook op de Britse Dogger Bank wordt nu verwacht dat er windturbines van 20 MW komen met rotordiameters tot 280 m (Foxwell, 2019). Hoewel deze windturbine dus nog niet bestaat, lijkt de 280 m-rotordiameter van de 20 MW-turbine redelijk voor een worst-case windturbine voor het MER en verwijzend naar een toekomstige offshore windenergieontwikkeling. Voor dit MER is derhalve uitgegaan van een bandbreedte van 15 MW tot 20 MW met de eigenschappen zoals in onderstaande tabel is weergegeven (zie bijlage II voor nadere toelichting).

¹ In het KEC 4.0 wordt gerekend met Acceptable Level of Impact (ALI).

Tabel 6.1 Kenmerken turbines bandbreedte 15-20MW

	15 MW turbine	20 MW turbine
vermogen	15 MW	20 MW
rotordiameter	236	280
ashoogte	143	165
tiphoogte	261	305
tiplaagte	25	25

De minimale afstand waarop turbines kunnen worden geplaatst betreft 4 maal de rotordiameter (dus 944 m bij turbines van 15 MW en 1.120 m bij turbines van 20 MW). De maximale afstand bestaat uit de afstand die aangehouden wordt als de kavel homogeen wordt ingevuld met turbines rekening houdend met onderhoudszones voor bestaande infrastructuur en de veiligheidszone voor het TenneT-platform. Dat verschilt dus bij het aanhouden van 15 MW of 20 MW turbines.

Funderingen

Er bestaan verschillende type funderingen voor windturbines; monopaal, jacket, tripod en jackets (multipile) of gravity based. Ook zijn innovatieve funderingen denkbaar zoals een suction bucket. De aanlegwijze van de funderingen kan verschillen. Mogelijkheden zijn intrillen, heien, boren, suction (bij een suction bucket fundering) of afzinken (gravity based). Afhankelijk van bodemopbouw, diepte, grootte van de turbine en kostenoverwegingen wordt gekozen voor een bepaalde fundering. De aanleg van de funderingen gaat samen met milieueffecten, bijvoorbeeld in de vorm van onderwatergeluid voor het heien van palen. Om de bandbreedte aan effecten te onderzoeken, zijn alle nu gangbare vormen van funderingen beschouwd. Het uitgangspunt hierbij is dat elke wijze van funderen moet voldoen aan de geluidnorm (zie tabel 6.2).

Elektrische infrastructuur

Het windpark zal aangesloten worden op een TenneT-platform binnen het windenergiegebied. De kabels binnen het windpark tussen de turbines en het platform (de inter-array bekabeling) wordt uitgevoerd op een spanningsniveau van 66 kV. Hierbij worden meerdere windturbines aangesloten op 1 kabel en lopen er meerdere van deze kabels door het windpark naar het platform. Het aantal windturbines dat op 1 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 steeds minder windturbines op 1 kabel aangesloten worden.

Het windpark van kavel IV zal worden aangesloten op platform IJmuiden Ver Beta, dat middels exportkabels wordt verbonden met een hoogspanningsstation op de Maasvlakte. Het Net op zee is geen onderdeel van het kavelbesluit. Hiervoor wordt door TenneT een aparte m.e.r.-procedure doorlopen waarin de effecten van de aanleg van het platform, de kabels op zee en de netaansluiting op het hoogspanningsnet op land worden onderzocht en beoordeeld. In bijlage II is de ligging van platform IJmuiden Ver Beta te zien.

Het tracé van de inter-array kabels van de turbines binnen de kavel naar het platform IJmuiden Ver Beta worden wel onderzocht. Omdat ten tijde van het kavelbesluit de tracés nog niet bekend zijn, wordt in het MER enkel in generieke zin een beoordeling gedaan. Vanaf de windturbines lopen meerdere kabels in strengen naar dit platform. Er is voor inter-array kabels geen wetgeving met daarin opgenomen een minimum diepteligging (wel voor de exportkabels). De meeste windparkeigenaars houden een initiële (= aanleg) begraafdiepte aan van zo'n 1,5 à 2 m. Dit omdat zij voor hun inter-array kabels een minimum diepteligging van 1 m willen om beschadigingen te voorkomen.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in tabel 6.2. De eerste kolom geeft de variabele weer, zoals bijvoorbeeld de tiplaagte van individuele windturbines. In de tweede kolom staat welke bandbreedte is onderzocht, bijvoorbeeld een rotordiameter per turbine van minimaal 236 m en maximaal 280 m. 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's en passende beoordelingen voor de kavels in de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust (zuid, noord en west) en het KEC 4.0.

Tabel 6.2 Te hanteren bandbreedte per kavel in het MER

Onderwerp	Bandbreedte
totaal opgesteld vermogen per kavel	circa 1 GW
maximaal aantal turbines	50 - 67
vermogen individuele windturbines	minimaal 15 MW, maximaal 20 MW
tiphoogte individuele windturbines	maximaal 305 m
tiplaagte individuele windturbines	minimaal 25 m
rotordiameter individuele windturbines	236 - 280 m
onderlinge afstand tussen windturbines	minimaal 4 maal de rotordiameter
aantal bladen per windturbine	2, 3
type funderingen	monopaal, multipaal, gravity-based structure, suction bucket
geluidsnorm in geval van heien van fundering	160 en 164 dB μ P2s SELss (op 750 m van de geluidsbron)
in geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
monopaal	1 paal van 11,5 - 15 m in diameter
multipile (waaronder 'tripods' en 'jackets')	3 tot 4 palen van 3 - 5 m in diameter
in geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
gravity based	tot 50 m in diameter
suction bucket	tot 30 m in diameter
elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV, ingegraven op circa 1 m en op diepte gehouden

Uitgangspunt in het MER zijn opstellingen van turbines die voor de lay-out van het park en de toegepaste turbines realistisch zijn. Hiermee wordt bedoeld dat niet alle mogelijke combinaties uit de tabel (bijvoorbeeld van vermogen en rotordiameter) onderzocht worden maar alleen combinaties die logisch zijn. Een opstelling met een turbine met een laag vermogen in combinatie met een zeer grote rotor kan bijvoorbeeld buiten beschouwing blijven. Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk voor 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;
- de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines;
- het type fundering en de hei-energie die benodigd is bij het heien van funderingen (en daarmee het geluidsniveau).

Wanneer turbines een groter vermogen dan 15 MW hebben, maar qua maatvoering (tiphoogte, -laagte en rotordiameter) passen binnen de bandbreedte uit de voorgaande tabel, dan zullen de effecten niet groter zijn dan de effecten van het alternatief dat wordt beschouwd als worst-case in het MER. Het gaat daarbij om het totaal effect.

Dat komt doordat voor elke kavel een vermogen van circa 1 GW geldt en bij toepassing van turbines met een individueel vermogen van meer dan 15 MW dan in totaal minder dan het bindend vastgelegd maximum aantal turbines geïnstalleerd zal worden. Daarmee verminderen over het algemeen 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.

6.3 Ingrepen per fase

6.3.1 Aanleg fase

Activiteiten

- scheepvaart - voor de aanlevering van bouwmaterialen, het op locatie brengen van hei- en hefschepen en het vervoer van personeel zal scheepvaart plaatsvinden;
- aanleg kabels - deze Natuurtoets is opgesteld in het kader van het kavelbesluit voor kavel III in windenergiegebied IJmuiden Ver. De kabels die lopen vanaf de kavel naar de kust zijn de verantwoordelijkheid van TenneT en vallen buiten het kavelbesluit en derhalve ook buiten deze Natuurtoets;
- aanleg funderingen en uitvoeren surveys - tijdens de aanleg van de funderingen kunnen heiwerkzaamheden plaatsvinden (worst case).
- in bijlage VII is een overzicht van de materiaal inzet tijdens deze fase weergegeven zijn de vaarbewegingen weergegeven.

6.3.2 Exploitatie fase

Activiteiten

- scheepvaart ten behoeve van onderhoud - voor het onderhoud van de windturbines tijdens de exploitatiefase zal scheepvaart plaatsvinden. In bijlage VII is een overzicht van de materiaal inzet tijdens deze fase weergegeven en zijn de vaarbewegingen weergegeven.

6.3.3 Verwijderingsfase

Over geluidsproductie en andere versturende effecten tijdens de verwijderingsfase is nog weinig bekend. De methoden die gebruikt zullen worden voor de verwijdering zijn evenmin bekend. Tot nog toe zijn geen windparken op zee verwijderd, waardoor er een gebrek aan informatie met betrekking tot deze activiteit voorhanden is.

6.4 Alternatieven

De worst case situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor onderwaterleven of vogels en vleermuizen, anders zijn. De worst case situaties, als zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is nagegaan wat de mogelijke best case situatie is, zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. Om inzicht te krijgen in worst- en best case situaties per milieuaspect, is een ingreep effectanalyse uitgevoerd. Het resultaat is zichtbaar in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Ingreep effect relaties op hoofdlijnen

Milieuaspect	Wat bepaalt het effect?	Wanneer is de impact het grootst?
morfologie en hydrodynamica	oppervlak van bodemberoering en openheid van de fundering: afhankelijk van aantal windturbines en het funderingstype	hoe meer turbines en geslotener de fundering, hoe groter de impact op morfologie en hydrodynamica
vogels en vleermuizen	grootte van de rotordiameter, tiplaagte en aantal windturbines	hoe groter het rotoroppervlak waar vogels en vleermuizen kans hebben op aanvaringen hoe groter de impact
onderwaterleven	duur van de heiwerkzaamheden en verstoord bodemoppervlak	hoe langer de duur van de heiwerkzaamheden, hoe groter de impact op onderwaterleven (door geluidsnorm is geluidsniveau niet onderscheidend)
vissen en bodemdieren		hoe langer de duur van de heiwerkzaamheden, hoe groter de impact op onderwaterleven. hoe groter het verstoorte bodemoppervlak, hoe meer bodemdieren er worden verstoord
scheepvaart	aantal windturbines	hoe meer turbines en hoe groter de oppervlakte van de fundering waar een aanvaring plaats kan vinden, hoe groter de kans op aanvaringen en aandrijvingen
landschap	afmetingen windturbine en afstand tot het land is van invloed	hoe groter de turbines en hoe dichter tot het land, hoe groter de impact
overige gebruiksfuncties	aantal windturbines of niet onderscheidend	hoe meer turbines, hoe groter de impact op bijvoorbeeld archeologie

Tabel 6.4 geeft voor de verschillende milieuaspecten de te verwachten worst case en best case aan. De tabel betreft een vereenvoudigd overzicht, in de hoofdstukken 7 t/m 12 zijn de te onderzoeken alternatieven in meer detail beschreven en daar waar noodzakelijk verder uitgewerkt op aspectniveau.

Tabel 6.4 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect

Milieuaspect	Bandbreedte	
	Alternatief A = Bestcase/ minste effecten	Alternatief B: Worstcase/ meeste effecten
morfologie en hydrodynamica	67 x 15 MW turbines, tripod	50 x 20 MW turbines, gravity based
vogels en vleermuizen*	50 x 20 MW turbines, tiplaagte 25 m, rotordiameter 280 m	67 x 15 MW turbines, tiplaagte 25 m, rotordiameter 236 m
onderwaterleven	50 x 20 MW turbines, tiplaagte 25 m, rotordiameter 280 m, gravity based	67 x 15 MW turbines, tiplaagte 25 m, rotordiameter 236 m, monopaal/jacket
scheepvaart	50 x 20 MW turbines, monopaal	67 x 15 MW turbines, jacket
energie en klimaat	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
landschap	67 x 15 MW turbines	50 x 20 MW turbines
overige gebruiksfuncties*	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines

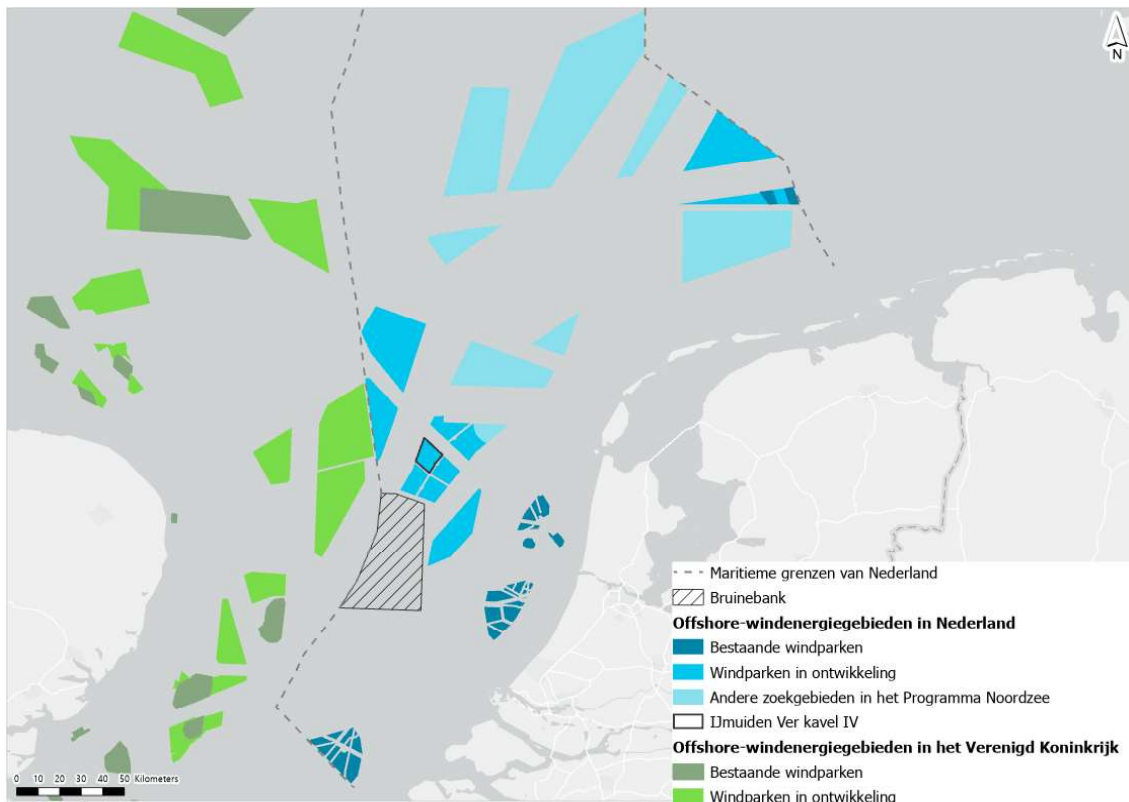
* Mogelijk geldt dat de worst case en best case situatie omgedraaid moeten worden. Dat volgt uiteindelijk uit het effectonderzoek.

6.5 Referentiesituatie: het nulalternatief

Het nulalternatief bestaat uit de huidige situatie met autonome ontwikkelingen. Het nulalternatief is het alternatief waarbij er geen kavelbesluit wordt genomen voor kavel IV voor IJmuiden Ver. Het vormt de referentiesituatie waarmee effecten in het MER worden vergeleken. Het plangebied zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van het windpark. In het nulalternatief zijn de bestaande windparken in gebruik, zoals Borssele (zie afbeelding 6.1). Ook worden als autonome ontwikkeling de reeds vergunde maar nog niet operationele windparken meegenomen.

Daarnaast zijn door de grote omvang en de relatief nabije ligging de bestaande windparken en beoogde windparkontwikkelingen in het Verenigd Koninkrijk van belang voor cumulatie met de windparkontwikkeling in het gebied IJmuiden Ver kavel IV. Voor het onderdeel cumulatie zal gebruik worden gemaakt van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0). In dit afwegingskader is ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens de oorspronkelijke routekaart windenergie op zee waarbij ook verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen

Afbeelding 6.1 Ligging IJmuiden Ver in relatie tot bestaande en windparken die in ontwikkeling zijn



De relevantie van deze buitenlandse windparken is onder andere afhankelijk van de effecten op de populaties van soorten (met name van vogels, vleermuizen en zeezoogdieren) die invloed kunnen ondervinden van windparken. In het KEC 4.0 (2022) is ook gekeken naar de invloed van de buitenlandse parken.

Voor 2025 wordt een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek verricht om vast te stellen of de Hollandse Kust, de Vlakte van Raan, de Borkumse Stenen, de Klaverbank, de Doggersbank en de Centrale Oestergronden voldoen aan de selectiecriteria voor aanwijzing als Vogelrichtlijngebied. Als dit het geval is worden deze gebieden uiterlijk in 2025 aangewezen als Vogelrichtlijngebied (Natura 2000-gebied). Aangezien nog niet bekend is voor welke soorten deze gebieden zullen worden aangewezen, zijn de effecten op deze gebieden niet meegenomen in dit MER.

Ten slotte is nagegaan of er nog overige ontwikkelingen van belang zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie. In het Programma Noordzee (maart 2021) worden 2 relevante ontwikkelingen genoemd in de periode tot 2030. Mogelijke consequenties van punt 1 worden nader beschreven bij scheepvaartveiligheid (hoofdstuk 10), van punt 2 bij overige gebruiksfuncties (hoofdstuk 12).

1 Bepalen van nieuwe scheepvaartroutes tussen de Nederlandse zeehavens en de Noordzeeroute

De Noordzeeroute is een internationale route die Azië via de Noordpool met Europa verbindt en essentieel is om de bereikbaarheid van de Nederlandse zeehavens als toegangspoort tot Europa in de toekomst te garanderen. In internationaal verband worden nu al nieuwe tracéopties verkend. In de periode tussen 2022 en 2027 zal de formalisering van de verbindingroutes worden voortgezet en zullen de daaruit resulterende clearways en de uiteindelijke internationaal erkende scheepvaartroutes worden vastgelegd in de Mijnbouwregeling en (de partiële herziening van) het Programma Noordzee. Een uitkomst hiervan is, zoals vermeld in het document 'Aanvullend ontwerp Programma Noordzee 2022-2027' (Rijksoverheid, 2022) van oktober 2021, dat in het zuidelijk deel van IJmuiden Ver Noord en grenzend aan het noorden van de kavels III en IV, ruimte wordt vrijgehouden voor een clearway die IJmuiden met Newcastle, de Fair Isle Passage en de toekomstige Noordzeeroute zal verbinden. Deze clearway zal een minimumbreedte van 6.400 m hebben;

2 Transport en opslag van waterstof en CO₂ in de Noordzee

Volgens het Programma Noordzee zal in de periode tussen 2022 en 2027 worden onderzocht welke lege velden, platforms en infrastructuur hergebruikt kunnen worden voor opslag en transport van waterstof en CO₂. De voorkeur wordt gegeven aan het gebruik van bestaande (verlaten) infrastructuur voor dergelijk transport en opslag. Op basis van het 'Programma Noordzee 2022-2027' (Rijksoverheid, 2022), worden momenteel haalbaarheids- en verkenningsstudies uitgevoerd voor de projecten Porthos (Port of Rotterdam CO₂ Transport Hub & Offshore Storage), CCS Aramis (Maasvlakte) en Clean Underground Sustainable Transport (CUST, North Sea Port). Opslaggebieden en transportleidingen in de scope van deze projecten liggen in principe niet in de buurt van kavel IV van IJmuiden Ver. Bij kavel IV zijn nog geen concrete plannen voor de opslag van CO₂ en waterstof, maar voor alle offshore windenergiegebieden geldt dat de combinatie van windenergie met mijnbouw en eventueel CO₂-opslag wordt onderzocht (Rijksoverheid, 2022). Afbeelding 6.2 laat zien waar pijpleidingen en offshore-platforms liggen in de Noordzee, inclusief buiten gebruik gestelde platforms en pijpleidingen. Ten zuiden van de kavel IV en door kavel IV loopt een niet meer gebruikte pijpleiding. Het is nog niet bekend in hoeverre deze infrastructuur hergebruikt gaat worden.

Afbeelding 6.2 Ligging van pijpleidingen en offshore platforms in relatie tot IJmuiden Ver



6.6 Voorkeursalternatief

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

De in tabel 6.4 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. Nagegaan wordt of deze maximale effecten toelaatbaar zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen of moeten worden om de effecten te verzachten of teniet te doen. Een deel van de te nemen mitigerende maatregelen en/of normen is al bepaald in het KEC 4.0 en rekening mee gehouden bij het bepalen van de te onderzoeken bandbreedte zoals opgenomen in tabel 6.2. Het betreft bijvoorbeeld de norm voor onderwatergeluid. In het MER kan het uitgangspunt worden gehanteerd dat deze maatregelen bindend worden vastgelegd in het kavelbesluit.

Tabel 6.5 geeft een voorbeeld van de werkwijze van het MER-onderzoek en het bepalen van de uit te geven bandbreedte en mitigerende maatregelen (tezamen voorkeursalternatief). Voor een aantal aspecten (kolom 1) is bij wijze van voorbeeld aangegeven hoe de bandbreedte wordt bepaald. Zo is voor vogels bijvoorbeeld het effect uitgedrukt in het aantal aanvaringslachtoffers per jaar (kolom 2). Per soort kan worden bepaald welk aantal aanvaringslachtoffers maximaal toelaatbaar is gelet op de (ontwikkeling van de) omvang van de populatie (kolom 3). Vervolgens wordt gekeken welke maatregelen zijn te nemen om het aantal aanvaringslachtoffers te verlagen, bijvoorbeeld het beperken van de totale rotordiameter van de toegestane windturbines binnen de kavel (kolom 4). In de laatste kolom wordt aangegeven of er al dan niet voor wordt gekozen om deze maatregel te betrekken in het voorkeursalternatief dat in het kavelbesluit wordt verankerd.

Tabel 6.5 MER-onderzoek en bepalen uit te geven bandbreedte (fictief voorbeeld voor slechts enkele aspecten)

Aspect	Effect	Toelaatbaarheid	Maatregelen	Vast te leggen in kavelbesluit
vogels	aantal aanvaringen bedraagt ... per jaar	overschrijding toetsnorm populatie van soort x en y	beperking van het totale rotoroppervlak binnen de kavel	ja, om effecten te beperken
	barrièrewerking met als gevolg dat vogels moeten omvliegen	effect is in casu marginaal en toelaatbaar	aanpassing omtrek windpark	nee, niet aan de orde want het effect is toelaatbaar en de maatregel heeft drastische gevolgen voor het voornemen
vleermuizen	aantal aanvaringen bedraagt ... per jaar	aantal vleermuisverstorings-dagen bedraagt...	verhogen van de cut-in windspeed ¹ in risicoperiode	ja, om effecten te beperken
bruinvissen	aantal bruinvisverstorings-dagen bedraagt...	overschrijding 95-procentnorm in relatie tot de draagkracht van de populatie bruinvissen	maximaal niveau onderwatergeluid van 160 en 164 dB $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SELss (op 750 m van de geluidsbron) bij heien	ja, in de vorm van een geluidsnorm

6.7 Effectbeoordeling

6.7.1 Beoordelingscriteria per milieuaspect

De omvang van het studiegebied, het gebied waarbinnen zich 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 blijvende effecten wordt ook aandacht besteed aan tijdelijke effecten. Dit betreft met name de bouw van het windpark (zoals geluid door aanlegwerkzaamheden) en alle bijbehorende voorzieningen, zoals de aanleg en het op diepte houden van inter-array-kabels. Ook wordt, waar zinvol, aangegeven of cumulatie met andere plannen en/of projecten kan optreden. Cumulatieve effecten zijn ook een onderdeel van de passende beoordeling (zie Natuurtoets).

De effecten worden in dit MER per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. In tabel 6.6 is per milieuaspect aangegeven welke criteria worden gebruikt en de wijze waarop de effecten worden beschreven en beoordeeld. Indien een kwantitatieve analyse bij voorbaat goed mogelijk is, is de beoordelingswijze daarvan in de derde kolom van de tabel specifiek aangegeven.

¹ De cut-in-windspeed is de gegeven windsnelheid waarbij de turbine begint te produceren. Onder deze snelheid draait de turbine in vrijloop. De cut-in windspeed varieert per turbintype, maar ligt doorgaans rond 3,5 m/s. Met een ingreep kan de cut-in-windspeed verhoogd worden.

Tabel 6.6 Beoordelingscriteria per milieuaspect

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
morfologie en hydrodynamica	effect op golven	kwalitatieve analyse op basis van beschikbare kwantitatieve informatie golfpatronen
	effect op waterbeweging (waterstand/stroming)	kwalitatieve analyse op basis van beschikbare kwantitatieve informatie stroming rondom fundering
	effect op waterdiepte en bodenvormen	kwalitatieve analyse op basis van beschikbare kwantitatieve data
	effect op zeebodemsamenstelling	kwalitatieve analyse
	effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming)	
	effect op sedimenttransport	
	effect op kustverdediging	
vogels en vleermuizen		
aanleg/verwijdering windpark		
vogels (alle groepen)	verstoring aanleg/verwijdering fundering	aantal verstoorde vogels per km ²
	verstoring door toegenomen scheepvaart	aantal verstoorde vogels per km ²
gebruik windpark		
lokale zeevogels	aanvaringsrisico	aantal vogelslachtoffers
	barrièrewerking	kwalitatief effect van omvliegen
	verstoring door windturbines	aantal verstoorde vogels per km ²
	verstoring door onderhoud windpark	aantal verstoorde vogels per km ²
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	habitatverlies in km ² en vertaling naar aantal slachtoffers
broedende kolonievogels	aanvaringsrisico	aantal vogelslachtoffers
	barrièrewerking	kwalitatief effect van omvliegen
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	habitatverlies in km ²
	verstoring door windturbines	aantal verstoorde vogels
	verstoring door onderhoud windpark	aantal verstoorde vogels per km ²
trekvogels	aanvaringsrisico	aantal vogelslachtoffers
	barrièrewerking	kwalitatief effect van omvliegen
vleermuizen	aanvaringsrisico/barotrauma	aantal vleermuisslachtoffers
Onderwaterleven		
aanleg/verwijdering windpark		
bodemdieren en vissen	verstoring van de bodem	verstoord oppervlak in km ²
	verstoring, door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	verstoord oppervlak in km ²
zeezoogdieren	verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering	verstoord oppervlak in km ²

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
	foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	aantal verstoorde dieren (bruinvisverstoringdagen) effect op populatie
	fysieke aantasting (tijdelijke gehoorbeschadiging)	aantal aangetaste dieren
gebruik windpark		
bodemdieren en vissen	verstoring door geluid en trillingen turbines	kwalitatief effect
	verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	kwalitatief effect
	habitatverlies door aanwezigheid turbines	oppervlak dat verloren gaat
	elektromagnetische straling	kwalitatief effect
	afwezigheid van bodemberoerende activiteiten (visserij)	kwalitatief effect op aantal soorten en biomassa
	toevoegen hard substraat	kwalitatief effect op aantal soorten en biomassa
zeezoogdieren	verstoring door geluid en trillingen turbines	kwalitatief effect
	verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	kwalitatief effect
	barrièrewerking, habitatverlies	kwalitatief effect
	elektromagnetische straling	kwalitatief effect
natuur overig		
Natura 2000-gebieden	effecten op habitattypen van Natura 2000-gebieden (inclusief effecten als gevolg van stikstofdepositie)	kwalitatieve en kwantitatieve effectbepaling middels Aeries berekeningen aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen
	effecten op soorten Natura 2000-gebieden	kwalitatieve en kwantitatieve effectbepaling aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen, zoals bij soortgroepen beschreven
flora en fauna en overige natuurwaarden	effecten op beschermde flora- en fauna (als bedoeld in artikel 7 Wet windenergie op zee) en overige natuur- en milieuwaarden (zoals beschermd door internationale kaders zoals bv. kaderrichtlijn mariene strategie, OSPAR-verdragen en ASCOBANS)	kwalitatieve en kwantitatieve effectbepaling zoals bij soortgroepen beschreven
scheepvaart en veiligheid ¹	kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	kwantitatief op basis van SAMSON model bepalen aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar
	gevolgschade van aanvaring of aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	bepalen schade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie op basis van een kwantitatieve risicoanalyse met het SAMSON model en op basis van reeds uitgevoerde en gepubliceerde onderzoeken

¹ Uitgangspunt is dat er geen doorvaart plaatsvindt door het windenergiegebied.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
	uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	kwalitatieve analyse van mogelijke zichtbelemmeringen door windturbines tijdens een ontmoeting. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van beschouwingen in eerdere windparkstudies.
landschap en zichtbaarheid	effecten op landschap en zichtbaarheid	kwantitatief (% van de tijd dat het park zichtbaar is) aan de hand van: <ul style="list-style-type: none"> - de eigenschappen van het object, - de kromming van de aarde, - de visus van het menselijk oog en - de meteorologische omstandigheden
overige gebruiksfuncties		
visserij	effecten op huidige visserij en de daarbij toegepaste vangsttechnieken	kwalitatief en kwantitatief onder meer op basis van het beschikbaar areaal visgronden, economische schade, verminderde vangstopbrengsten en effecten op omvaren
olie- en gaswinning	effecten op mijnbouw	kwalitatief onder meer in relatie tot helikopter-bereikbaarheid platforms, en de exploitatie van in de ondergrond aanwezige velden. Ook effecten op mogelijk toekomstig gebruik van platforms voor bijvoorbeeld waterstofproductie en CO ₂ -opslag worden beoordeeld
luchtvaart	effecten op luchtvaart en luchtverkeersveiligheid	kwalitatief onder meer in relatie tot luchtruimklassen, bebakening en verlichting, communicatie-, navigatie- of surveillance-apparatuur (CNS), Search and Rescue en Helikopter Main Routes
zand- grind en schelpenwinning	effecten op zand-, grind en schelpenwinning	kwalitatief op basis van ligging locaties voor winning
baggerstort	beperkingen baggerstortgebieden	kwalitatief op basis van ligging baggerstortgebieden
scheeps- wal- en luchtvaarradar	effecten op scheeps- en luchtvaarradar	kwalitatief rekening houdend met schaduwwerking en bouncing
kabels en leidingen	effecten op kabels en leidingen	kwalitatief op basis van ligging kabels en leidingen
telecommunicatie	verstoring kabelverbindingen en straalpaden	kwantitatief op basis van ligging straalpaden
militaire activiteiten en munitiestortgebieden	effecten op ruimtegebruik door defensie (luchtmacht, marine) vanwege de aanwezigheid van oefenterreinen en munitiestortgebieden boven en op zee	kwalitatief op basis van ligging oefenterreinen en munitiestortgebieden

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
	risico niet gesprongen explosieven	kwalitatief op basis van aanwezigheid NGE
recreatie en toerisme	toegankelijkheid recreatieve vaarroutes	kwalitatief op basis van ligging recreatieve routes
	effecten op kusttoerisme	kwalitatief op basis van afstand kust
cultuurhistorie en archeologie	effecten op archeologische waarden, zoals bodemschatten, scheepswrakken, verdrinken landschappen	kwalitatief op basis van aanwezigheid archeologische waarden
schelpdierkweek en aquacultuur	effecten op mosselzaad- invanginstallaties en zeewierteelt	kwalitatief op basis van ligging mosselzaadvanginstallaties
bestaande windparken	effecten elektriciteitsopbrengst bestaande windparken (windafvang)	kwantitatief analyse
elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	elektriciteitsproductie	kwantitatief in kWh/jaar
	terugverdientijd energie bouw	kwantitatief in maanden
	CO ₂ -emissiereductie	kwantitatief in ton/jaar
	NO _x -emissiereductie	kwantitatief in ton/jaar
	SO ₂ -emissiereductie	kwantitatief in ton/jaar
klimaat	invloed op klimaatverandering	kwantitatief CO ₂ -emissiereductie in ton/jaar

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 6.7. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel 6.7 Scoringsmethodiek

Score	Oordeel ten opzichte van het nulalternatief (referentiesituatie)
--	het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0	het voornemen onderscheidt zich niet van het nulalternatief
+	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 licht positief) of 0/- (marginaal licht negatief). In dit MER is nog apart ingegaan op die effecten die grensoverschrijdend zijn (zie paragraaf 14.5).

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.

6.7.2 Toetsing ecologische effecten

In paragraaf 6.6.1 is aangegeven welke effecten beschreven worden in het MER. Deze effecten worden gescoord door plussen en minnen. 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;
- acceptable level of impact (ALI):
 - de uitkomsten van populatiemodellen worden tegen de soort specifieke maatlat van de Acceptable Level of Impact (ALI) gelegd. De ALI's per soort zijn geformuleerd als de kans op een afname van X procent of meer ten opzichte van de onverstoorde populatie, dertig jaar na de aanleg, mag niet hoger zijn dan Y. Hierin is X de grenswaarde waarboven een effect (afname) als onwenselijk groot wordt geclassificeerd, en Y de maximaal acceptabele kans dat zo'n effect uit de categorie onwenselijk zich toch voordoet;
- instandhoudingsdoelstellingen:
 - voor soorten met een instandhoudingsdoelstelling in Natura 2000-gebieden zullen de effecten bovendien getoetst worden aan het relevante instandhoudingsdoel.

Voor die soorten waarvan de additionele sterfte de toetsnorm nadert, is het van belang om in het MER en de passende beoordeling nader te onderzoeken wat de effecten op de staat van instandhouding zijn en deze effecten goed te toetsen op ecologische en juridische aanvaardbaarheid.

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 vleermuislachtoffers zo veel als mogelijk beperkt.

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 Wet natuurbescherming. 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 (strikttere) norm bepaald die overeenkomt met maximaal 5 procent reductie van de huidige populatie.¹

¹ 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. Zie paragraaf 8.1 voor meer informatie.

(Inter)nationale kaders

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

- de effecten op de indicatoren 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);
- soorten en habitats op de OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats (OSPAR, 2008);
- natuur Netwerk Nederland (NNN).

In de passende beoordeling (onderdeel uitmakend van de Natuurtoets) worden effecten zoveel mogelijk gekwantificeerd om uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten.

6.7.3 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 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 4.0). In dit afwegingskader is ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van windparken waarbij ook verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen. Het KEC 4.0 is sterk gericht op effecten van windenergie op zee. Voor het beoordelen van de effecten in cumulatie met overige activiteiten in de omgeving kan maatwerk aan de orde zijn.

Andere windparken

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0) 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 oorspronkelijke routekaart windenergie op zee 2030. Doel van het KEC 4.0 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.

Het gaat daarbij primair 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 4.0 ingegaan op die soorten waarvan verwacht wordt dat daar mogelijk significante effecten ontstaan. Dit zijn:

- bruinvissen/zeezoogdieren¹. 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 oorspronkelijke routekaart. Daarnaast is gekeken naar zeehonden;

¹ 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. 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 verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren en 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.

- vogels (zeevogels, kustbroeders en trekvogels). Voor vogels is gekeken naar de effecten van aanvaringen tussen vogels en windturbines en naar het verlies aan leefgebied als gevolg van de aanwezigheid van de parken;
- vleermuizen. Met betrekking tot de aanwezigheid, gedrag en daarmee ook de gevoeligheid van vleermuizen op zee voor (onder andere) operationele windparken staat de kennis nog in de kinderschoenen. Op basis van het oordeel van experts zijn indicatieve schattingen gemaakt van aanvaringen.

Andere projecten

In het KEC 4.0 is geen rekening gehouden met cumulatieve effecten van het initiatief met andere projecten dan windprojecten en daaraan gerelateerde projecten. De volgende projecten worden (indien van toepassing) aanvullend meegenomen in de cumulatietoets:

- projecten die negatieve effecten hebben op beschermde habitattypen en soorten die vergelijkbaar zijn met de effecten die worden veroorzaakt door de voorgenomen activiteit;
- projecten van derden waar een vergunning in het kader van de Wnb voor is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd of die ten dele zijn uitgevoerd. Dit kunnen allerlei typen projecten zijn, zoals gaswinning, zandwinning, aanleg van kabels. Zie paragraaf 9.6 voor nadere duiding cumulatie.

6.8 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 dit MER.

Het MER dient niet alleen vanuit een worst-case-benadering vast te stellen wat de maximale effecten van een opstelling binnen de bandbreedte is, maar voor sommige aspecten 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.

7

MORFOLOGIE EN HYDRODYNAMICA

7.1 Aanpak onderzoek

Het beoordelingskader voor morfologie en hydrodynamica is weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 7.1 Beoordelingscriteria morfologie en hydrodynamica

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
morfologie en hydrodynamica	effect op golven	kwantitatieve analyse van verandering golfpatronen op basis van een SWAN model (Simulating Waves Nearshore)
	effect op waterbeweging (stroming)	kwalitatieve analyse verandering waterbewegingen rondom fundering op basis van eerdere berekeningen met stromingsmodel Delft3D
	effect op troebelheid en waterkwaliteit	kwalitatieve analyse op basis van literatuur, beschikbare publieke data (bodempopbouw, bathymetrie) en expert judgement
	effect op waterdiepte en bodenvormen	
	effect op zeebodemsamenstelling	
	effect op sedimenttransport	
effect op kustverdediging	zie tekstkader	

De effecten van de twee alternatieven worden op basis van een 5-puntsschaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Vanuit hydrodynamica worden de effecten op golven en de waterbeweging beschreven. Vanuit morfologie worden mogelijk effecten op bodenvormen, bodemsamenstelling en vertroebeling in de waterkolom beschouwd. Ook wordt bekeken wat de effecten zijn ten aanzien van erosie en sedimentatie.

Effect op kustverdediging

De kustverdediging bepaalt de veiligheid tegen een overstroming van het achterland. De veiligheid van de verdediging wordt bepaald door de aanwezige hoeveelheid zand in het kustfundament. De mate van afslag en transport van zand uit het kustfundament wordt bepaald door de golven en het getij. Het criterium 'kustverdediging' wordt dus beïnvloed door de andere criteria uit tabel 6.1. Uit eerdere studies (MER HKW, MER HKZ) is gebleken dat de effecten op deze criteria beperkt zijn, en in combinatie met de afstand van de plangebieden tot de kust, geen effect heeft op de kust, de kustverdediging en/of de maatgevende hoogwaterstand. De verwachting is dat de effecten van IJmuiden Ver op de eerste

6 beoordelingscriteria uit tabel 6.1 net als bij eerdere studies zeer beperkt zijn. Daar komt bij dat de afstand tussen IJmuiden Ver en de kust nog groter is, 62 km.

Het criterium 'effect op kustverdediging' wordt daarom niet nader beschouwd of beoordeeld.

Ingreep-effectrelaties

Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door aanleg en gebruik van windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste ingreep-effectrelaties voor morfologie en hydrodynamica. De belangrijkste te verwachten effecten betreffen:

- verandering in golfpatronen door het aanbrengen van windturbinefunderingen en/of de aanwezigheid van werkschepen;
- verandering in waterstanden en stromingen door het aanbrengen van windturbinefunderingen en/of de aanwezigheid van werkschepen;
- versterking van het bodemoppervlak door het plaatsen van funderingen, het aanleggen van erosiebescherming en aanleggen van bekabeling;
- effecten van de windturbinefundering op de bodemsamenstelling;
- vertroebeling als gevolg van het aanbrengen van windturbinefundering;
- sedimentatie als gevolg van het aanbrengen van windturbinefundering.

Tabel 7.2 Ingreep-effectrelaties morfologie en hydrodynamica

Ingreep	Aanleg	Gebruik	Gevolg	Effect op
funderingen, erosiebescherming en bekabeling		X	blootleggen bestaande kabels en leidingen	sedimenttransport, bodemvormen, waterdiepte en zeebodemsamenstelling
		X	optreden instabiele turbulente wervels en verandering stroomrichting en snelheid van het water door- en om het windpark heen	golven, waterbeweging (waterstanden en stroming)
	x	X	vertroebeling van het water	sedimentomvang en transport in de waterkolom
funderingen, erosiebescherming en bekabeling	x		tijdelijke verstoring van de bodem	bodemvormen, waterdiepte en zeebodemsamenstelling
varen met werkschepen (aanleg en onderhoud)	x		verandering golfbeeld en waterbeweging	golven en stroming

7.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

Om de bandbreedte aan milieueffecten gerelateerd aan morfologie en hydrodynamica in beeld te brengen zijn alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen. Dit zijn alternatieven waarbij:

- er sprake is van de minste of meeste bodemberoering als gevolg van het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de erosiebescherming;

- er sprake is van de minste of meeste kans op veranderingen in stroming en golven als gevolg van de openheid van de fundering.

Er zijn verschillende typen funderingen mogelijk voor offshore windturbines. De fundering die het meest toegepast wordt betreft de monopaal. Andere mogelijkheden zijn tripod, jacket, gravity based en suction bucket (zie ook bijlage II voor een nadere toelichting). Rondom de fundering wordt erosiebescherming (stortstenen) aangebracht. De bescherming wordt aangelegd om te voorkomen dat bodemmateriaal rondom de fundering wegspoelt. Voor de funderingen en erosiebescherming worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Tabel 7.3 Omvang funderingspaal en erosiebescherming per type fundering

Type fundering	Omvang funderingspaal	Omvang erosiebescherming
monopaal	1 paal per fundering van 11,5- 15 m paaldiameter	3 maal de paaldiameter
tripod	3 palen per fundering van 3-5 m paaldiameter	5 maal de paaldiameter
jackets	4 palen per fundering van 3-5 paaldiameter	5 maal de paaldiameter
gravity based	1 paal/fundering tot 50 m in diameter	3 maal de paaldiameter
suction bucket	1 paal/fundering tot 30 m in diameter	5 maal de paaldiameter

Om inzicht te krijgen in de bodemoppervlakte die geroerd wordt door aanleg van de windturbines, is het totaal oppervlak aan funderingen en erosiebescherming in beeld gebracht per funderingstype. Dit is gedaan voor zowel de plaatsing van zowel 67 turbines van 15 MW als 50 turbines van 20 MW (elk resulterend in een vermogen van circa 1 GW). Tabel 7.4 geeft het resultaat.

Tabel 7.4 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming per type fundering bij 15 en 20 MW

Type fundering	Aantal turbines	Aantal funderingen per turbine	Diameter Ø (m)	Oppervlakte fundering (m ²)	Oppervlakte erosie bescherming (m ²)	Totaal oppervlakte (m ²)
monopaal	67	1	11,5	6.960	55.650	62.600
	50	1	15	8.830	70.650	79.480
tripod	67	3	3	1.420	34.080	35.500
	50	3	5	2.940	70.650	73.590
jackets	67	4	3	1.890	45.440	47.340
	50	4	5	3.930	94.200	98.130
gravity based	67	1	40	106.500	673.220	757.370
	50	1	50	98.100	785.000	883.130
suction bucket	67	1	25	32.900	788.930	821.780
	50	1	30	35.300	847.800	883.130

Zichtbaar is dat de plaatsing van 50 turbines van 20 MW met een gravity based fundering of 50 turbines van 20 MW met een suction bucket fundering leiden tot het grootste oppervlak aan bodemingrepen; 883.130 m². De plaatsing van 67 turbines van 15 MW met een tripod geeft het kleinste oppervlak aan ingrepen in de bodem.

Op basis van bodemberoerende oppervlaktes en de openheid van de constructies worden daarom de volgende twee alternatieven voorgesteld. Alternatief A is zowel voor het aspect morfologie (kleinste bodemberoerende oppervlakte) en hydrodynamica (meest open structuur) de best case. Alternatief B is zowel voor het aspect morfologie (grootste bodemberoerende oppervlakte) en hydrodynamica (meest gesloten structuur) de worst case.

Tabel 7.5 Alternatieven A en B morfologie en hydrodynamica

Aspect	Alternatief A	Alternatief B
morfologie en hydrodynamica	67 x 15 MW turbines, tripod	50 x 20 MW turbines, gravity based

Kavel IV

Naast het bodemberoerende oppervlak en de openheid van de constructies, is ook de onderlinge afstand tussen de funderingen relevant voor de effectenbepaling. Deze afstand wordt bepaald door het aantal funderingen per kavel. Het totale oppervlak van kavel IV bedraagt ongeveer 104 km². Wanneer een totaal van 67 funderingen op min of meer gelijke afstand van elkaar worden geplaatst, is deze afstand tussen de funderingen ongeveer 1.100 m. Dit uitgangspunt wordt gebruikt bij de effectenbeschrijving.

In de effectenbeoordeling voor de aspecten morfologie en hydrodynamica wordt waar mogelijk gebruik gemaakt van teksten en analyses uit MER kavel VII - Windenergiegebied Hollandse Kust (west) (Pondera Consult, 2020), daarbij zijn verschillende tekstuele passages direct overgenomen. Wat betreft een aantal onderwerpen is het Hollandse Kust (west) windpark vergelijkbaar met IJmuiden Ver: de beide windparken liggen vrijwel naast elkaar in hetzelfde deel van de Noordzee, daardoor zijn de waterdiepte, bodemsamenstelling, stroming en golfcondities op beide locaties vergelijkbaar (zie afbeelding 7.1). Echter wijken de parken op andere onderwerpen van elkaar af: opgesteld vermogen, totaal oppervlakte en doorsnede van de fundering.

7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.3.1 Huidige situatie

Inleiding

Vanuit morfologisch en hydrodynamisch perspectief kan over de omgeving van windgebied IJmuiden Ver in het algemeen worden gesteld dat er sprake is van een door natuurlijke processen gestuurd dynamisch evenwicht. Binnen dit evenwicht is de variatie van morfologie en hydrodynamica in zowel ruimte als tijd groot. De invloed van golven op de zeebodem neemt in de richting van de kust toe en wordt in de tijd gestuurd door de weersomstandigheden. De invloed van het getij op de morfologische veranderingen is juist relatief groter in dieper water en wordt in de tijd gestuurd door de positie van zon en maan en hun aantrekkingskrachten op het water.

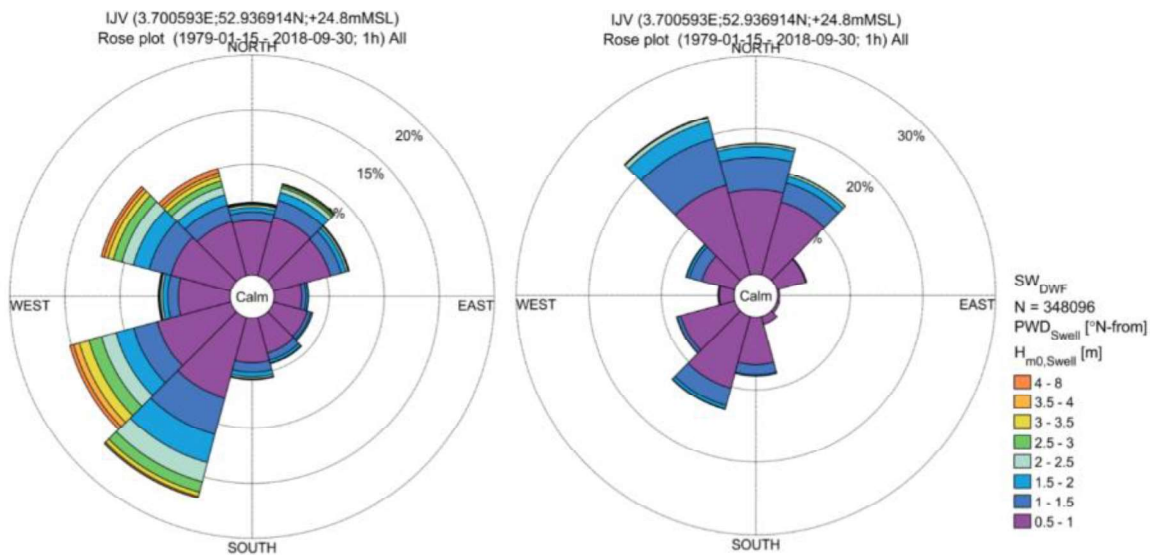
Effect op golven

Het lokale golfklimaat wordt bepaald door de duur van de wind, de strijklengte (dit is de afstand waarover de wind waait op open zee) en de waterdiepte. Ook kunnen golven voorkomen die elders zijn opgewekt. Deze golven, ook wel deining genoemd, zijn vaak langer dan de lokaal opgewekte golven. Golven spelen een grote rol in de morfologische processen door hun invloed op het zandtransport. Daarbij geldt: hoe ondieper het water en hoe hoger de golven, des te groter de invloed van de golven op het zandtransport. Bij een grote diepte hebben golven geen effect op de bodem. Pas vanaf een bepaalde waterdiepte kunnen golven

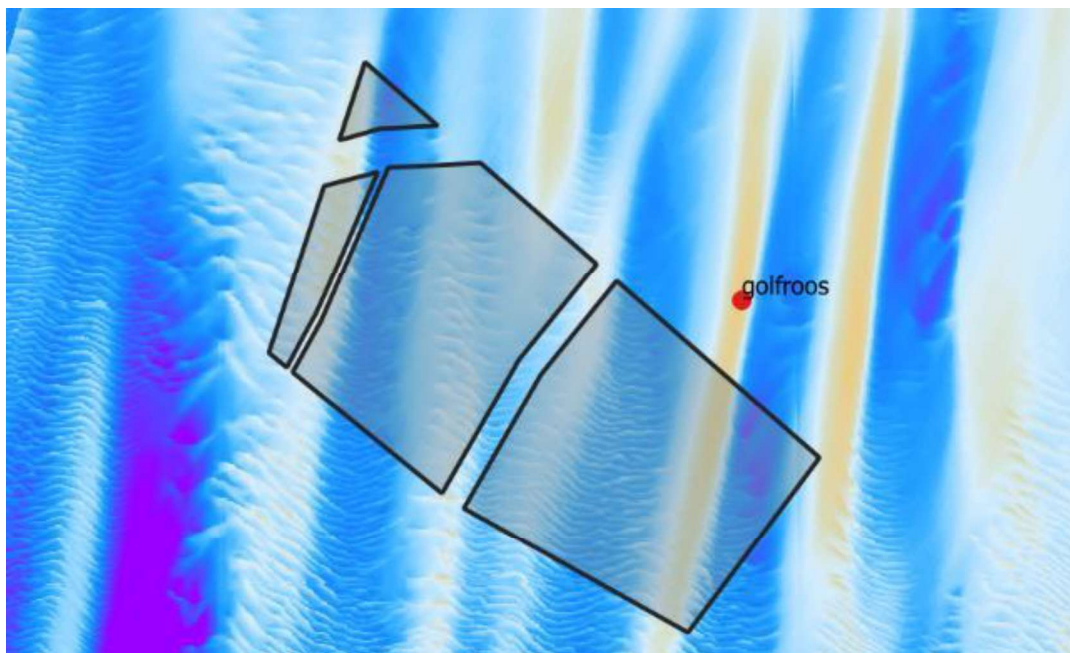
met een specifieke lengte het zand van de bodem in beweging brengen. Het opgewoelde bodemmateriaal kan vervolgens worden getransporteerd door (getij)stromingen. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal (korrelgrootte, percentage slib en klei in het zand) en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak (golfhoogte, golflengte, waterdiepte).

In afbeelding 7.1 zijn golfrozen weergegeven bij IJmuiden Ver, gebaseerd op een modelstudie door DHI (DHI, 2019), waarbij onderscheid is gemaakt tussen lokaal opgewekte (wind-)golven en deining. Golfrozen geven inzicht in het percentage van voorkomen van golfhoogtes en richtingen gemiddeld over langere tijd. De locatie waarvoor de golfcondities zijn geanalyseerd is weergegeven in afbeelding 7.2. De meeste windgolven komen uit het zuidwesten, gevolgd door het noordwesten en noordoosten. Deining komt voornamelijk uit het noordwesten tot noordoosten.

Afbeelding 7.1 Golfrozen bij IJmuiden Ver voor lokaal opgewekte golven (links) en deining (rechts). Bron: (DHI, 2019)



Afbeelding 7.2 Uitvoerlocatie van golfcondities zoals gebruikt in de DHI (2019) studie



In tabel 7.6 zijn extreme golfhoogten weergegeven bij IJmuiden Ver. De hoogste golven komen voornamelijk uit het noorden en noordwesten. Dit komt omdat de strijklengte vanuit deze richtingen (de lengte waarover de wind golven kan opwekken) het grootst is en omdat vanuit deze richting de hoogste deining het gebied bereikt. De maximale golfhoogte met een terugkeertijd van 1 jaar is 5,7 m, voor een terugkeertijd van 10 jaar is dat 6,9 m.

Tabel 7.6 Extreme golfhoogte (H_{m0}) in meters voor verschillende herhalingstijden (RP) bij IJmuiden Ver

Richting (graden N)	RP = 1 jaar	RP = 10 jaar	RP = 100 jaar
alle richtingen	5,7	6,9	8,0
0	4,4	6,0	7,1
30	3,5	4,8	5,9
60	2,5	3,6	4,6
90	1,6	2,6	3,4
120	1,6	2,5	3,3
150	1,8	2,7	3,4
180	2,4	3,4	4,5
210	4,2	5,2	6,0
240	4,8	5,8	6,7
270	4,2	5,6	6,7
300	5,0	6,3	7,3
330	5,3	6,8	7,9

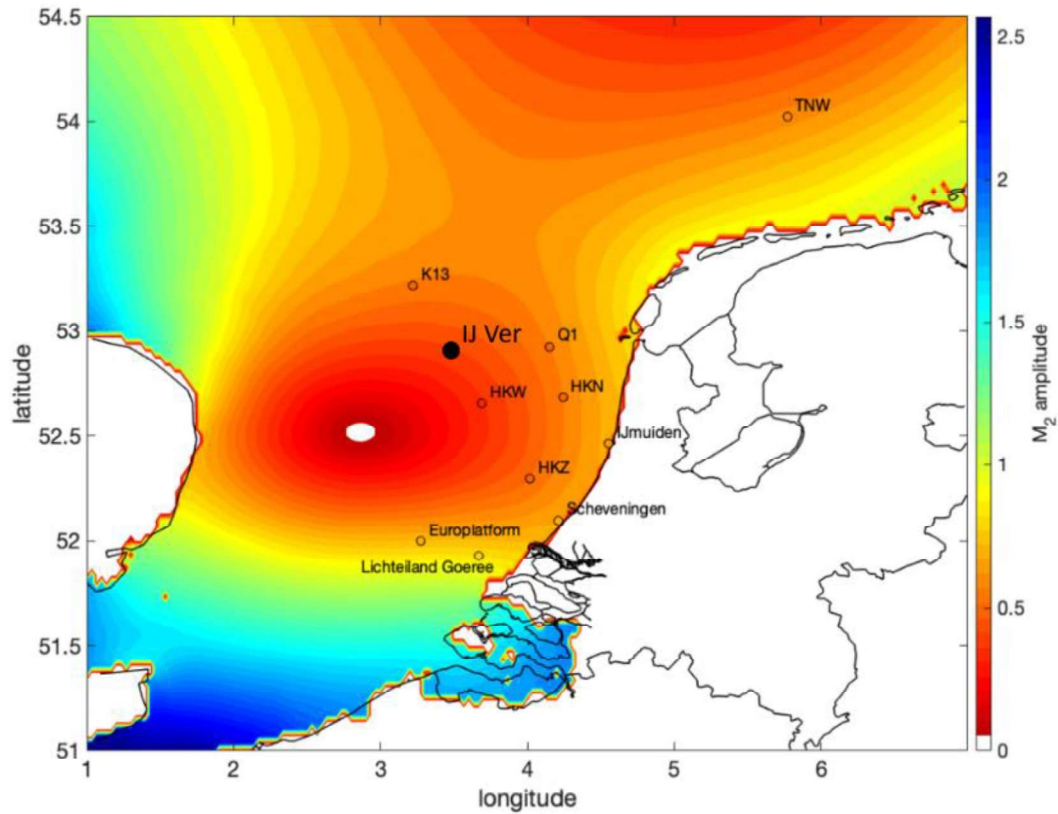
Effect op waterbeweging (stroming)

Waterbeweging op de Noordzee wordt gedreven door getij, wind en luchtdruk. In het projectgebied worden de waterstanden voornamelijk gedomineerd door het getij. De Noordzee heeft een dubbeldaags getij. Bij een dubbeldaags getij is er tweemaal per dag hoog water en laag water (Helpdesk Water, 2022). Naast het getij kunnen door wind en luchtdruk de waterstanden tijdelijk enkele tientallen centimeters verhogen of verlagen. Het getij zorgt ook voor de grootste stromingen. Wind heeft ook effect op de stromingen maar dat is over het algemeen, zeker op wat dieper water, een orde kleiner dan de getijstroming.

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 (afbeelding 7.3). Het getij varieert over een doottij-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 doottij, wanneer de zon en maan onder een hoek van 90 graden met elkaar staan iets lager. In afbeelding 7.3 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 afbeelding is duidelijk het amfidromisch punt zichtbaar.

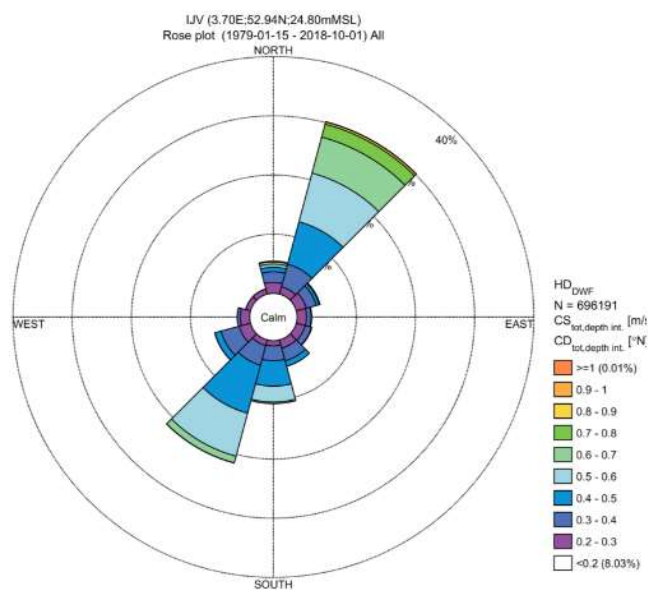
Op de locatie van windpark IJmuiden Ver is de getijslag bij springtij ongeveer 1,4 m en bij doottij circa 0,9 m. De hoogste en laagste astronomische getijwaterstand (HAT en LAT) bedragen respectievelijk NAP+ 0,8 m en -1,0 m (DHI, 2019).

Afbeelding 7.3 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



Langs de Nederlandse kust zijn de vloedstromingen overwegend noordelijk gericht en de ebstromingen zuidelijk. Op de locatie van het windenergiegebied is dit ook het geval, zoals weergegeven in afbeelding 7.4.

Afbeelding 7.4 Diepte-gemiddelde stroomroos (richting waar de stroming naartoe gaat) bij IJmuiden ver. Bron (DHI, 2019)



De hoogste stroomsnelheden bij IJmuiden Ver komen uit het noordnoordoosten en zuidzuidwesten. In onderstaande tabel zijn de extreme stroomsnelheden weergegeven voor verschillende herhalingstijden (DHI, 2019). De maximale stroomsnelheid met een terugkeertijd van 1 jaar is 1,0 m/s, voor een terugkeertijd van 10 jaar is dat 1,1 m/s.

Tabel 7.7 Extreme stroomsnelheden (dieptegemiddeld) in m/s voor verschillende herhalingstijden (RP) bij IJmuiden Ver.
Bron: (DHI, 2019)

Richting (graden N)	RP = 1 jaar	RP = 10 jaar	RP = 100 jaar
alle richtingen	1,0	1,1	1,1
0	0,8	0,9	1,0
30	1,0	1,1	1,1
60	0,7	0,7	0,8
90	0,4	0,4	0,4
120	0,3	0,4	0,4
150	0,5	0,5	0,6
180	0,8	0,8	0,8
210	0,8	0,8	0,9
240	0,6	0,6	0,6
270	0,3	0,3	0,4
300	0,2	0,3	0,3
330	5,3	6,8	7,9

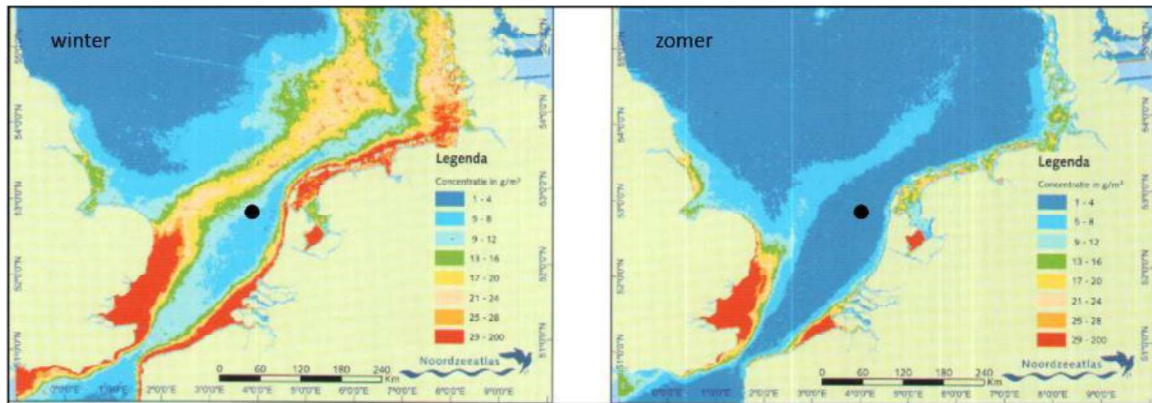
Effect op troebelheid en waterkwaliteit

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 opwoeling 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.

Het grootste deel van het Noordzeeslib komt samen met het Atlantische water de Noordzee binnen. Ook rivierwater voert slib mee. Slib wordt afgezet op plaatsen met lage stroomsnelheden en weinig golfwerking, zoals randen van de Deltawateren en de Waddenzee, en in havenbekkens, waar het regelmatig wordt weggebaggerd.

In afbeelding 7.5 is het gemiddelde gehalte zwevende stof (slib) in de Noordzee weergegeven in de winter en in de zomer periode. Op de locatie van IJmuiden Ver ligt het gehalte zwevende stof tussen de 5 en 10 mg/l in de winter en tussen de 1 en 5 mg/l in de zomer. De toename van het gehalte zwevend stof in de winter is het resultaat van een sterke toename van het slibtransport vanaf de Engelse Kust (Thames Estuarium) richting het noordoosten. Binnen het interessegebied vindt vanwege de relatief hoge (getijde)stroomsnelheden weinig bezinking plaats van slib.

Afbeelding 7.5 Gemiddeld gehalte zwevende stof in de winter en in de zomer (IDON, 2004), de locatie van de IJmuiden Ver zone is aangegeven met een zwarte stip



Effect op 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 komt een aantal bodemvormen voor die ieder een karakteristieke lengte en grootte hebben.

De grootse bodemvormen zijn zandbanken, deze zijn over het algemeen enkele meters hoog en tientallen kilometers lang en zijn relatief stabiel, ze 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, dit is ook het geval bij IJmuiden Ver. Zandgolven zijn overwegend haaks op de getijdestroming georiënteerd, zijn circa 200-1.000 m lang 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 zijn enkele tientallen meters lang en migreren snel (meters per dag tot week) onder invloed van voornamelijk golven. De migratierichting is dan ook sterk afhankelijk van de golfrichting. 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.

In onderstaande tabel is een samenvatting opgenomen van de karakteristieke dimensies van de verschillende bodemvormen.

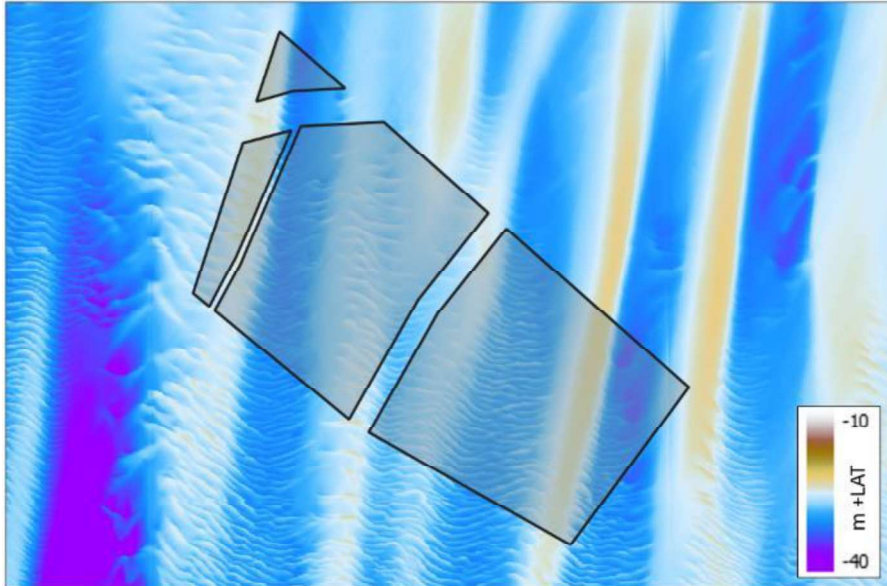
Tabel 7.8 Classificatie van bodemvormen (GEOxyz, 2021)

Bodemvorm	(Golf)lengte	Hoogte
zandribbels	decimeters	centimeters
megaribbels	tientallen meters	decimeters
zandgolven	honderden meters	meters
zandbanken	kilometers	tientallen meters

De waterdiepte binnen de kavel varieert tussen -23 m en -34 m ten opzichte van LAT (afbeelding 7.6). Opvallend zijn verschillende zandbanken, die een noord-zuid oriëntatie hebben. Deze zandbanken hebben een hoogte van circa 5-10 m, de hoogste delen zijn gelegen op een diepte van circa LAT -23 m, de

omliggende bodem ligt op circa LAT -30 tot -35 m. De zandbanken hebben een asymmetrische doorsnede, zijn ongeveer 20-50 km lang, 1-4 km breed en liggen ongeveer 5-10 km uit elkaar.

Afbeelding 7.6 Meest recente bodemhoogte (m +LAT). Bron: Nationaal Georegister (Ministerie van Defensie, Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie, 2020)



Zandbanken

Kavel IV

De zandbanken zijn ongeveer 10 m hoog. De zandbanken zijn over het algemeen weinig mobiel.

Zandgolven

Daarnaast zijn in het gebied enkele honderden zandgolven aanwezig met een hoogte tussen de 2 en 4 m, die zich hebben ontwikkeld boven op de zandbanken. De zandgolven zijn enkele honderden meters tot enkele kilometers lang en hebben een noordwest-zuidoost oriëntatie. De sedimentmigratierichting wordt verondersteld noordwaarts te zijn, wat is afgeleid van de asymmetrische vorm van de zandgolven met de steilere helling naar het noorden (Cameron et al., 1984b) (Arcadis, 2019). De zandgolven migreren met een snelheid van 1-10 m/jaar (Periplus Archeomare, 2020).

In het plangebied kunnen ook megaribbels voorkomen. Deze bodemvormen hebben een golflengte van circa 5-15 m en een hoogte van circa 0,5-1,0 m. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en kunnen tijdens stormen verdwijnen en tijdens rustigere periodes weer ontstaan. De hoogte en ligging van de megaribbels is daarmee zeer veranderlijk.

Zandribbels

De meest kleinschalige (< 1 m) bodemvormen (zandribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen. Megaribbels en zandribbels zijn niet waarneembaar in de bodemdata, die een horizontale resolutie heeft van circa 25 x 25 m.

Effect op Zeebodemsamenstelling

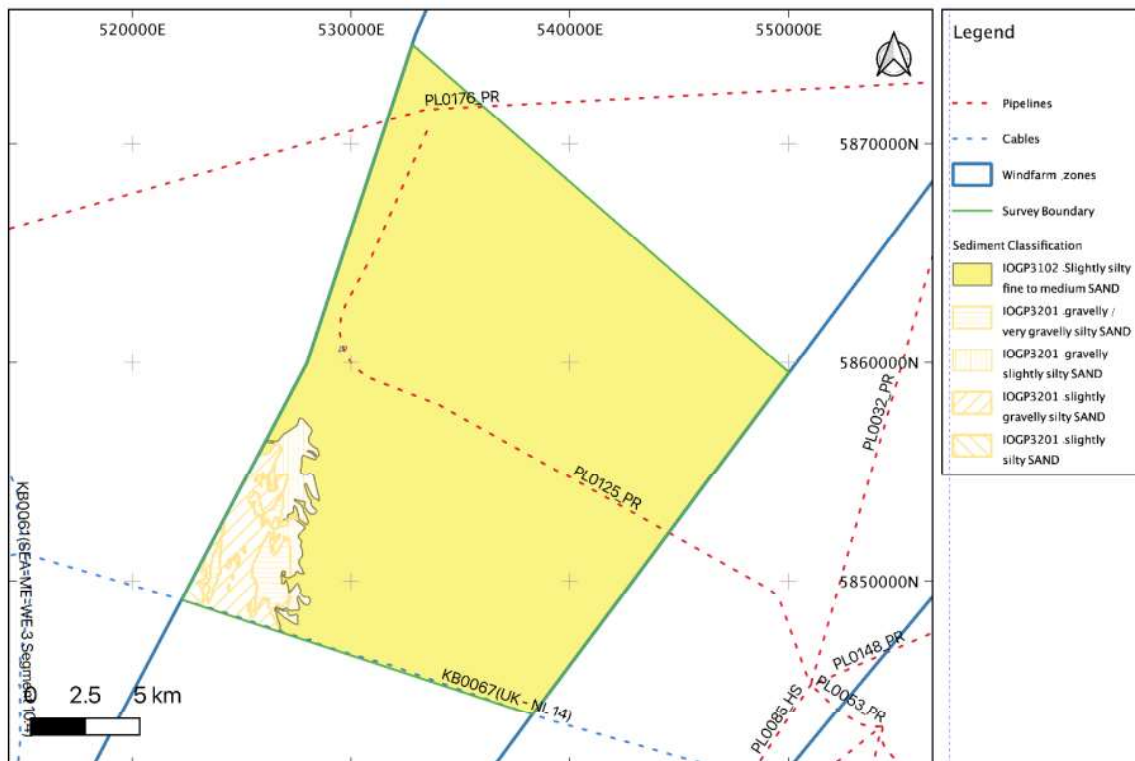
De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij verschillende processen. Zo bepaalt de grootte van de zandkorrels, die uitgedrukt wordt in D_{50} - mediane korrelgrootte, de mate van sedimenttransport. Hoe grover het zand hoe kleiner het transport en hoe minder gemakkelijk bijvoorbeeld ontgrondingskuilen kunnen ontstaan. Ook het fijnste deel van het sediment, de zogenaamde fijne fractie,

kan een groot effect hebben op het gedrag van de bodem. Deze fijne slib 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 bodemsamenstelling grote invloed op het sedimenttransport, het optreden van ontgrondingskuilen (erosiekuilen) en de mate van vertroebeling. Tevens is de bodemsamenstelling van belang voor de funderingen van de windturbines en het ingraven van de kabels.

De bodem binnen de kavel bestaat uit fijn tot middelfijn zand, met een laag slibgehalte (maximaal enkele procenten) (GEOxyz, 2021). De mediane korrel diameter (D_{50}) varieert tussen de circa 250 en 350 μm (Pondera Consult, 2020). Ten zuiden van de kavel is grover zand aanwezig met grind (5-25 % grind).

Afbeelding 7.7 Bodemsamenstelling binnen de Ijmuiden Ver zone. (GEOxyz, 2021)



Effect op sedimenttransport

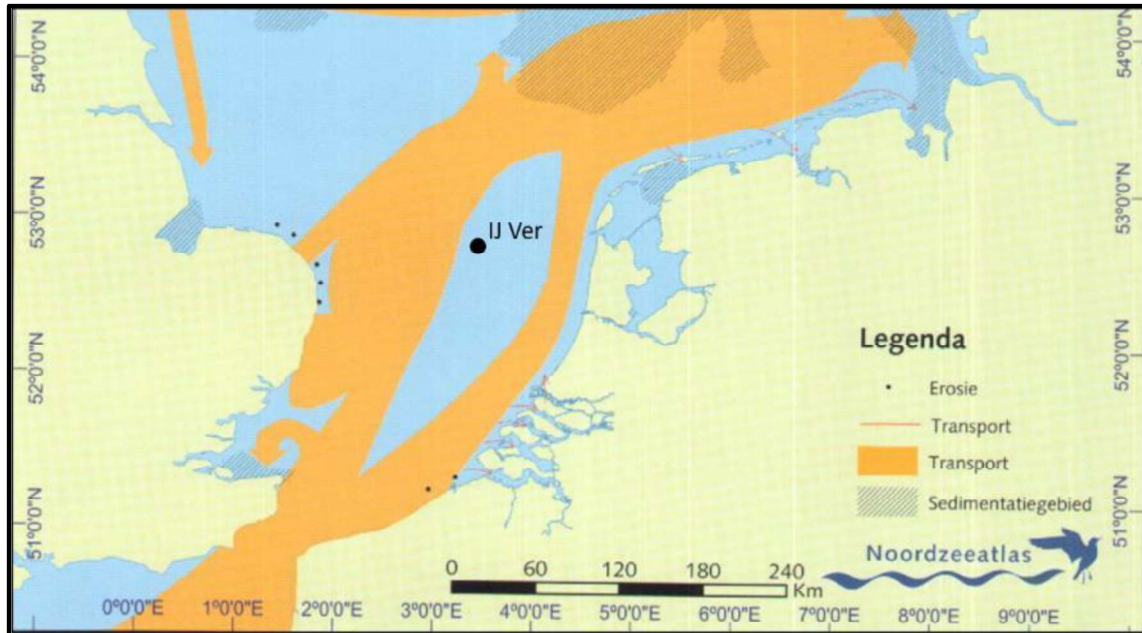
Sedimenttransport treedt op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Door golven of menselijke activiteiten (bijv. baggeren, trenched, visserij) kan het sediment van de bodem worden opgewoeld, waarna het door stroming kan worden getransporteerd. Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van zand en slib langs de kust, met name in noordwaartse richting.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het transport van zand en slib. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de korrel diameter van zand (0,063 tot 2 mm) en slib ($< 0,063$ mm). 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.

In de diepere delen van de Noordzee, waar het windpark zal worden ontwikkeld, worden de zandtransporten voor een groot deel beïnvloed door de migratie van bodemvormen (ribbels, megaribbels en zandgolven). Omdat de meeste bodemvormen ofwel met de getijtransporten noordwaarts migreren, ofwel door golven

een noordelijke propagatierichting hebben, is het residuele zandtransport noordelijk gericht. Daarmee is ook het slibtransport netto noordwaarts gericht. Het slibtransport op de Noordzee en gebieden waar sedimentatie van slib plaatsvindt zijn weergegeven in afbeelding 7.8.

Afbeelding 7.8 Transport en sedimentatie van slib in de Noordzee (IDON, 2004), met indicatieve ligging IJmuiden Ver



7.3.2 Autonome ontwikkeling

Er doen zich op de Noordzee geen autonome ontwikkelingen voor die de effectenbeoordeling van het windpark wezenlijk zullen beïnvloeden binnen de levensduur van het windpark (50 jaar). De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daarom nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste van de hiervoor besproken processen zullen alleen op een lange tijdschaal (decennia tot eeuwen) wezenlijk veranderen. Daarbij spelen de effecten van klimaatverandering een belangrijke rol, deze effecten zijn onzeker.

Door klimaatverandering stijgt de gemiddelde zeespiegel wereldwijd. Op de Noordzee was de gemiddelde stijgsnelheid in de afgelopen decennia ongeveer 2 mm/jaar (KNMI, 2021). De zeespiegel zal als gevolg van klimaatverandering de komende honderden jaren onvermijdelijk blijven stijgen, maar de snelheid waarmee hangt af van de uitstoot van broeikasgassen en de effecten daarvan, dit is erg onzeker. Als de huidige zeespiegelstijgsnelheid doorzet, zal gedurende de levensduur van de windmolens de zeespiegel met 10 cm toenemen. Volgens het KNMI (KNMI, 2021) is het effect van klimaatverandering op de intensiteit van stormen klein. Alleen de neerslag neemt toe.

Ondanks dat klimaatverandering op een tijdschaal van enkele decennia significante gevolgen kan hebben voor de Noordzee (zoals bijvoorbeeld een stijging van de zeespiegel met enkele decimeters) zal dit de effectenbeoordeling niet wezenlijk beïnvloeden. De effecten van de windmolens op hydrodynamica en morfologie binnen het interessegebied zullen niet wezenlijk veranderen door klimaatverandering, binnen de levensduur van de windmolens.

7.4 Effectbeschrijving

De effecten van het windpark op het aspect 'morfologie en hydrodynamica' worden in beeld gebracht aan de hand van de eerder genoemde beoordelingscriteria (paragraaf 7.1). De effecten zijn kwalitatief en waar

mogelijk kwantitatief beschreven. De effecten worden beschreven voor zowel de gebruiksfase als tijdens aanleg en verwijdering. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in verschillende ruimteschalen van de mogelijke morfologische en hydrodynamische effecten:

- lokaal: in de directe omgeving van een fundering tot aan de volgende fundering (schaal 0 – 1.000 m);
- regionaal: op de schaal van het gehele park en verder (schaal 1 – 10 km en verder).

7.4.1 Gebruiksfase

Effect op golven

Door de aanwezigheid van de windmolenfunderingen zal het golfveld in en rond het windmodelpark veranderen. De mate waarin het golfpatroon verandert is afhankelijk van de diameter van de fundering en de openheid van de constructie. Des te groter de diameter en hoe meer gesloten de constructie, des te groter de effecten op het golfveld. Op grotere schaal is de onderlinge afstand tussen de funderingen relevant. Hoe meer funderingen per vierkante meter windpark, hoe meer wijdverspreid de effecten op het golfveld zullen zijn. De onderlinge afstand tussen de windmolens is in de orde van 1.100 m.

De fundering veroorzaakt golfreflectie aan de loefzijde (de richting waar de golven vandaan komen) en golfafscherming aan de lijzijde (de richting waar de golven naartoe gaan). Bij een gesloten constructie, zoals de gravity based fundering, treedt meer reflectie op dan bij een meer open constructie, zoals de tripod.

Reflectie zorgt voor een lokale toename van de golfhoogte aan de loefzijde, en een lokale afname aan de lijzijde. Daarnaast zorgt de fundering voor diffractie van golven, dit is het afbuigen van de golven langs een obstakel. Het schaduw-effect van de fundering (golfafscherming) is over een groter oppervlak merkbaar bij korte golfperiodes in vergelijking met lange golfperiodes, omdat lange golven meer diffractie vertonen.

Lokaal effect

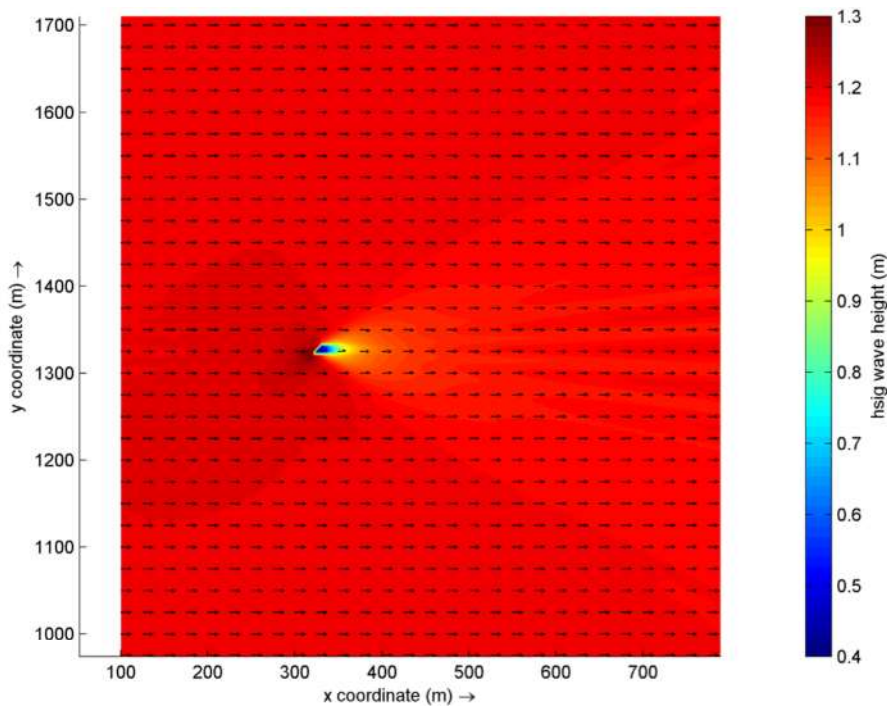
Uit modelberekeningen door (Wang, Fang, & Chiang, 2021) en (Pondera Consult, 2020) met het golfmodel SWAN (Simulating Waves Nearshore) blijkt dat de golfhoogte aan de lijzijde van een fundering over een lengte van 5 tot 10 maal de funderingsdiameter afneemt met enkele tientallen procenten ten opzichte van de situatie zonder windmolens. Dit is weergegeven in afbeelding 7.9 voor één enkele fundering met een diameter van 10 m (Pondera Consult, 2020). De breedte van de zone waar de golfhoogte significant wordt beïnvloed is bij benadering gelijk aan de paaldiameter. Er wordt aangenomen dat ook voor andere typen funderingen (met een andere diameter) significante veranderingen in het golfveld beperkt zijn tot een afstand van 5 tot 10 maal de totale diameter van de fundering. Bij een gravity based fundering met een diameter van 40 tot 50 m komt dit dus neer op een afstand van 200 tot 500 m. Bij een tripod fundering met een totale diameter van 9 m, is de benedenstroomse afstand waarover de golfhoogte significant afneemt circa 50 tot 100 m.

Regionaal effect

De funderingen zorgen voor een lokale reductie in de golfhoogte, over een gebied met een lengte van ongeveer 5 tot 10 maal de paaldiameter en een breedte van ongeveer 1 maal de paaldiameter. Dit invloedsgebied is niet constant in ligging maar afhankelijk van de dominante golfrichting (welke variatie vertoont). Op de schaal van het windpark zijn de effecten op golfcondities klein. De funderingen beslaan slechts een klein deel van het oppervlak van het windpark: de gravity based funderingen maximaal 0,1 % en de tripod funderingen maximaal 0,003 %. Een reductie van enkele tientallen procenten in golfhoogte valt ruimschoots binnen de natuurlijke variatie in golfhoogte op de Noordzee.

Een windpark heeft ook effect op de windcondities en daarmee op de ontwikkeling van wind-gedreven golven. Windturbines halen energie uit de wind waardoor windsnelheden binnen het park maar ook benedenstrooms (aan de loefzijde) daarvan afnemen. Daarnaast verhogen de windturbines lokaal de turbulentie. Dit zogenaamde 'wake-effect' kan invloed hebben op de energieproductie van het windpark. Daarnaast kunnen verschillende windparken elkaars energieproductie beïnvloeden. Deze effecten op de energieproductie worden hier niet beschouwd.

Afbeelding 7.9 SWAN modelresultaat: effect van een paal met een diameter van 10 m op het inkomende golfveld ($H_s=1,2$ m, $T_p=6$ sec, $dir=270$). Bron: (Pondera Consult, 2020)



Een windpark heeft een reducerend effect op de ontwikkeling van windgolven, dit zijn golven die door de lokale wind worden opgewekt. Deze effecten zijn met name merkbaar wanneer de strijklengte beperkt is en windgolven nog niet volledig ontwikkeld zijn. LiDAR metingen (Barfuss, Schulz-Stellenfleth, & Lampert, 2021) in het Duitse deel van de Noordzee laten zien dat deze effecten tot een afstand van circa 60 km vanaf het windpark merkbaar kunnen zijn. Uit deze metingen blijkt ook dat de significante golfhoogte benedenstrooms van het park met 5-10 % kan afnemen. Tijdens deze metingen kwam de wind vanaf land (oosten) waardoor de strijklengte beperkt was en de windgolven niet volledig ontwikkeld waren. Bij wind uit het westen of zuidwesten zouden de effecten beperkter zijn geweest. Uit een modelstudie naar golfcondities in het Duitse deel van de Noordzee (Fischereit, Guo Larsen, & Hahmann, 2022) volgt dat windparken in dit gebied de lange termijn significante golfhoogte met circa 5 % kunnen reduceren, afhankelijk van de windrichting. Op de locatie van IJmuiden Ver komen golven voornamelijk uit het zuidwesten, gevolgd door het noordwesten en noordoosten. Deze golven zullen vrij goed ontwikkeld zijn door de relatief grote strijklengte. De effecten van het windpark op significante golfhoogte zal daarom naar verwachting niet groter zijn dan 5 %, over een afstand van enkele tientallen kilometers. Het is onbekend welk effect deze beperkte reductie van de golfhoogte heeft op de ontwikkeling van bodemvormen. Dit is onderwerp voor nader academisch onderzoek. In een andere sterk geschematiseerde modelstudie (Kristensen, Deigaard, & Christensen, 2014) zijn de effecten van het windpark op golfcondities en op de kustontwikkeling beschouwd. Golven beïnvloeden immers sterk het transport van sediment langs de kust. Daaruit volgt dat bij een windpark op 20 km uit de kust de effecten beperkt zijn (enkele meters verschil in ligging van de kustlijn over een periode van 10 jaar). IJmuiden Ver ligt circa 65 km uit de kust, dus zullen de effecten op kustlijnontwikkeling naar verwachting verwaarloosbaar zijn.

Effectbeoordeling

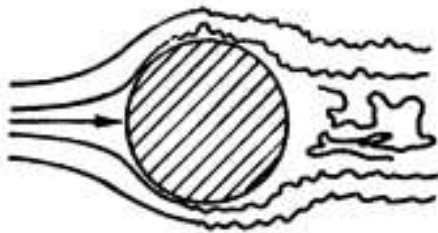
Het effect van de funderingen van windturbines op het golfveld vallen ruimschoots binnen de natuurlijke variatie van golfhoogtes op de Noordzee en treden lokaal op omdat de fundering slechts een beperkt deel van het totale oppervlak van het windpark beslaan. Het effect van een windpark op windsnelheden en daarmee op de ontwikkeling van wind-gedreven golven is afhankelijk van de windrichting. Benedenstrooms kan de significante golfhoogte met circa 5 % worden gereduceerd, dit kan over een afstand van tientallen kilometers merkbaar zijn. Deze effecten zijn beperkt en zullen naar verwachting geen significant effect hebben op de ontwikkeling van het systeem. Daarom is het effect voor beide alternatieven neutraal (0) beoordeeld.

Effect op waterbeweging (stroming)

Het windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een tripod is sprake van een open constructie met een kleiner oppervlak, waardoor de waterbeweging minder wordt gehinderd dan bij een gesloten constructie met groter oppervlak, zoals de gravity based fundering.

Direct stroomopwaarts van de fundering vertraagt de stroming omdat de fundering een obstakel vormt. Aan weerszijden van de fundering zal de stroomsnelheid lokaal toenemen. Aan de benedenstroomse zijde van de fundering nemen de gemiddelde stroomsnelheden af en kunnen instabiele turbulente wervels optreden doordat de stroming loslaat van de fundering (afbeelding 7.10). De benedenstroomse effecten op stroomsnelheden zijn het meest relevant.

Afbeelding 7.10 Stroming rond een cilinder (bovenaanzicht)

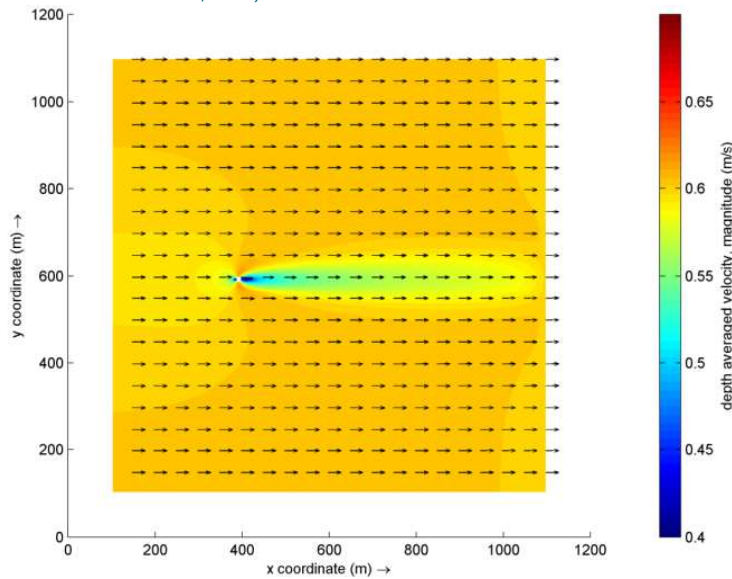


Lokaal effect

In afbeelding 7.11 zijn de gemodelleerde effecten van één enkele monopaal met een diameter van 10 m op de diepte gemiddelde stroming gepresenteerd (Pondera Consult, 2020). Daarbij is gebruik gemaakt van het stromingsmodel Delft3D. De onverstoorde stroomsnelheid bedraagt 0,6 m/s (representatief voor de gemiddelde getijdenstroming bij IJmuiden Ver). De effecten zijn voornamelijk zichtbaar achter de constructie, waar de gemiddelde stroomsnelheden over enkele honderden meters (10 tot 20 maal de paaldiameter) beperkt afnemen (10 tot 20 %). In de directe omgeving van de funderingen zijn de afnames in stroomsnelheid lokaal groter (tot 30 %). Zijdelings van de funderingen nemen de stroomsnelheden beperkt toe.

Er wordt aangenomen dat ook voor andere typen funderingen significante veranderingen in het stroombeeld optreden over een afstand van 10 tot 20 maal de diameter van de fundering. Bij een gravity based fundering met diameter van 40 tot 50 m komt dit dus neer op een afstand van 400 tot 1.000 m. Dit betekent dat het effect van de ene fundering kan rijken tot de volgende fundering (onderlinge afstand orde 1.000 m). Bij een tripod fundering met een totale diameter van 9 m, is de benedenstroomse afstand waarover de stroomsnelheden significant afnemen circa 90 tot 180 m.

Afbeelding 7.11 Delft3D modelresultaat; effect van een paal met een diameter van 10 m op de stroomsnelheden. Bron: (Pondera Consult, 2020)



Regionaal effect

Naar verwachting hebben de funderingen een beperkte invloed op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark, omdat het totale oppervlak van de funderingen in vergelijking met het oppervlak van het windpark klein is: de gravity based funderingen beslaan maximaal 0,1 % van het totale oppervlak van het windpark en de tripod funderingen maximaal 0,003 %. Uit onderzoek door (van der Veen, 2008) blijkt dat bij een windpark de stroming wordt afgebogen waardoor tussen de windturbines de stroomsnelheid gemiddeld iets lager ligt (enkele procenten). Dit effect is dus zeer beperkt, maar kan op lange termijn (decennia tot eeuwen) van invloed zijn op de bodemontwikkeling (volgende paragraaf).

Effectbeoordeling

De effecten zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter voor het alternatief met tripod fundering en het alternatief met gravity based fundering als neutraal (0) beoordeeld.

Effect op troebelheid en waterkwaliteit

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen toename van de vertroebeling verwacht. Er vinden geen werkzaamheden plaats, die daartoe aanleiding geven. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen slechts beperkt erosiekuilen ontstaan rond de bodembescherming die over een langere periode ontwikkelen (tijdschaal maanden tot jaren). De fijne fractie die zeer gering in het sediment aanwezig is zal daardoor ook langzaam in suspensie komen waardoor geen significante toename van de vertroebeling plaatsvindt.

In de windturbines worden voorzieningen getroffen (onder andere 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).

Effectbeoordeling

De effecten van het windpark op vertroebeling en waterkwaliteit zijn naar verwachting verwaarloosbaar en worden daarom neutraal (0) beoordeeld.

Effect op waterdiepte en bodemvormen

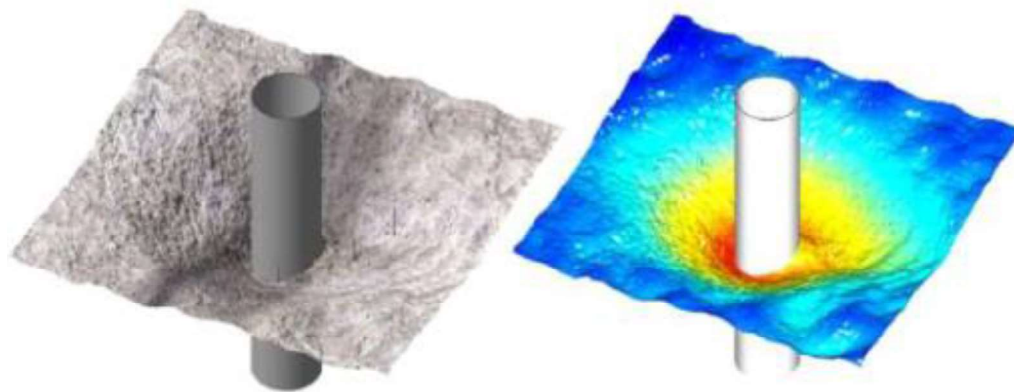
Veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door gradiënten in het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstrooming en de waterdiepte. In eerdere paragrafen is het effect besproken van de funderingen op golven en getijdestrooming. Deze effecten kunnen lokaal significant zijn, maar op de schaal van het windpark (regionaal) slechts beperkt. Effecten van de funderingen op de waterdiepte zijn zeer beperkt, omdat de funderingen slechts een zeer beperkt oppervlak van de waterkolom 'blokkeren' en omdat de totale hydraulische weerstand van de funderingen beperkt is.

Lokaal effect

Lokaal kunnen de effecten op de bodemligging groot zijn. Wanneer geen bodembescherming wordt toegepast gaan ontgrondingskuilen rondom de funderingen van de windturbines ontstaan. De grootte en diepte van deze ontgrondingskuilen is afhankelijk van verschillende parameters: de grootte van de fundering, de lokale stroomsnelheden, de lokale waterdiepte, de plaatsing van de fundering op de top van een zandgolf of in een dal van een zandgolf, en de bodemsamenstelling. In afbeelding 7.12 zijn enkele voorbeelden van ontgrondingskuilen weergegeven.

Uit een studie door (Deltares, 2018) volgt dat, bij afwezigheid van erosiebescherming, de ontgrondingsdiepte rondom de fundering in het gebied van IJmuiden Ver ongeveer 1 tot 1,5 maal de funderingsdiameter bedraagt. Voor de grootte van de ontgrondingskuil kan een factor van 10 maal de ontgrondingsdiepte worden aangehouden.

Afbeelding 7.12 Voorbeelden van ontgrondingskuilen die bij funderingen van windturbines kunnen ontstaan (Deltares, 2018), overgenomen uit (Pondera Consult, 2020)



Een erosiebescherming wordt ontworpen om dit te voorkomen. Rondom de erosiebescherming kan nog steeds ontgroning optreden, maar die zal beperkt zijn op deze afstand vanaf de fundering. Op middellange termijn (een tot enkele jaren) zal de evenwichtsdiepte van de ontgrondingskuilen worden bereikt (ACRB, 2013).

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.

Regionaal effect

Gedurende de levensduur van het windpark zullen voornamelijk migrerende zandbanken en zandgolven voor de grootste bodemveranderingen zorgen. Deze bodemvormen worden niet beïnvloed door de funderingen, zoals is gebleken uit een analyse naar de morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark (ACRB, 2013). De vorm en migratie van megaribbels (golflengte: tientallen meters, hoogte: decimeters) zal wel worden beïnvloed door de funderingen, maar deze effecten zijn alleen lokaal waarneembaar. Verwacht wordt dat lokaal de bodem tot enkele meters kan veranderen. De bodemligging waar momenteel de toppen van de zandgolven aanwezig zijn zal in de komende jaren dalen, de troggen van

de zandgolven zullen in de tijd opgevuld worden. Bij een typische zandgolflengte van 300 m en een migratiesnelheid van in de orde van 1-10 m/jaar (Deltares, 2020) zal het enkele decennia duren voordat de bodemligging weer op het huidige niveau ligt.

Van der Veen (van der Veen, 2008) heeft onderzoek gedaan naar de effecten van een windmolenpark op de lange-termijn (100 jaar) ontwikkeling van het gemiddelde zeeboderniveau in en rond een windmolenpark. Daarbij is gebruik gemaakt van een sterk vereenvoudigd lineair model. Dit model geeft een beeld van de te verwachte bodemhoogte veranderingen in en rond het park en het verloop daarvan in de tijd. Daarnaast is de gevoeligheid onderzocht van verschillende parameters, zoals de korrelgrootte en de stroomsnelheid. Uit het onderzoek blijkt dat bij een windpark de stroming wordt afgebogen waardoor tussen de windturbines de stroomsnelheid lager ligt en er meer zand wordt afgezet. De bodem komt dus omhoog. Om het park heen ontstaan schuurgaten doordat de stroming daar juist krachtiger is. De veranderingen in bodemhoogte na 50 tot 100 jaar zijn in de orde van enkele decimeters, binnen een gebied van 15 tot 20 km² (ongeveer 1 tot 2 maal het oppervlak van het windpark). Dit effect treedt pas op nadat de funderingen 50-100 jaar op de zeebodem staan.

Hoewel de uitgangspunten van dit onderzoek niet direct overeenkomen met situatie bij IJmuiden Ver, kunnen de resultaten van het onderzoek wel gebruikt worden om iets te zeggen over de te verwachte orde grootte effecten bij IJmuiden Ver. Daarvoor is het van belang om de uitgangspunten uit het onderzoek naast de situatie bij IJmuiden Ver te leggen.

Tabel 7.9 Uitgangspunten Van der Veen (2008) vs. kavel IJmuiden Ver

Windpark	Van der Veen (2008)	IJmuiden Ver - kavel IV
oppervlakte windpark	12 km ²	circa 103 km ²
aantal windturbines	48	67 (tripod) of 50 (gravity based)
onderlinge afstand windturbines	500 m	circa 1100 m
diameter fundering	4,5 m	3 m (tripod) tot 50 m (gravity based)
waterdiepte	30 m	25-30 m
stroomsnelheid	0,7 m/s (dieptegemiddelde maximale stroomsnelheid voor M2-getijdcomponent)	0,4-0,6 m/s (diepte-gemiddelde snelheid met hoogste kans van voorkomen)
korreldiameter (d ₅₀)	200 µm	250-350 µm

Tabel 7.9 laat de situatie bij IJmuiden Ver zien wat betreft de waterdiepte, korreldiameter en stroomsnelheid vergelijkbaar met het rekenvoorbeeld uit het onderzoek. De indeling van het windpark is echter significant anders. Het gehele windpark IJmuiden Ver is ongeveer een factor 16 groter in oppervlak en de windmolens staan bijna tweemaal zo ver uit elkaar, deze twee effecten heffen elkaar deels op. Daarnaast is de funderingsdiameter (gravity based, worst case) een factor 10 groter dan in het rekenvoorbeeld uit het onderzoek, dit zorgt voor een grotere hydraulische weerstand en grotere effecten op de morfologie. Zonder nader (model)onderzoek is niet precies te kwantificeren hoe groot de morfologische veranderingen van IJmuiden Ver op lange termijn zullen zijn. Op basis van het onderzoek door Van der Veen is te verwachten dat IJmuiden Ver op een tijdschaal van 50 tot 100 jaar kan leiden tot bodemhoogteveranderingen in de orde van enkele decimeters, binnen een gebied met een oppervlak van 1-2 maal het oppervlak van het windpark. Bodemveranderingen in de orde van enkele decimeters vallen in het niet bij de natuurlijke dynamiek door migratie van bijvoorbeeld zandgolven en treden op een veel langere tijdschaal op.

Effectbeoordeling

De effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zijn op basis van het voorgaande en op basis van de natuurlijke veel grotere dynamiek als gevolg van bodemvorm migratie klein. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten worden neutraal (0) beoordeeld.

Effect op Zeebodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen het plangebied van IJmuiden Ver is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk fijn tot middelfijn zand, met een laag slibgehalte. Door de aanleg van de erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. Veranderingen in de bodemhoogte als gevolg van beperkte ontgroning rondom de bodembescherming zullen naar verwachting niet tot een andere bodemsamenstelling leiden. Grootschalige veranderingen in de bodemhoogte, als gevolg van de migratie van zandgolven en zandbanken, zorgen voor ruimtelijke variaties in de korreldiameter. Deze variatie wordt niet beïnvloed door de funderingen.

Effectbeoordeling

De effecten van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver op bodemsamenstelling zijn verwaarloosbaar klein. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten worden neutraal (0) beoordeeld.

Effect op sedimenttransport

Zoals benoemd in paragraaf 7.3.1 kan bij sedimenttransport onderscheid worden gemaakt tussen het transport van zand en slib. De effecten van het windpark op de waterbeweging en golven vertalen zich naar effecten op sedimenttransport. Effecten op het sedimenttransport vertalen zich vervolgens naar effecten op de waterdiepte en bodemvormen. De effecten op het sedimenttransport zullen alleen lokaal (rondom de erosiebescherming) en op korte tijdschaal zorgen voor beperkte erosiegaten. Na enkele weken tot maanden stelt zich daar een nieuw evenwicht in. Op de schaal van het windpark zijn effecten op het windpark binnen de levensduur van de windmolens naar verwachting niet relevant.

Effectbeoordeling

De effecten van het windpark op het sedimenttransport worden neutraal (0) beoordeeld. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

7.4.2 Aanleg en verwijdering

Effect op golven

Bij de aanleg en verwijdering van het windpark zijn werkschepen aanwezig. De aanwezigheid van werkschepen zal het golfbeeld lokaal in zeer beperkt beïnvloeden. De lokale verandering van het golfveld kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart.

Effectbeoordeling

De effecten worden neutraal (0) beoordeeld. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Effect op waterbeweging (stroming)

Door de aanwezigheid van werkschepen, bij de aanleg en verwijdering van het windpark, zullen de waterstand en de stroming, lokaal niet of zeer beperkt (ofwel verwaarloosbaar) veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart.

Effectbeoordeling

De effecten worden neutraal (0) beoordeeld. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Effect op troebelheid en waterkwaliteit

Het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en de installatie van de inter-array kabels zal leiden tot een verhoging van de concentratie zwevende stof. Bij een gravity based fundering wordt met een sleehopperzuiger een put gegraven van circa 50 x 50 x 4 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. Hier is sprake van een lokaal en tijdelijk effect. De aanlegwijze van de fundatie (inrillen, heien, boren of suction) en begraven van de kabels (trenchen, jetten, mass-flow excavation) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten.

Het aanleggen van de parkbekabeling (inter-array kabels) heeft het grootste effect op de vertroebeling. Er wordt circa 120 km aan inter-array kabels aangelegd per kavel. Als uitgangspunt daarbij wordt gebruikt dat de kabels op 2 m diepte worden begraven middels mass-flow excavation. Bij die methodiek wordt sediment door waterjets gefluidiseerd waardoor de kabel in het sediment zakt. Daarbij zal naar schatting per strekkende meter kabel ongeveer 5 m³ bodemmateriaal worden gefluidiseerd, waarbij fijn sediment wordt opgewoeld. Dit komt neer op een totaal volume van ongeveer 0,6 Mm³ bodemmateriaal.

Er is veel ervaring met de aanleg van kabels op de Noordzee. Voorbeelden daarvan zijn de BritNed kabels, en de kabels naar de offshore windparken Gemini en Borssele, de vertroebeling is daarbij beperkt gebleken. De BritNed interconnector is een kabel tussen de Maasvlakte in Nederland en Isle of Grain aan de oostkust van het Verenigd-Koninkrijk met een lengte van 240 km. Uit modelberekeningen (Royal Haskoning, 2005) is gebleken dat bij begraven van de kabels op een diepte van maximaal 3 m de piekconcentratie zwevende stof lokaal kan toenemen tot orde 150 mg/l en dat na 1 getijdeperiode deze concentratie is afgenomen tot orde 10 mg/l. Het gehalte zwevende stof op de Noordzee is onder normale omstandigheden ongeveer 1-5 mg/liter (zomer) en 5-10 mg/l (winter), maar kan tijdens een storm veel hoger oplopen (2 tot 4 maal zo hoog). De effecten van het installeren van de kabels op de vertroebeling lokaal en treden slechts gedurende een korte periode op. Na 1 of 2 getijperiode zijn de concentraties zwevende stof weer hersteld. De werkzaamheden bij IJmuiden Ver vinden plaats binnen een kleiner gebied en daarbij wordt (conservatief) uitgegaan van installatie middels mass-flow excavation. Het totale volume bodemmateriaal dat wordt opgewoeld is daarnaast groter dan in het voorbeeld van BritNed. Daarom kunnen bij de aanleg van het de inter-array kabels voor IJmuiden Ver lokaal concentraties zwevende stof van meer dan 150 mg/l worden verwacht. Deze verhoging treedt alleen op tijdens het begraven en zullen snel afnemen (binnen enkele getijdeperioden). Na aanleg zal de concentratie verhoging niet meer aanwezig zijn. Het is van belang op te merken dat IJmuiden Ver in de nabijheid ligt van het Natura-2000 gebied de 'Bruine Bank'. Dit gebied is mogelijk extra gevoelig voor variaties in vertroebeling. Het is echter onwaarschijnlijk dat de vertroebeling t.g.v. de aanleg van de inter-array kabels een negatieve impact heeft op het Natura-2000 gebied gezien de korte duur van de effecten en de grote natuurlijke variabiliteit in vertroebeling op de Noordzee.

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.

In dit kader is het ook relevant om te verwijzen naar de vergunning die verleend is voor de winning van suppletiezand in de Noordzee voor de periode 2018 tot 2027. Bij deze werkzaamheden wordt een veel groter volume aan bodemmateriaal beroerd dan voor de aanleg van de inter-array kabels van IJmuiden Ver nodig is en komt er meer fijn sediment in suspensie. De vertroebeling ten gevolge van deze werkzaamheden is bestudeerd (Sweco, 2017) en (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, sd).

Effectbeoordeling

De effecten worden om bovenstaande redenen neutraal (0) beoordeeld. Bij de verwijdering van de gravity based fundering treden vergelijkbare effecten op, maar in beperktere omvang. Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijk aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

Effect op waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen van de funderingen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem tijdelijk worden verstoord. De verstoring wordt met name veroorzaakt door het egaliseren van de bodem ten behoeve van het aanbrengen van de erosiebescherming en het ingraven van de kabels.

De effecten van een gravity based fundering zijn door de omvang van de fundering (Ø 40 – 50 m) en erosiebescherming (Ø 120 - 150 m) groter dan bij de andere funderingstypen (zie tabel 7.3). Nadat de erosiebescherming is aangebracht zal op vrij korte termijn (maanden tot jaren) (ACRB, 2013) 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 beperktere mate.

Het ingraven van de parkbekabeling leidt tot verstoring van het bodemoppervlak. 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 techniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 15 m zijn (breedte van een trencher). Wanneer de kabel dieper ingegraven wordt, is de verstoorde breedte groter. 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. De lengte van de kabel is in dit stadium nog niet bekend, maar zal binnen het windpark in de orde van 100-200 km liggen. Bij de aanleg van de kabels kan dus een verstoring optreden van de bodem over een oppervlak van enkele honderden hectaren. Deze verstoring zal echter tijdelijk van aard zijn, omdat de zeebodem zich onder invloed van het getij en golven, herstelt naar een nieuw dynamisch evenwicht.

Om de kans op blootspoelen over de levensduur van de kabels 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 blootspoeling gedurende de levensduur zo veel mogelijk voorkomen worden.

Effectbeoordeling

Omdat de effecten van het plaatsen van de funderingen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling op de waterdiepte en bodemvormen beperkt zijn en tijdelijk van aard, worden deze als neutraal (0) beoordeeld. De effecten van de alternatieven zijn niet onderscheidend.

Effect op zeebodemsamenstelling

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem, met name omdat het percentage slib in de bodem beperkt is (maximaal enkele procenten) en er dus maar weinig fijn materiaal zal vrijkomen. Daarnaast komt het fijne materiaal geleidelijk in de waterkolom terecht en kan worden meegevoerd door de stroming. Na korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor deze effecten.

Door de aanleg van erosiebescherming wordt hard substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd). De erosiebescherming wordt uitsluitend lokaal (circa driemaal de diameter van de fundering) toegepast.

Effectbeoordeling

Het sediment dat tijdens aanleg of verwijdering in suspensie raakt en elders sedimenteert is beperkt, met name omdat de bodem weinig slib bevat. Erosiebescherming (stortsteen) wordt alleen lokaal toegepast. De effecten op de bodemsamenstelling worden daarom neutraal (0) beoordeeld. De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Effect op sedimenttransport

Het sedimenttransport zal, door de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het windpark, een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van opgewoeld fijn 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.

Effectbeoordeling

De effecten worden neutraal (0) beoordeeld. Bij de beoordeling wordt, gezien de geringe omvang en tijdelijk aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

7.5 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat. Vanuit morfologisch en hydrodynamisch oogpunt worden de effecten van

het windpark zowel in de gebruiksfase als tijdens aanleg of verwijdering op alle aspecten als neutraal (0) beoordeeld.

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het geplande windpark en de kabels zijn beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn 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.

Tabel 7.10 Effectbeoordeling morfologie en hydrodynamica - gebruiksfase- kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (15 MW, tripod)	Alternatief B (20 MW, gravity based)
morfologie en hydrodynamica	effect op golven	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op waterbeweging (waterstand/stroming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op waterdiepte en bodenvormen	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op zeebodemsamenstelling	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op sedimenttransport	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op kustverdediging	niet onderzocht	niet onderzocht

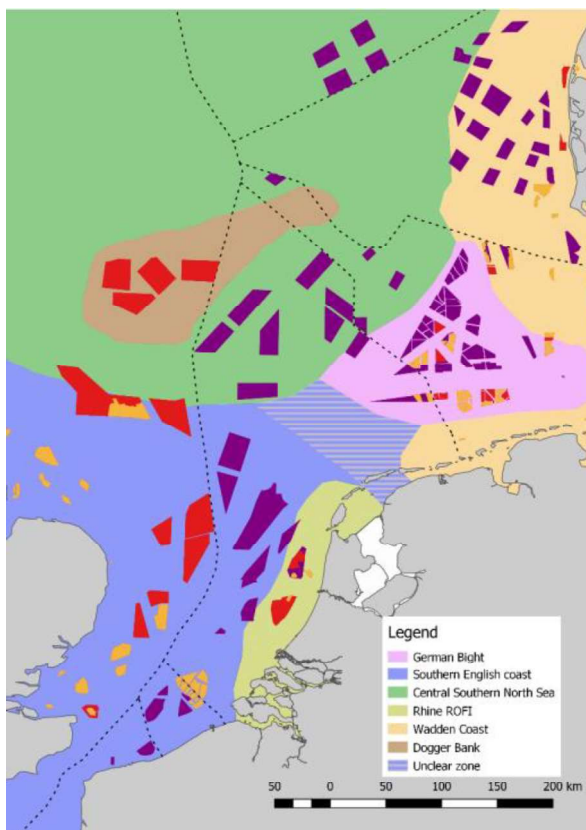
Tabel 7.11 Effectbeoordeling morfologie en hydrodynamica - aanleg en verwijdering- kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (15 MW ,tripod)	Alternatief B (20 MW, gravity based)
morfologie en hydrodynamica	effect op golven	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op waterbeweging (waterstand/stroming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op waterdiepte en bodenvormen	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op zeebodemsamenstelling	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op sedimenttransport	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op kustverdediging	niet onderzocht	niet onderzocht

7.6 Cumulatie

Uit recente studies is gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) stratificatie (Carpenter, et al., 2016; Deltares, 2021) en de waterbeweging en morfologie (van der Veen, 2008). Afbeelding 7.13 toont de verschillende gebieden die zijn geïdentificeerd. Uit het onderzoek blijkt dat het gebied waarin IJmuiden Ver ligt (Southern English Coast; blauw in afbeelding 7.13) volledig is gemixt en dat veranderingen in stratificatie als gevolg van de aanwezigheid van windparken in dit gebied niet optreden. In de studie is echter het cumulatieve effect van alle windparken op stratificatie in beeld gebracht, hier is IJmuiden Ver onderdeel van. Het gebied ten oosten van IJmuiden Ver, meer nabij de kust (Rhine ROFI), is echter wel gevoelig voor de effecten van stratificatie. Dit kan, door de verbeterde menging en de beschikbaarheid van meer voedingsstoffen in de bovenste lagen, leiden tot toename van de primaire productie. Vanwege de leemte in kennis worden de effecten ten aanzien van cumulatie licht negatief (0/-) beoordeeld.

Afbeelding 7.13 Gebieden met verschillende ecosysteem effecten in Noordzee (Deltares, 2021)



7.7 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de beoordelingscriteria wezenlijke effecten op. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig.

7.8 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. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen en waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn niet eenduidig te benoemen.

Windturbines halen energie uit de wind en reduceren daardoor windsnelheden benedenstrooms van de turbines. Het is bekend dat dit een de ontwikkeling van windgolven beperkt (reductie in golfhoogten), met name bij kortere strijklengtes wanneer golven nog niet volledig ontwikkeld zijn. Er is nog weinig bekend over het effect van deze, relatief beperkte, reductie in golfhoogte op de morfologische ontwikkeling van de zeebodem op de Noordzee. Dit is onderwerp van nader academisch onderzoek.

8

VOGELS EN VLEERMUIZEN

8.1 Aanpak onderzoek

Het beoordelingskader voor vogels en vleermuizen is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 8.1 Beoordelingscriteria vogels en vleermuizen

Vogels en vleermuizen		
aanleg/verwijdering windpark		
vogels (alle groepen)	verstoring aanleg/verwijdering fundering	aantal verstoorde vogels per km ²
	verstoring door toegenomen scheepvaart	aantal verstoorde vogels per km ²
gebruik windpark		
lokale zeevogels	aanvaringsrisico	aantal vogelslachtoffers
	barrièrewerking	kwalitatief effect van omvliegen
	verstoring door windturbines	aantal verstoorde vogels per km ²
	verstoring door onderhoud windpark	aantal verstoorde vogels per km ²
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	habitatverlies in km ² en vertaling naar aantal slachtoffers
broedende kolonievogels	aanvaringsrisico	aantal vogelslachtoffers
	barrièrewerking	kwalitatief effect van omvliegen
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	habitatverlies in km ²
	verstoring door windturbines	aantal verstoorde vogels
	verstoring door onderhoud windpark	aantal verstoorde vogels per km ²
trekvoegels	aanvaringsrisico	aantal vogelslachtoffers
	barrièrewerking	kwalitatief effect van omvliegen
vleermuizen	aanvaringsrisico/barotrauma	aantal vleermuisslachtoffers

De effecten van de twee alternatieven worden op basis van 5-puntsschaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

In het 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 effecten op populatieniveau en in beschermde gebieden te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

8.1.1 Vogels

Soortselectie

Om te beoordelen wat de invloed is van een toekomstig windpark in het windenergiegebied IJmuiden Ver (kavel IV) op vogels, moet er eerst een overzicht zijn van soorten die in het plangebied kunnen voorkomen. Dit kunnen vogels zijn die er foerageren, rusten of doorheen trekken. Voor de verschillende vogelsoorten zijn verschillende beschermingsregimes van toepassing.

Allereerst is het noodzakelijk te kijken naar de Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied, die beschermd zijn volgens de gebiedsbescherming uit de Wet natuurbescherming (Wnb). Daarvan is de recent aangewezen Bruine Bank het gebied dat het dichtst bij het plangebied ligt (op enkele kilometers afstand) en mogelijk het meest beïnvloed kan worden (onder andere door externe werking). Maar ook Natura 2000-gebieden verder weg, zoals op de Waddeneilanden, kunnen kwalificerende soorten hebben die naar het plangebied trekken om daar te foerageren. Naast een beschermingsstatus onder de Natura 2000-gebiedsbescherming voor een aantal soorten, geldt voor alle vogelsoorten in Nederland de soortenbescherming vanuit de Wet natuurbescherming.

Om tot een soortselectie voor verdere beoordeling te komen is gekeken naar de bestaande onderzoeken, monitoringsprogramma's en beoordelingen van andere windparken op de Noordzee. Ook is recent een vierde editie van het Kader ecologie en cumulatie (KEC) verschenen, waar een selectie van soorten is gemaakt. Om niet in herhaling te treden (en 'het wiel opnieuw uit te vinden'), is voor de beoordeling van IJmuiden Ver verder gebouwd op bestaande onderzoeken.

Zo is voor de soortselectie uitgegaan van de bestaande KEC onderzoeken (KEC 1.0; KEC 3.0; en KEC 4.0) en keuzes die daarin zijn gemaakt. Ook is gekeken naar de methodiek van de ecologische beoordeling van windenergiegebied Hollandse Kust (west) (Leemans *et al.* 2019). Door de verschillende soortenlijsten naast elkaar te leggen en daarbij ook te kijken naar de aanwezigheid van soorten in het plangebied (Fijn *et al.* 2020; Poot *et al.* 2011; Leopold pers. med. op basis van MWTL data 2022), is uiteindelijk onderstaande lijst van soorten ontstaan (zie tabel 8.2). Soorten die niet in de tabel staan, kwamen hooguit incidenteel of in het geheel niet voor in het plangebied. Dit betekent dat de kans op een mogelijk effect van het windpark nihil is.

In aanvulling op het bovenstaande, zijn zes families of soortgroepen met migrerende soorten meegenomen, die relevant zijn in het kader van deze beoordeling:

- ganzen en zwanen;
- eenden;
- roofvogels en uilen;
- steltlopers;
- zangvogels - overdag;
- zangvogels - 's nachts.

In de paragrafen hieronder wordt eerst toelichting gegeven op de Natura 2000-gebieden in de omgeving van het plangebied en welke kwalificerende soorten vogels er zijn aangewezen. Daarna wordt een toelichting gegeven op het voorkomen en de verspreiding van de overige geselecteerde soorten.

Tabel 8.2 Overzicht relevante natuurwaarden van vogels voor beoordeling effecten windenergiegebied IJmuiden Ver kavel IV, gebaseerd op KEC 1.0, KEC 4.0 en ALI. Daarbij is ook aangegeven voor welk (relevant) Natura 2000-gebied de soort is aangewezen (br = broedvogel)

Soort/groep		KEC 1.0	KEC 4.0	ALI	Gebiedsbescherming Wnb
grote jager	<i>Stercorarius skua</i>	X	X	X	Bruine Bank
kleine jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>	X	X	X	-
drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	X	X	X	-
dwergmeeuw	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	X	X		Bruine Bank, Voordelta, Noordzeekustzone
zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	X	X	X	-
kleine mantelmeeuw	<i>Larus fuscus</i>	X	X	X	Waddenzee, (br) Duinen Texel, (br) Duinen Vlieland
grote mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>	X	X	X	Bruine Bank
visdief + Noordse stern	<i>Sterna paradisaea</i> + <i>hirundo</i>	X	X	X	Waddenzee, Voordelta
jan-van-gent	<i>Morus bassanus</i>	X	X	X	Bruine Bank
grote stern	<i>Thsseus sandvicensis</i>	X	X	X	Waddenzee, Voordelta
zeekoet	<i>Uria aalge</i>	X		X	Bruine Bank, Friese front
alk	<i>Alca torda</i>	X		X	Bruine Bank
papegaaiduiker	<i>Fratercula arctica</i>			X	-
duiker sp.	<i>Gavia sp</i>	X		X	Noordzeekustzone, Voordelta
noordse stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	X		X	-
aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	X			onder andere Duinen Vlieland, Waddenzee
kleine zwaan	<i>Cygnus bewickii</i>	X		X	
rotgans	<i>Branta bernicla</i>	X		X	
bergeend	<i>Tadorna</i>	X		X	
wulp	<i>Numenius arquata</i>	X		X	
kanoet	<i>Calidris canutus</i>	X		X	
rosse grutto	<i>Limosa lapponica</i>	X		X	
zwarte stern	<i>Chlidonias niger</i>	X			
spreeuw	<i>Sturnus vulgaris</i>	X		X	

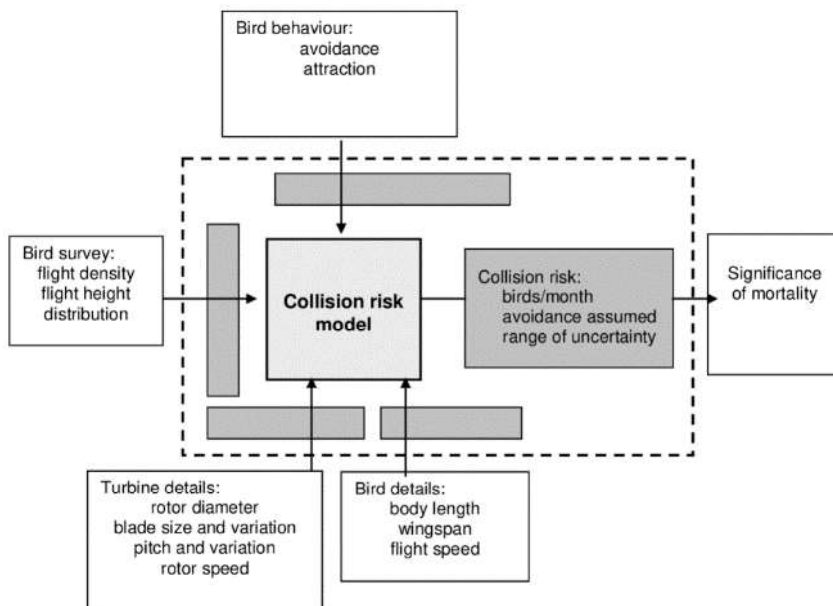
Aanvaringsmodel

De berekening van de mortaliteit (het aantal aanvaringslachtoffers) onder de vogelsoorten door windturbines, vindt plaats met behulp van een stochastisch aanvaringsmodel (sCRM, Masden 2015). Dergelijke modellen spelen een belangrijke rol in het kwantificeren van de verwachte mortaliteit als gevolg van aanvaringen met windturbines, onder andere in effectbeoordelingen zoals milieueffectrapportages (MER). Een overzicht van het model, met de verschillende relevante inputparameters, is weergegeven in afbeelding 8.1. In grote lijnen is het model gebaseerd op de volgende parameters:

- aantal vliegbewegingen per tijdseenheid dat de turbines kruist. Dit is afhankelijk van de dichtheid aan vogels in het plangebied, het vlieggedrag en het ruimtegebruik;
- het percentage van de vliegbewegingen dat op rotorhoogte plaatsvindt;
- de uitwijkingskans, i.e. de kans dat een vogel succesvol het windpark of de rotor van een individuele turbine weet te ontwijken;
- de kans dat een vogel die door de rotorzone vliegt wordt geraakt door een rotorblad. Dit is afhankelijk van onder andere de grootte en vliegsnelheid van de vogel en de draaisnelheid van de rotorbladen.

Ten aanzien van bovenstaande factoren zijn verschillende nuanceringen te maken. Zo varieert het aantal vogels in de loop van het jaar, als gevolg van migratie en de aanwas van juveniele vogels. Ook varieert de windsnelheid en daarmee de rotatiesnelheid van de rotorbladen. Daarnaast kunnen het tijdstip op de dag of het moment in het seizoen, het gedrag, de leeftijd van de vogel, en verschillende andere factoren van invloed zijn op het vlieggedrag en daarmee op de aanvaringskansen. De variatie in de relevante variabelen wordt in de analyses meegenomen door gebruik te maken van een stochastisch model. Met andere woorden; een model dat is gebaseerd op een bepaalde kansverdeling van een specifieke variabele (zie onder voor meer details). In het model worden deze variabelen en de kansverdeling waar nodig gekwantificeerd. Indien dit niet mogelijk is, wordt een realistische aanname gedaan en wordt de invloed hiervan op de uitkomsten zo goed mogelijk geduid.

Afbeelding 8.1 Globale structuur van het aanvaringsmodel (bron: Band 2012). Voor details zie tekst



De **eerste stap** in het model bestaat uit een analyse van de kans op aanvaring met één van de rotorbladen wanneer een vogel door de rotorzone vliegt. Deze analyse is gebaseerd op het *Band Collision Model* (kortweg *Band model*) dat is ontwikkeld door Scottish Natural Heritage (Band 2012). Het *Band model* is gebaseerd op eigenschappen van de betreffende vogelsoort (vliegsnelheid, lichaamslengte, spanwijdte) en van de turbine (rotordiameter, draaisnelheid van de rotorbladen). Daarbij worden enkele eenvoudige aannames gedaan, waaronder een constante vliegsnelheid voor alle vogels, een gelijke verdeling van het aantal vogels dat met meewind en met tegenwind vliegt, etc. Zie Band (2012) voor meer details.

De **tweede stap** in het model bestaat uit het kwantificeren van het aantal vliegbewegingen nabij de turbines. Uitgaande van een bepaalde aanvaringskans bij een vlucht door de rotorzone zoals berekend door het Band model, wordt het aantal aanvaringssslachtoffers vooral bepaald door de hoeveelheid vliegbewegingen dat door de rotorzone plaatsvindt. Dit hangt op zijn beurt weer af van de aantallen vogels, de hoogte waarop zij vliegen, en de kans dat een vogel succesvol de turbine weet te ontwijken. Data met betrekking tot de dichtheden van de verschillende soorten zijn afkomstig van de meest recent beschikbare telgegevens van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee, inclusief windenergiegebied IJmuiden Ver, zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Potiek et al., 2022); geëxtraheerd uit de database door WMR; zie Box 1 voor nadere toelichting). Specifiek voor trekkende zangvogels, ganzen/zwanen, eenden, reigers, steltlopers en roofvogels is gebruik gemaakt van fluxmetingen (i.e. aantal vliegbewegingen per tijdseenheid en afstand) en hoogterverdelingen in K14 (Fijn et al., 2012). Uit deze data zijn fluxen bepaald op rotorhoogtes voor windenergiegebied IJmuiden Ver.

Reguliere vlieghoogtes per soort zijn gebaseerd op het KEC 4.0 (Potiek et al., 2022 en daarbij gebaseerd op Johnson & Cook 2014, met gemodelleerde data grotendeels gebaseerd op visuele waarnemingen). De dichtheden zijn gebaseerd op tweemaandelijks vliegtuigtellingen (MWTL data). Visdieven en noordse sterns zijn samengevoegd, evenals de verschillende soorten duikers (in de praktijk gaat het vooral om roodkeel- en parelduiker) omdat deze soorten vanuit de lucht vaak lastig zijn te onderscheiden. Voor de vlieghoogteverdeling van jan-van-gent en grote mantelmeeuw is in het KEC 4.0 afgeweken van de data van Johnson & Cook (2014), namelijk door data van meer recente GPS-studies van gezenderde vogels in de vlieghoogteverdeling te betrekken (zie Potiek et al., 2022 voor meer details). Die aanpak is ook hier gevolgd, hoewel door deze data de vlieghoogteverdeling meer fluctueert in de lagere hoogteklassen, wat gevolgen heeft voor de aanvaringskansen en de effectiviteit van mitigerende maatregelen als een verschuiving van de tiplaaft.

De **derde stap** bestaat uit het bepalen van de uitwijkingskans (zie verderop). Vogels kunnen op verschillende schaalniveaus de turbines ontwijken, zoals vermijding van het gehele windpark ('*macro-avoidance*'), of ontwijking van een individuele turbine ('*meso- of micro-avoidance*'). De mate waarin een vogel erin slaagt om succesvol de turbines te ontwijken is één van de belangrijkste parameters in de berekening van het uiteindelijke aantal slachtoffers.

Tijdens het opstellen van dit MER zijn nieuwe gegevens beschikbaar gekomen met betrekking tot de uitwijkingskans van de jan-van-gent. Op basis hiervan zijn aanvullende modelberekeningen gedaan (Leemans et al., 2022). Zowel de oorspronkelijke als de nieuwe aantallen aanvaringssslachtoffers worden benoemd bij de resultaten.

Box 1 Achtergrond data verwerking en -selectie

Om het aanvaringsmodel te kunnen runnen is het onder andere nodig om te weten wat het aantal vliegbewegingen is nabij de turbines, gebaseerd op aantallen vogels die tijdens meest recente monitoring zijn geteld. Het gaat hierbij om MWTL tellingen, die op aanvraag via het Wozep dataportaal (<https://wozep.nl/>) beschikbaar zijn. In dit portaal zijn datafiles behorend bij het KEC, inputparameters voor vogels (onder andere vlieghoogteverdeling) en windparken beschikbaar op aanvraag.

WMR heeft vervolgens tweemaandelijks geïnterpoleerde dichtheden verzorgd, dit zijn de nationale dichtheden (in n/km^2) voor het gehele gebied IJmuiden Ver, voor de soorten die zijn behandeld in KEC 4.0 (Potiek et al., 2022).

Het gaat in deze beoordeling om de kavel IV, en daarom is het noodzakelijk te weten wat de aanvaringsrisico's zijn per kavel. De kavels III en IV hebben ongeveer dezelfde oppervlaktes, dezelfde specificaties voor de turbines en hetzelfde aantal turbines waardoor de berekeningen met het sCRM voor beide kavels hetzelfde zijn. Dit komt omdat gerekend is met de dichtheden (in n/km^2) voor het gehele gebied IJmuiden ver. Er is voor deze manier gekozen omdat de kavels te dicht bij elkaar liggen om dichtheden realistisch te kunnen onderscheiden (die gebaseerd zijn op geëxtrapoleerde tel-gegevens, die voor de eerdere KEC 4.0 beoordeling werden gerasterd in vierkanten van 5 x 5 km).

Voor trekvogels zijn fluxen (aantallen vogels/km/jaar) overgenomen van KEC 4.0 (Potiek et al., 2022) om voor verschillende soorten als input te dienen voor het aanvaringsmodel. Voor de soortgroepen (ganzen/zwanen, eenden, roofvogels, uilen en zangvogels) zijn de fluxen overgenomen van Fijn et al. (2012; data van radarmetingen op het offshore gasplatform K14).

De uitkomsten van het aanvaringsmodel zijn vergeleken met de 1 %-norm (zie uitleg op pagina 97). De 1 %-norm is bedoeld als grove zeef. Komt een soort niet door die toets, dan vindt een beoordeling plaats aan de hand van de soortspecifieke ALI-norm (zie uitleg verderop). In dit rapport is de toetsing aan de ALI methodiek overgenomen uit de cumulatieve effectbeoordeling voor windturbines in de zuidelijke Noordzee (Potiek, IJntema, et al., 2022). Hierbij is uitgegaan van drie rekenvarianten, die bestaan uit de impact van het basisscenario (alle bestaande windparken en de geplande windparken uit de oorspronkelijke routekaart 2030) plus een bepaald aantal extra MW per scenario.

Er is niet voor gekozen om de ALI te berekenen voor kavel IV van windenergiegebied IJmuiden Ver afzonderlijk, omdat de schrijvers van dit MER van mening zijn dat ALI methodiek niet geschikt is om de effecten op het schaalniveau van windenergiegebied IJmuiden Ver te toetsen. De ALI methodiek richt zich op effecten op populatieniveau en daarmee dus op grote ruimtelijke schaal. Dit is bij uitstek geschikt voor een cumulatieve beoordeling, maar niet voor een individueel kavel van windpark IJmuiden Ver waar slechts een klein deel van de populatie van de betreffende soort voorkomt.

De **vierde en laatste stap** in de modelanalyse is het integreren van de voorgaande stappen en interpretatie van de uitkomsten. Niet ieder aanvaringslachtoffer heeft noodzakelijkerwijs een negatief effect op de populatie; dit is afhankelijk van de grootte van de populatie, de trend (neemt de populatie toe of af) en andere populatiedynamische parameters.

Zoals gezegd is gebruik gemaakt van een stochastisch aanvaringsmodel, waarbij de simulaties zijn gedaan in het R pakket *stochLAB* (Caneco et al. 2022). Dit pakket is gebaseerd op het model van Masden (2015) maar is op verschillende punten geactualiseerd en verbeterd. In het model zijn de variatie en onzekerheden in bepaalde parameters expliciet meegenomen in de berekeningen. Dit is een belangrijke verbetering van het oorspronkelijke Band model. De waarde die voor een bepaalde parameter in het model wordt gehanteerd kan dus variëren, afhankelijk van de kansverdeling. De uitkomsten zijn gebaseerd op 10.000 simulaties. Als voorbeeld: de kans op aanvaring is onder andere afhankelijk van de draaisnelheid van de rotorbladen, en deze is weer afhankelijk van de windsnelheid. De windsnelheid varieert van uur tot uur en van dag tot dag; deze variatie is gekwantificeerd op basis van de spreiding (standaarddeviatie) rondom het gemiddelde. Dit resulteert in een bepaalde kansverdeling. In iedere simulatie van het model wordt een waarde uit deze kansverdeling getrokken. Door het model 10.000 maal te draaien wordt de spreiding en foutmarge in de uitkomsten (aantal slachtoffers per tijdseenheid) gekwantificeerd.

Uitwijkingskans

Eén van de belangrijkste factoren die het aantal aanvaringen met de turbines bepaalt, en tegelijkertijd een lastige om te kwantificeren, is de kans dat een vogel met succes een turbine weet te ontwijken. Deze uitwijkingskans kan op verschillende niveaus van toepassing zijn (Cook et al. 2012). Sommige soorten proberen het gehele windpark te vermijden, waardoor nauwelijks sprake is van vogels die nabij de turbines komen; dit wordt in het Engels *macro-avoidance* genoemd. Andere soorten lijken zich weinig van de turbines aan te trekken en vliegen soms dwars door windparken heen, waarbij de vogels proberen om de individuele turbines te ontwijken; dit is *meso-* of *micro-avoidance* (het onderscheid is niet helemaal scherp te maken, maar *meso-avoidance* vindt plaats voordat een vogel bij de turbine aankomt en *micro-avoidance* vindt op het allerlaatste moment plaats nabij de turbine; zie Cook et al. 2014 voor een uitgebreide discussie). Voorbeelden van soortgroepen die weinig macro-ontwijking vertonen maar vooral op meso- of microniveau turbines ontwijken zijn onder andere aalscholvers, meeuwen en sterns. Logischerwijs is bij deze laatste categorie vaker sprake van vliegbewegingen door de rotorzone dan bij de eerste categorie, met een hogere kans op aanvaringen tot gevolg.

De uitwijkingskans (*avoidance rate*) speelt een grote rol in de mortaliteitsberekeningen van aanvaringsmodellen. Indien geen of onvoldoende rekening met uitwijkingsgedrag wordt gehouden, kan dit

tot een aanzienlijke overschatting van de voorspelde mortaliteit leiden. Tegelijkertijd is de ontwikkelingskans lastig te kwantificeren. Voor zeevogels wordt de ontwikkelingskans vaak bepaald op basis van onderzoek naar gezenderde vogels, visuele observaties of radaronderzoek (Cook *et al.* 2012). De ontwikkelingskans voor de relevante soorten zijn afkomstig uit het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) en zijn gegeven in tabel 8.3 en

tabel 8.4. Uit deze data blijkt dat veel relevante soorten (vrijwel alle meeuwen en sterns, jagers, alken, roodkeelduiker en aalscholver) een ontwikkelingskans hebben van minimaal 99 %. Jan-van-gent zit daar tegenaan met een ontwikkelingskans van 98,9 % en de grote meeuwen, beide jagers en Noordse stormvogel zitten zelfs op minimaal 99,5 %. Scottish Natural Heritage (2018), de organisatie achter de ontwikkeling van het Band model, adviseert voor soorten waarvoor geen soortspecifieke ontwikkelingskans beschikbaar is een ontwikkelingspercentage van 98 % aan te houden. Dit percentage is gehanteerd voor de overige relevante soorten (met name watervogels, steltlopers en zangvogels). De gebruikte percentages zijn conform eerder onderzoek (zie onder andere Krijgsveld *et al.* 2011, Cook *et al.* 2012, 2018) en laten zien dat normaliter minder dan 1 % tot 2 % van de vliegbewegingen uiteindelijk door de rotorzone plaats. Dit heeft een grote invloed op de uiteindelijke aanvaringskansen.

Bij aanvullende berekeningen in Leemans et al. (2022) is voor Jan-van-gent van het volgende uitgegaan: Door (Leemans MSc. & Gyimesi, 2022) is geadviseerd om tijdens het broedseizoen (van april t/m juli) voor windparken binnen de maximaal gemiddelde foerageerafstand van Jan-van-genten tot hun kolonies (120 km) het meer conservatieve uitwijkpercentage van 98,9 % te gebruiken (Cook et al. 2018). In de overige maanden en voor de overige windparken wordt het recent verworven locatie-specifieke uitwijkpercentage van 99,6 % aanbevolen (Leemans & Gyimesi 2022).

Tabel 8.3 Uitwijkingskans voor de relevante soorten, gebaseerd op KEC 4.0. Taxonomische indeling en volgorde conform Billerman et al. (2022)

Familie	Soort	Ontwikkelingskans
eenden, ganzen en zwanen	rotgans	98,0 %
eenden, ganzen en zwanen	kleine zwaan	98,0 %
eenden, ganzen en zwanen	bergeend	98,0 %
eenden, ganzen en zwanen	overige soorten	98,0 %
strandlopers en snippen	wulp	98,0 %
strandlopers en snippen	rosse grutto	98,0 %
strandlopers en snippen	kanoet	98,0 %
strandlopers en snippen	overige soorten	98,0 %
jagers	grote jager	99,5 %
jagers	kleine jager	99,5 %
alken	zeekoet	99,0 %
alken	alk	99,0 %
alken	papegaaiduiker	99,0 %
meeuwen en sterns	drieteenmeeuw	99,2 %
meeuwen en sterns	dwergmeeuw	99,5 %
meeuwen en sterns	zilvermeeuw	99,5 %
meeuwen en sterns	kleine mantelmeeuw	99,8 %
meeuwen en sterns	grote mantelmeeuw	99,5 %
meeuwen en sterns	zwarte stern	98,0 %
meeuwen en sterns	visdief	99,0 %

Familie	Soort	Ontwikingskans
meeuwen en sterns	grote stern	99,0 %
duikers	roodkeelduiker	99,0 %
stormvogels en pijlstormvogels	noordse stormvogel	99,9 %
genten	jan-van-Gent	98,9 % / 99,6 %
aalscholvers	aalscholver	99,0 %
roofvogels en uilen	alle soorten	98,0 %
zangvogels	spreeuw	98,0 %
zangvogels	overige soorten	98,0 %

Tabel 8.4 Parameters gebruikt in CRM berekeningen. Waarden zijn overgenomen van KEC 4.0, maar voor zes extra zeevogelsoorten (zeekoet, alk, papegaaiduiker, noordse stormvogel en duikers) zijn waarden overgenomen van Band (2012) Excel-spreadsheet, en fractie tijd tijdens de vlucht van Garthe en Hüppop (2004). Waarden voor 'nachtelijke' migrerende soorten zijn afkomstig van Alerstam et al. (2007) en van www.rspb.org.uk. * Zoals vermeld in KEC 4.0 hoefde voor de kleine zwaan en rotgans geen correctie voor een fractie van de vliegtijd in aanmerking te worden genomen, aangezien in de CRM's concrete fluxen op rotorhoogte werden gebruikt. ** Evenzo werden de fluxsnelheden voor 'nachtelijke' migranten berekend op rotorhoogte en hoefden niet te worden gecorrigeerd voor fracties tijdens de vlucht of op risicohoogte. *** voor de jan-van-gent is gedurende de loop van dit project een locatie-specifiek uitwijkingpercentage (buiten het broedseizoen) beschikbaar gekomen, deze is in aanvullende berekeningen toegepast

Soort	Lichaams lengte ±SD [m]	Span wijdte ±SD [m]	Vliegsnel heid ±[m/s]	Nachtelijke activiteit	Uitwijking [%]	Fractie op rotorhoogte	Fractie tijd in vlucht
zilvermeeuw	0,60 ± 0,015	1,44 ± 0,020	11,34 ± 3,91	0,01	99,5		0,3
grote mantelmeeuw	0,71 ± 0,023	1,58 ± 0,025	13,7 ± 1,20	0,50	99,5		0,34
kleine mantelmeeuw	0,58 ± 0,020	1,43 ± 0,025	9,41 ± 3,92	0,43	99,8		0,43
dwergmeeuw	0,26 ± 0,003	0,78 ± 0,008	11,5 ± 0,10	0,25	99,5		0,6
jan-van-gent***	0,94 ± 0,022	1,73 ± 0,025	14,9 ± 2,60	0,08	98,9 / 99,6		0,82
drieteenmeeuw	0,39 ± 0,003	1,08 ± 0,042	8,71 ± 3,16	0,50	99,2		0,672
kleine jager	0,44 ± 0,008	1,18 ± 0,025	13,8 ± 2,20	0	99,5		1
visdief	0,33 ± 0,007	0,88 ± 0,035	9,2 ± 3,10	0	99,0		1
grote jager	0,56 ±0,008	1,36 ± 0,013	14,9 ± 3,80	0	99,5		0,8
grote stern	0,39 ± 0,008	1,00 ± 0,017	10,3 ± 3,40	0,05	99,0		1
zeekoet	0,395 ± 0,009	0,67 ± 0,0067	19,1 ± 0	0	99,0		0,2
alk	0,38 ± 0,008	0,655 ± 0,006	16	0	99,0		0,2
noordse stormvogel	0,45 ± 0,0085	1,07 ± 0,04	13	0	99,9		0,4

Soort	Lichaams lengte ±SD [m]	Span wijdte ±SD [m]	Vliegsnel heid ±[m/s]	Nachtelijke activiteit	Uitwijking [%]	Fractie op rotorhoogte	Fractie tijd in vlucht
aalscholver	0,9 ± 0,02	1,45 ± 0,025	15,2	0	99,0		0,8
papegaaiduiker	0,275 ± 0,004	0,55 ± 0,005	17,6	0	99,0		0,2
roodkeelduiker	0,61 ± 0,008	1,11 ± 0,02	17	0	99,0		0,4
kleine zwaan	1,21 ± 0,020	1,96 ± 0,052	16,88 ± 0,62		98,0	*	
rotgans	0,59 ± 0,008	1,15 ± 0,017	17,25 ± 0,27		98,0	*	
bergeend	0,63 ± 0,015	1,22 ± 0,038	18,21 ± 4,32		98,0	0,5	
wulp	0,55 ± 0,017	0,90 ± 0,033	17,78 ± 3,30		98,0	0,75	
kanoet	0,24 ± 0,003	0,59 ± 0,007	16,64 ± 0,56		98,0	0,75	
rosse grutto	0,38 ± 0,003	0,75 ± 0,017	14,4 ± 1,97		98,0	0,75	
zwarte stern	0,23 ± 0,003	0,66 ± 0,007	7,1 ± 0,64		98,0	0,07	
spreeuw	0,22 ± 0	0,40 ± 0,008	15,4 ± 1,71		98,0	0,5	
ganzen / zwanen	1,5 ± 0,03	2,2 ± 0,06	17,3 ± 2		98,0	**	
eenden	0,575 ± 0,0084	0,885 ± 0,035	18,5 ± 2,3		98,0	**	
roofvogels en uilen	0,54 ± 0,008	1,205 ± 0,025	11,6 ± 2,7		98,0	**	
steltlopers	0,295 ± 0,003	0,845 ± 0,034	12,8 ± 1,3		98,0	**	
zangvogels	0,145 ± 0	0,265 ± 0,0075	12,8 ± 1,9		98,0	**	

Vogeldichtheden

De dichtheden die zijn gebruikt in het aanvaringsmodel zijn gebaseerd op MWTL data (Rijkswaterstaat) en in onderstaande tabel 8.5 weergegeven per periode van twee maanden. Fluxen (aantallen vogels/km /jaar) van verschillende soorten trekvogels (tabel 8.6), als input voor het aanvaringsmodel zijn overgenomen van KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022). Voor ganzen/zwanen, eenden, roofvogels, uilen en zangvogels is een andere databron aangehouden (K14 fluxen; (Fijn et al., 2012) en daar zijn direct fluxen bepaald in plaats van dichtheden.

Tabel 8.5 Tweemaandelijks dichtheden van vogels in IJmuiden Ver, op basis van MWTL tellingen conform Rijkswaterstaat (2015)

KEC 4.0 zeevogels		Feb	Apr	Jun	Aug	Okt	Dec
grote mantel-meeuw	<i>Larus marinus</i>	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3
kleine mantel-meeuw	<i>Larus fuscus</i>	0,2	0,4	0,7	0,3	0,3	0,0
zilvermeeuw*	<i>Larus argentatus</i>	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5
dwergmeeuw	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	0,0	2,1	0,0	0,0	0,1	0,0
drieteen-meeuw	<i>Rissa tridactyla</i>	1,2	1,1	0,8	0,1	0,9	0,9
jan-van-gent*	<i>Morus bassanus</i>	0,2	0,3	0,1	0,3	0,7	0,7
grote jager	<i>Stercorarius skua</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kleine jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
noordse stern + visdief	<i>Sterna paradisaea + hirundo</i>	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
grote stern	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
spreeuw	<i>Sturnus vulgaris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
eidereend	<i>Somateria mollissima</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
zwarte zee-eend	<i>Melanitta nigra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Noordse stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	0,7	0,5	0,4	0,6	0,3	0,9
duikers	<i>Gavia sp</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
zeekoet	<i>Uria aalge</i>	3,8	3,4	0,2	0,4	2,1	2,4
alk	<i>Alca torda</i>	2,4	0,1	0,0	0,0	0,5	0,6
papegaai-duiker	<i>Fratercula arctica</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* Aanpassen op basis van aanvullend onderzoek van BuWa.

Tabel 8.6 Fluxen (aantallen vogels / km /jaar) van verschillende soorten trekvogels (linker kolommen), als input voor het aanvaringsmodel (overgenomen van KEC 4.0; Potiek et al. 2022b). Voor de verschillende groepen / families trekvogels zijn data van radarmetingen op (offshore gasplatform) K14 gebruikt (Fijn et al. 2012)

Soort	Flux (n/km/jaar)	Groep familie	
kleine zwaan	37	ganzen en zwanen	1.022
rotgans	589	eenden	64
bergeend	644	reigers	0
wulp	645	roofvogels	106
kanoet	1.434	steltopers	319
rosse grutto	742	zangvogels (15 MW)	114.786
zwarte stern	681	zangvogels (20 MW)	127.812
spreeuw	39.469		

Beoordeling aanvaringslachtoffers en Acceptable Level of Impact (ALI)

De toetsing van de sterfte van vogels in de kavel IV is gedaan aan de hand van de zogenaamde 1 %-norm (ORNIS-criterium). De cumulatieve sterfte tezamen met de overige initiatieven op de zuidelijke Noordzee is bij overschrijding van de 1 %-norm getoetst aan de recent ontwikkelde Acceptable Level of Impact (ALI; (Potiek, IJntema, et al., 2022).

Het uitgangspunt van de 1%-norm is dat de additionele sterfte niet meer mag bedragen dan 1 % van de natuurlijk sterfte binnen de relevante populatie. In dat geval wordt gesteld dat de totale jaarlijkse sterfte niet leidt tot een significant negatief effect op de soort. De 1 %-norm is geen wettelijk vastgestelde drempelwaarde, maar wordt vaak gebruikt als 'alarmbel'. Indien de 1 %-norm wordt overschreden, moet nader worden onderzocht hoe de additionele mortaliteit zich verhoudt tot de populatietrend en de gunstige staat van instandhouding. De 1 %-norm is erkend door de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (AbRvS 1 april 2009, ECLI:NL:RVS:2009:BH9250).

De berekening van de 1 %-norm is gebaseerd op de natuurlijke sterfte (als gevolg van ziekte, predatie e.d.) die in een populatie plaatsvindt, en de populatiegrootte. Voor beide parameters is in dit rapport gebruik gemaakt van de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022). Voor soorten die niet in het KEC 4.0 zijn doorgerekend is gebruik gemaakt van data van de British Trust for Ornithology (BTO). In de berekening van de 1 %-norm is uitsluitend gebruik gemaakt van de natuurlijke sterftecijfers onder adulte vogels, wat tot een worst-case benadering leidt (juvenielen hebben vaak een hogere sterfte waardoor de 1 %-norm ook hoger komt te liggen).

De Acceptable Level of Impact (ALI) methodiek is gebaseerd op het uitgangspunt dat, kort gezegd, de kans dat het windpark leidt tot een afname in populatiegrootte met X% niet groter mag zijn dan Y (Potiek, IJntema, et al., 2022). In dit rapport is de toetsing aan de ALI methodiek overgenomen uit de cumulatieve effectbeoordeling voor windturbines in de zuidelijke Noordzee (Potiek, IJntema, et al., 2022). Hierbij is uitgegaan van drie rekenvarianten, die bestaan uit de impact van het basisscenario (alle bestaande windparken en de geplande windparken uit de oorspronkelijke routekaart 2030) plus respectievelijk 10,7 MW (rekenvariant I), 12,7 MW (rekenvariant II) en 16,7 MW (rekenvariant III). Voor meer details, zie (Potiek, IJntema, et al., 2022; Potiek, Leemans, et al., 2022) en paragraaf 8.6 Cumulatie).

Het ministerie van LNV heeft recent de ALI-werknormen zoals gehanteerd in het KEC 4.0 voor een aantal vogelsoorten aangepast. Aan de hand hiervan zijn nieuwe cumulatieveberekeningen uitgevoerd (Potiek & Gyimesi, 2023). De door te rekenen scenario's betreffen zowel het internationale als het nationale scenario. De aanvullende berekeningen zijn alleen van toepassing op soorten waarvoor de ALI-werknormen strenger zijn geworden. In deze nieuwe cumulatieveberekeningen zijn windparken meegenomen die voor de bouw van IJmuiden Ver operationeel zijn, oftewel tot en met 2027. Daarnaast zijn de huidige windparken Offshore

Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amaliawindpark (PAWP) buiten beschouwing gelaten, omdat deze windparken naar verwachting in 2027 niet meer operationeel zijn.

8.1.2 Vleermuizen

PBR en 1 %-norm

Voor vleermuizen wordt in KEC 3.0 de Potential Biological Removal (PBR) berekend. Een analyse van de PBR heeft als doel een inschatting te geven hoeveel sterfte een populatie kan dragen zonder negatieve effecten op de levensvatbaarheid van de populatie. De methode is ontwikkeld voor zeezoogdieren (Wade 1988) en later ook veelvuldig toegepast op vogels (bijvoorbeeld (Runge et al., 2009) (Bellebaum et al., 2013; Richard et al., 2013) Poot et al. 2011). De PBR wordt berekend als $0,5 \times R_{max} \times N_{min} \times r_f$, waarbij R_{max} de maximale groeisnelheid van de populatie is, N_{min} een conservatieve inschatting van de populatiegrootte en r_f de zogenoemde 'recovery factor' (zie onder). In het kader van deze beoordeling moet worden gezegd dat drempelwaarden als de 1 %-norm en de PBR aan veel discussie onderhevig zijn (O'Brien et al., 2017; Schippers et al., 2020). Daar komt bij dat het niet bekend is hoeveel vleermuizen over de Noordzee trekken, waardoor het lastig is om een accurate grootte van de referentiepopulatie in de PBR berekening te verwerken. Voor de ruige dwergvleermuis worden de aantallen die tijdens de najaarsmigratie door Nederland trekken geschat op 50.000 tot 100.000 dieren (BIJ12, 2017). Het is echter goed mogelijk dat de werkelijke aantallen over de Noordzee hiervan afwijken. Ter indicatie wordt in dit rapport van het gemiddelde van deze bandbreedte uitgegaan, om op die manier grip te krijgen op de orde van grootte van de PBR in relatie tot de verwachte cumulatieve mortaliteit. De disclaimer hierbij is dat een andere populatiegrootte in de berekening tot een navenante verschuiving van de PBR waarde leidt.

In het rapport van (Leopold et al., 2014) voor KEC 3.0 wordt voor de ruige dwergvleermuis uitgegaan van een waarde van 33 % voor R_{max} en een recovery factor (r_f) van 0,2. In het KEC 4.0 worden geen wijzigingen ten aanzien van vleermuizen gemaakt ten opzichte van KEC 3.0. Sinds de publicatie van dat rapport zijn echter enkele nieuwe informatiebronnen beschikbaar gekomen ten aanzien van de groeisnelheid in vleermuispopulaties (Frick et al., 2017; Kerbiriou et al., 2015) (Martínková et al. 2020, CBS 2020). Een R_{max} van 33 % lijkt zeer hoog; in zeer uitzonderlijke omstandigheden kunnen lokale vleermuispopulaties zeer hoge groeisnelheden bereiken (tot > 10 %; Martínková et al. 2020) maar normaliter liggen de groeisnelheden aanzienlijk lager (circa 1,5 %; (Frick et al., 2017). De in deze beoordeling gebruikte waarde van R_{max} is berekend op basis van de populatietoename tussen 2015–2019 zoals beschreven door het CBS en de Zoogdierverseniging (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). De toename bedraagt 15 % in vier jaar; dit komt neer op 3,6 % per jaar. De waarde van 3,6 % is gebaseerd op recente Nederlandse gegevens en wordt daarom als meest betrouwbare waarde voor R_{max} beschouwd. Voor de waarde van de recovery factor (r_f) is een conservatieve waarde van 0,5 gebruikt.

Soorteselectie

Binnen het offshore plangebied kunnen ook vleermuizen aanwezig zijn. Geschikt habitat voor vleermuizen bestaat uit insectenrijk foerageergebied, verstoringarme verblijfplaatsen en verbindende vliegroutes. Vanwege het (relatief) ontbreken van verblijfplaatsen en de voedselschaarste boven zee, vormt de Noordzee over het algemeen geen geschikt habitat voor vleermuizen. Specifieke weersomstandigheden kunnen leiden tot hogere insectenaantallen boven de Noordzee en kunnen daarmee enkele foeragerende vleermuizen zoals meervleermuis (*Myotis dasycneme*), watervleermuis (*Myotis daubentonii*) en rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*) aantrekken (Ahlén et al., 2007; Krijgsveld et al., 2011). Gezien de afstand van de planlocatie tot de kust (ruim 60 km) en de maximale foerageer afstand van deze soorten (10 km) wordt echter niet verwacht dat deze soorten het plangebied als foerageergebied zullen gebruiken. Het plangebied kan echter wel deel uitmaken als migratieroute (vliegroute) voor verscheidene migrerende soorten. Vleermuizen kennen twee migratieperiodes; de voorjaarsmigratie (maart tot juni) en de najaarsmigratie (augustus tot oktober). Onderzoek wijst uit de vleermuizen boven de Noordzee voornamelijk worden aangetroffen gedurende het migratieseizoen (Lagerveld et al. 2019). Het betreft voornamelijk ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*), maar er zijn ook offshore waarnemingen van gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*), rosse vleermuis, tweekleurige vleermuis (*Vespertilio murinus*), bosvleermuis (*Nyctalus leisleri*), noordse vleermuis

(*Eptesicus nilssonii*) en laatvlieger (*Eptesicus serotinus*) (Bach et al., 2017; Boshamer & Bekker, 2008; Hüppop & Hill, 2016; Jonge Poerink et al., 2013; Lagerveld et al., 2014, 2019; Leopold et al., 2014).

Ten aanzien van effecten van Ijmuiden Ver is voornamelijk ruige dwergvleermuis relevant, aangezien dit veruit de meest waargenomen soort is op de Noordzee (Leopold et al., 2014), Lagerveld et al. 2022). Daarnaast zijn, in mindere mate, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis van belang.

8.1.3 Ingreep-effectrelaties

Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door aanleg en gebruik van windenergiegebied Ijmuiden Ver (tabel 8.7). Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste ingreep-effectrelaties voor vogels en vleermuizen. De belangrijkste te verwachten effecten betreffen:

- aanvaringsrisico vogels en vleermuizen door de aanwezigheid van windturbines;
- barrière werking vogels door de aanwezigheid van windturbines;
- habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden vogels door de aanwezigheid van windturbines;
- verstoring vogels door de aanwezigheid van windturbines;
- verstoring vogels en vleermuizen door de aanleg van windturbines.

Tabel 8.7 Ingreep-effectrelaties vogels en vleermuizen

Ingreep	Projectfase			Effect op
	Aanleg	Gebruik	Gevolg	
varen met werkschepen	x		geluid/beweging	verstoring zeevogels, broedende kolonievogels en trekvogels
plaatsen funderingen	x		geluid/beweging	verstoring zeevogels, broedende kolonievogels en trekvogels
aanwezigheid van windturbines		x	aanvaringsrisico door roterende bladen windturbines	aantallen lokale zeevogels, broedende kolonievogels, trekvogels en vleermuizen
		x	ruimtebeslag	habitatverlies en verandering foerageermogelijkheden vogels
		x	barrièrewerking	vliegroutes zeevogels, broedende kolonievogels en trekvogels
		x	geluid/beweging van windturbines en schepen die nodig zijn voor onderhoud	verstoring zeevogels, broedende kolonievogels en trekvogels

8.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

Om de bandbreedte aan milieueffecten gerelateerd aan vogels en vleermuizen in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen. Hierbij is een bandbreedte van verschillende lay-outs en windturbintypen gehanteerd.

Voor de effecten op vogels en vleermuizen is de omvang van het totale rotoroppervlak op vlieghoogte leidend. Hoe groter de rotordiameter en hoe meer turbines, hoe groter de kans op aanvaringen. Het ruimtebeslag van het park is van invloed op de mate van habitatverlies en barrièrewerking. Ook is de tiplaagte van invloed. Een kleinere tiplaagte vergroot de kans op aanvarings-slachtoffers onder laagvliegende soorten. Laatstgenoemde is echter een vast gegeven binnen dit MER. Vooralsnog wordt uitgegaan van een vaste tiplaagte van 25 m, waardoor de ashoogte wel kan variëren bij verschillende

rotordiameters. Met betrekking tot de rotordiameter en aantallen windturbines is ook gevarieerd tussen de twee alternatieven.

Ingeschat is dat de aantallen turbines meer leidend is qua effecten dan de grootte van de rotordiameter. Met andere woorden: een verschil in aantallen windturbines werkt naar verwachting meer door in de effecten op vogels dan een verschil in rotordiameter. Derhalve is gekomen tot onderstaande kenmerken van de twee alternatieven:

Tabel 8.8 Alternatieven A en B vogels en vleermuizen

	Alternatief A	Alternatief B
aantal en vermogen	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
rotordiameter	280 m	236 m
tiplaagte	25 m	25 m
tijphoogte	305 m	261 m
ashoogte	165 m	143 m

Uitgangspunt hierbij is dat de turbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is. In de analyse wordt wel kwalitatief stilgestaan bij de effecten van tweebbladige turbines.

8.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Alle in Nederland voorkomende vogelsoorten zijn opgenomen in bijlage I van de Vogelrichtlijn en zijn dus beschermd volgens artikel 3.1 Wnb. In de Nederlandse Noordzee komen diverse vogels met een verschillende verspreiding in ruimte en tijd voor. De hoogste concentraties vogels bevinden zich langs de kust.

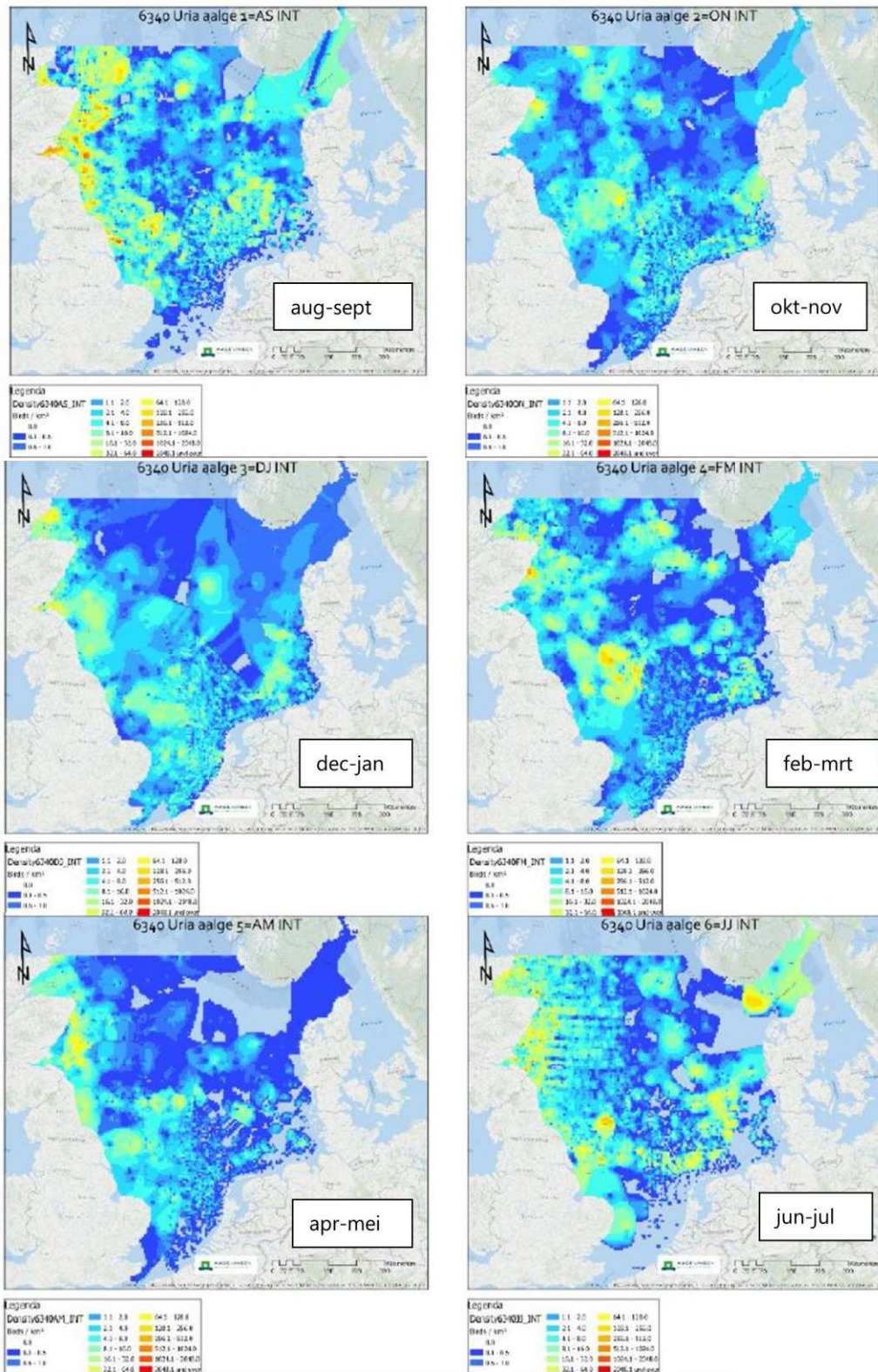
Over het algemeen kunnen de vogels die op het NCP voorkomen in verschillende groepen worden ingedeeld: (lokaal verblijvende) zeevogels, kustgebonden (broed)vogels, en trekvogels. De zeegebonden soorten zijn goed aangepast aan het leven op zee en zijn alleen in het broedseizoen voor kortere of langere tijd aan land. Kustgebonden zeevogels foerageren op zee, maar zijn minder goed aangepast aan het leven op zee en komen meestal dagelijks aan land (m.u.v. duikers). Voor een deel van deze vogels zijn Natura 2000-gebieden aangewezen ter bescherming van hun leefgebied.

8.3.1 Zeevogels

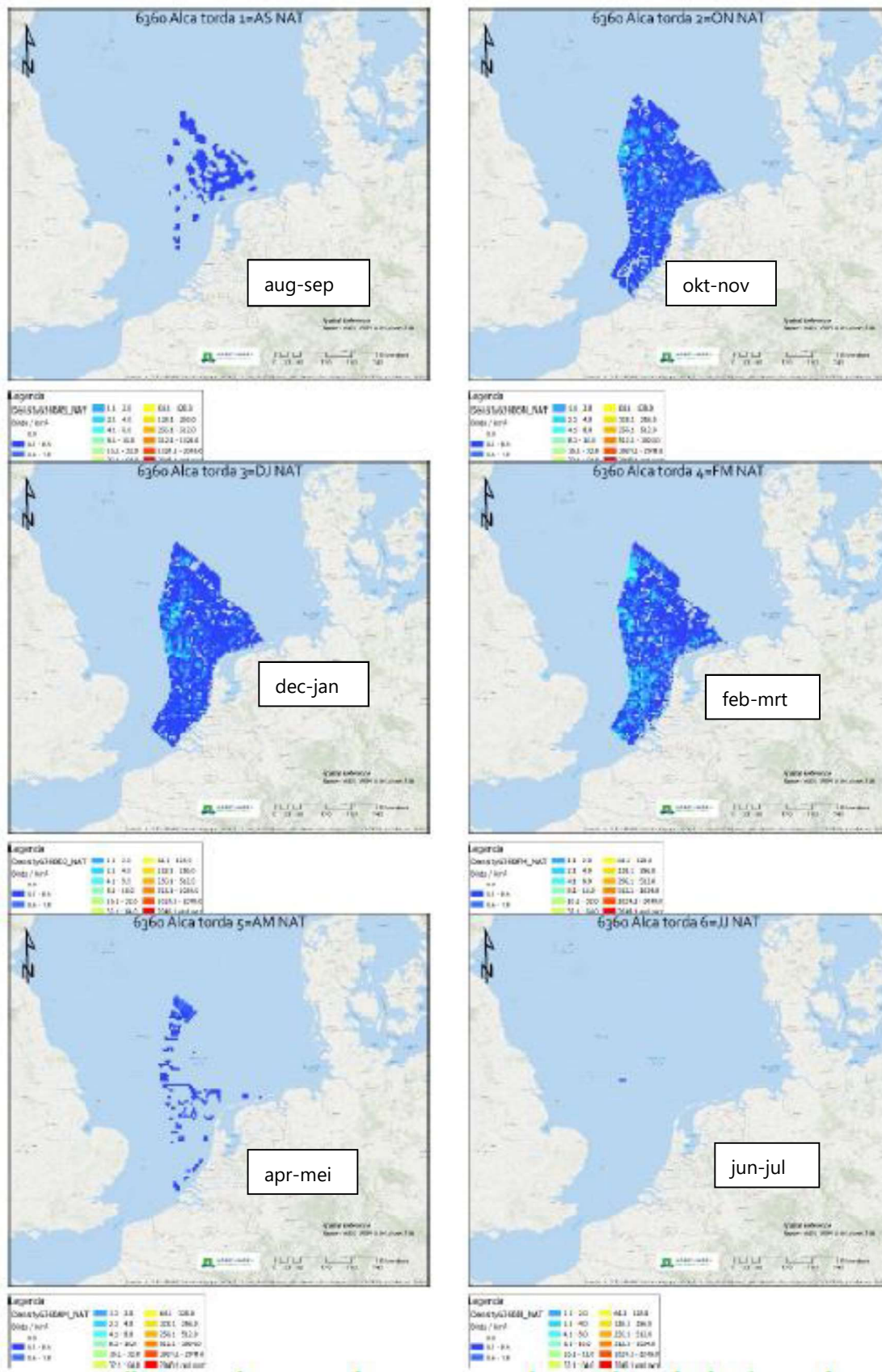
Zeekoet en alk

Met name in de wintermaanden trekt het gebied grote aantallen zeekoeten en alken aan met in december/januari de hoogste aantallen zeekoeten (zie afbeelding 8.2) en in februari/maart de hoogste aantallen alken (zie afbeelding 8.3) (Van der Wal *et al.* 2018). De zeekoeten zijn waarschijnlijk afkomstig uit kolonies aan de Schotse oostkust. De herkomst van alken in het gebied is onbekend. Zeevogels foerageren in het gebied Bruine Bank op zandspiering, glasgrondel, haring en sprat. Deze potentiële prooivissen zijn in het gehele gebied aanwezig, veelal in de bovenste meters van de waterkolom, goed zichtbaar voor foeragerende alkachtigen (Geelhoed *et al.* 2014).

Afbeelding 8.2 Verspreiding van de zeeoet binnen de Noordzee in augustus/september, oktober/november, december/januari, februari/maart, april/mei en juni/juli, van linksboven naar rechtsonder op het totale NCP (Wal et al. 2018). De schaal loopt van donkerblauw (minder dan 0,5 vogel per km²) tot oranje (concentraties van > 250 vogels per km²)



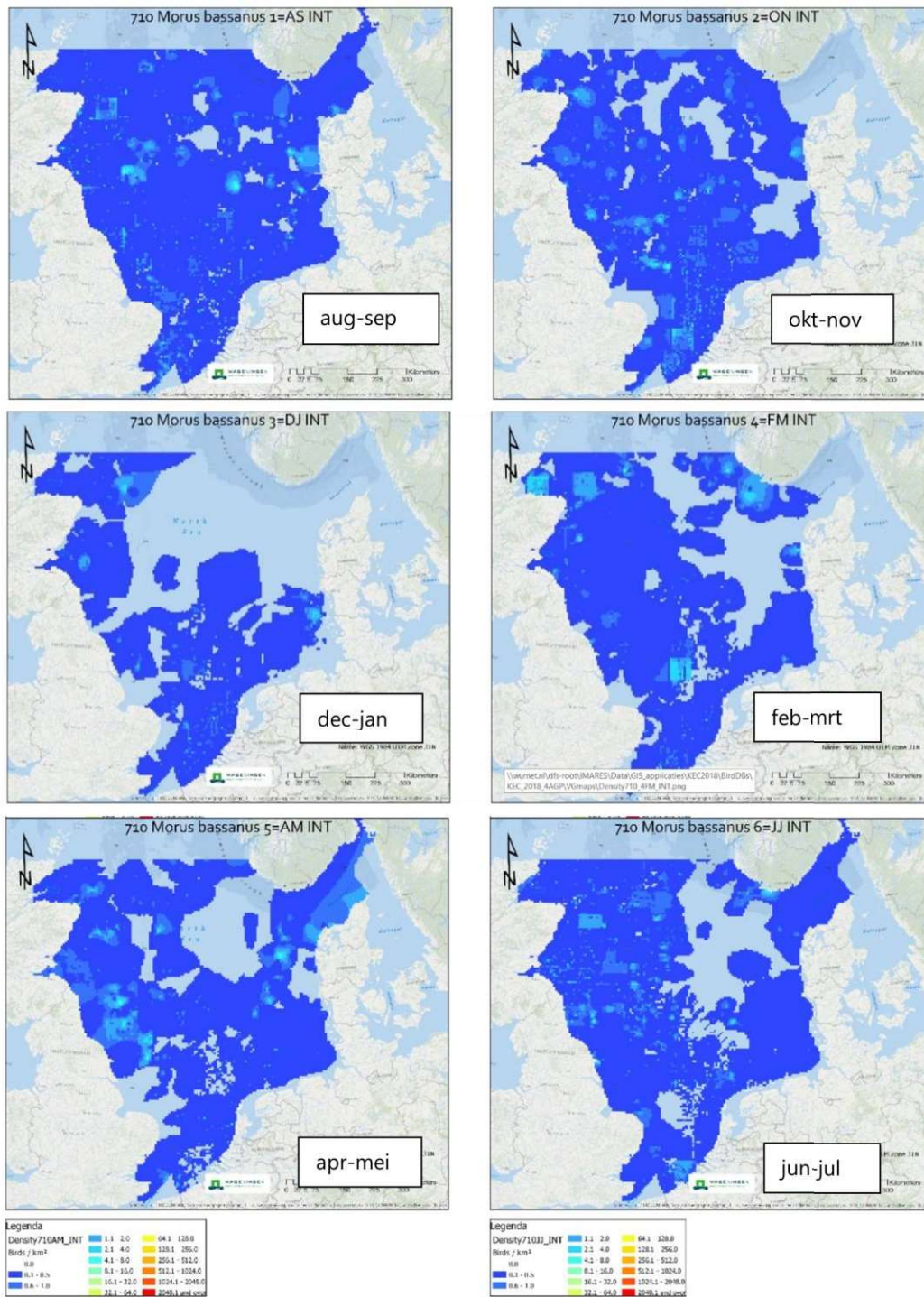
Afbeelding 8.3 Verspreiding van alk in augustus/september, oktober/november, december/januari, februari/maart, april/mei en juni/juli, van linksboven naar rechtsonder op het totale NCP (Wal et al. 2018)



Jan-van-gent

De jan-van-gent is het hele jaar in lage dichtheden op het NCP aanwezig (zie afbeelding 8.4). Hoge aantallen worden in de late zomer en herfst met een piek in oktober/november waargenomen (Arts 2015). In het algemeen is de jan-van-gent verspreid over het hele NCP te zien (Poot *et al.* 2010;). Op het NCP worden zo'n 31.858 vogels aangetroffen en 162.867 vogels als maximum van de tweemaandelijks telling in de gehele zuidelijke Noordzee (Potiek, Leemans, et al., 2022). Opvallende aantallen worden tijdens de wintermaanden op de Bruine Bank waargenomen (Geelhoed & Leopold 2017). (voor meer informatie zie ook het [Profieldocument](#) van de jan-van-gent).

Afbeelding 8.4 Internationale verspreiding van de jan-van-gent op de Noordzee in aug/sept, okt/nov, dec/jan, feb/mrt, apr/mei en jun/jul, van linksboven naar rechtsonder op het totale NCP. (De schaal loopt van donkerblauw (minder dan 0,5 vogel per km²) tot oranje (concentraties van > 250 vogels per km²). (Wal et al. 2018)

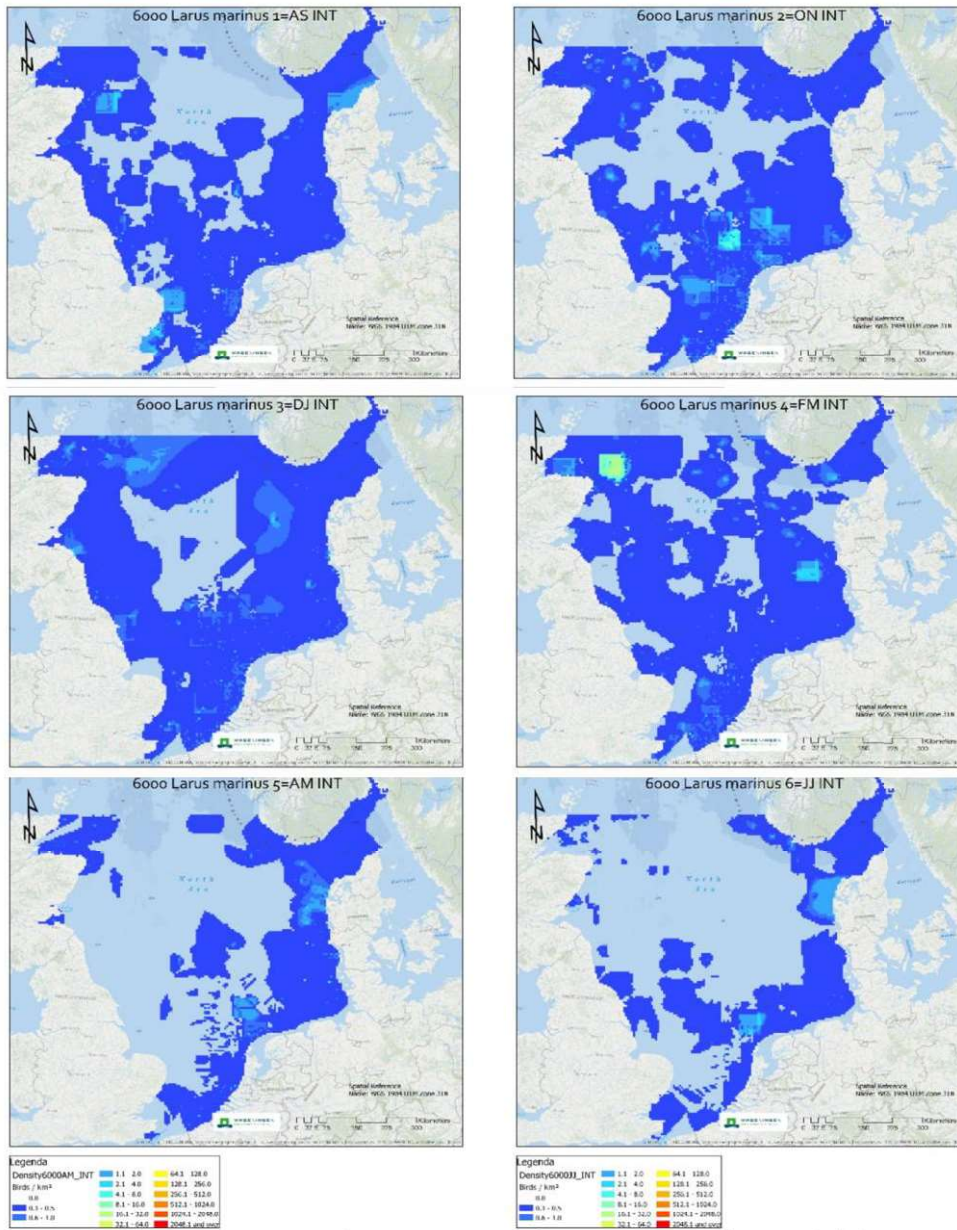


Grote mantelmeeuw

De grote mantelmeeuw komt het hele jaar op het NCP voor (Arts, 2015). In het algemeen is het voorkomen van de grote mantelmeeuw verspreid over een brede zone (> 100 km) langs de Nederlandse kust, waarbij hoogste dichtheden dicht bij de kust worden aangetroffen. Op de Bruine Bank en het Friese Front worden hoogste dichtheden in de maanden augustus tot januari waargenomen (Poot *et al.* 2010; (Fijn *et al.*, 2020)). Op het NCP worden zo'n 16.264 vogels aangetroffen, met 92.417 vogels als maximum van de

twemaalnelijkse telling in de gehele zuidelijke Noordzee (Potiek, Leemans, et al., 2022). (voor meer informatie zie ook het [Profieldocument](#) van de grote mantelmeeuw).

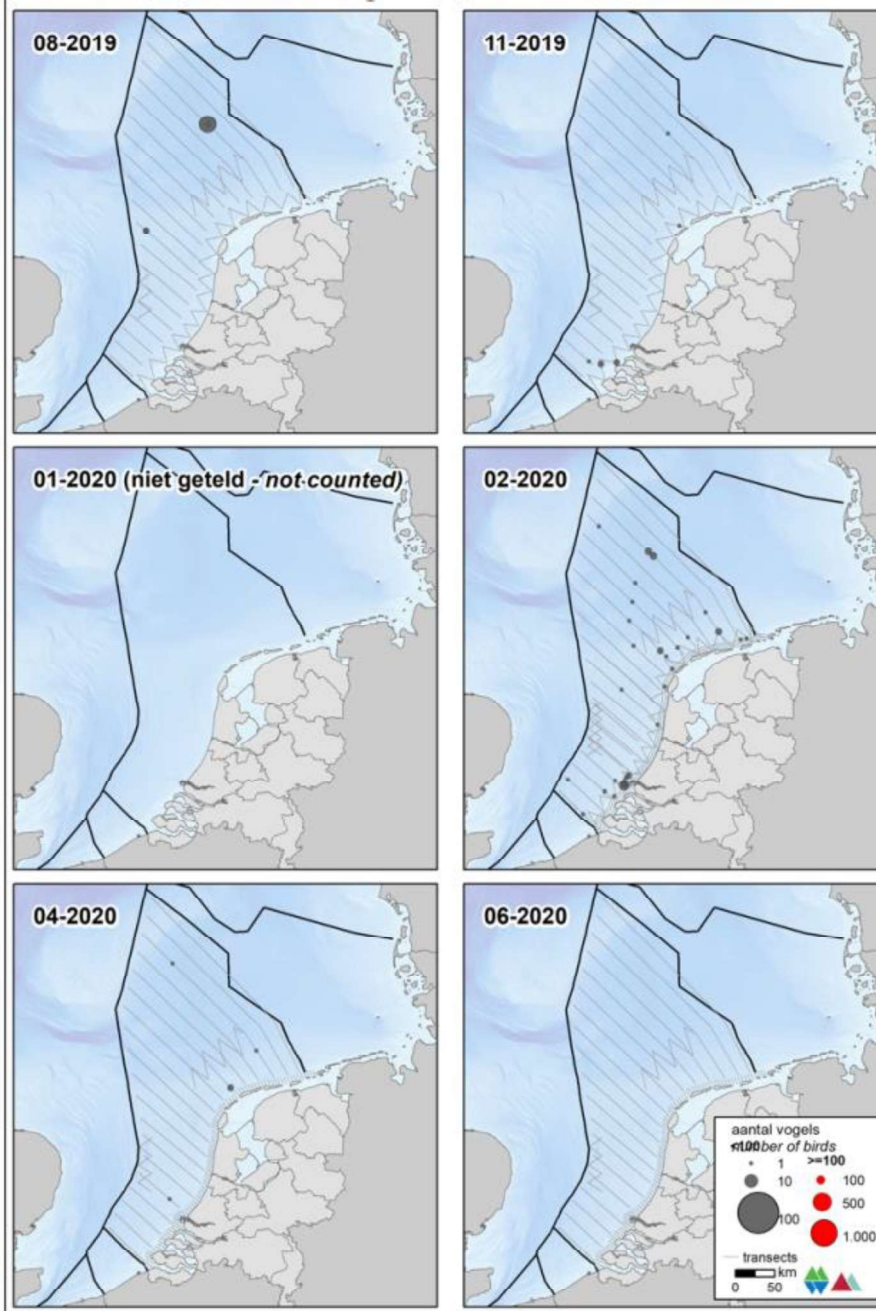
Afbeelding 8.5 Verspreidingskaarten van de grote mantelmeeuw, per periode van twee maanden: van linksboven naar rechtsonder in augustus/september, oktober/november, december/januari, februari/maart, april/mei en juni/juli. De verschillende kleuren geven gemiddelde dichtheden weer, op basis van scheeps- en vliegtuigtellingen, (1991-2017). (De schaal loopt van donkerblauw (minder dan 0,5 vogel per km²) tot oranje (concentraties van >250 vogels per km²). Kaarten: Wageningen Marine Research



Dwergmeeuw

De dwergmeeuw wordt voornamelijk tijdens de najaarstrek (oktober) en de voorjaars trek (april) in de kustzone op het NCP waargenomen. De verspreiding op het NCP is onregelmatig. In lagere dichtheden is de dwergmeeuw ook een wintergast. In de maanden juni tot september is deze soort gewoonlijk afwezig (Arts, 2015). (voor meer informatie zie ook het [Profieldocument](#) van de dwergmeeuw). Op het NCP worden zo'n 57.833 vogels aangetroffen, met 55.817 vogels als maximum van de tweemaalnelijkse telling in de gehele zuidelijke Noordzee, gebruikt als populatiegrootte (Potiek, Leemans, et al., 2022).

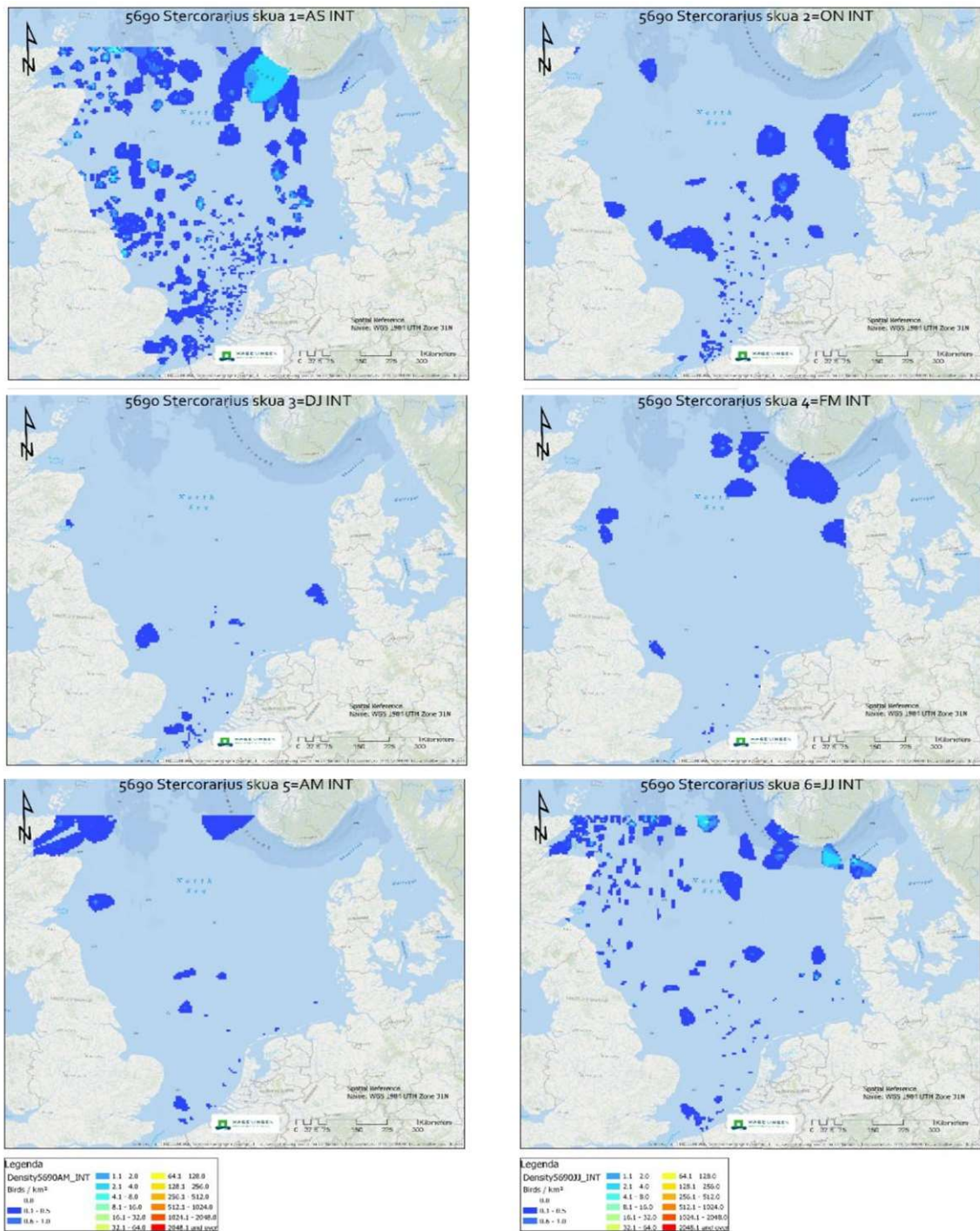
Afbeelding 8.6 Verspreiding van de dwergmeeuw tijdens monitoringsvluchten in 2019-2020 op het totale NCP (Fijn et al. 2020)



Grote jager

De grote jager komt breed verspreid op het NCP voor, zowel in offshore gebieden als langs de kust (Poot *et al.* 2010, 2011). Opvallende concentraties worden nabij de Bruine Bank en op het Friese Front waargenomen (Bos *et al.*, 2011), Poot *et al.* 2011). In het algemeen worden relatief lage aantallen aangetroffen, met 1.364 vogels op het NCP en 12.103 vogels als maximum van de tweemaandelijks telling in de gehele zuidelijke Noordzee (Potiek, Leemans, *et al.*, 2022). De grote jager wordt op het NCP voornamelijk in de herfst waargenomen met hoogste aantallen in augustus en september ((Bos *et al.*, 2011), Poot *et al.* 2011). (voor meer informatie zie ook het [Profiel document](#) van de grote jager).

Afbeelding 8.7 Verspreidingskaarten van de grote jager, per periode van twee maanden: van linksboven naar rechtsonder in augustus/september, oktober/november, december/januari, februari/maart, april/mei en juni/juli. De verschillende kleuren geven gemiddelde dichtheden weer, op basis van scheeps- en vliegtuigtellingen, (1991-2017). (De schaal loopt van donkerblauw (minder dan 0,5 vogel per km²) tot oranje (concentraties van >250 vogels per km²) Kaarten: Wageningen Marine Research

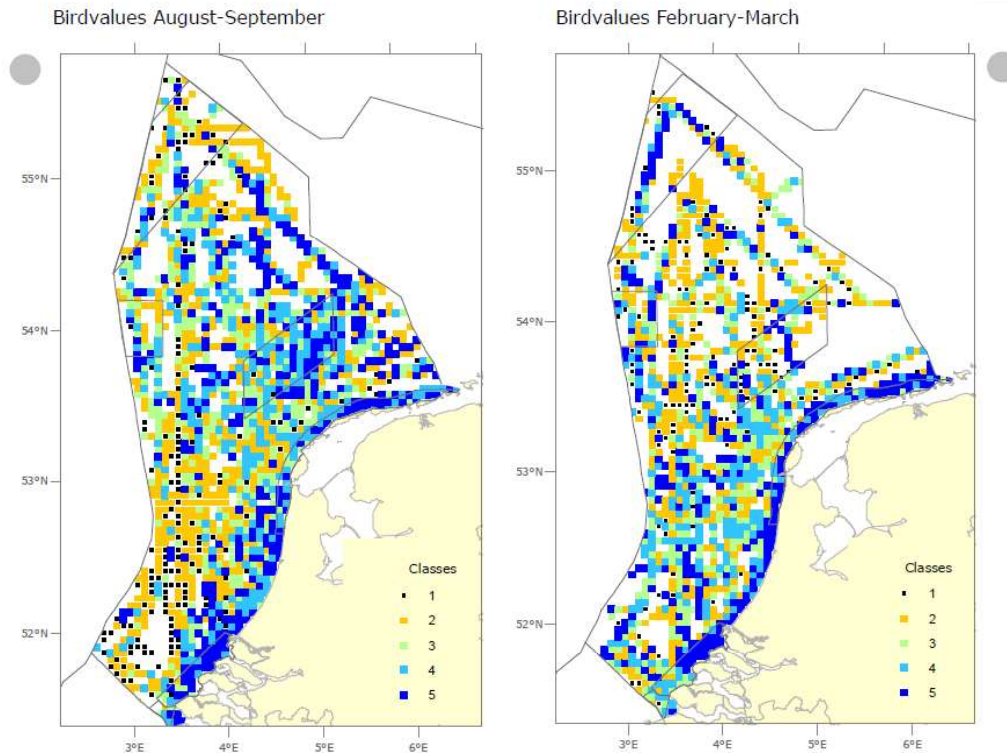


8.3.2 Kust(broed)vogels

Kustgebonden vogels die op het NCP voorkomen, zijn onder andere meeuwen en sterns, zoals grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, stormmeeuw, visdief en grote stern. De talrijkste pelagische soorten op het NCP zijn zeekoet, alk, drieteenmeeuw, jan-van-gent en Noordse stormvogel (Fijn

et al., 2015); Fijn *et al.* 2018). Dan zijn er ook nog minder talrijke soorten te vinden dicht bij de kust, zoals duikers, futen en zee-eenden, en verder op zee jagers en aalscholvers.

Afbeelding 8.8 Totale vogelwaarden op het Nederlandse deel van de Noordzee, nazomer en winter. Vogelwaarden zijn verdeeld in 5 klassen, waarbij blauw de hoogste vogelwaarden aangeeft. Bron: (Bos *et al.*, 2011)



Ook al zijn vogels mobiele soorten, sommige gebieden op zee herbergen consistent hogere 'vogelwaarden'. (Bos *et al.*, 2011) hebben dit in kaart gebracht (zie onder andere afbeelding 8.8), waarbij de totale vogelwaarden zijn uitgezet voor het gehele NCP per periode van twee maanden. De vogelwaarden zijn gebaseerd op monitoringsdata (dichtheden) en zijn vertaald in klassen en een mate van biodiversiteit (of aanwezigheid van verschillende soorten). De vogelwaarden afgebeeld in afbeelding 8.8 hebben betrekking op een index die is berekend op basis van verschillende parameters (veerkracht van de populatie, afhankelijkheid van het mariene milieu, belang van de Nederlandse broedpopulatie, belang van het NCP voor de populatie, en zeldzaamheid). De index is gestandaardiseerd in vijf klassen waarbij donkerblauw de hoogste vogelwaarden weergeeft. Verschillende gebieden vallen op qua totale vogelwaarden. Het is duidelijk dat de hele kustzone het hele jaar door constant hoge waarden scoort. In de zomer wordt dit gebied gebruikt door broedende zeevogels, met name aalscholvers, zilvermeeuw en kleine mantelmeeuwen, grote sterns, visdieven en noordse sterns. Buiten het broedseizoen wordt het gebied gebruikt door een groot aantal trekkende en overwinterende soorten zoals, parel- en roodkeelduikers, futen, eidereenden, zee-eenden en grote mantelmeeuwen. Ook trekken veel jagers en sterns tijdens de trek door de kustgebieden. De keuze voor 5 klassen (in afbeelding 8.8) verdeeld van laag naar hoog in de kleuren zwart, oranje, groen, lichtblauw en donkerblauw is willekeurig maar nuttig om de kaart eenvoudig en leesbaar te houden. Door het gebruik van 5 klassen valt ongeveer 20 % van het gebied op de kaart, of 20 % van de datapunten, in de hoogste klasse, oftewel de 'hotspot' (donkerblauw in afbeelding 8.8).

Broedvogels

Langs de westkust van Nederland liggen verschillende gebieden waar kustgebonden vogels broeden. Voor de meeste gebieden geldt dat deze buiten de invloedssfeer van het windpark liggen. In de praktijk is alleen de kleine mantelmeeuw relevant, die foerageervluchten tot > 100 km kan ondernemen (Camphuysen, 1995, 2013). De overige broedvogelsoorten hebben een aanzienlijk kleinere actieradius en op basis daarvan

kunnen effecten van het windpark op deze soorten worden uitgesloten. De kleine mantelmeeuw is aangewezen als kwalificerende broedvogel voor de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee. Deze gebieden liggen op minder dan 100 km van het windpark.

Het aantal broedparen van de kleine mantelmeeuw in Nederland bedraagt ongeveer 80.000 (Boele *et al.* 2018; sovon.nl). Het merendeel van de kolonies is langs de Waddenkust te vinden (Poot *et al.* 2010). Op het NCP wordt deze soort vanaf februari t/m september met een piek in juni/juli aangetroffen (Arts, 2013, 2015). Hoewel de grootste aantallen kleine mantelmeeuwen nabij de kust worden gezien, kan deze soort overal op het NCP worden waargenomen. Opvallende concentraties worden ook op het Friese Front en Bruine Bank waargenomen (Poot *et al.* 2010). (voor meer informatie zie ook het [Profiel document](#) van de kleine mantelmeeuw).

8.3.3 Trekvogels

Onder de trekvogels in het plangebied en in de directe omgeving van de kavel vallen zeevogels, bijvoorbeeld soorten uit kolonies in Noord-Europa die via de Noordzee naar West-Afrika trekken om daar te overwinteren. De grootste aantallen trekvogels boven de Noordzee zijn echter landvogels (vooral zangvogels), die vanuit Noord-Europese broedgebieden, doorgaans op grote hoogten (enkele honderden meters en hoger), via het luchtruim boven de Noordzee doortrekken naar meer zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden. Het gaat hier om ganzen en zwanen, eenden, reigers, roofvogels en uilen, steltlopers en zangvogels.

De studie van Fijn *et al.* (2015), waarbij radarmetingen zijn gedaan bij het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ), toont aan dat passerende zangvogels voornamelijk betrekking hebben op lijsters (merel, zanglijster, koperwiek), roodborst, spreeuw, graspieper en veldleeuwerik. Van deze soorten is bekend dat zij in het trekseizoen in grote aantallen over zee trekken. De lijsters en roodborst trekken vooral 's nachts, terwijl spreeuw, graspieper en veldleeuwerik vooral overdag trekken. Grootschalige trekbewegingen over de Noordzee vinden vaak op grotere hoogte plaats (zie onder andere Fijn *et al.*, 2015), buiten het bereik van de rotorbladen waardoor deze vliegbewegingen geen risico op aanvaring lopen. Een deel vliegt echter wel op rotorhoogte, en met name tijdens ongunstige weersomstandigheden zoals harde tegenwind kunnen vogel lager gaan vliegen en daardoor ter hoogte van het windpark komen.

In een eerdere studie hebben (Fijn *et al.*, 2012) radarmetingen en visuele observaties gedaan bij het offshore platform K14, circa 80 km uit de kust. Qua afstand is dit in dezelfde orde grootte als windpark IJmuiden Ver (63 km) en de data van K14 vormen daarmee een goede referentiesituatie. In dit onderzoek zijn tijdens de visuele observaties in totaal 87 vogelsoorten geïdentificeerd in soortgroepen zoals opgenomen in tabel 8.9 (zie voor een complete soortenlijst bijlage IV uit de Natuurtoets). Dit is relevant voor de Soortentoets (hoofdstuk 7 in de Natuurtoets).

Tabel 8.9 Visuele observaties uit (Fijn *et al.*, 2012) bij het offshore platform K14 (zie voor een complete soortenlijst bijlage IV uit de Natuurtoets)

Soortgroepen	Subgroepen
zeevogels	<ul style="list-style-type: none"> - duikers (3 soorten) - stormvogels en pijlstormvogels (3 soorten) - jan-van-gent - alkachtigen (4 soorten) - jagers (4 soorten) - meeuwen en sterns (12 soorten)
aalscholvers	<ul style="list-style-type: none"> - aalscholver - kuifaalscholver
eenden, ganzen en zwanen	<ul style="list-style-type: none"> - ganzen (2 soorten) - eenden (6 soorten)

Soortgroepen	Subgroepen
steltlopers	<ul style="list-style-type: none"> - scholekster - kievit - snippen en strandlopers (5 soorten)
rallen	<ul style="list-style-type: none"> - ongeïdentificeerde ral spec.
roofvogels en uilen	<ul style="list-style-type: none"> - roofvogels (4 soorten) - Velduil
overige landvogels	<ul style="list-style-type: none"> - duiven (3 soorten) - kraaiachtigen (2 soorten)
zangvogels (excl. kraaiachtigen)	<ul style="list-style-type: none"> - lijsters (4 soorten) - leeuweriken (2 soorten) - zwaluwen (2 soorten) - piepers en kwikstaarten (6 soorten) - goudhaan - sprinkhaanzanger - bosrietzanger - boszangers (3 soorten) - grasmussen (3 soorten) - vliegenvangers (5 soorten) - spreeuw - vinken (3 soorten) - gorzen (2 soorten)

Meeuwen waren de belangrijkste soortgroep met bijna de helft van alle waarnemingen. Ook jan-van-gent werd relatief vaak waargenomen (20 %), gevolgd door alkachtigen (5 %). De overige soorten vormden een zeer beperkt deel van de waarnemingen. De hoogste dichtheden werden geregistreerd in het najaar, hoewel van zwarte zee-eend en kleine mantelmeeuw hogere dichtheden in het voorjaar werden gemeten en van stormmeeuw in de winter (Fijn et al., 2012). Onder de zangvogels werden de hoogste dichtheden gemeten bij met name spreeuw en lijsters, en in mindere mate bij soorten als graspieper, veldleeuwerik en sneeuwgors. De radarmetingen toonden aan dat tijdens het voorjaar en najaar een groot deel van de vliegbewegingen in het donker plaatsvond, wat de trek van 's nachts trekkende soorten als lijsters illustreert. Deze nachtelijke vliegbewegingen vonden in het algemeen ook op grotere hoogte plaats dan de vliegbewegingen overdag. Voor meer details, zie (Fijn et al., 2012).

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet langere tijd in het gebied van windenergiegebied IJmuiden Ver verblijven.

8.3.4 Vogels in Natura 2000-gebieden

Bruine Bank

De Bruine bank is in november 2021 aangewezen als Natura 2000-gebied onder de Vogelrichtlijn voor de dwergmeeuw. Verder is het gebied aangewezen voor enkele geregeld voorkomende vogels waarvoor het gebied van betekenis is als foerageergebied in hun trekzones: jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en de alk. Voor alle zes soorten geldt dat er geen getalsmatige doelaantal is vastgesteld, maar een behoudsdoelstelling voor de populatie. Het foerageergebied moet daarom in omvang en kwaliteit behouden blijven. De betekenis van het gebied (als relatieve bijdrage) in relatie tot de omvang van de populatie van de soort is voor alle zes soorten dat er <2 % van de landelijke populatie verblijft.

Broedvogels

Langs de westkust van Nederland liggen verschillende Natura 2000-gebieden waar vogels broeden. Voor de meeste gebieden geldt dat deze buiten de invloedssfeer van het windpark liggen. In de praktijk is alleen de kleine mantelmeeuw relevant, die foerageervluchten tot > 100 km kan ondernemen (Camphuysen, 1995, 2013). De overige broedvogelsoorten hebben een aanzienlijk kleinere actieradius en op basis daarvan kunnen effecten van het windpark op deze soorten worden uitgesloten. De kleine mantelmeeuw is

aangewezen als kwalificerende broedvogel voor de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee. Deze gebieden liggen op minder dan 100 km van het windpark (zie ook paragraaf 8.3.2 voor meer informatie over de kleine mantelmeeuw als broedvogel).

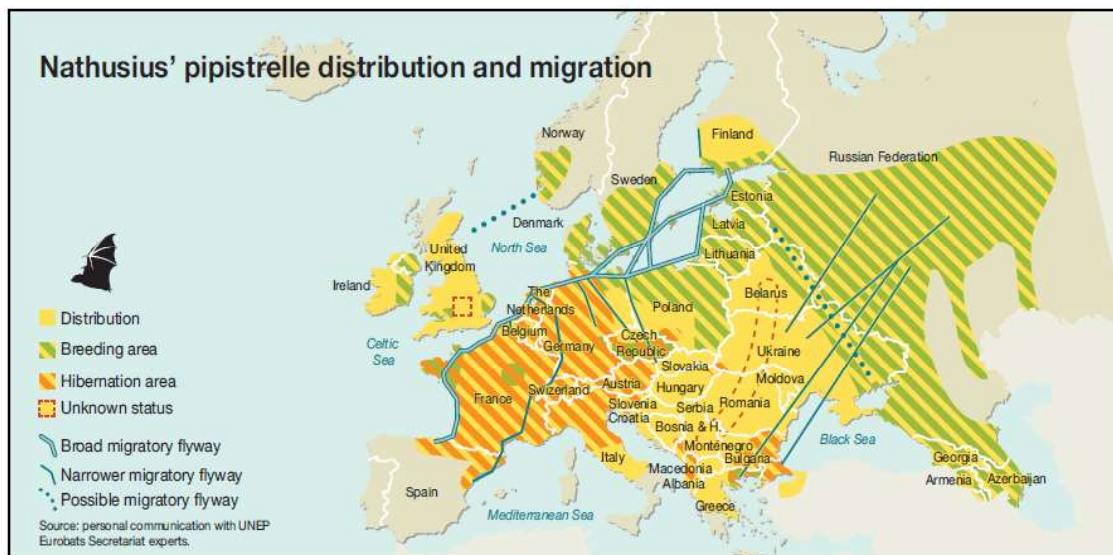
8.3.5 Vleermuizen

Zoals eerder aangegeven, is de ruige dwergvleermuis veruit de meest voorkomende soort onder de vleermuizen die offshore op de Noordzee wordt waargenomen (Lagerveld *et al.* 2022). Daarnaast zijn ook rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis relevant. Onder de overige soorten worden geen structurele slachtoffers verwacht. Hieronder wordt voor de relevante vleermuissoorten kort het vóórkomen en de verspreiding toegelicht.

Ruige dwergvleermuis

De ruige dwergvleermuis is verreweg de meest aangetroffen vleermuissoort op zee. Deze soort kent een sterke seizoenstrek, waarbij grote afstanden worden afgelegd (afbeelding 8.9), waaronder over de zuidelijke Noordzee zoals is gebleken uit een systematische akoestische monitoring uitgevoerd door Wageningen Marine Research in opdracht van Wozep. In het najaar trekken de vrouwelijke dieren en hun jongen vanuit Noord- en Oost-Europa naar de overwinteringsgebieden in West-Europa. De mannelijke dieren migreren niet of over korte afstanden en zijn het gehele jaar in West-Europa aanwezig. De najaarstrek van ruige dwergvleermuizen door Nederland vindt plaats vanaf de tweede helft van augustus en eindigt medio oktober; de piek vindt plaats in september (Jonge Poerink & Dekker, 2018). De voorjaarsmigratie vindt plaats tussen eind maart en medio juni, met de piek in mei. In de analyses van Jonge Poerink & Dekker (2018) is de voorjaarsmigratie echter beduidend minder uitgesproken dan de najaarsmigratie.

Afbeelding 8.9 Migratieroutes en verspreiding van ruige dwergvleermuis door Europa. Bron: UNEP Eurobats / Poerink & Dekker (2018)



De exacte aantallen ruige dwergvleermuizen in Nederland zijn niet bekend, maar de aantallen tijdens de najaarsmigratie worden geschat op 50.000 tot 100.000 dieren (BIJ12, 2017, p. 12). Bij deze toetsing wordt uitgegaan van een gemiddelde van 75.000 dieren. Limpens *et al.* (2017) schatten in dat de populatieomvang van ruige dwergvleermuizen dat over de Noordzee migreert kan liggen tussen de 100 en 1.000.000 individuen. Een dermate brede schatting is moeilijk te gebruiken binnen de beoordeling van mogelijke negatieve effecten van windmolenparken en signaleert de kennisleemtes die er liggen omtrent het gedrag en de aanwezigheid van vleermuizen. Binnen WOZEP (Wind op zee ecologisch programma) wordt daarom telemetrie onderzoek uitgevoerd waarmee de bewegingen van gezenderde vleermuizen gevolgd kan

worden. In mei 2021 werd hiermee voor het eerst een overtocht vastgelegd van Engeland naar Nederland (afbeelding 8.10 ; Lagerveld et al., 2019). Op basis van de 'vleermuizengraadmeter' van het CBS en de Zoogdiervereniging lijkt sprake te zijn van een matige toename van de populatie.

Afbeelding 8.10 Overtocht van een ruige dwergvleermuis vastgelegd via telemetrie (Wageningen University and Research, 2021)



Rosse vleermuis

De populatie rosse vleermuizen in Nederland bestaat waarschijnlijk deels uit residente dieren en deels uit migrerende dieren. Van de rosse vleermuis is eveneens bekend dat deze grote afstanden kunnen afleggen in de migratieperiode (Lehnert et al., 2018). De migratiedruk in Europa is het hoogst bij noordelijke populaties waarbij voornamelijk vrouwtjes grote afstanden afleggen. Dit is vergelijkbaar met de migratie strategie van ruige dwergvleermuizen. Vanwege de aanwezigheid van offshore waarnemingen in de Noordzee (Lagerveld et al., 2019) kan worden aangenomen dat deze migratieroutes op de planlocatie aanwezig kunnen zijn.

Tweekleurige vleermuis

De populatiegrootte van de tweekleurige vleermuis is in Nederland erg klein, waarschijnlijk in de orde grootte van 100 tot 300 dieren (van Norren et al., 2020, p. 202). Mogelijk is sprake van seizoenstrek, er is geen nadere informatie bekend over deze soort.

8.4 Effectbeschrijving

8.4.1 Zeevogels

Mortaliteit door aanvaringen

De mortaliteit onder zeevogels (*sensu lato*) per kavel per jaar is gegeven in tabel 8.10. Uit tabel 8.10 komt naar voren dat bij zes soorten (drieteenmeeuw, dwergmeeuw, zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en jan-van-gent) meer dan één slachtoffer per jaar wordt verwacht. De verwachte jaarlijkse mortaliteit ligt bij de oorspronkelijke berekeningen het hoogst bij de jan-van-gent, met gemiddeld 62 (20 MW turbines) tot 72 (15 MW turbines) slachtoffers per jaar. Bij de aanvullende berekeningen gaat het om respectievelijk 5 en 7 slachtoffers. Daarnaast is sprake van circa 40–46 slachtoffers per jaar onder de vijf betreffende meeuwensoorten, waarvan iets minder dan de helft op het conto van grote mantelmeeuw komt.

De gemiddelde jaarlijkse mortaliteit onder de overige soorten in tabel 8.10 ligt (ruim) onder één slachtoffer per jaar. In het geval van kleine jager, papegaaiduiker, (roodkeel)duiker, noordse stormvogel en aalscholver is de mortaliteit nul of praktisch nul. Deze mortaliteit is dermate laag dat deze als verwaarloosbaar kan worden beschouwd. De mortaliteit onder grote jager, zeekoet, alk en de drie sterns bedraagt minder dan één slachtoffer per jaar, maar onder deze soorten kunnen reëel slachtoffers worden verwacht. Hierbij moet gezegd worden dat de standaarddeviatie bij alk en vooral zeekoet relatief groot is.

Een overzicht van de gemiddelde mortaliteit per soort per jaar is weergegeven in afbeelding 8.11, waarbij de bovenste grafiek de relatief frequente slachtoffers laat zien en de onderste grafiek de meer incidentele slachtoffers (minder dan één per jaar). Uit tabel 8.10 en afbeelding 8.11 is af te leiden dat de mortaliteit bij 20 MW (alternatief A) turbines lager ligt dan die bij de 15 MW turbines (alternatief B). Dit is een direct gevolg van de verschillende aantallen turbines die zijn doorgerekend (50 turbines van 20 MW versus 67 turbines van 15 MW). Gebleken is dus dat een kleiner aantal, relatief grote turbines voor zeevogels gunstiger uitpakt. Het resultaat is dat bij de meeste soorten de mortaliteit bij alternatief B ongeveer 20 % tot 30 % hoger ligt dan bij alternatief A. Bij zilvermeeuw en grote mantelmeeuw ligt de mortaliteit bij beide alternatieven dicht bij elkaar, waarschijnlijk als gevolg van de vlieghoogteverdeling waarbij ook bij de 20 MW turbines een relatief hoog percentage deze meeuwen op rotorhoogte vliegt.

Tijdens het opstellen van deze MER zijn nieuwe gegevens beschikbaar gekomen met betrekking tot de verspreiding en het uitwijkingspercentage van de jan-van-gent. Op basis hiervan heeft Leemans et al. (2022) het aantal aanvaringslachtoffers voor kavel IV opnieuw berekend. Deze vallen veel lager uit dan de oorspronkelijke waarden zoals in tabel 8.10 zijn opgenomen. De nieuwe waarden zijn opgenomen onder de oorspronkelijke waarden en beschreven in de tekst onder tabel 8.10.

Tabel 8.10 Gemiddelde jaarlijkse mortaliteit per kavel per soort bij turbines van respectievelijk alternatief B (15 MW) en alternatief A (20 MW). SD = standaarddeviatie rond het gemiddelde. Data zijn gelijk voor kavel III en IV, en bepaald met het CRM op basis van vogeldichtheden voor zeevogels (MWTL Rijkswaterstaat 2015 en Potiek et al. 2022b). * aangepast aantal slachtoffers van de jan-van-gent op basis van modelberekeningen met nieuwe gegevens door Waardenburg Ecology (2022), hiervoor is geen SD beschikbaar

Soort	Alternatief B (15 MW)	SD	Alternatief A (20 MW)	SD
grote jager	0,10	0,06	0,08	0,05
kleine jager	0,00	0,00	0,00	0,00
zeekoet	0,62	1,21	0,46	0,93
alk	0,28	0,44	0,22	0,34
papegaaiduiker	0,00	0,01	0,00	0,01
drieteenmeeuw	9,97	1,00	7,93	0,83
dwergmeeuw	4,10	0,40	3,21	0,44
zilvermeeuw	5,12	3,16	5,04	3,31
kleine mantelmeeuw	6,87	3,64	5,76	3,04
grote mantelmeeuw	19,72	14,25	18,57	13,73
visdief + noordse stern	0,27	0,04	0,22	0,04
grote stern	0,70	0,10	0,54	0,10
duiker sp.	0,01	0,01	0,00	0,01
noordse stormvogel	0,04	0,06	0,03	0,04
jan-van-gent	71,80	34,00	61,81	25,85
jan-van-Gent nieuw*	7		5	
aalscholver	0,01	0,02	0,01	0,02

De seizoenspatronen in mortaliteit over het jaar zijn weergegeven in afbeelding 8.12. De patronen per soort volgen logischerwijs de aanwezigheid van de betreffende soort op de Nederlandse Noordzee (zie www.sovon.nl).

Met uitzondering van augustus en september is de mortaliteit onder **drieteenmeeuw** redelijk evenredig over het jaar verdeeld, met circa 1 slachtoffer per maand.

De doortrek van **dwergmeeuw** vindt plaats in het voorjaar (april–mei) en dit zijn de maanden waarin sprake is van aanvaringsrisico's (circa twee slachtoffers per maand). In de overige maanden is de mortaliteit nihil.

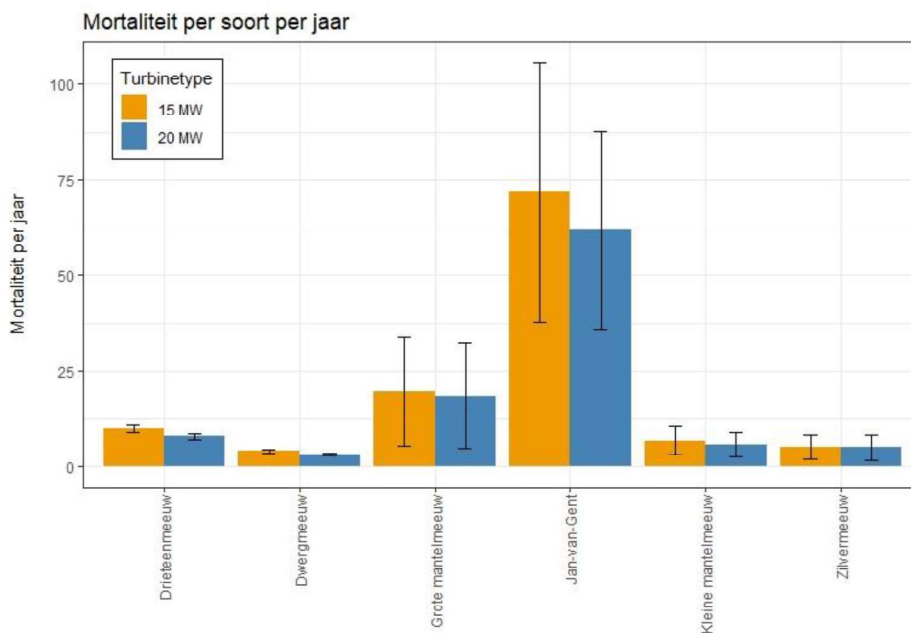
Bij **zilvermeeuw** is de mortaliteit het hoogst in de wintermaanden, met name december en januari. In februari/maart en oktober/november zijn de aanvaringsrisico's ongeveer de helft lager, en in de zomermaanden is de mortaliteit vrijwel nihil.

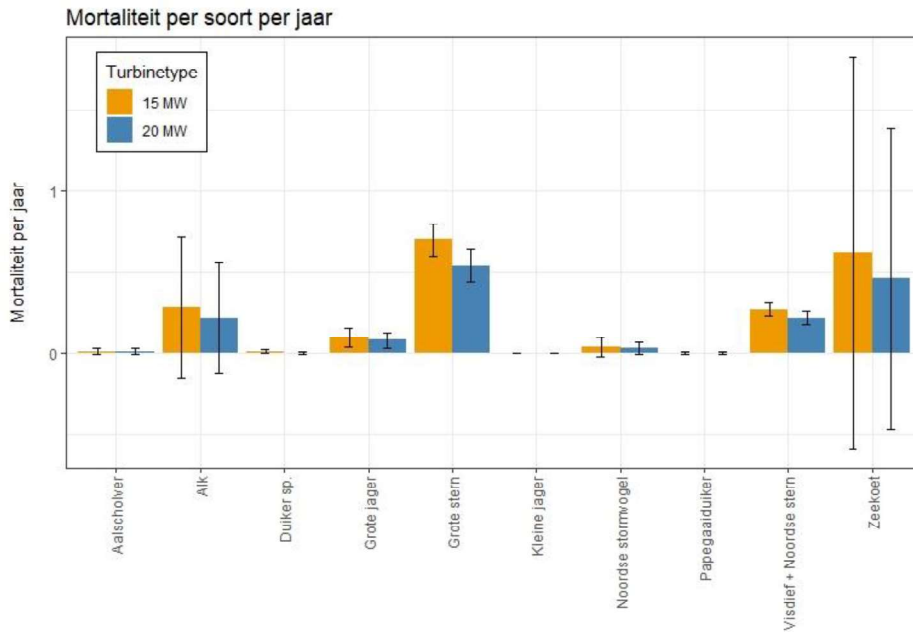
Kleine mantelmeeuwen overwinteren langs de kusten van Zuidwest-Europa en West-Afrika en zijn in de winter hooguit in kleine aantallen aanwezig. De mortaliteit is nihil in december en januari en het hoogst in juni en juli.

De aanvaringsrisico's van **grote mantelmeeuw** zijn geconcentreerd in de winterperiode (oktober – maart), wanneer deze soort in Nederland het meest talrijk is. De mortaliteit in de zomerperiode ligt op circa 0,6 slachtoffers per maand ten opzichte van 2,5–3 slachtoffers per maand in de winterperiode.

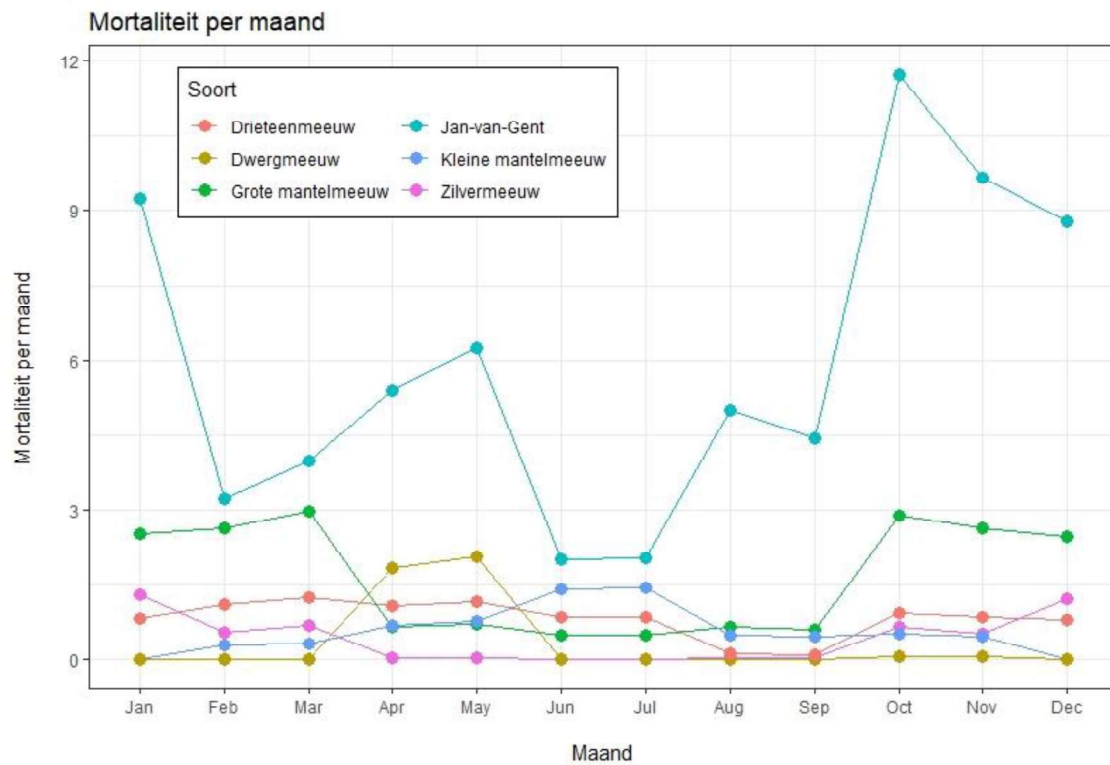
Jan-van-gent komt jaarrond voor maar vertoont een piek in de najaarsmaanden en vroege winter, wat wordt gereflecteerd in de hogere mortaliteit in de maanden oktober – januari. De gemiddelde mortaliteit ligt tussen 62 – 72 slachtoffers per jaar. Op basis van aanvullende modelberekeningen door Leemans et al. (2022) met aangepaste verspreiding en uitwijkingspercentage komt het aantal slachtoffers voor jan-van-gent op 5 – 7 slachtoffers per jaar.

Afbeelding 8.11 Mortaliteit per soort per jaar voor soorten met meer dan 1 slachtoffer per jaar (boven) en soorten met minder dan 1 slachtoffer per jaar (onder)





Afbeelding 8.12 De foutbalken geven de standaarddeviatie (SD) weer. Mortaliteit per maand voor de zes meest relevante soorten waarbij sprake is van een totale mortaliteit van minimaal één slachtoffer per jaar



Beoordeling per soort

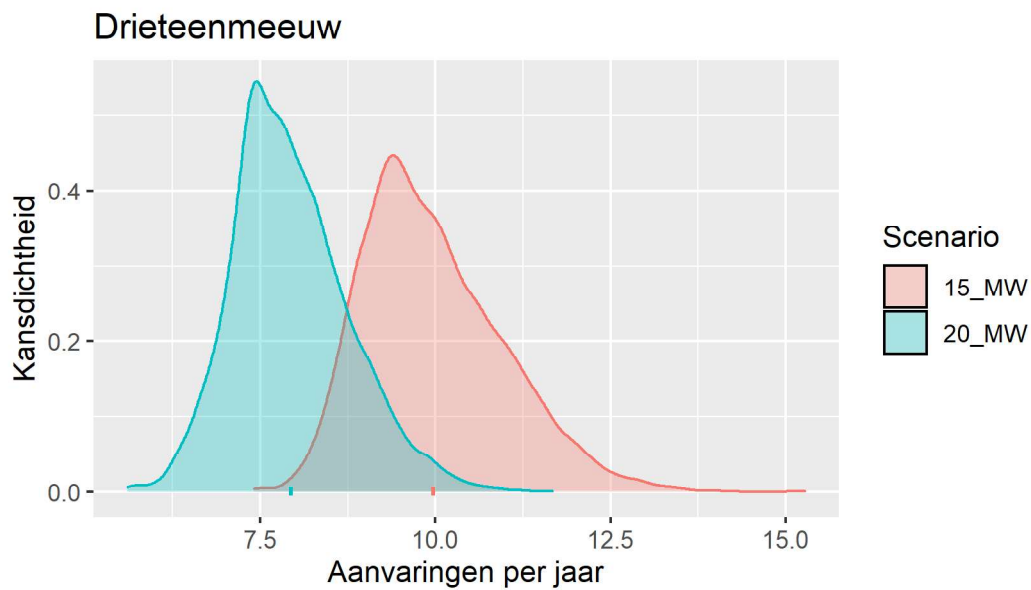
Drieteenmeeuw

In het scenario van 50 turbines van 20 MW worden jaarlijks 7,9 (SD=0,8) aanvaringslachtoffers onder deze soort verwacht; in het scenario van 67 turbines van 15 MW zijn dat er tien (SD=1,0). Het seizoenspatroon is

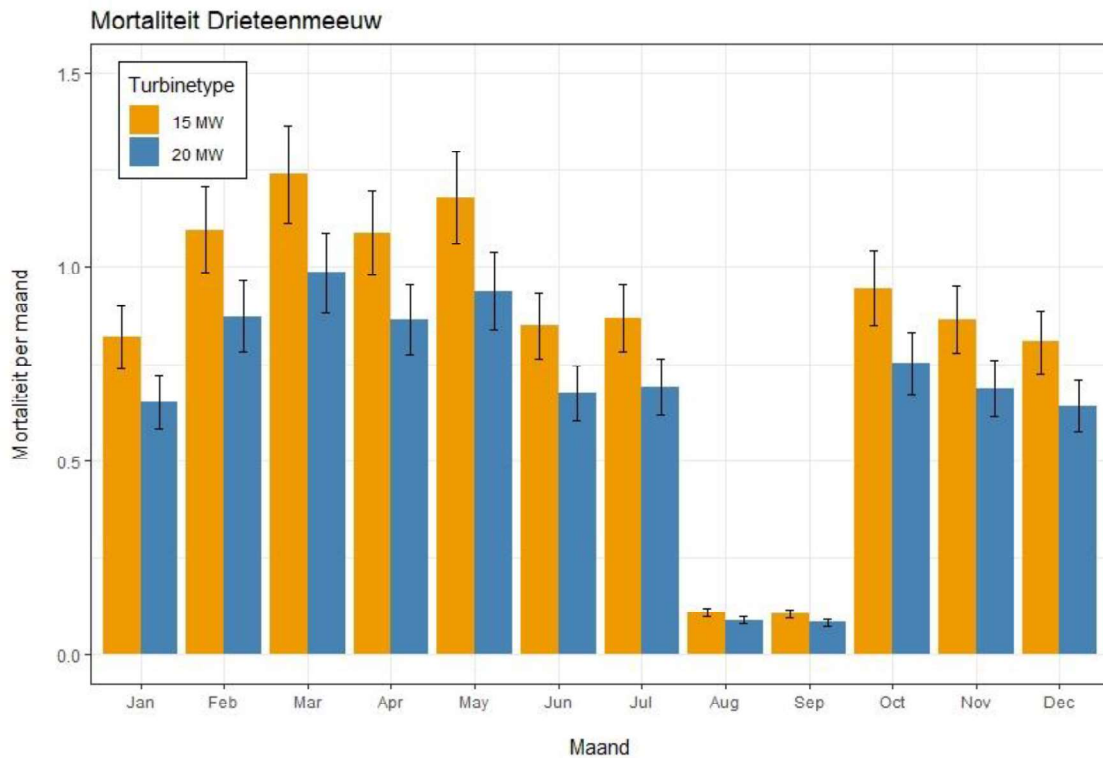
weergegeven in afbeelding 8.14. Hieruit komt duidelijk naar voren dat de mortaliteit in de maanden augustus en september nihil is; in de overige maanden is sprake van lichte fluctuaties.

De drieteenmeeuw staat als 'gevoelig' op de Nederlandse Rode Lijst. is aangewezen als broedvogels voor het Engelse Natura 2000-gebied Flamborough and Filey Coast en valt onder de bescherming en behoud vanuit OSPAR. Na een piek in het jaar 2004 is sprake van een dalende populatietrend. Desondanks wordt de staat van instandhouding als gunstig beoordeeld (www.sovon.nl). Met uitzondering van nestgevallen op olieplatforms bestaat de Nederlandse populatie hoofdzakelijk uit niet-broedvogels en doortrekkers, met maxima tussen 50.000 – 200.000 vogels op doortrek in het najaar (www.sovon.nl). In de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een populatie van circa 79.000 vogels en een natuurlijke sterfte van 14,6 %, waarmee de 1 %-norm op 115 slachtoffers per jaar uitkomt. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Afbeelding 8.13 Mortaliteit onder drieteenmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. Zie tekst voor details



Afbeelding 8.14 Gemiddelde mortaliteit per maand onder drieteenmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10.000 modelsimulaties



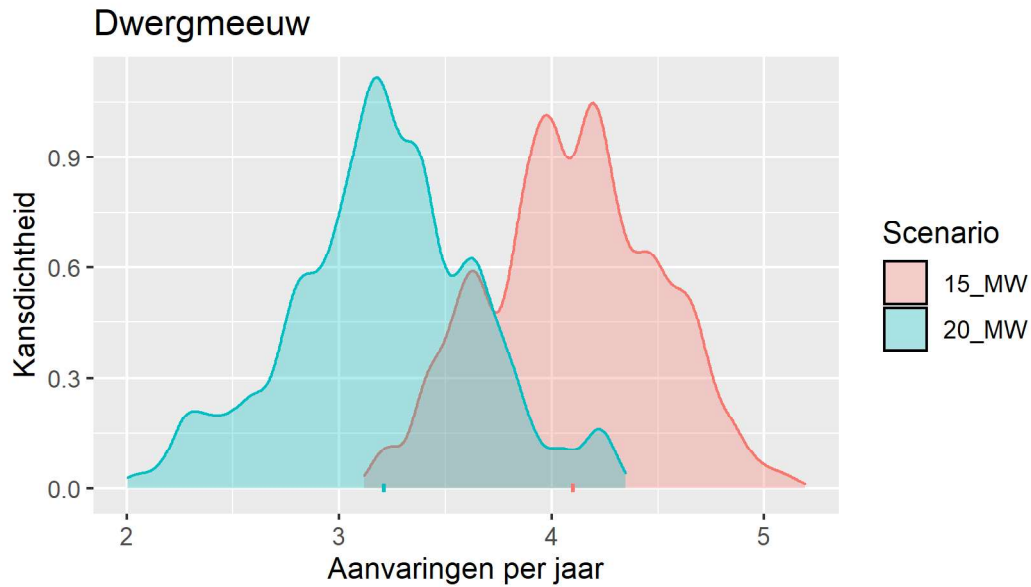
Gemiddelde mortaliteit per maand onder drieteenmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10,000 modelsimulaties.

Dwergmeeuw

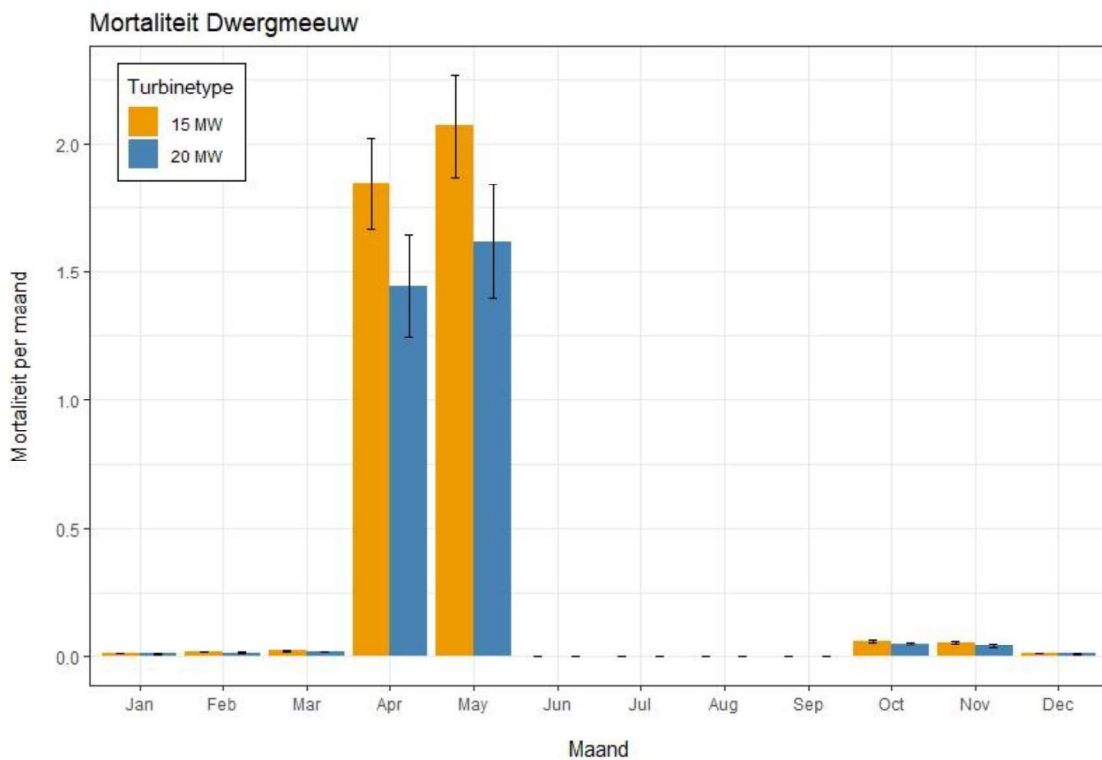
De verwachte mortaliteit onder dwergmeeuw bedraagt 3,2 (SD=0,4) slachtoffers in het 20 MW scenario en 4,1 (SD=0,4) slachtoffers in het 15 MW scenario (zie afbeelding 8.15 en afbeelding 8.16). De mortaliteit is geconcentreerd in de maanden april en mei, tijdens de voorjaarsstrek van deze soort over de Noordzee. In de zomermaanden worden geen slachtoffers verwacht en in de najaars- en wintermaanden is de mortaliteit nihil (afbeelding 8.16).

De dwergmeeuw heeft als niet-broedvogel een gunstige staat van instandhouding (www.sovon.nl). Het aantal doortrekkers in het voorjaar wordt geschat op enkele tienduizenden; in de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum populatie van circa 58.000 vogels en een natuurlijke sterfte van 17,3 %. De 1 %-norm komt dan op 100 vogels. Dit is vele malen hoger dan de mortaliteit in het windpark. Er is geen sprake van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding.

Afbeelding 8.15 Mortaliteit onder dwergmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. Zie tekst voor details



Afbeelding 8.16 Gemiddelde mortaliteit per maand onder dwergmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10.000 modelsimulaties

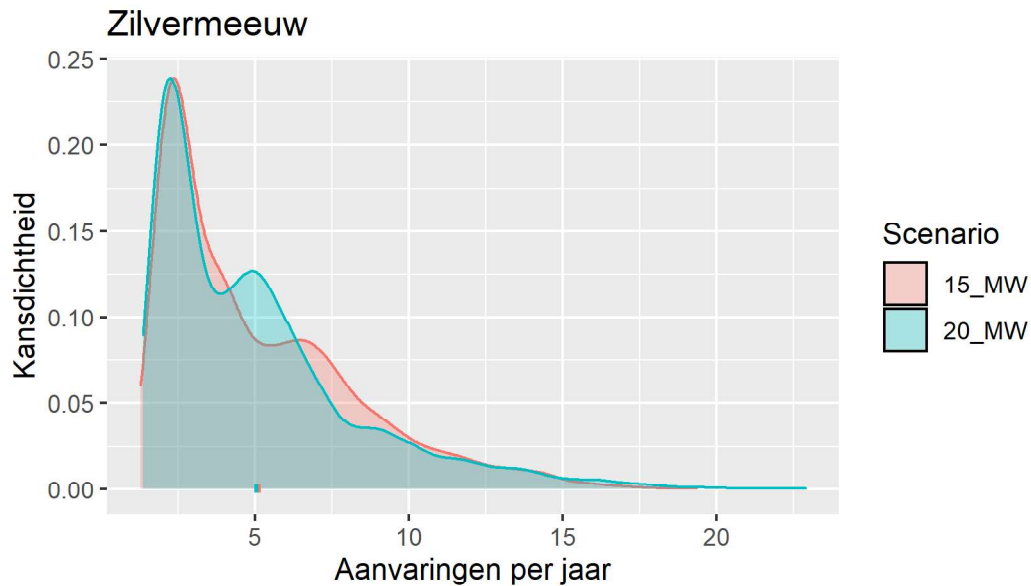


Zilvermeeuw

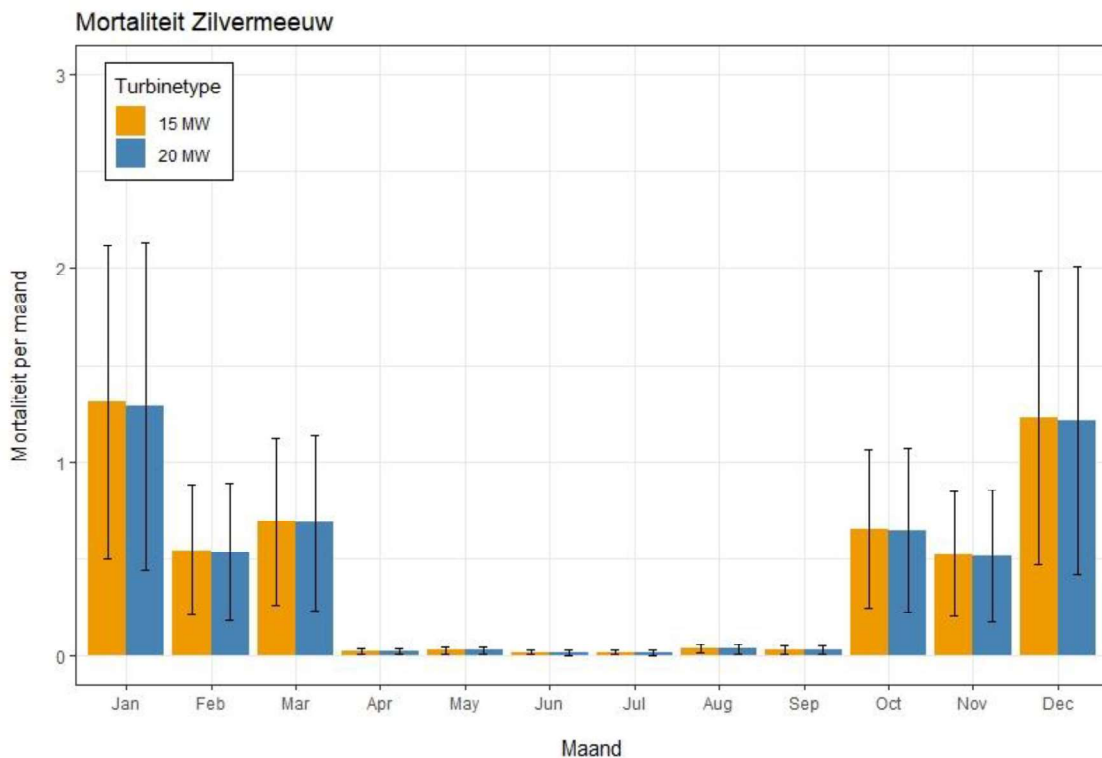
De verwachte mortaliteit onder zilvermeeuw bedraagt in zowel het 15 MW als het 20 MW scenario circa vijf slachtoffers per jaar (zie afbeelding 8.17 en afbeelding 8.18). De aanvaringsrisico's zijn geconcentreerd in het winterhalfjaar, tussen oktober en maart, met een piek in december en januari. De mortaliteit in de zomermaanden is nihil.

De staat van instandhouding voor zowel broedvogels als niet-broedvogels wordt als matig ongunstig beschouwd (www.sovon.nl). In de mortaliteitsberekeningen voor KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum populatie van ruim 21.000 vogels. De natuurlijke mortaliteit bedraagt 13,5 % zodat de 1 %-norm op circa 29 vogels per jaar uitkomt. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Afbeelding 8.17 Mortaliteit onder zilvermeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. Zie tekst voor details



Afbeelding 8.18 Gemiddelde mortaliteit per maand onder zilvermeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10.000 modelsimulaties

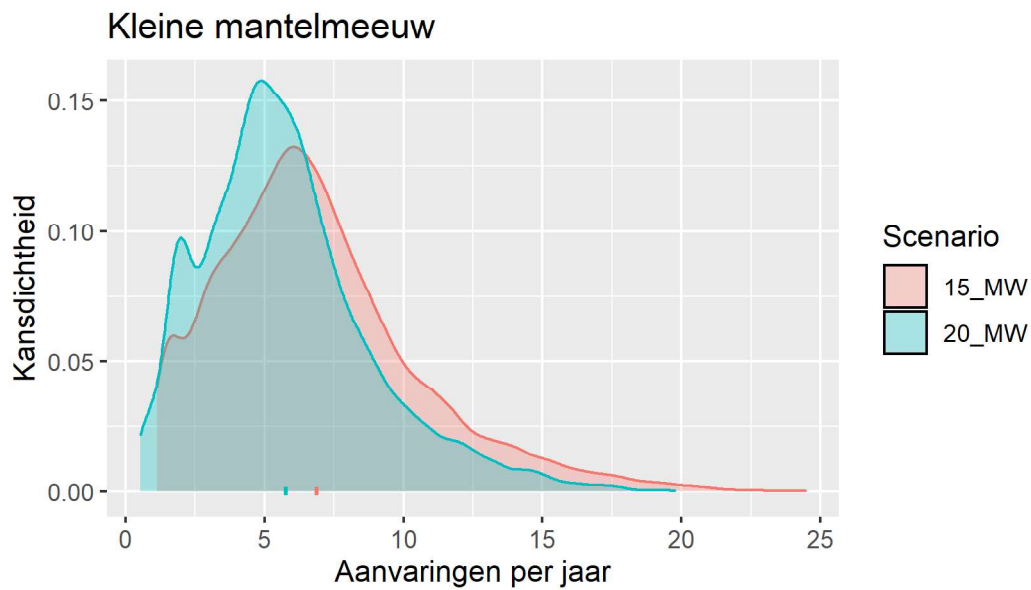


Kleine mantelmeeuw

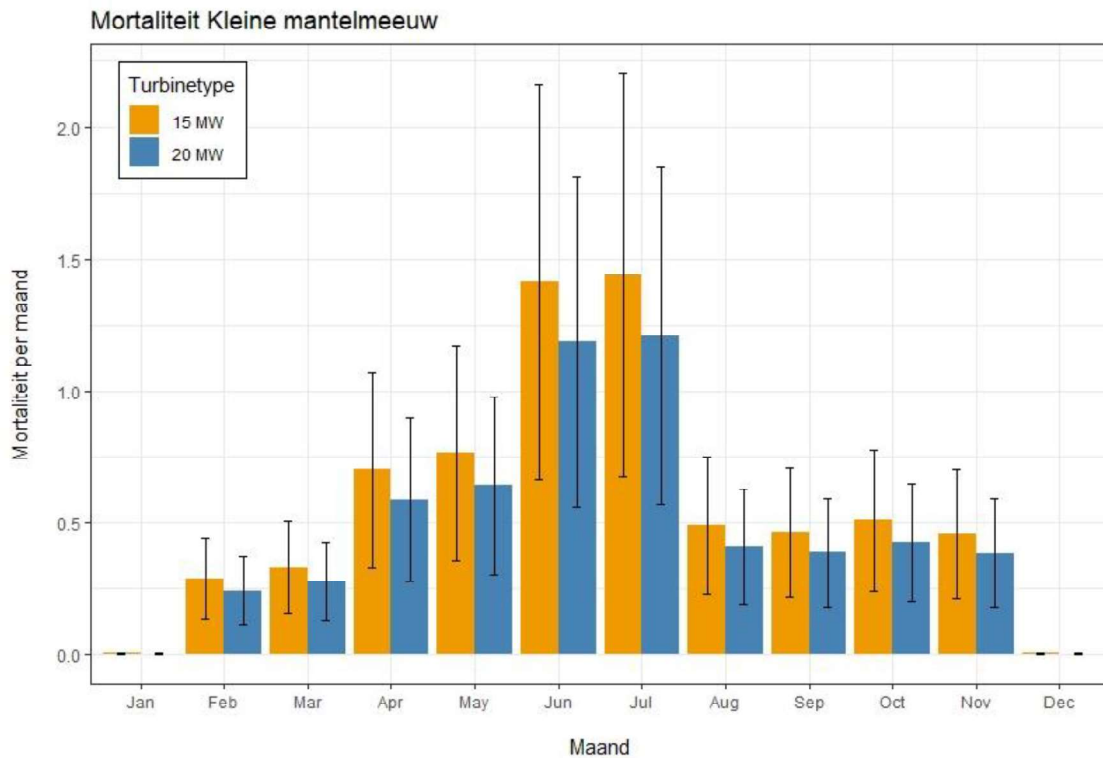
De mortaliteit onder kleine mantelmeeuw bedraagt 5,8 (SD=3,0) slachtoffers in het 20 MW scenario en 6,9 (SD=3,6) slachtoffers in het 15 MW scenario (zie afbeelding 8.19 en afbeelding 8.20). De West-Europese kleine mantelmeeuwen overwinteren voornamelijk langs de kusten van Zuidwest-Europa en West-Afrika en zijn in de winter hooguit in kleine aantallen op de Noordzee aanwezig. De mortaliteit is nihil in december en januari en het hoogst in juni en juli (circa 1 – 1,5 slachtoffer per maand).

De staat van instandhouding van kleine mantelmeeuw in Nederland is gunstig (broedvogels) tot matig ongunstig (niet-broedvogels). De maximale populatie op het Nederlands continentaal plat bedraagt ruim 20.000 vogels (Potiek, Leemans, et al., 2022). Gebaseerd op een natuurlijke sterfte van 8,6 % per jaar bedraagt de 1 %-norm circa 18 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Afbeelding 8.19 Mortaliteit onder kleine mantelmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. Zie tekst voor details



Afbeelding 8.20 Gemiddelde mortaliteit per maand onder kleine mantelmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10.000 modelsimulaties

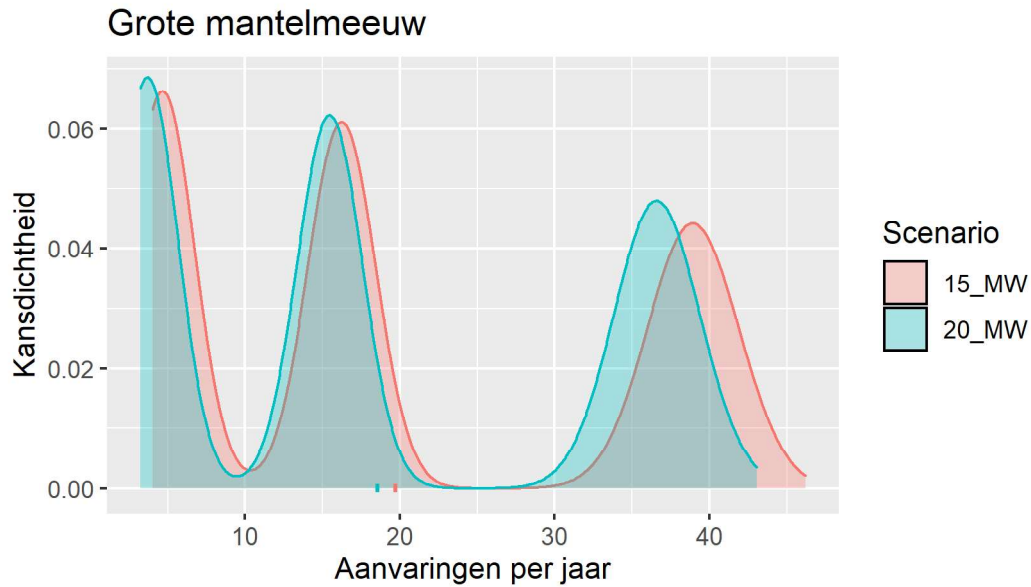


Grote mantelmeeuw

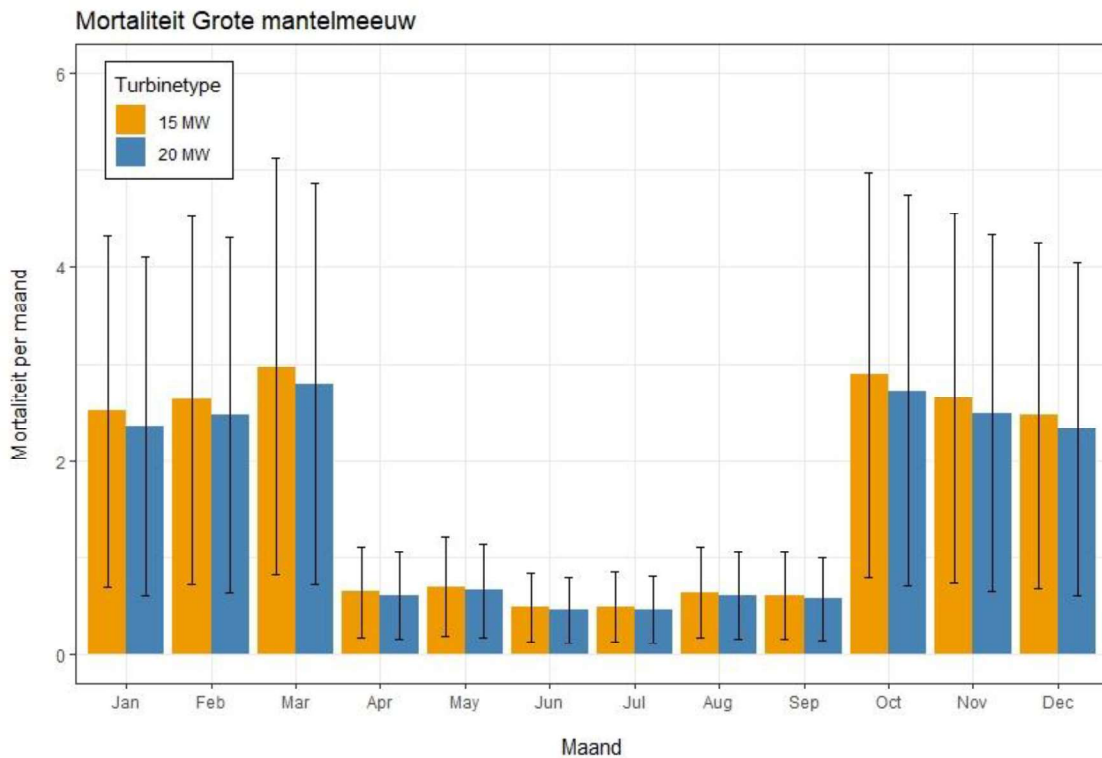
In het 20 MW scenario worden 18,6 (SD=13,7) slachtoffers per jaar verwacht; in het 15 MW scenario is dit 19,7 (SD=14,3) slachtoffers per jaar. De aanvaringsrisico's van grote mantelmeeuw zijn geconcentreerd in de winterperiode (oktober – maart), wanneer deze soort in Nederland het meest talrijk is. De mortaliteit in de zomerperiode ligt op circa 0,6 slachtoffers per maand ten opzichte van 2,5–3 slachtoffers per maand in de winterperiode (zie afbeelding 8.21 en afbeelding 8.22). De drie pieken in de grafiek worden mogelijk veroorzaakt door het gebruik van verschillende datasets.

De grote mantelmeeuw staat als 'gevoelig' op de Nederlandse Rode Lijst. Het aantal broedvogels is in de laatste decennia sterk toegenomen, maar het aantal niet-broedvogels lijkt een afname (maar met grote fluctuaties) te vertonen (www.sovon.nl). De staat van instandhouding voor broedvogels is gunstig maar voor de niet-broedvogels matig ongunstig. In de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum populatie van ruim 16.000 vogels. De natuurlijke sterfte bedraagt 14 % zodat de 1 %-norm op circa 23 vogels uitkomt. De mortaliteit voor kavel IV ligt daar onder. Een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding kan daarom worden uitgesloten.

Afbeelding 8.21 Mortaliteit onder grote mantelmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. Zie tekst voor details



Afbeelding 8.22 Gemiddelde mortaliteit per maand onder grote mantelmeeuw in het 15 MW en 20 MW scenario. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10.000 modelsimulaties



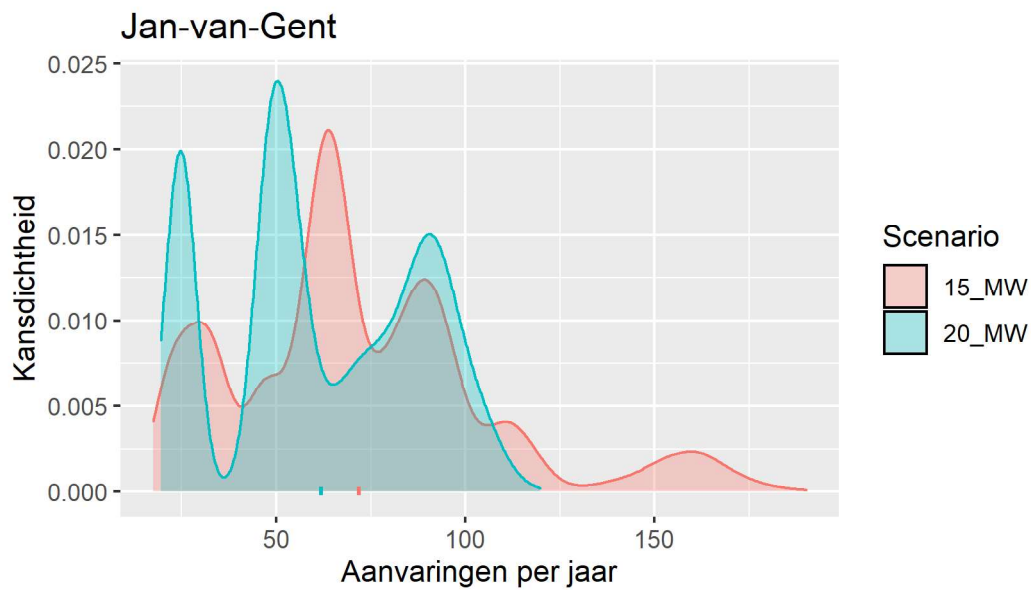
Jan-van-gent

De totale jaarlijkse mortaliteit per jaar onder jan-van-gent bedraagt 61,8 (SD=25,9) slachtoffers in het scenario van 50 turbines van 20 MW of 71,8 (SD=34,0) slachtoffers in het scenario van 67 turbines van 15 MW. Zoals eerder genoemd is sprake van een piek in aanvaringsrisico's in het najaar en de wintermaanden: in deze periode ligt de mortaliteit op 9–12 (scenario 15 MW) of 8–10 (scenario 20 MW) slachtoffers per maand. In het voorjaar ligt de mortaliteit aanzienlijk lager maar neemt wel toe tussen

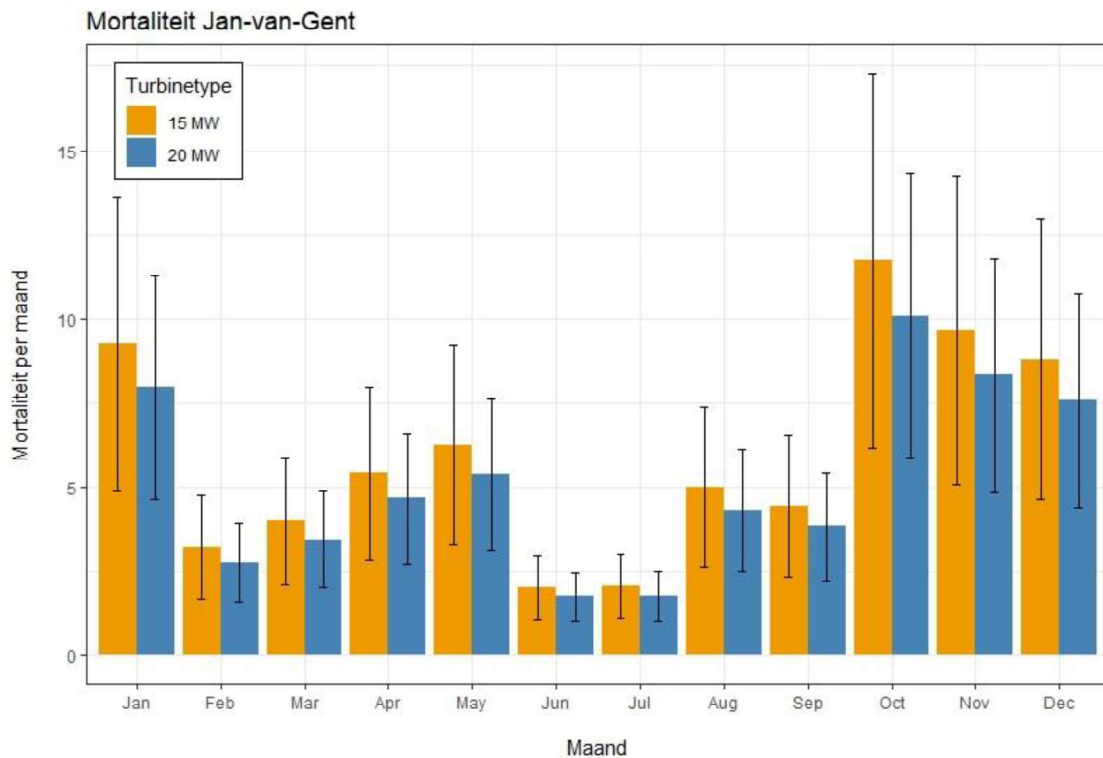
februari en mei, een gevolg van de voorjaarsmigratie. In de broedperiode in de zomermaanden zijn de dichtheden op de Nederlandse Noordzee logischerwijs het laagst en dit vertaalt zich in relatief lage aanvaringsrisico's in juni en juli.

De jan-van-gent heeft in Nederland een gunstige staat van instandhouding en de populatie laat sinds de jaren '90 een significante toename zien van < 5 % per jaar (www.sovon.nl). Gebaseerd op een natuurlijke mortaliteit van 8,2 % per jaar en een doortrekkende populatie van maximaal 31.859 vogels komt de 1 %-norm op 26 vogels per jaar. Deze norm wordt overschreden door de mortaliteit per kavel, zowel in het scenario van 50 turbines van 20 MW als in het scenario van 67 turbines van 15 MW in de oorspronkelijke berekening. In de aanvullende berekening ligt het aantal aanvaringslachtoffers ruim onder de 1 % norm. Een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding kan daarom op voorhand worden uitgesloten.

Afbeelding 8.23 Mortaliteit onder jan-van-gent in het 15 MW en 20 MW scenario. Zie tekst voor details. Deze figuur is gebaseerd op de oorspronkelijke berekeningen



Afbeelding 8.24 Gemiddelde mortaliteit per maand onder jan-van-gent bij de twee scenario's. De foutbalken geven de standaarddeviatie weer op basis van 10.000 modelsimulaties. Deze figuur is gebaseerd op de oorspronkelijke berekeningen



Overige zeevogels

In tegenstelling tot de zes hiervoor beschreven soorten ligt de gemiddelde jaarlijkse mortaliteit onder de overige soorten in tabel 8.11 (ruim) onder één slachtoffer per jaar. In het geval van kleine jager, papegaaiduiker, (roodkeel)duiker, noordse stormvogel en aalscholver is de mortaliteit nul of praktisch nul. Deze mortaliteit is dermate laag dat deze als verwaarloosbaar kan worden beschouwd. De mortaliteit onder grote jager, zeekoet, alk en de drie sterns bedraagt minder dan één slachtoffer per jaar, maar onder deze soorten kunnen structureel slachtoffers worden verwacht. Deze soorten worden hieronder in meer detail beschreven.

De mortaliteit onder **grote jager** in het windpark is zeer laag (0,08 slachtoffers in het 20 MW scenario en 0,1 slachtoffers in het 15 MW scenario). De mortaliteit is geconcentreerd in de maanden augustus en september. Gebaseerd op een natuurlijke sterfte van 11,8 % per jaar en een populatie van 1.364 vogels (Potiek, Leemans, et al., 2022) bedraagt de 1 %-norm 1,6 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Onder **zeekoet** worden 0,46 tot 0,62 slachtoffers verwacht in respectievelijk het 20 MW en 15 MW scenario. De spreiding (standaarddeviatie) rondom dit gemiddelde is echter aanzienlijk, en het is mogelijk dat meer dan één slachtoffer per jaar valt. Gebaseerd op vliegtuigtellingen lijkt de populatie toe te nemen en de staat van instandhouding wordt als gunstig beoordeeld (www.sovon.nl). De zeekoet is niet beoordeeld in het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022). Gebaseerd op een natuurlijke sterfte van 5,4 % per jaar (www.bto.org) en een gemiddeld maximum aantal doortrekkers van 600.000 vogels (www.sovon.nl) bedraagt de 1 %-norm 324 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

De verwachte mortaliteit onder **alk** in het windpark bedraagt 0,22 (20 MW scenario) tot 0,28 (15 MW scenario) slachtoffers per jaar. Net als bij zeekoet is ook bij de alk sprake van een grote spreiding rond het

gemiddelde. Er is geen informatie beschikbaar over populatietrends of de staat van instandhouding. De alk is niet beoordeeld in het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022). Het maximum aantal doortrekkers wordt geschat op 50.000 – 200.000 vogels (www.sovon.nl). Met een natuurlijke sterfte van 10 % per jaar (www.bto.org) komt de 1 %-norm op 125 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

De mortaliteit onder **visdief + Noordse stern** bedraagt 0,22 (20 MW scenario) tot 0,27 (15 MW scenario) slachtoffers per jaar. Deze soorten zijn in de modelberekeningen niet onderscheiden, maar uitgaande van de aantallen van beide soorten zal het merendeel van de slachtoffers betrekking hebben op visdief. Voor visdief wordt in de berekeningen voor het KEC 4.0 uitgegaan van maximaal 59.093 vogels (Potiek, Leemans, et al., 2022). Met een natuurlijke sterfte van 8,5 % per jaar komt de 1 %-norm op 50 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder.

Onder **grote stern** worden 0,54 tot 0,70 (SD=0,10) slachtoffers verwacht in respectievelijk het 20 MW en 15 MW scenario. De hoogste aanvaringsrisico's zijn in april en mei, wanneer de doortrek plaatsvindt. In de berekeningen voor het KEC 4.0 wordt uitgegaan van maximaal 22.602 vogels (Potiek, Leemans, et al., 2022). De natuurlijke sterfte bedraagt 5,8 % waarmee de 1 %-norm op 13 slachtoffers per jaar uitkomt. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder.

Zoals gezegd kan de mortaliteit onder kleine jager, papegaaiduiker, (roodkeel)duiker, Noordse stormvogel en aalscholver als verwaarloosbaar worden beschouwd. Van deze soorten is de **kleine jager** beoordeeld in het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022). De mortaliteit in het windpark is nihil (0,0021 slachtoffers in het 20 MW scenario en 0,0027 slachtoffers in het 15 MW scenario). Gebaseerd op een natuurlijke sterfte van 10 % per jaar en een populatie van 130 vogels (Potiek, Leemans, et al., 2022) bedraagt de 1 %-norm 0,13 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder.

Conclusie zeevogels

Significante effecten door aanvaringen kunnen worden uitgesloten voor alle zeevogels. Overtreding van de verbodsbepaling in art 3.1, lid 1 van de Wnb kan niet worden uitgesloten voor de soorten die zijn benoemd in de soortenlijst in de Natuurtoets.

Habitatverlies

Tijdens de aanleg- en verwijderingsfase kunnen lokale zeevogels verstoord worden. Dit is een tijdelijke activiteit, die overgaat in een permanente activiteit bij de ingebruikname van het windpark en stopt nadat de verwijdering is voltooid. Er zijn geen studies bekend van de mate van verstoring van zeevogels door aanleg- of verwijderingswerkzaamheden op volle zee. Vermoedelijk zal de geografische omvang van de werkzaamheden zich beperken tot een deel van alle turbines binnen het park en dus in dit opzicht mogelijk kleiner zijn dan tijdens de operationele fase van het windpark (als het hele park vogels verstoort). Verstoring door aanleg- en verwijderingsfase zijn wellicht te vergelijken met die van een drukke, doorgaande scheepvaartroute. Hiervan is een studie bekend, ten aanzien van verstoringen gevoelige soorten (duikers en zee-eenden) in Duitse wateren (Schwemmer et al., 2011), die constateren dat deze soorten inderdaad drukke scheepvaartroutes mijden. Echter, duikers en eenden komen niet of nauwelijks voor ter hoogte van windpark IJmuiden Ver. Effecten van scheepvaart op verschillende soorten meeuwen en andere soorten die vaak schepen volgen is vermoedelijk klein. Effecten op alkachtigen zijn wellicht vergelijkbaar met die van verstoring door een operationeel windpark, of althans van vergelijkbare orde. Bij een kleinere geografische reikwijdte van aanleg en verwijdering ten opzichte van het in bedrijf zijn van het windpark, zijn deze effecten als minimaal.

Voor het bepalen van het effect van habitatverlies tijdens de gebruiksfase zijn alle zeevogelsoorten beoordeeld die ook zijn beoordeeld in de KEC 4.0 analyses (Potiek, Leemans, et al., 2022). Het gaat steeds om soorten zeevogels die in dichtheden voorkomen op het NCP die met de huidige intensiteit aan vliegtuigtellingen (MWTl) nog betrouwbaar te meten zijn, conform KEC 4.0.

Tabel 8.11 Nederlandse en wetenschappelijk namen van vogels

Euring	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
59	roodkeelduiker/parelduiker (gecombineerd)	<i>Gavia stellata</i> + -arctica
220	noordse stormvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>
710	jan van gent	<i>Morus bassanus</i>
720	aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i>
2060	eidereend	<i>Somateria mollissima</i>
2130	zwarte zee-eend	<i>Melanitta nigra</i>
5670	kleine jager	<i>Stercorarius parasiticus</i>
5690	grote jager	<i>Stercorarius skua</i>
5780	dwergmeeuw	<i>Hydrocoloeus minutus</i>
5910	kleine mantelmeeuw	<i>Larus fuscus</i>
5920	zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>
6000	grote mantelmeeuw	<i>Larus marinus</i>
6020	drieteenmeeuw	<i>Rissa tridactyla</i>
6110	grote stern	<i>Thalasseus sandvicensis</i>
6169	noordse stern/Visdief (gecombineerd)	<i>Sterna paradisaea</i> +hirundo
6340	zeekoet	<i>Uria aalge</i>
6360	alk	<i>Alca torda</i>
6540	papegaiduiker	<i>Fratercula arctica</i>

Voor KEC 4.0 zijn de gemiddelde dichtheden van zeevogels op het Nederlands continentale plat (NCP) berekend in gridcellen van 5 x 5 km, per 'seizoen' van twee maanden: augustus/september tot en met juni/juli. De gekozen periode loopt van 19 februari 2000 tot 7 juli 2020. De gebruikte gridcellen overlappen niet exact met enig offshore windpark op de Noordzee. Voor KEC 4.0 is daarom voor ieder bestaand en gepland windpark op de Noordzee berekend wat hier de dichtheden zijn, op basis van de gridcellen die (deels) overlappen met het betreffende windpark, gewogen naar de mate van overlap per betrokken gridcel. Op basis van de cijfers die beschikbaar zijn via KEC 4.0 is het daarom niet mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillend kavels binnen een windpark. Een dergelijk onderscheid zou ook niet realistisch zijn op basis van data voor het hele NCP, geëxtrapoleerd naar 5 x 5 km gridcellen. Daarom is gewerkt met één dichtheid per soort voor heel windpark IJmuiden Ver; op dit punt is geen onderscheid gemaakt tussen de kavels. Wel zijn de aantallen vogels die gemiddeld per seizoen, of per jaar zijn berekend voor heel IJmuiden Ver, omgerekend naar aantallen vogels per kavel, op basis van de oppervlaktes van deze kavels (tabel 8.12). Bijlage VI geeft de gemiddelde dichtheden per soort per seizoen, en de jaargemiddelde dichtheden per soort, alsmede de doorvertaling naar de aantallen vogels per kavel.

Tabel 8.12 Oppervlakttes, in ha en vierkante km, per kavel binnen IJmuiden Ver

	ha	km ²	%
Kavel IV	9.451	9,451	25.13831
Kavel III	9.461	9,461	25.16491
Kavel II	9.375	9,375	24.93616
Kavel I	9.309	9,309	24.76061
totaal	37.596	37,596	100

Binnen het KEC is het effect van habitatverlies gekwantificeerd door een sterfte van 10 % van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (Bradbury *et al.* 2014) en als uitgangspunt gehanteerd dat vogels het windpark voor 100 % vermijden. Op basis van de berekende dichtheden kan hiermee de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend. Als er van uit wordt gegaan, dat 1) alle zeevogels het windpark altijd mijden en dat 2) 10 % van de verdrongen vogels sterft en 3) uitgaande van de jaargemiddelde aanwezigheid Dan zou het aantal vogels dat per jaar sterft als gevolg van het windpark IJmuiden Ver in de gebruiksfase per soort en per kavel voor alle soorten, behalve de zeekoet, minder zijn dan 10 (tabel 8.13). Zeekoeten hebben de hoogste presentie in IJmuiden Ver en volgens deze berekeningsmethode zouden er hier jaarlijks 19 per kavel sterven als gevolg van habitatverlies. Deze aantallen blijven ver onder de 1 %-norm (exclusief aanvaringen), er is dus geen sprake van een significant effect. Overtreding van de verbodsbepaling in art 3.1, lid 1 van de Wnb kan niet worden uitgesloten.

Uit verschillende onderzoeken is bekend dat zeevogels, en zeker soorten als aalscholver en de meeuwen en sterns, windparken niet voor 100 % mijden of soms überhaupt nauwelijks vermindering vertonen (Leopold *et al.*, 2011). Bij een gelijk blijvende aanname voor mortaliteit (10 %), zal de daadwerkelijke sterfte dus minder zijn dan berekend in tabel 8.13.

Tijdens het opstellen van deze MER zijn nieuwe gegevens beschikbaar gekomen met betrekking tot de verspreiding en het uitwijkingspercentage van de jan-van-gent. Op basis hiervan heeft Waardenburg Ecology het aantal slachtoffers door habitatverlies voor kavel IV opnieuw berekend. Deze vallen lager uit dan de oorspronkelijke waarden zoals in tabel 8.13 zijn opgenomen (Leemans *et al.*, 2022). De nieuwe waarden zijn opgenomen onder de oorspronkelijke waarden in tabel 8.13.

Tabel 8.13 Veronderstelde aantallen slachtoffers ten gevolge van habitatverlies voor de kavel IV van IJmuiden Ver voor verschillende zeevogels. * Aangepast aantal slachtoffers van de jan-van-gent op basis van berekeningen met nieuwe gegevens door Waardenburg Ecology (2022)

Zeevogelsoort	Jaarlijkse sterfte kavel IV
roodkeelduiker/parelduiker	0
Noordse stormvogel	4
jan van gent	4
jan-van-gent nieuw*	1
aalscholver	0
eidereend	0
zwarte zee-eend	0

Zeevogelsoort	Jaarlijkse sterfte kavel IV
kleine jager	0
grote jager	0
dwergmeeuw	4
kleine mantelmeeuw	3
zilvermeeuw	1
grote mantelmeeuw	2
drieteenmeeuw	8
grote stern	1
Noordse stern/visdief	1
zeekoet	19
alk	6
papegaaiduiker	1

Zeldzamere soorten

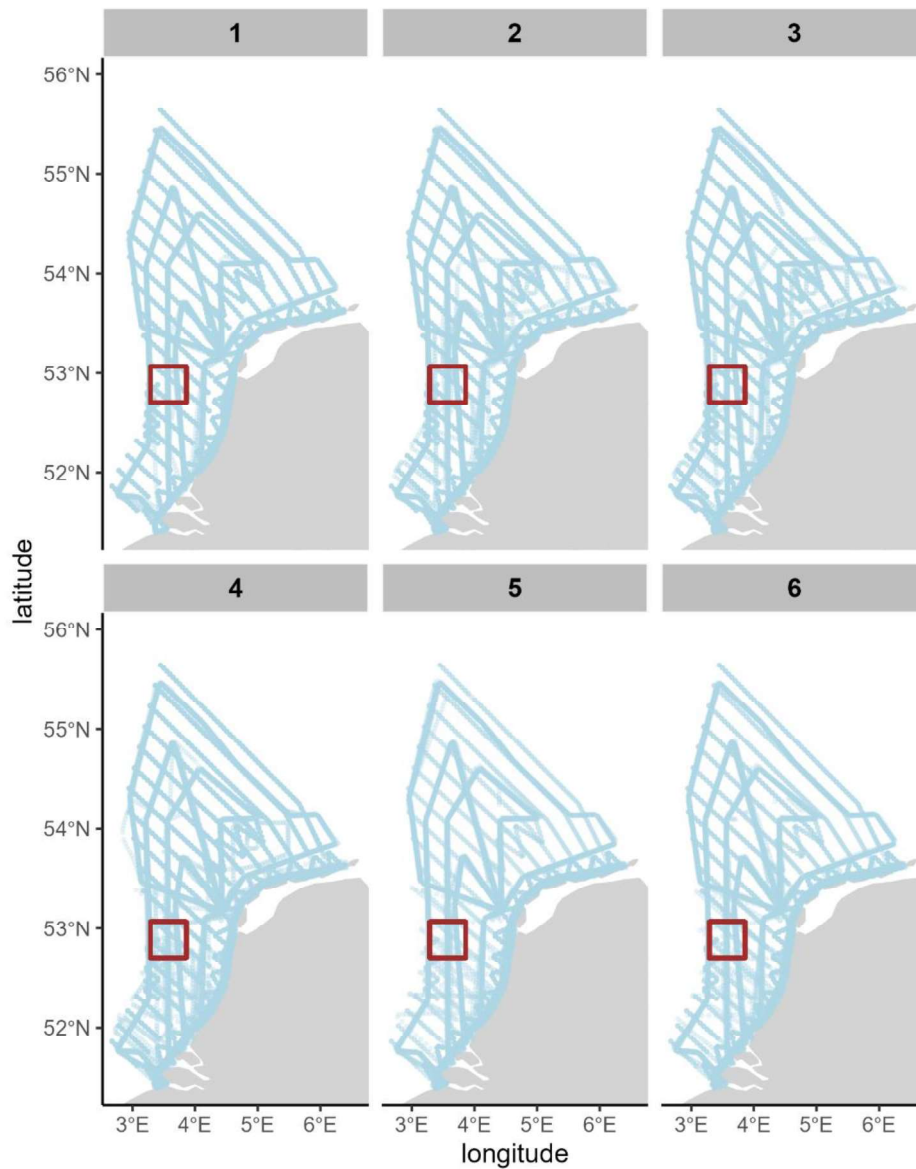
Een aantal van de soorten die in KEC 4.0 zijn behandeld komen niet of nauwelijks voor ter hoogte van IJmuiden (dichtheden 0 of nagenoeg 0). Voor de soorten: roodkeelduiker/parelduiker, aalscholver, eidereend, zwarte zee-eend, kleine jager, grote jager, zilvermeeuw, grote stern, noordse stern/visdief en papegaaiduiker is habitatverlies door IJmuiden Ver geen significant probleem. Voor de zekerheid is ook nog nagegaan of dit ook geldt voor een negental aanvullende soorten zeevogels, omdat niet a priori kon worden uitgesloten dat ze soms in het gebied voorkomen. NB: in KEC 4.0 zijn deze soorten beoordeeld als voorkomend in dermate lage dichtheden dat een zinnige berekening op basis van een vlak (NCP)-dekkende intrapolatie van MWTL gegevens van aantallen slachtoffers niet mogelijk was. Er is daarom voor deze soorten voor een andere aanpak gekozen om een inschatting te kunnen maken van hun aanwezigheid in de omgeving van IJmuiden Ver. Deze 'omgeving' is gedefinieerd als een rechthoek tussen de coördinaten:

- X: 520.000-556.000;
- Y: 5.840.000-5.880.000.

Het hele windpark IJmuiden Ver valt binnen deze rechthoek¹. De dekking van tellingen per vliegtuig (MWTL, periode 19 februari 2000 tot 7 juli 2020) is weergegeven in afbeelding 8.25. Deze dekking beschouwen we als adequaat om een uitspraak te doen over het voorkomen van zeldzamere zeevogels in het gebied van IJmuiden Ver.

¹ <https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/5c06ac88-c12f-4903-89f3-27d66937b7e9/general-information-ijmuiden-veren>
https://offshorewind.rvo.nl/file/download/d467330e-fdf2-4597-9f9f-976b287df24f/1617018289ijv_20210302rh_rvo_s_en_mpk.pdf

Afbeelding 8.25 De rechthoek (rode polygoon) die is gebuikt om het voorkomen van zeldzame zeevogels in te schatten in het zeegebied rond IJmuiden Ver. De blauwe lijnen geven de gevlogen transecten voor de MWTL zeevogelsurveys



Binnen de gekozen driehoek was de totale waarnemingsinspanning (over de hele periode) 1.506,69 km². Per periode van twee maanden (Rijkswaterstaat 'seizoenen', van Aug/Sep tot en met Jun-Jul, staat de totale waarnemingsinspanning in tabel 8.14.

Tabel 8.14 Totale MWTL waarnemingsinspanning binnen de studie-rechthoek rond IJmuiden Ver, 19 februari 2000 tot 7 juli 2020, per twee maanden. * Gecorrigeerd voor 'effective strip width', die voor kleinere, minder goed zichtbare soorten minder breed is dan voor grote zeevogels. Hier gebruiken we de gemiddelde EFS voor zeldzame soorten, zie Soudijn et al (2022)

Seizoen	km ² bekeken*
Aug-Sep	248.82
Okt-Nov	301.18

Seizoen	km ² bekeken*
Dec-Jan	322.24
Feb-Mrt	272.02
Apr-Mei	174.42
Jun-Jul	188.01

Tabel 8.15 geeft het totaal aantal waargenomen individuen van de 'zeldzame zeevogels', binnen de gekozen rechthoek rond IJmuiden Ver, in de MWTL database.

Tabel 8.15 Totale aantallen zeldzame zeevogels die door de MWTL tellers zijn opgemerkt binnen de gekozen rechthoek rond IJmuiden Ver, tussen 19 februari 2000 en 7 juli 2020

Vogelsoort	Aug-Sep	Okt-Nov	Dec-Jan	Feb-Mrt	Apr-Mei	Jun-Jul
grote zee-eend	0	2	0	0	0	0
kokmeeuw	0	3	0	13	0	1
stormmeeuw	0	5	25	15	2	1
dwergstern	0	0	0	0	0	0
zwarte stern	0	0	0	0	0	0
kleine alk	0	4	4	3	0	0

Aangenomen wordt dat, bij minder dan 30 waargenomen individuen per tweemaandelijke periode over een periode van ruim 20 jaar vliegtuigtellingen, de impact van IJmuiden Ver kavel IV op deze soorten verwaarloosbaar klein zal zijn. Significant negatieve effecten kunnen worden uitgesloten. Overtreding van de verbodsbepaling in art 3.1, lid 1 van de Wnb kan worden uitgesloten.

8.4.2 Trekvogels

Mortaliteit door aanvaringen

Aanvullend op de hiervoor beschreven zeevogels is de mortaliteit berekend voor acht soorten trekvogels uit het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) en zes families of soortgroepen met migrerende soorten die relevant zijn in het kader van deze beoordeling (tabel 8.16). Bij de laatste categorie zijn de zangvogels verdeeld in 's nachts versus overdag trekkende soorten. Met uitzondering van spreeuw kan geen onderscheid gemaakt worden tussen de afzonderlijke soorten, waardoor een toetsing op soortniveau niet mogelijk is. Wel kan in kwalitatieve zin worden aangegeven op welke soorten de mortaliteit in deze groepen vooral betrekking heeft. De aantallen vogels waar vanuit is gegaan conform KEC 4.0 hebben betrekking op het NCP.

Tabel 8.16 Gemiddelde mortaliteit per jaar plus standaarddeviatie (SD) voor trekvogels, gebaseerd op 10.000 modelsimulaties per soort(groep)

Soort	15 MW	SD	20 MW	SD
kleine zwaan	0,6	0,0	0,5	0,0

Soort	15 MW	SD	20 MW	SD
rotgans	5,2	0,1	4,6	0,1
bergeend	3,8	0,7	3,4	0,6
wulp	5,6	0,6	5,0	0,5
kanoet	10,4	0,3	9,2	0,3
rosse grutto	5,9	0,7	5,3	0,6
zwarte stern	0,5	0,0	0,4	0,0
spreeuw	184,7	19,1	165,2	17,0
ganzen en zwanen	17,3	1,1	15,4	1,0
eenden	0,7	0,1	0,6	0,1
roofvogels en uilen	1,3	0,2	1,2	0,2
steltlopers	3,2	0,3	2,9	0,3
zangvogels overdag	1001,8	145,9	999,7	145,3
zangvogels 's nachts	200,5	28,9	200,5	29,0

Kleine zwaan

De mortaliteit onder doortrekkende kleine zwanen bedraagt 0,5 – 0,6 slachtoffers in respectievelijk het 20 MW scenario en het 15 MW scenario. In de berekeningen voor het KEC 4.0 wordt uitgegaan van maximaal 17.450 vogels op de schaal van het NCP (Potiek, Leemans, et al., 2022). De natuurlijke sterfte bedraagt 12,7 % waarmee de 1 %-norm op 22 slachtoffers per jaar uitkomt. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Rotgans

Er worden jaarlijks 4,6 (20 MW scenario) tot 5,2 (15 MW scenario) slachtoffers verwacht onder rotgans. In de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum aantal doortrekkers van ruim 247.000 vogels. Met een natuurlijke sterfte van 13,2 % komt de 1 %-norm op 326 vogels per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Bergeend

De verwachte gemiddelde mortaliteit onder bergeend bedraagt 3,4 – 3,8 slachtoffers per jaar in respectievelijk het 15 MW en het 20 MW scenario. Gebaseerd op een maximum aantal vogels van ruim 300.000 genoemd in het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) en een natuurlijke sterfte van 12,7 % bedraagt de 1 %-norm 384 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Wulp

De mortaliteit onder doortrekkende wulpen bedraagt 5,0 – 5,6 slachtoffers in respectievelijk het 20 MW scenario en het 15 MW scenario. In de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum aantal doortrekkers van ruim 300.000 vogels. Met een natuurlijke sterfte van 8,8 % komt de 1 %-norm op 266 vogels per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Kanoet

Bij deze soort worden jaarlijks 9,2 (20 MW scenario) tot 10,4 (15 MW scenario) slachtoffers verwacht. In de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum aantal doortrekkers van ruim 672.000 vogels en een natuurlijke sterfte van 15,8 %. De 1 %-norm bedraagt 1.062 vogels per jaar. Dit is vele malen hoger dan de mortaliteit in het windpark en er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Rosse grutto

De jaarlijkse mortaliteit onder doortrekkende rosse grutto's bedraagt 5,3 – 5,9 slachtoffers in respectievelijk het 20 MW scenario en het 15 MW scenario. In de berekeningen voor het KEC 4.0 wordt uitgegaan van circa 348.000 vogels op de schaal van het NCP (Potiek, Leemans, et al., 2022). De natuurlijke sterfte bedraagt 17,3 % waarmee de 1 %-norm op 600 slachtoffers per jaar uitkomt. Dit is vele malen hoger dan de mortaliteit in het windpark. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Zwarte stern

De zwarte stern broedt in zoetwatermoerassen, maar komt buiten de broedtijd en op doortrek voornamelijk in mariene habitats voor. De mortaliteit onder doortrekkende zwarte sterns bedraagt 0,4 – 0,5 slachtoffers in respectievelijk het 20 MW scenario en het 15 MW scenario. In de mortaliteitsberekeningen voor het KEC 4.0 (Potiek, Leemans, et al., 2022) is gerekend met een maximum aantal doortrekkers van ruim 285.000 vogels. In hetzelfde document wordt een natuurlijke sterfte van 15,4 % gehanteerd waarmee de 1 %-norm op 440 vogels komt. De mortaliteit in het windpark is minimaal ten opzichte van deze norm. Van een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding is daarom geen sprake.

Spreeuw

De enige zangvogel die in het KEC 4.0 is doorgerekend is spreeuw, waaronder in het windpark 165 – 185 slachtoffers per jaar worden verwacht. Gebaseerd op ruim 18.500.000 doortrekkers in het najaar (Potiek, Leemans, et al., 2022) en een natuurlijke sterfte van 39,3 % bedraagt de 1 %-norm 72.710 slachtoffers per jaar. Dit is vele malen hoger dan de mortaliteit in het windpark. Er is daardoor geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Op het niveau van soortgroep worden lage aantallen slachtoffers verwacht bij eenden (<1 slachtoffer per jaar), roofvogels en uilen (ruim één slachtoffer per jaar) en steltlopers (circa drie slachtoffers per jaar). De mortaliteit onder ganzen en zwanen is hoger, circa 15–17 slachtoffers per jaar. Deze slachtoffers hebben mogelijk betrekking op soorten als kolgans en rotgans. Onder 's nachts trekkende zangvogels worden circa 200 slachtoffers per jaar verwacht. Dit zijn waarschijnlijk met name lijsters als merel, zanglijster en koperwiek, die tijdens het trekseizoen in hoge aantallen doortrekken. De hoogste mortaliteit wordt verwacht onder overdag trekkende zangvogels met circa 1.000 slachtoffers per jaar. Deze mortaliteit heeft betrekking op spreeuw (zie hiervoor) en een breed scala aan andere overdag trekkende zangvogels als graspieper, vinken e.d.

8.4.3 Vogels in Natura 2000-gebieden

Bruine Bank

Het Natura 2000-gebied Bruine Bank is aangewezen voor de volgende zes vogelrichtlijnsoorten soorten niet-broedvogels, waarvoor het gebied een doelstelling heeft als foerageergebied:

- 1 1 Jan-van-Gent;
- 2 2 Grote jager;
- 3 3 Dwergmeeuw;
- 4 4 Grote mantelmeeuw;
- 5 5 Zeekoet;
- 6 6 Alk.

Voor al deze soorten is de doelstelling gericht op het behoud van de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor het behoud van de populatie. Volgens het aanwijzingsbesluit is de begrenzing met name gebaseerd op de geregelde aanwezigheid van alk en zeekoet in het gebied. De zeekoeten zijn waarschijnlijk afkomstig uit kolonies van de Schotse oostkust; alken kunnen uit een groter gebied afkomstig zijn. De grootste aantallen dwergmeeuwen, grote jagers en jan-van-genten komen voor tijdens de najaarstrek; overwinterende vogels zoals grote mantelmeeuwen zijn het meest talrijk in de winterperiode (zie aanwijzingsbesluit; Geelhoed et al. 2014, Fijn & De Jong 2019).

De gemodelleerde mortaliteit onder grote jager, zeekoet en alk bedraagt minder dan één slachtoffer per kavel per jaar. Met name bij grote jager is de mortaliteit zeer laag (0,08 slachtoffers in het 20 MW scenario en 0,1 slachtoffers in het 15 MW scenario); bij zeekoet en alk is sprake van een grote spreiding rond het gemiddelde, waardoor de onzekerheid in de berekening groter is. Onder jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw is de mortaliteit hoger dan 1 slachtoffer per jaar.

Omdat het lastig is om op basis van de beschikbare gegevens te bepalen wat het aantal slachtoffers is van de 'Bruine Bank populatie' zijn verschillende benaderingen gebruikt om te kijken naar het effect op deze soorten:

- 7 1 toetsing van de gemodelleerde mortaliteit aan de 1 %-norm (ORNIS mortaliteitsnorm) op basis van de gemiddelde aantallen vogels die zijn genoemd in het aanwijzingsbesluit (Ministerie van LNV 2021, ontleend aan Fijn & De Jong 2019);
- 8 2 idem als 1 maar met een correctie van de mortaliteit op basis van het percentage van de Noordzeepopulatie dat voorkomt op de Bruine Bank;
- 9 3 kwalitatieve benadering van de mortaliteit per kavel in relatie tot cumulatieve effecten zoals berekend in het KEC 4.0 (Potiek et al. 2022).

1 Toetsing van de gemodelleerde mortaliteit

De gemodelleerde mortaliteit door aanvaringen bij de zes soorten kan worden getoetst aan de 1 %-norm gebaseerd op de gemiddelde aantallen (seizoensmaximum) die zijn genoemd in het aanwijzingsbesluit. Zoals is te zien in tabel 8.17 is er bij deze berekening voor alle soorten behalve voor zeekoet en alk sprake van een overschrijding.

Tabel 8.17 1 %-norm op basis van populatie aantallen in Bruine Bank - (BB)

Soort	Populatie BB	Nat mort	1 % norm BB	Mortaliteit	Overschrijding
Jan-van-gent	976	0,081	0,79	5 - 7	Ja
Grote jager	61	0,112	0,07	0,08 - 0,10	Ja
Dwergmeeuw	280	0,173	0,48	3,21 - 4,10	Ja
Grote mantelmeeuw	630	0,140	0,88	18,57 - 19,72	Ja
Zeekoet	15621	0,054	8,44	0,46 - 0,62	Nee
Alk	4306	0,100	4,31	0,22 - 0,28	Nee

Het is echter te verwachten dat niet alle aanvaringsslachtoffers betrekking zullen hebben op vogels uit Natura 2000-gebied Bruine Bank (ook vogels zonder binding met dit gebied kunnen immers slachtoffer worden). De gemodelleerde mortaliteit per kavel geeft een getal voor de totale Noordzeepopulatie, maar dit zou gecorrigeerd moeten worden voor 'Bruine Bank populatie'.

2 Toetsing aan de gecorrigeerde mortaliteit

Voor zeekoet en alk is de 'Bruine Bank populatie' gemiddeld circa 1 % van de Noordzeepopulatie; bij de overige soorten ligt dit percentage tussen 0,15 en 0,25 % (zie aanwijzingsbesluit). Om hiervoor te corrigeren

is de aanname gedaan dat dezelfde percentages kunnen worden toegepast om de slachtoffers aan het Natura 2000-gebied toe te kennen.

Als voorbeeld: bij dwergmeeuw wordt een maximale mortaliteit voorzien van 4,1 slachtoffers per kavel per jaar. Het Natura 2000-gebied Bruine Bank omvat gemiddeld 0,25 % van de Noordzeepopulatie (zie aanwijzingsbesluit). Indien 0,25 % van de slachtoffers betrekking heeft op dwergmeeuwen uit Bruine Bank, bedraagt de mortaliteit onder de kwalificerende dwergmeeuwen $(0,25/100) * 4,1 = 0,0103$ slachtoffers. Dit is aanzienlijk minder dan de 1 %-norm van 0,48 (berekend als $0,01 * 0,173$ (natuurlijke sterfte) * 280 (populatiegrootte) = 0,48).

De toetsing aan de 1 %-norm op basis van gecorrigeerde mortaliteitscijfers zoals hierboven beschreven is weergegeven in tabel YY. Data m.b.t. de natuurlijke mortaliteit zijn afkomstig van de British Trust for Ornithology (BTO) en gebaseerd op de natuurlijke sterfte bij adulte vogels. Dit is een worst-case benadering, aangezien juveniele vogels vaak een hogere natuurlijke sterfte hebben waardoor de 1 %-norm hoger komt te liggen.

Tabel 8.18 Gecorrigeerde mortaliteit op basis van % populatie in de Bruine Bank

Soort	Populatie BB	Nat mort	1 % norm BB	% populatie in BB	Max mortaliteit	Mortaliteit N2000	Overschrijding
Jan-van-gent	976	0,081	0,79	0,23	7	0,0161	Nee
Grote jager	61	0,112	0,07	0,22	0,10	0,0002	Nee
Dwergmeeuw	280	0,173	0,48	0,25	4,10	0,0103	Nee
Grote mantelmeeuw	630	0,140	0,88	0,15	19,72	0,0296	Nee
Zeekoet	15621	0,054	8,44	1,00	0,62	0,0062	Nee
Alk	4306	0,100	4,31	1,00	0,28	0,0028	Nee

Uit tabel 8.18 komt naar voren dat bij deze rekenmethode bij geen van de zes soorten de 1 %-norm (per kavel) wordt overschreden. Het is echter de vraag in hoeverre de correctie op basis van het percentage van de Noordzeepopulatie in het gebied rechtstreeks kan worden toegepast op de slachtoffers. Immers, vanwege de nabijheid van het Natura 2000-gebied is de kans groter dat een slachtoffer een binding heeft met de Bruine Bank dan met een verder weg gelegen deel van de Noordzee. Daar staat tegenover dat buiten het broedseizoen sprake is van een grote ruimtelijke spreiding van de soorten over de Noordzee waardoor slachtoffers uit verschillende delen van de Noordzee afkomstig kunnen zijn.

Voor zeekoet en alk is deze onzekerheid niet van belang, aangezien ook zonder de correctie geen sprake is van een overschrijding van de 1 %-norm. Significant negatieve effecten op het Natura 2000-instandhoudingsdoel van deze soorten kunnen met zekerheid worden uitgesloten. Bij grote jager is dit zeer waarschijnlijk ook het geval: zonder correctie ligt de maximale mortaliteit slechts een fractie hoger dan de 1 %-norm, en het is niet waarschijnlijk dat dit allemaal vogels uit de Bruine Bank zullen zijn. Bij dwergmeeuw, grote mantelmeeuw en jan-van-gent is de onzekerheid groter. Bij deze soorten ligt de 1 %-norm enkele tientallen malen hoger dan de gecorrigeerde sterfte (tabel 8.18), maar in het geval van de ongecorrigeerde sterfte (tabel 8.17) is sprake van een forse overschrijding. De fractie van de slachtoffers afkomstig uit het Natura 2000-gebied is niet bekend. Om onder de 1 %-norm te blijven mag niet meer dan circa 4,4 % van de slachtoffers onder grote mantelmeeuw en 11–12 % van de slachtoffers onder dwergmeeuw en jan-van-gent betrekking hebben op vogels uit het Natura 2000-gebied Bruine Bank (tabel 8.19).

Tabel 8.19 Indicatieve berekening bij welk % van de slachtoffers een binding hebben met N2000 gebied Bruine Bank de norm wordt overschreden

Soort	Populatie BB	Nat mort	1 % norm	% slachtoffers uit Bruine Bank	Max mortaliteit	Mortaliteit N2000
Jan-van-gent	976	0,081	0,79	11,25	7	0,788
Dwergmeeuw	280	0,173	0,48	11,70	4,10	0,480
Grote mantelmeeuw	630	0,140	0,88	4,40	19,72	0,868

Omdat niet bekend is hoe groot het aantal slachtoffers is dat is gekoppeld aan de Bruine Bank is het niet mogelijk om kwantitatief te bepalen of de 1 % norm zal worden overschreden.

3 Kwalitatieve benadering in relatie tot cumulatieve effecten

Voor een meer kwalitatieve benadering van het effect van kavel III/IV van IJmuiden Ver op de populaties van de Bruine Bank is weinig informatie voorhanden. Het is bekend dat de Bruine Bank een ondieper gebied is, waardoor er waarschijnlijk meer vis en dus voedsel aanwezig is.

De Bruine Bank is met name van belang voor zeekoet en alk, aangezien 1 % van de Noordzeepopulatie in dit gebied voorkomt. Voor de andere soorten ligt dit percentage aanzienlijk lager. In die zin is de Bruine Bank minder belangrijk voor deze soorten en de effecten van aanvaringen op de Bruine Bank populatie zullen daarom minder snel doorwerken op de totale Noordzeepopulatie. Het is echter lastig om dit kwantitatief aan te tonen, hoewel de analyse van cumulatieve mortaliteit volgens de ALI-methodiek wel aanknopingspunten biedt. Uit die analyse (KEC4.0) volgt dat significante effecten door cumulatie van de aanwezige en geplande windparken kunnen worden uitgesloten, wat het onwaarschijnlijk maakt dat een individueel windpark wel een significant effect heeft op de betreffende vogelsoorten. Dit geldt niet alleen voor mortaliteit door aanvaringen, maar ook voor habitatverlies. Monitoring van de effecten kan meer duidelijkheid geven.

Conclusie

Geen van de drie beschreven benaderingen geven uitsluitsel over de effecten op Natura 2000-gebied Bruine Bank. Benadering 2 en 3 geven waarschijnlijk een meer realistisch beeld dan benadering 1 omdat rekening wordt gehouden met de bredere ruimtelijke context van de Noordzee populaties waaruit vogels slachtoffer kunnen worden. Op basis daarvan gaan we ervan uit dat significante effecten op alle zes de vogelsoorten niet waarschijnlijk zijn. Dit kan veranderen wanneer de aangepaste ALI-methodiek een andere uitkomst geeft met betrekking tot de cumulatieve effecten.

Broedvogels

Aanvaringen

Zoals beschreven in paragraaf 8.3.4 is alleen de kleine mantelmeeuw relevant als kwalificerende broedvogel van de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee. Voor de overige broedvogelsoorten van deze Natura 2000-gebieden ligt het windpark ver buiten hun actieradius. Ook voor de kleine mantelmeeuw geldt dat slechts een klein deel zeer lange foerageervluchten onderneemt. Camphuysen (1995) heeft berekend dat de dichtheid aan kleine mantelmeeuwen op zee afneemt met ongeveer 3 % per km van de broedkolonie. Ook zijn het vooral juveniele vogels die zeer lange vluchten op zee maken; het percentage adulte vogels op afstanden > 100 km bedraagt circa 57 % (Camphuysen 1995). Al met al is de kans dat een aanvaringslachtoffer onder kleine mantelmeeuw in windpark IJmuiden Ver betrekking heeft op een broedende adulte vogel uit één van de broedkolonies in de genoemde Natura 2000-gebieden vrij klein.

De mortaliteit onder kleine mantelmeeuw bedraagt 5,8 (SD=3,0) slachtoffers per kavel in het 20 MW scenario en 6,9 (SD=3,6) slachtoffers in het 15 MW scenario. Uitgaande van 43 % adulte vogels komt dit neer op 2,5 tot 3,0 slachtoffers onder volwassen kleine mantelmeeuwen in beide scenario's. Onder de aanname dat deze slachtoffers evenredig kunnen worden verdeeld over de drie Natura 2000-gebieden, is de

mortaliteit hooguit één adult slachtoffer per gebied per jaar. Daar komt bij dat een deel van de sterfte in het vroege voorjaar en late najaar plaatsvindt, en waarschijnlijk betrekking heeft op doortrekkende vogels die niet aan één van deze Natura 2000-gebieden zijn gebonden. Samenvattend heeft slechts een klein deel van de slachtoffers betrekking op de broedkolonies in de betreffende Natura 2000-gebieden; minder dan één adulte vogel per gebied per jaar.

De 1 %-norm voor kleine mantelmeeuw voor de drie relevante Natura 2000-gebieden is gegeven in . De data met betrekking tot de populatiegrootte per Natura 2000-gebied zijn afkomstig van Sovon en tonen het gemiddelde aantal broedparen in de jaren 2016 t/m 2020. Bij de berekening van de 1%-norm is simpelweg het aantal broedparen vermenigvuldigd met twee om tot het aantal adulte individuen te komen. Uit tabel 8.20 blijkt dat de 1 %-norm voor alle drie gebieden vele malen hoger ligt dan de verwachte mortaliteit als gevolg van kavel IV. Significante negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van Kleine mantelmeeuw in de drie relevante Natura 2000-gebieden kunnen daarmee worden uitgesloten.

Tabel 8.20 1 %-norm voor kleine mantelmeeuw voor de drie relevante Natura 2000-gebieden

Natura 2000-gebied	Broedparen	Nat. mort.	1 %-norm
Duinen Vlieland	3.359	0,086	5,8
Duinen Lage Land Texel	7.996	0,086	13,8
Waddenzee	17.207	0,086	29,6

Habitatverlies

Kleine mantelmeeuwen kunnen foerageervluchten tot >100 km vanuit hun kolonies ondernemen (Camphuysen, 1995, 2011, 2013) (Vanermen, et al., 2020) (Duijns, Helberg, Verstraete, Stienen, & Fijn, 2020), waardoor een aantal van de meest verre vliegers het windpark zouden kunnen bereiken. Voor alle andere Nederlandse (en Britse, Belgische en Duitse) broedvogels geldt dat windpark IJmuiden Ver buiten hun foerageerrange ligt. De kleine mantelmeeuw geldt als kwalificerende broedvogel voor de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee. Deze gebieden liggen op minder dan 100 km van het windpark. Daarnaast broedt de soort ook op kleinere afstanden, bijvoorbeeld in de haven van IJmuiden, waar vogels zijn uitgerust met GPS trackers, zodat hun foerageertochten in beeld zijn gebracht (Cottaar et al., 2022) net als voor vogels van Texel (Camphuysen, 2011). Voor vogels, uitgerust met GPS trackers in zowel IJmuiden als Texel geldt, dat IJmuiden Ver aan de uiterste grens ligt van hun foerageerrange: habitat voor deze meeuwen zal dus verwaarloosbaar klein zijn.

Als een broedende kleine mantelmeeuw het windpark zou bereiken, is de kans het grootst dat deze uit de meest nabijgelegen kolonie komt, die in de havenmond van IJmuiden. Dit is echter geen Natura 2000-gebied, al is de soort wel beschermd. De drie relevante, kwalificerende Natura 2000-gebieden voor de kleine mantelmeeuw als broedvogel zijn Duinen en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee. GPS tracks hebben echter uitgewezen dat broedvogels uit deze kolonies meest dwars voor hun broedeiland foerageren, en nauwelijks verder zuidelijk: vogels van Vlieland worden hier verdrongen door die van Texel (Ens et al., 2009), en deze weer door de vogels van IJmuiden (Camphuysen, 2011; Cottaar et al., 2022). Bovendien geldt, dat de dichtheid van kleine mantelmeeuwen op zee afneemt met ongeveer 3 % per km van de broedkolonie, waardoor er ter hoogte van IJmuiden Ver nog nauwelijks vogels overblijven die deze locatie vanaf hun nest zullen bereiken (Camphuysen, 1995). Hierdoor is habitatverlies voor broedende kleine mantelmeeuwen door de aanleg van windpark IJmuiden Ver zeer gering, en zullen vogels die het mogelijk betreft, vooral afkomstig zijn van de kolonie van IJmuiden, buiten Natura 2000-gebied.

In kavel IV van windpark IJmuiden Ver mogen in de maanden van het broedseizoen (april-juli) gemiddeld 52 kleine mantelmeeuwen worden verwacht. Op deze afstand tot de kust zal echter de meerderheid (~60 %) van de vogels hier geen broedvogel zijn, dus zijn slechts circa 20 vogels potentieel broedvogels (40 % van 52 vogels). Bij 100 % vermijding van het windpark en, als gevolg daarvan, 10 % sterfte, zullen er per kavel

jaarlijks twee broedvogels sterven door habitatverlies (worst case scenario). Wanneer deze twee vogels afkomstig zijn uit de meest nabijgelegen kolonie (Ijmuiden), worden er geen Natura 2000-doelstellingen geschonden. Zouden ze beide afkomstig zijn van Texel, wat gezien de grotere afstand en de verdringing van Texelse meeuwen door die uit Ijmuiden zeer onwaarschijnlijk is, dan nog blijft deze worst-worst case sterfte door habitatverlies ruim onder de 1 % norm. Voor de nog verder weg gelegen kolonies van Vlieland en nog verder in de Waddenzee geldt dit nog sterker. Significante negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van kleine mantelmeeuw in de drie relevante Natura 2000-gebieden kunnen daarmee worden uitgesloten.

De 1 %-norm voor kleine mantelmeeuw voor de drie relevante Natura 2000-gebieden en voor de kolonie in Ijmuiden is gegeven in tabel 8.21 (Sovon, en Cottaar et al., 2022) onder de aanname van een natuurlijke mortaliteit van 0,086. De kolonie Fort eiland ligt niet in een Natura 2000-gebied, waardoor voor deze kolonie deze normstelling eigenlijk niet geldt.

Tabel 8.21 De 1 %-norm voor kleine mantelmeeuw voor de drie relevante Natura 2000-gebieden en voor de kolonie in Ijmuiden

Natura 2000-gebied	Aantal broedvogels	1 %-norm
Waddenzee	34.414	29,6
Duinen Vlieland	6.718	5,8
Duinen Lage Land Texel	15.992	13,8
Ijmuiden Fort Eiland	circa 2.400	(2,1)*

Barrièrewerking

Barrièrewerking voor broedvogels die vanuit een kolonie op zee foerageren kan voor windpark Ijmuiden Ver worden uitgesloten. Het windpark bevindt zich op de uiterste grens van de foerageerrange van de soort die vanaf de Nederlandse kust het verst de zee op gaat, de kleine mantelmeeuw. Dit houdt in dat verwaarloosbare aantallen broedvogels verder de zee op gaan dan dit windpark en dus zal het windpark hen niet belemmeren op weg naar verder op zee gelegen foerageergebieden. 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 (M. Leopold, persoonlijke communicatie, 2022).

Indirecte effecten

Werkzaamheden ten behoeve van aanleg, onderhoud en verwijdering van het windpark kunnen in beginsel foeragerende broedvogels op zee storen in hun gedrag, maar de vogelsoort die die zou kunnen betreffen (de kleine mantelmeeuw) zal binnen het windpark eerder profiteren van scheepvaart (de soort is een scheepsvolger die soms prooi vangt in het schroefwater, maar zoekt ook lopend naar voedsel of pikt vis uit het water nabij het oppervlak) dan dat hij er last van ondervindt. Hetzelfde geldt voor turbulentie, opgewekt door getijdebewegingen in het zog van de turbinefundaties. De effecten van onderhoud middels schepen en van toegevoegde turbulentie worden als verwaarloosbaar beoordeeld.

Het windpark verschaft kleine mantelmeeuwen rustplaatsen en observatieposten om de omgeving te scannen die voor meeuwen in beginsel positief zullen uitpakken. Daarbij is er mogelijk een toename in kleine vis die als prooi kan dienen voor meeuwen, maar discards door visserij zullen ter plaatse in minder mate beschikbaar komen. Het foerageerlandschap zal veranderen, waarbij een afname aan discards de grootste impact zal hebben. Discards zijn echter een niet natuurlijk beschikbare voedselbron waardoor dit 'verlies' niet als negatief beoordeeld zou moeten worden.

8.4.4 Vleermuizen

Naast vogels komen ook vleermuizen regelmatig in aanvaring met windturbines. Er zijn echter geen waarnemingen van dodelijke slachtoffers van vleermuizen door offshore windparken gedocumenteerd. Dit betekent niet dat er ook geen aanvaringen zijn, het is namelijk niet mogelijk om onder offshore windturbines naar slachtoffers te zoeken (Solick & Newman, 2021). De mortaliteit onder vleermuizen in verschillende onshore windparken in West- en Centraal-Europa ligt tussen de 0-10 slachtoffers per turbine per jaar, hoewel sprake is van enkele uitschieters (Rydell et al., 2012). Net als bij vogels is de locatie en 'setting' van een windpark bepalend voor het aantal slachtoffers. Aangezien het hier om een offshore windpark op grote afstand van de kust gaat, zijn slechts enkele migrerende soorten relevant. In onshore windparken vallen de meeste vleermuislachtoffers in de nazomer (tussen augustus en september), wat overeenkomt met de migratieperiode van enkele soorten. De vroege zomer lijkt geen risicovolle periode te zijn, hoewel de mortaliteit tijdens de voorjaars trek niet altijd goed bekend is.

Verschiedende ecologische aspecten bepalen of een vleermuissoort gevoelig is voor aanvaringen met offshore windturbines. De vlieghoogte en de lokale vliegactiviteit zijn daarbij ook van belang. In een analyse van (Roemer et al., 2017) is op basis van vleermuisactiviteit, detectieafstand en het aantal aanvaringslachtoffers per soort een aanvaringsindex berekend. Deze is vervolgens gecorreleerd aan het vlieggedrag en de vlieghoogte van verschillende vleermuissoorten. Hoogvliegende soorten bleken logischerwijs gevoeliger voor aanvaringen met windturbines, waaronder de tweekleurige vleermuis, rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis. Deze soorten worden regelmatig op rotorhoogte (100 m en hoger) waargenomen.

Alle in Nederland voorkomende vleermuizen zijn streng beschermd onder artikel 3.5 van de Wet natuurbescherming. Hierdoor gelden voor vleermuizen strikte beoordelingscriteria bij ontheffingsaanvragen. Mogelijke negatieve effecten op vleermuizen betreft enkel mortaliteit door aanvaring of barotrauma. Bij vleermuizen is het effect van habitatverlies of barrièrewerking (nog) niet vastgesteld en zijn er juist tekenen dat windmolens een aantrekkende kracht hebben (Cryan et al., 2014). Binnen deze beoordeling worden alleen de soorten ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis meegenomen vanwege hun verwachte aanwezigheid.

Ruige dwergvleermuis

Deze soort behoort tot de frequentere aanvaringslachtoffers in West-Europese windparken, vanwege een relatief hoge vlieghoogte (tot > 100 m) en omdat dit een migrerende soort is die tijdens de trek diverse windparken kan tegenkomen. De aanvaringskans is dus relatief hoog. Het risico op aanvaringen is afhankelijk van de vliegactiviteit en vlieghoogte in het plangebied. In het kader van het KEC 1.0 (en ook toegepast in de opvolgende versies van het KEC) is het aantal aanvaringslachtoffers geschat op 1 vleermuis per offshore windturbine per jaar voor de zuidelijke Noordzee (Rijkswaterstaat 2015). Dit is gebaseerd op het feit dat de zee geen geschikt foerageergebied vormt waardoor de vliegactiviteit, en daardoor ook de verwachte mortaliteit, lager is dan boven land. Voor IJmuiden Ver kavel IV zou dit neerkomen op 50 tot 67 slachtoffers per jaar voor respectievelijk het alternatief A en alternatief B. Gebaseerd op de relatieve aanwezigheid van de relevante soorten (Leopold et al., 2014) is de mortaliteit per soort weergegeven in tabel 8.22.

Tabel 8.22 Mortaliteit per soort

Soort	Procent	15 MW	20 MW
ruige dwergvleermuis	95,7 %	64,1	47,9
rosse vleermuis	2,6 %	1,7	1,3
tweekleurige vleermuis	1,2 %	0,8	0,6

De exacte aantallen ruige dwergvleermuizen in Nederland zijn niet bekend, maar de aantallen tijdens de najaarsmigratie worden geschat op 50.000 tot 100.000 dieren (BIJ12, 2017, p. 12). Hier wordt uitgegaan van een gemiddelde van 75.000 dieren. Zoals eerder aangegeven is het niet bekend hoeveel dieren over zee trekken, en deze aantallen moeten primair ter indicatie worden gezien. Op basis van de 'vleermuizengraadmeter' van het [CBS en de Zoogdierverseniging](#) lijkt sprake te zijn van een matige toename van de populatie. Gebaseerd op een natuurlijke mortaliteit van 33 % (Dietz et al. 2007) komt de 1 %-norm op 248 slachtoffers per jaar. De mortaliteit in het windpark blijft daar ruim onder. Er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding.

Rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis

De populatie rosse vleermuizen in Nederland bestaat waarschijnlijk deels uit residente dieren en deels uit migrerende dieren. De exacte aantallen die over de Noordzee trekken zijn niet bekend. De populatiegrootte van de tweekleurige vleermuis is in Nederland erg klein, waarschijnlijk in de orde grootte van 100 tot 300 dieren (van Norren et al., 2020). Vanwege de onzekerheden met betrekking tot de aantallen kan geen nauwkeurige 1 %-norm worden berekend.

8.5 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

8.5.1 Vogels

Kavel IV aanleg/verwijdering

Verstoring aanleg/verwijdering

De aanleg- en verwijderingswerkzaamheden zijn tijdelijk en verspreid over een relatief klein gebied. De effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Verstoring door scheepvaart

De extra scheepvaartbewegingen tijdens de aanleg- en verwijderingsfase zijn tijdelijk en verspreid over een relatief klein gebied. De effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Tabel 8.23 Effectbeoordeling vogels - aanleg/verwijdering - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
vogels (alle groepen)	verstoring aanleg/verwijdering fundering	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door toegenomen scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Kavel IV gebruiksfase

Lokale zeevogels

Aanvaringen

De mortaliteit bij alternatief A ligt lager dan die bij alternatief B. Dit is een direct gevolg van de verschillende aantallen turbines die zijn doorgerekend (50 turbines van 20 MW in alternatief A versus 67 turbines van 15 MW in alternatief B). Het resultaat is dat bij de meeste soorten de mortaliteit bij alternatief B ongeveer 20 % tot 30 % hoger ligt dan bij alternatief A.

Alleen bij jan-van-gent overschrijdt de berekende mortaliteit per kavel de 1 %-norm bij de oorspronkelijke berekening. Bij de nieuwe berekening (zie paragraaf 8.4.1) is er geen sprake van een overschrijding van de 1 %-norm. Een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding van deze soort kan daarom worden uitgesloten.

Ook voor de andere zeevogels blijft de gezamenlijke sterfte voor kavel IV in het windpark dusdanig laag ten opzichte van de 1 %-norm dat negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten.

Alhoewel er een verschil is in het aantal aanvaringen worden beide alternatieven beoordeeld als licht negatief (0/-).

Habitatverlies

Het aantal vogels dat per jaar sterft als gevolg van het windpark IJmuiden Ver kavel IV in de gebruiksfase is voor alle soorten, behalve de zeekoet, minder zijn dan 10. Zeekoeten hebben de hoogste presentie in IJmuiden Ver en volgens deze berekeningsmethode zouden er hier jaarlijks 19 per kavel sterven als gevolg van habitatverlies, dit heeft echter geen effect op de gunstige staat van instandhouding. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Barrièrewerking

Voor lokale niet-broedende zeevogels zullen door windpark IJmuiden Ver kavel IV geen wezenlijke effecten van barrièrewerking optreden, omdat er voor deze soorten geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark een belemmering op de vliegroute kan vormen. Het effect wordt beoordeeld als neutraal (0) voor beide alternatieven.

Aanwezigheid van windturbines

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in windpark IJmuiden Ver kavel IV zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden. De effecten worden daarom als licht positief beoordeeld (0/+) voor beide alternatieven.

Verstoring door onderhoud windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan enige verstoring van zeevogels 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 beide alternatieven als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Broedvogels uit Natura 2000

Aanvaringen

Vanwege het voorkomen is alleen de kleine mantelmeeuw relevant als broedvogel. Voor de overige broedvogelsoorten ligt het windpark ver buiten hun actieradius. De 1 %-norm wordt voor deze soort niet overschreden waardoor negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten. Het effect wordt als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Habitatverlies

IJmuiden Ver ligt aan de uiterste grens van de foerageerrange van de kleine mantelmeeuw. Het gebied is dus niet zo heel belangrijk voor broedvogels, waardoor het effect van habitatverlies verwaarloosbaar klein is. Het effect wordt als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Barrièrewerking

Het windpark bevindt zich op de uiterste grens van de foerageerrange van de soort die vanaf de Nederlandse kust het verst de zee op gaat, de kleine mantelmeeuw. Dit houdt in dat verwaarloosbare aantallen broedvogels v rder de zee op gaan dan dit windpark en dus zal het windpark hen niet

belemmeren op weg naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Het effect wordt beoordeeld als neutraal (0) voor beide alternatieven.

Aanwezigheid van windturbines

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in een toekomstig windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals kleine mantelmeeuw. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform zouden rust- en eventueel broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. De effecten worden daarom als licht positief beoordeeld (0/+) voor beide alternatieven.

Verstoring door onderhoud 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 beide alternatieven als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Trekvogels

Aanvaringen

Voor de trekvogels blijft de mortaliteit voor kavel IV en ook de gezamenlijke sterfte voor beide kavels in het windpark dusdanig laag ten opzichte van de 1 %-norm dat negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten. 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 effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Barrièrewerking

In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen is minimaal in verhouding tot de totale trekroute. De effecten worden daarom voor beide alternatieven als neutraal beoordeeld (0).

Tabel 8.24 Effectbeoordeling vogels - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
lokale zeevogels	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)
	verstoring door windturbines	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)
	verstoring door onderhoud windpark	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
broedvogels uit Natura 2000	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)
	aanwezigheid windturbines	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)
	verstoring door onderhoud windpark	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
trekvogels	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)

8.5.2 Vleermuizen

Kavel IV gebruiksfase

Aanvaringsrisico/barotrauma

De mortaliteit van vleermuizen in kavel IV blijft ruim onder de 1 %-norm. Er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Tabel 8.25 Effectbeoordeling vleermuizen - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
vleermuizen	aanvaringsrisico/ barotrauma	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

8.6 Cumulatie

8.6.1 Criteria voor projecten die worden meegenomen

De volgende criteria staan ten grondslag aan de projecten die meegenomen dienen te worden in de cumulatietoets:

- projecten die overlappen met windpark IJmuiden Ver in ruimte en tijd;
- projecten die negatieve effecten hebben op beschermde soorten die vergelijkbaar zijn met de effecten die worden veroorzaakt door de voorgenomen activiteit;
- projecten van derden in Nederland waar een vergunning in het kader van de Wnb voor is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd of die ten dele zijn uitgevoerd¹. Dit kunnen allerlei typen projecten zijn, zoals windparken, zandwinning, scheepvaart en helikoptervluchten. Hiervoor wordt voor de Nederlandse projecten de Vergunningenbank van het ministerie van LNV gebruikt. Er wordt uitgegaan van de aanlegperiode 2026-2028 en operationele periode vanaf 2028. Het is de verwachting dat het windpark een levensduur heeft van ongeveer 30 jaar en tot 2057 operationeel zal zijn;
- in het kader van het KEC 4.0 zijn de cumulatieve effecten van aanvaringen en habitatverlies op de meest relevante vogelsoorten berekend. Hierin zijn alle bestaande en toekomstige windparken meegenomen, dus ook de parken die nog niet zijn vergund. De cumulatieve effectenbeoordeling voor deze onderdelen is gebaseerd op KEC 4.0 en wijkt dus af van het bovengenoemde criterium. Tijdens het opstellen van dit MER zijn er voor de jan-van-gent en de zilvermeeuw aanvullende berekeningen uitgevoerd, zie voor meer uitleg box 2.

¹ Op grond van art. 2.7, lid 3, Wnb jo. art. 2.8, lid 1-8, Wnb moeten effecten van een voorgenomen project of vast te stellen plan in cumulatie met effecten van andere plannen en projecten passend worden beoordeeld. De hoofdlijn in de jurisprudentie is al enige jaren dat de verplichting om deze cumulatieve beoordeling te verrichten alleen geldt voor projecten waarvoor een Wnb-vergunning is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd. Projecten waarvoor nog geen Nbw-vergunning is verleend worden, in beginsel, beschouwd als een toekomstige onzekere gebeurtenis en hoeven om die reden niet in deze beoordeling te worden betrokken. Effecten van projecten waarvoor een Wnb-vergunning is verleend en die reeds zijn uitgevoerd, worden geacht deel uit te maken van de autonome ontwikkeling, ten opzichte waarvan in een Passende Beoordeling de effecten van het voorgenomen plan of project worden beoordeeld.

8.6.2 Projecten die worden meegenomen in de cumulatietoets

In de vergunningenbank is op het moment van schrijven (d.d. juli 2022) één relevant project gevonden: Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Daarnaast zijn de overige windparken relevant voor de cumulatietoets, hiervoor is uitgegaan van de aanvullende Routekaart 2030¹ zoals gebruikt in KEC 4.0 en relevante internationale windparken.

Wind op Zee

Aanvullende Routekaart 2030 en KEC 4.0 cumulatie

In het KEC 4.0 zijn de cumulatieve effecten van de aanvullende Routekaart 2030 en de versnelling (KEC 4.0 cumulatie scenario) op de meest relevante vogelsoorten (aanvaringen en habitatverlies), vleermuissoorten (aanvaringen) en zeezoogdieren (onderwatergeluid) bepaald. Dit is het uitgangspunt voor de cumulatietoets in deze Natuurtoets. In KEC 4.0 is sprake van 3 scenario's, zie tabel 8.26.

Box 2 Aanvullende cumulatieve berekeningen

LNV heeft recent de ALI-werknormen zoals gehanteerd in het KEC 4.0 voor een aantal vogelsoorten aangepast; het gaat daarbij zowel om strengere, als om minder strenge normen. Ook zijn er soorten waar de norm niet is gewijzigd. Om te kunnen beoordelen of de impact onder de aangepaste ALI-normering blijft, was een nieuwe berekening nodig. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft Waardenburg Ecology daarom opdracht gegeven om de cumulatieve effecten van windparken op de Noordzee op vogels te berekenen, om een toetsing aan de nieuwe ALI-normen mogelijk te maken. De door te rekenen scenario's betreffen zowel het internationale als het nationale scenario.

De aanvullende berekeningen zijn alleen van toepassing op soorten waarvoor de ALI-werknormen strenger zijn geworden. Uit het aangeleverde overzicht met de aangepaste ALI-normen bleek dat deze voor dertien soorten strenger is geworden, voor vier soorten minder streng, en voor zes soorten gelijk is gebleven (Potiek en Giymes, 2023). De cumulatieve effecten zijn daarom opnieuw doorgerekend voor de volgende dertien soorten: rotgans, bergeend, roodkeelduiker, kanoet, grote jager, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, grote stern, visdief, zwarte stern, zeekoet, alk en spreuw.

In deze nieuwe cumulatieberekeningen zijn windparken meegenomen die voor de bouw van IJmuiden Ver operationeel zijn, oftewel tot en met 2027. Daarnaast zijn de huidige windparken Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amaliawindpark (PAWP) buiten beschouwing gelaten, omdat deze windparken naar verwachting in 2027 niet meer operationeel zijn. De resultaten van deze aanvullende berekeningen worden beschreven naast de oorspronkelijke resultaten uit het KEC 4.0 in paragraaf 8.6.4.

¹ Op grond van art. 2.7, lid 3, Wnb jo. art. 2.8, lid 1-8, Wnb moeten effecten van een voorgenomen project of vast te stellen plan in cumulatie met effecten van andere plannen en projecten passend worden beoordeeld. De hoofdlijn in de jurisprudentie is al enige jaren dat de verplichting om deze cumulatieve beoordeling te verrichten alleen geldt voor projecten waarvoor een Wnb-vergunning is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd. Projecten waarvoor nog geen Nbw-vergunning is verleend worden, in beginsel, beschouwd als een toekomstige onzekere gebeurtenis en hoeven om die reden niet in deze beoordeling te worden betrokken. Effecten van projecten waarvoor een Wnb-vergunning is verleend en die reeds zijn uitgevoerd, worden geacht deel uit te maken van de autonome ontwikkeling, ten opzichte waarvan in een Passende Beoordeling de effecten van het voorgenomen plan of project worden beoordeeld.

Tabel 8.26 Windparken van het Energieakkoord/Routekaart 2030 en aangewezen windenergiegebieden voor versnelling van de realisatie van windenergie op zee in de periode 2027 – 2030 in drie varianten, zoals gebruikt in KEC 4.0

Energieakkoord/routekaart 2030	Rekenvarianten 2027-2030 (versnelling – 2030)		
	I	II	III
Borssele III/IV	Hollandse Kust (west) zuidelijk deel	Hollandse Kust (west) zuidelijk deel	Hollandse Kust (west) zuidelijk deel
Borssele I/II	IJmuiden Ver kavels V en VI	IJmuiden Ver kavels V en VI	IJmuiden Ver kavels V en VI
Borssele V	Doordewind	Doordewind	Doordewind
Hollandse Kust (zuid) I/II	Lagelander	Lagelander	Lagelander
Hollandse Kust (zuid) III/IV		Nederwiek (zuid)	Nederwiek (zuid)
Hollandse Kust (noord)			Nederwiek (noord)
Hollandse Kust (west) VI/VII			
Ten noorden van de Waddeneilanden			
IJmuiden Ver			
Circa 10 GW	10,7 GW	12,7 GW	16,7 GW

Internationaal

Het internationale scenario in KEC 4.0 betreft de gerealiseerde en geplande aanleg van windparken op de Zuidelijke Noordzee in de jaren 2016 t/m 2030. Informatie is betrokken uit de 'SEANSE' studie¹ en van de website van 4C Offshore².

Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

In de (oorspronkelijke en aanvullende) Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee. TenneT is voornemens om twee metaansluitingen te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines uit de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. De projecten Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zijn gericht op de totstandkoming van deze twee verbindingen. Een derde verbinding, IJmuiden Ver Gamma, zal de voorgenomen kavels V en VI met het hoogspanningsnet op land verbinden.

De aanleg van de netten op zee Alpha en Beta vindt plaats tussen 1 maart 2024 tot 31 oktober 2028. Naar verwachting duurt de aanleg in zijn geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden.

8.6.3 Effecten voorgenomen activiteit

De volgende effecten van de voorgenomen activiteit worden meegenomen in de cumulatietoets:

- aanvaringen van vogels en vleermuizen;
- habitatverlies voor vogels.

¹ <https://www.msp-platform.eu/practices/testing-ceaf-common-environmental-assessment-framework-seanse-case-studies-impact>.

² <https://www.4coffshore.com/>.

8.6.4 Vogels

Mortaliteit door aanvaringen

In het KEC 4.0 zijn de cumulatieve effecten van aanvaringen van de Routekaart 2030 berekend¹. Voor de vogelsoorten waarvan de ALI-normering strenger is geworden zijn nieuwe aanvaringsaantallen berekend tot en met 2027 (zie Box 2 en Potiek & Gyimesi, 2023).

Zeevogels

Drieteenmeeuw

In cumulatie met de overige bestaande en (mogelijk) toekomstige Nederlandse windparken in de zuidelijke Noordzee ligt de totale mortaliteit tussen 364 – 425 vogels per jaar (rekenvariant I, II en III; (Potiek, IJntema, et al., 2022)). Alleen bij rekenvariant III is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI; voor de drieteenmeeuw is deze gelijk aan een achteruitgang van 15 % over 30 jaar ten opzichte van het nulscenario). Echter gaat de aanvullende Routekaart 2030 niet uit van een dergelijk grote opschaling, maar van een extra opgave van 10,7 GW (vergelijkbaar met rekenvariant I).

Dwergmeeuw

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 62 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 115 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Zilvermeeuw

In cumulatie met de overige Nederlandse windparken in de zuidelijke Noordzee ligt de totale mortaliteit in het KEC 4.0 tussen 219 – 236 vogels per jaar (rekenvariant I, II en III; (Potiek, IJntema, et al., 2022))(Potiek, Leemans, et al., 2022). In alle gevallen is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI; voor de zilvermeeuw is deze gelijk aan 10 % kans op een reductie met 15 % over 30 jaar ten opzichte van het nulscenario). Uit de aanvullende berekeningen conform Leemans et al. (2022) en Box 2 blijkt dat aanpassing van de tiplaagte geen groot effect op de uitkomsten van de populatiemodellen had. Bij het weglaten van TNW, OWEZ en PAWP is bij alle nationale scenario's (en een tiplaagte van 25 m) een overschrijding van de ALI drempelwaarde uit te sluiten. Voor het internationale scenario lag de causaliteitskans ook ruim onder de drempelwaarde, en daarom is de kans op een overschrijding van ALI voor de zilvermeeuw uit te sluiten.

Kleine mantelmeeuw

In cumulatie met de bestaande en (mogelijk) toekomstige Nederlandse windparken in de zuidelijke Noordzee ligt de totale mortaliteit tussen 139 – 153 vogels per jaar (rekenvariant I, II en III; (Potiek, IJntema, et al., 2022)). In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI).

Grote mantelmeeuw

In de aanvullende cumulatie berekeningen is voor het nationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 328 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 1570 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Jan-van-gent

De cumulatieve mortaliteit onder jan-van-gent in de verschillende offshore windparken op de (Nederlandse) Noordzee is berekend door Potiek, IJntema, et al. (2022). In het basisscenario (bestaande uit de bestaande en realistisch geachte windparken tot 2030) bedraagt de cumulatieve mortaliteit 1.183 slachtoffers per jaar; dit loopt op tot 1.690–1.925 in de drie rekenvarianten waarbij de verschillende zoekgebieden ook zijn meegenomen. Daarbij komt nog de mortaliteit door habitatverlies, dit ligt in de orde grootte van enkele tientallen vogels per jaar. Ten opzichte van de maximum aantallen bedraagt de additionele mortaliteit circa 4 % tot 6 % (Potiek, IJntema, et al., 2022). In alle gevallen is in het KEC 4.0 sprake van een overschrijding van

¹ [file:///C:/Users/NL46061/Downloads/kec-4-0-cumulative-effects-birds-collisions%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/NL46061/Downloads/kec-4-0-cumulative-effects-birds-collisions%20(2).pdf)

de Acceptable Level of Impact (ALI). Uit de aanvullende berekeningen conform Leemans et al. (2022) en Box 2 blijkt dat aanpassing van de tiplaagte voor IJmuiden Ver en het aanhouden van een ander cumulatiescenario voor de jan-van-gent geen gevolgen had voor de kwalitatieve uitkomst van de populatiemodellen: in alle scenario's is de ALI drempelwaarde nog steeds overschreden. De nieuwe slachtoffergetallen op basis van de nieuwe dichtheidskaarten en nieuwe uitwijkpercentages geven andere uitkomsten in de populatiemodellen. Voor zowel het nationale als het internationale scenario blijft de kans op een onacceptabele afname ruim onder de ALI drempelwaarde.

Grote jager

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 3 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 23 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Kleine jager

De cumulatieve mortaliteit onder deze soort bedraagt 0,09 slachtoffers per jaar in de drie rekenvarianten. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact.

Visdief

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 18 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 84 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Grote stern

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 21 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 47 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Trekvogels

Kleine zwaan

De cumulatieve mortaliteit onder kleine zwaan bedraagt 4 – 5 slachtoffers per jaar in de rekenvarianten I, II en III. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (Potiek, IJntema, et al., 2022).

Rotgans

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 24 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 73 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Bergeend

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 58 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 345 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Wulp

De cumulatieve mortaliteit onder wulp bedraagt 151 – 182 slachtoffers per jaar in de rekenvarianten I, II en III. In geen van deze rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (Potiek, IJntema, et al., 2022).

Kanoet

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 152 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 900 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Rosse grutto

De cumulatieve mortaliteit onder rosse grutto bedraagt 164 – 199 slachtoffers per jaar in de rekenvarianten I, II en III. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (Potiek, IJntema, et al., 2022).

Zwarte stern

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 8 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 22 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Spreeuw

Voor het nationale scenario is een cumulatieve mortaliteit van 2.729 vogels per jaar berekend en voor het internationale scenario een cumulatieve mortaliteit van 16.175 vogels per jaar. In geen van de rekenvarianten is sprake van een overschrijding van de Acceptable Level of Impact (ALI) (Potiek & Gyimesi, 2023).

Conclusie mortaliteit door aanvaringen

In zowel het nationale scenario als het internationale scenario is er geen sprake van een overschrijding van de ALI-normen door aanvaringen. Er is geen sprake van cumulatieve effecten door aanvaringen.

Habitatverlies

In het nationale scenario is er geen sprake van een overschrijding van de ALI-normen, er is geen sprake van cumulatieve effecten door habitatverlies. De grootste aantallen van deze soorten zijn in Nederland in de wintermaanden aanwezig, de aantallen in het zomerhalfjaar zijn laag. Dit is ook de reden dat in het nationale scenario het aantal slachtoffers voor de alk en de zeekoet in Nederland relatief laag is, en de ALI-normen niet worden overschreden. Op basis hiervan kan een significant negatief effect op het niveau van Nederland uitgesloten worden.

In het internationale scenario is er sprake van een overschrijding van de nieuwe ALI-norm voor zeekoet en alk, dit cumulatieve effect wordt bijna uitsluitend veroorzaakt door habitatverlies. In Potiek & Gyimesi (2023) wordt een aantal kennisleemtes beschreven met betrekking tot de effecten door habitatverlies. Hierdoor worden zeer voorzichtige aannames gehanteerd bij het bepalen van de effecten. In het geval van de alk en de zeekoet heeft de aanscherping van de ALI-normen plaatsgevonden vanwege de kennisleemtes in de effecten van habitatverlies, en niet vanwege een slechte of matige staat van instandhouding. Daarmee worden dus niet alleen in de slachtofferberekeningen worst-case aannames gehanteerd, maar ook in de toetsing van de effecten door de strenge ALI-normen. In feite wordt hierdoor twee keer rekening gehouden met de onzekerheid in verwachte effecten. Op basis hiervan is het veilig te stellen dat de cumulatieve effecten van Nederlandse offshore windparken zeker geen significant impact zullen hebben op de alk en de zeekoet, en het is aannemelijk dat ook de beoordeling van internationale windparken tot een andere uitkomst zal leiden als de worst-case aannames beter afgestemd zijn (Potiek & Gyimesi, 2023).

In het kader van het project Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta worden kabels aangelegd, waarbij de bodem wordt verstoord en er verstoring door schepen plaatsvindt. Dit zou een tijdelijk verlies van foerageergebied tot gevolg kunnen hebben. In totaal (Alpha en Beta) gaat het om 2.076 ha verstoord oppervlak. De verstoringsoppervlaktes van alle drie de projecten gecumuleerd levert een verstoring op van 2.090 ha. Dit betreft in totaal ongeveer 0,04 % van het gehele NCP, waarbij het aandeel van windpark IJmuiden Ver zeer klein is. Aangezien het gaat om een zeer klein oppervlak en een tijdelijke verstoring kunnen cumulatieve effecten van habitatverlies door bodemverstoring en verstoring door scheepvaart worden uitgesloten.

8.6.5 Vleermuizen

Mortaliteit door aanvaringen

Gebaseerd op de inschatting van één vleermuisslachtoffer per offshore turbine per jaar, wordt de cumulatieve mortaliteit onder vleermuizen in de windparken in de zuidelijke Noordzee geschat op

circa 8.000 slachtoffers (Leopold *et al.* 2014). In de berekeningen voor het KEC 4.0 (Appendix 1 in Potiek *et al.* 2022) komt het totaal aantal turbines op 8.985, waarmee het aantal cumulatief slachtoffers onder vleermuizen op een gelijk aantal zou komen. Indien gemakshalve van 9.000 slachtoffers wordt uitgegaan, kan een inschatting worden gemaakt van de mortaliteit per soort:

- 95,7 % ruige dwergvleermuis = 8.613 slachtoffers;
- 2,6 % rosse vleermuis = 234 slachtoffers;
- 1,2 % tweekleurige vleermuis = 108 slachtoffers.

Voor ruige dwergvleermuis komt de Potential Biological Removal (PBR) op een waarde van 675 slachtoffers per jaar (gebaseerd op een R_{max} van 3,6 % per jaar, een populatie van 75.000 dieren en een recovery factor van 0,5). Voor rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis kan geen PBR worden bepaald omdat niet bekend is hoeveel dieren over de Noordzee trekken, maar logischerwijs is de PBR waarde voor deze soorten, en met name voor de schaarse tweekleurige vleermuis, aanzienlijk lager dan die voor ruige dwergvleermuis.

Het is duidelijk dat de PBR norm voor ruige dwergvleermuis ruimschoots wordt overschreden door de cumulatieve mortaliteit. Om onder de PBR te komen zou een reductie in mortaliteit met 92 % behaald moeten worden. Hoewel met een goed ontworpen stilstandvoorziening een dergelijke reductie in onshore windparken niet onmogelijk is, vindt in offshore windparken een groter deel van de vliegactiviteit plaats bij hogere windsnelheden, waardoor een stilstandvoorziening onevenredig streng zou moeten zijn om tot een hoge reductie van de mortaliteit te komen (zie Boonman, 2018 voor meer details). Uitgaande van een maximum reductie van circa 40 % (Boonman, 2018) blijft de voorziene mortaliteit ver boven de PBR norm. Negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding zijn daarom in cumulatie niet uit te sluiten.

8.7 Mitigerende maatregelen

8.7.1 Vogels

Om het aantal aanvaringslachtoffers te beperken zijn diverse mitigerende maatregelen mogelijk. In grote lijnen komen de opties voor mitigatie neer op de volgende maatregelen:

- verhogen zichtbaarheid van de turbines (bijvoorbeeld zwarte wijk, UV, violet etc.);
- toepassing slim cameradetectiesysteem gekoppeld aan stilstandvoorziening;
- periodieke stilstandvoorziening in de meest kritische perioden;
- keuze turbintype met gunstiger verhouding tussen energieopbrengst en aantal aanvaringslachtoffers (tiplaagte).

In onderstaande secties worden bovenstaande maatregelen in meer detail besproken. Met name de eerste twee opties bevinden zich nog enigszins in een experimenteel stadium en de effectiviteit ten aanzien van de relevante soorten is op dit moment onvoldoende duidelijk. De derde optie (stilstand in de kritische periode) is logischerwijs een effectieve maatregel, maar gaat wel gepaard met verminderde energieopbrengst.

Zichtbaarheid turbines

De eerste mogelijkheid die hier wordt genoemd is om één van de drie rotorbladen zwart te verven, waardoor de ronddraaiende bladen beter zichtbaar worden voor (overdag vliegende) vogels. Op het Noorse eiland Smøla, waar zich een hoge dichtheid aan Zeearenden bevindt en ook een windpark staat, zijn hiermee veelbelovende resultaten geboekt. Op Smøla leidde deze maatregel tot een zeer sterke reductie van het aantal slachtoffers onder de zeearend en enkele andere soorten (Hardwoord & Perrow, 2019; May *et al.*, 2020).

Het voordeel van deze vorm van mitigatie is dat het een relatief eenvoudige en goedkope manier is om, indien effectief, de mortaliteit te reduceren. Er is immers geen sprake van een vorm van stilstandvoorziening. Daar staat tegenover dat (nog) niet bekend is wat de effectiviteit is bij een breder soortenspectrum, waaronder zeevogels. Op het moment van schrijven loopt een driejarig onderzoek in windpark Eemshaven om de effectiviteit ook onder andere soortgroepen nader te onderzoeken. Dit windpark is in grootte

vergelijkbaar met kavel III - windpark Eemshaven bestaat uit 54 windturbines. Wel bevindt dit windpark zich op land en niet op zee.

Cameradetectie

Een tweede optie is het toepassen van een slim cameradetectiesysteem dat langsvliegende vogels kan herkennen en op die momenten de turbines tijdelijk stil kan zetten. Het voordeel van een dergelijk cameradetectiesysteem is dat een zeer gerichte manier van stilstand kan worden bereikt, in tegenstelling tot een generieke stilstandvoorziening (zie volgende paragraaf) waarbij de turbines stilstaan ongeacht de aanwezigheid van vogels nabij het windpark. Deze systemen zijn nog volop in ontwikkeling, het is de verwachting dat de effectiviteit in de komende jaren zal verbeteren. Voor een overzicht en details van een aantal systemen, zie ORJIP (2022).

Stilstandvoorziening

De meest zekere vorm van mitigatie is het tijdelijk stilzetten van de turbines in de meest risicovolle perioden. Een dergelijke vorm van mitigatie kan effectief zijn indien sprake is van duidelijk afgescheiden perioden met hoge aanvaringsrisico's, zoals tijdens de seizoensmigratie van trekkende zangvogels of vleermuizen (Bouten *et al.* 2020, Smallwood & Bell 2020). Het nadeel van een stilstandvoorziening is logischerwijs het verlies aan energieopbrengst. Afhankelijk van de wijze waarop een stilstandvoorziening wordt ingevuld kan dit een kostbare vorm van mitigatie betekenen. Wanneer er sprake is van een langere periode van stilstand, waardoor de opbrengst daalt.

Turbinetype

De keuze voor een bepaald turbinetype kan consequenties hebben voor de aanvaringsrisico's. De grootte van de turbine is van invloed op de aanvaringskans. Een belangrijke factor hierbij is de tiplaaagte, i.e. de hoogte tussen het zeewater en de onderkant van de rotorzone. Afhankelijk van de vlieghoogte van de betreffende soort kan een verschuiving in tiplaaagte relatief veel effect hebben. Met name voor laagvliegende soorten kan een verhoging van de tiplaaagte (waarbij de afstand tussen de rotorbladen en de zee dus groter wordt) effectief zijn om aanvaringsrisico's te reduceren. Voor soorten die vaak hoger (op rotorhoogte) vliegen, zoals grote meeuwen, heeft een dergelijke maatregel waarschijnlijk minder effect. Ook de afmetingen van de rotorbladen en daarmee samenhangend, de draaisnelheid, zijn van belang. Logischerwijs is het aantal turbines een bepalende factor: uit de analyses in dit hoofdstuk komt naar voren dat in het scenario met 50 turbines van 20 MW de mortaliteit in het algemeen lager ligt dan in het scenario van 67 turbines van 15 MW.

Verschillende studies hebben aangetoond dat vanuit ecologisch oogpunt een klein aantal (grote) turbines met hoog vermogen vaak te prefereren is boven een groter aantal (minder grote) turbines met een geringer vermogen (e.g. Thaxter *et al.*, 2017). Indien niet het aantal turbines maar het aantal MW als uitgangspunt wordt genomen, zijn bij grote turbines minder turbines nodig om hetzelfde gezamenlijke vermogen te halen. Bovendien neemt bij een grotere turbine de opbrengst in MW verhoudingsgewijs sneller toe dan het aantal slachtoffers. Grote turbines hebben dus vaak een gunstiger mortaliteit per MW dan kleine turbines. Een kanttekening hierbij is het belang van de tiplaaagte: veel zeevogels vliegen relatief laag boven het water en turbines met een lage tiplaaagte kunnen daardoor een onevenredig groot effect hebben op laagvliegende soorten.

8.7.2 Vleermuizen

Uit de literatuur en eerder onderzoek is bekend dat de vliegactiviteit van vleermuizen het hoogst is tijdens nachten met weinig wind en temperaturen hoger dan ongeveer 12 °C. Vrijwel alle vliegactiviteit vindt plaats bij windsnelheden lager dan 5-6 m/s (Ahlén *et al.*, 2007; Cryan *et al.*, 2014) (Gray *et al.* 2012, Limpens *et al.* 2013). Het effect van windsnelheid op vliegactiviteit is echter soortspecifiek: Ruige dwergvleermuis is wat toleranter voor hogere windsnelheden dan gewone dwergvleermuis (Limpens *et al.* 2013). De relatie tussen windsnelheid en vliegactiviteit biedt mogelijkheden voor mitigatie. De meeste moderne turbines hebben een 'cut-in speed' (windsnelheid waarbij de turbine gaat draaien) van circa 3 m/s; indien deze cut-in speed wordt verhoogd naar 5-6 m/s betekent dit dat er vrijwel geen vleermuizen meer vliegen als de turbine operationeel

is. Een hogere cut-in speed betekent dus minder risico op aanvaringen en daardoor een substantieel lagere mortaliteit. In de VS is de effectiviteit van een verhoging van de startsnelheid uitvoerig onderzocht en blijkt bij onshore turbines een reductie van de mortaliteit tussen 44 % en 93 % haalbaar (Arnett et al., 2011; Baerwald et al., 2009). Tegelijkertijd is het rendementsverlies van de turbines gering vanwege het lage rendement bij lage windsnelheden.

Bij offshore turbines is de effectiviteit van een stilstandvoorziening lager dan bij onshore turbines: migrerende vleermuizen boven open zee hebben geen keuze dan door te blijven vliegen. Daarnaast is van belang dat het soortenspectrum op zee gedomineerd wordt door soorten als ruige dwergvleermuis en (in veel mindere mate) rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis. Dit zijn soorten die vaak op relatief hoog vliegen en bij hogere windsnelheden dan laagvliegende soorten als bijvoorbeeld gewone dwergvleermuis of laatvlieger. Bij een windsnelheid van 5 m/s kan dus sprake zijn van nog relatief veel vliegactiviteit van vleermuizen. Dit houdt in dat een offshore stilstandvoorziening minder effectief zal zijn, of strenger moet zijn, dan bij onshore windturbines. (Boonman, 2018) heeft berekend dat bij offshore windparken bij optimalisatie van de stilstandparameters een maximale reductie in mortaliteit van circa 40 % haalbaar is.

Omdat de omstandigheden verder offshore anders zijn dan de omstandigheden dicht bij de kust hebben (Boonman & Japink, 2022) een stilstandvoorziening ontwikkeld voor windpark IJmuiden Ver. Daarin is aangegeven welke stilstandparameters nodig zijn om een reductie in mortaliteit van 40 % te realiseren.

8.8 Leemten in kennis

De leemten in kennis die uit voorgaande beoordelingen volgen zijn:

- er spelen onzekerheden ten aanzien van de ontwijkingskansen, i.e. de kans dat een vogel succesvol een turbine weet te ontwijken. Aanvaringsmodellen zijn zeer gevoelig voor de ontwijkingskansen: ter illustratie, een ontwijking van 98 % levert een dubbele mortaliteit op ten opzichte van een ontwijking van 99 %. Onzekerheden hebben onder andere betrekking op verschillen tussen ontwijking buiten het windpark (macro-avoidance) en daarbinnen (meso- en micro-avoidance), verschillen tussen horizontale en verticale ontwijking, de invloed van lokale omstandigheden, etc. Voor een recent overzicht van de leemten in kennis ten aanzien van ontwijking, zie Cook et al. (2018);
- naast de ontwijkingskans is ook de vlieghoogteverdeling een belangrijke parameter die van invloed is op de uiteindelijke mortaliteit. Aangezien veel zeevogels met name in de lagere hoogteklassen vliegen, is het percentage vliegbewegingen rondom de tiplaagte van grote invloed op het aantal berekende aanvaringssslachtoffers. Conform het KEC 4.0 is voor de meeste soorten gebruik gemaakt van de data van Johnston et al. (2014) maar voor jan-van-gent en grote mantelmeeuw zijn aanvullende data gebruikt. Het is niet bekend in hoeverre de gebruikte dataset tot verschuivingen in het berekende aantal slachtoffers heeft geleid;
- in tegenstelling tot windparken op land is het bij offshore windparken niet mogelijk om de aantallen slachtoffers nauwkeurig te monitoren door middel van veldonderzoek. Mogelijk kunnen technieken als het gebruik van sensoren en camera's deze kennisleemte de komende jaren verder helpen invullen;
- voor trekvogels ontbreekt soortspecifieke informatie over de trekbewegingen over zee, zoals de exacte routes, herkomst, aantallen en vlieghoogtes;
- op het moment van opstellen van dit MER staat de Acceptable Level of Impact (ALI) ter discussie. Het is mogelijk dat uit nieuwe aanvaringsberekeningen blijkt dat cumulatieve effecten op bepaalde soorten niet kunnen worden uitgesloten;
- in milieueffectrapportages van offshore windparken wordt habitatverlies normaliter gekwantificeerd op basis van de aanname dat 10 % sterfte plaatsvindt onder verstoorde vogels, wat wordt opgeteld bij de sterfte door aanvaringen. De effecten van verstoring zijn echter soortspecifiek en het is onbekend in welke mate deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid;
- data ontbreken ten aanzien van verstoring en barrièrewerking tijdens de aanlegwerkzaamheden;
- langetermijneffecten zijn niet bekend, zeker in cumulatie met de realisatie van andere windparken en overige activiteiten op de Noordzee;
- de aanvaringsrisico's onder vleermuizen bij offshore windparken zijn niet goed bekend. Bij windparken op land is in de laatste jaren veel gemonitord op slachtoffers onder vleermuizen, maar dit is niet mogelijk

bij windparken op zee (zie boven). De mortaliteit is dus gebaseerd op expert judgement en niet op monitoringsgegevens;

- een wezenlijke kennisleemte heeft betrekking op de aantallen vleermuizen die over de Noordzee trekken. Het gaat hierbij vooral om ruige dwergvleermuis, en in mindere mate om rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis die in veel lagere aantallen offshore worden waargenomen. Vanwege deze kennisleemte is het niet goed mogelijk om de populatiegrootte te duiden waartegen de sterfte kan worden afgezet.

9

ONDERWATERLEVEN

9.1 Aanpak onderzoek

Het beoordelingskader voor onderwaterleven is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 9.1 Beoordelingscriteria onderwaterleven

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
Onderwaterleven		
aanleg/verwijdering windpark		
bodemdieren en vissen	verstoring van de bodem	verstoord oppervlak in km ²
	verstoring, door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	verstoord oppervlak in km ²
zeezoogdieren	verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	verstoord oppervlak in km ² aantal verstoorde dieren (bruinvisverstoringdagen) effect op populatie
	fysieke aantasting (tijdelijke gehoorbeschadiging)	aantal aangetaste dieren
gebruik windpark		
bodemdieren en vissen	verstoring door geluid en trillingen turbines	kwalitatief effect
	verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	kwalitatief effect
	habitatverlies door aanwezigheid turbines	oppervlak dat verloren gaat
	elektromagnetische straling	kwalitatief effect
	afwezigheid van bodemberoerende activiteiten (visserij)	kwalitatief effect op aantal soorten en biomassa
	toevoegen hard substraat	kwalitatief effect op aantal soorten en biomassa
zeezoogdieren	verstoring door geluid en trillingen turbines	kwalitatief effect
	verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	kwalitatief effect
	barrièrewerking, habitatverlies	kwalitatief effect
	elektromagnetische straling	kwalitatief effect

De effecten van de twee alternatieven worden op basis van 5 puntsschaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

Bodemdieren en vissen

Onderzocht wordt welke effecten te verwachten zijn van (mogelijk) aanwezige soorten (worst-case-benadering) en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor bodemdieren en vissen. De volgende effecten worden in het MER behandeld:

- effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of verwijdering;
- effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling;
- effecten van elektromagnetische straling;
- effect van de aanwezigheid van harde structuren, en;
- effect van het verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in het windpark.

Zeezoogdieren (zeehonden en bruinvissen)

De volgende typen effecten zullen beschreven worden:

- effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of verwijdering;
- effecten van verlies aan foeragemogelijkheden (verstoring en habitatverlies);
- effecten van barrièrewerking;
- effecten van elektromagnetische straling, en;
- fysieke aantasting (temporary threshold shift (TTS)).¹

Voor zeehonden (grijze en gewone zeehond) zijn ligplaatsen, foerageergebieden en migratiegebieden op zee van belang. 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.

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 de kavel in het gebied IJmuiden Ver en met overige projecten en activiteiten, zowel in tijd als in ruimte. Hierbij wordt naar sterfte, verstoring en 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) wordt beïnvloed. In de beoordeling kan ook zwemsnelheid van de betrokken soorten een factor van belang zijn.²

In het MER is gebruik gemaakt van de dichtheidsgegevens 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. Op basis hiervan wordt het aantal verstoringdagen berekend. Voor het kwantificeren van effecten op populaties kan gebruik worden gemaakt van het Interim PCoD model.³

¹ Uit de berekeningen die in de voorbereiding van het KEC 4.0 zijn uitgevoerd, volgt dat permanente effecten op het gehoor (PTS: permanent threshold shift) voor zeezoogdieren zijn uit te sluiten.

² Zie in dit verband bijvoorbeeld: (Kastelein, Van de Voorde, & Jennings, 2018).

³ In KEC 4.0 zal voor het kwantificeren van effecten op zeehond populaties gebruik worden gemaakt van het Interim PCoD model, waarvan in 2019 ook voor zeehonden een volledige update is gepubliceerd. Ten behoeve van het KEC 4.0 zullen dus, net als voor bruinvissen, effecten van de constructie van windparken op zee op de populaties van gewone en grijze zeehonden worden berekend. Dit maakt het ook mogelijk om de resultaten van deze berekeningen te toetsen aan een ecologische effectnorm voor zeehonden.

Ingreep-effectrelaties

Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door aanleg en gebruik van windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste ingreep-effectrelaties voor onderwaterleven. De belangrijkste te verwachten effecten betreffen:

Tabel 9.2 Ingreep-effectrelaties onderwaterleven

Ingreep	Projectfase			
	Aanleg	Gebruik	Gevolg	Effect
varen met werkschepen	x		geluid/beweging	verstoring bodemdieren, vissen en zeezoogdieren
plaatsen funderingen, erosiebescherming en bekabeling	x		geluid en trillingen aanleg	verstoring bodemdieren, vissen en zeezoogdieren
	x		bodemberoering	verstoring bodemdieren en vissen
aanwezigheid van windturbines en bekabeling		x	ruimtebeslag	habitatverlies en verandering foerageermogelijkheid en zeezoogdieren
		x	barrièrewerking	kwalitatief effect bodemdieren, vissen en zeezoogdieren
		x	geluid/beweging van windturbines en schepen die nodig zijn voor onderhoud	verstoring zeezoogdieren
		x	elektromagnetische straling	verstoring bodemdieren, vissen en zeezoogdieren
		x	aanwezigheid harde structuren	aanwas hardsubstraatsoorten
		x	afwezigheid bodemberoerende activiteiten (visserij)	verstoring bodemdieren en vissen

9.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

Om de bandbreedte aan milieueffecten op het onderwaterleven in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen.

Voor de effecten op onderwaterleven is voornamelijk onderwatergeluid van belang. Dit geldt zowel voor benthos, vissen als zeezoogdieren. Onderwatergeluid ontstaat bij de plaatsing van funderingen tijdens de aanleg van het windparken. Denk hierbij aan heien, intrillen of boren (zie ook bijlage II), waarbij heien het meeste geluid genereert. Naast onderwatergeluid is voor benthos ook het verstoord bodemoppervlak van belang. Hoe groter dit oppervlak, hoe meer bodemfauna er verstoord kan worden.

Vanuit onderwatergeluid kan derhalve gesteld worden dat hoe minder windturbines (met funderingen) er geplaatst worden hoe kleiner het verwachte effect op onderwaterleven. De verstoring treedt dan immers minder lang op. Daarbij is het nog niet bekend welke type fundering het meeste geluid produceert. Dat is onderwerp van studie. Hierbij wordt de benodigde heitijd per funderingstype betrokken. Bij gravity based

funderingen hoeft er niet geheid te worden, er is dan geen sprake van onderwatergeluid. In het KEC 4.0 is uitgegaan van het heien van monopalen. Uitgangspunt is dat er één fundering per dag geheid wordt.

Op basis hiervan is gekomen tot de volgende bandbreedte voor de twee alternatieven:

Tabel 9.3 Alternatieven A en B onderwaterleven

	Alternatief A (bestcase)	Alternatief B (worstcase)
aantal en vermogen	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
rotordiameter	280 m	236 m
tiplaagte	25 m	25 m
tiphoogte	305 m	261 m
ashoogte	165 m	143 m
funderingstype	Gravity based	Monopaal/jacket/tripile

Daarnaast is het zo dat als gevolg van de aanleg van windturbines het oppervlak zacht substraat (zeebodem) afneemt ten opzichte van het oppervlak hard substraat (fundering inclusief erosiebescherming). Oppervlakteverlies van zacht substraat kan een negatief effect hebben op zacht substraatsoorten, oppervlakte toename van hard substraat kan aan de andere kant weer positieve effecten hebben op hard substraatsoorten. Deze effecten zijn in het kader van dit MER nader onderzocht. Voor de aanleg van kabels wordt uitgegaan van een minimum diepteligging van 1 m om beschadigingen te voorkomen.

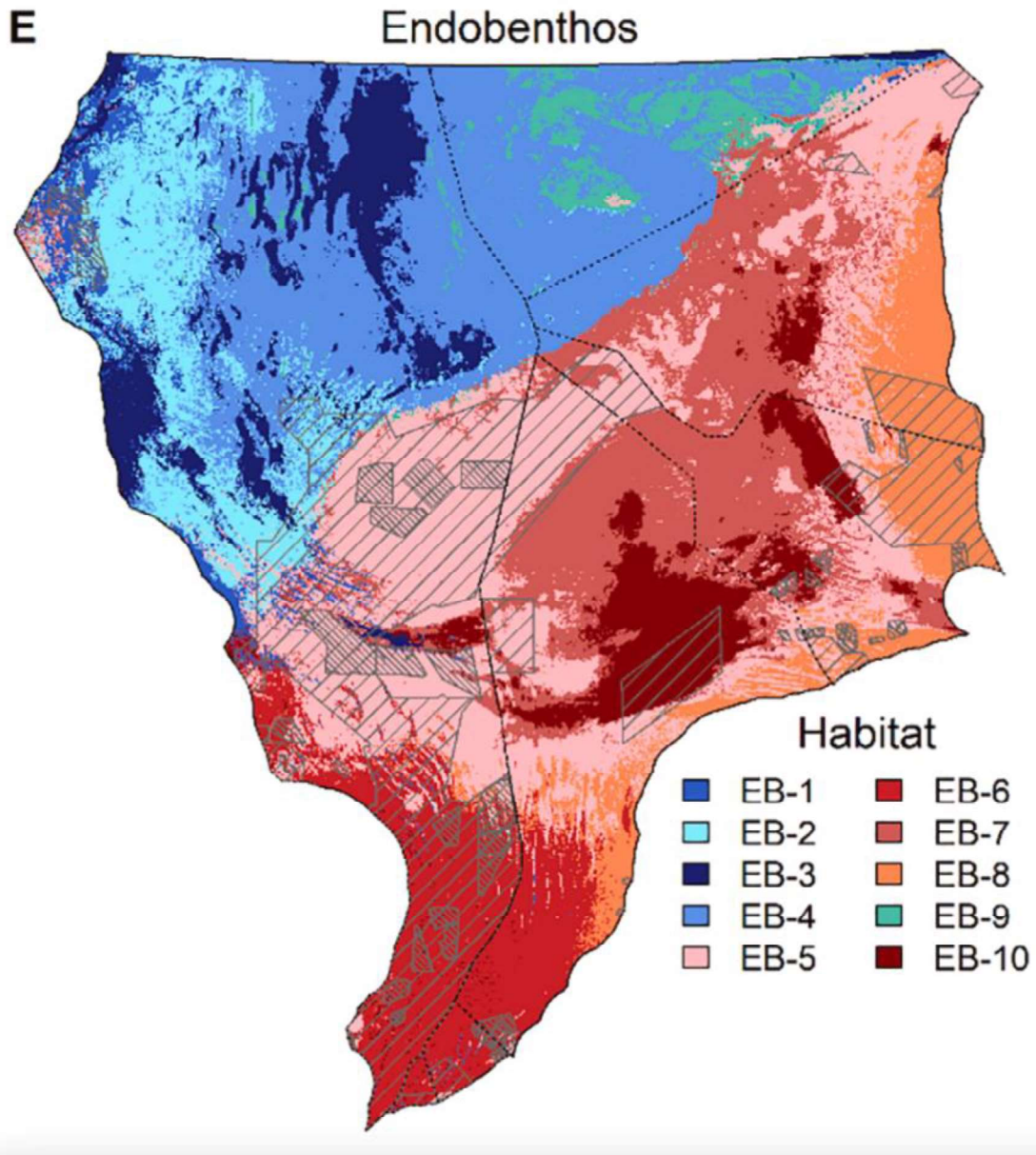
9.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

9.3.1 Bodemdieren

De bodemgemeenschap is een samenstelling van endobenthos (levend in de bodem, veelal wormachtigen en schelpdieren) en epifauna (levend op de bodem, bijvoorbeeld schelpdieren, zeesterren en krabben). De biodiversiteit is over algemeen hoger in noordelijke deel van het NCP, met name bij de Doggersbank en Oestergronden (Bos, et al., 2011). Recent onderzoek heeft de verschillende bodemhabitats van de gehele Noordzee in kaart gebracht, zie afbeeldingen 9.1 en 9.2 (van der Reijden et al., 2021). Bij dit onderzoek zijn op basis van statistische analyse onderscheidende gemeenschappen vastgesteld. Hieruit volgen dominante soorten en bepalende factoren voor het voorkomen van de gemeenschap, maar de ecologische functie van de gemeenschap kan niet worden bepaald aan de hand van deze methode. Rond het plangebied komen drie endobenthische gemeenschappen (EB-5, 6, 8, tabel 9.4) voor en drie epifauna gemeenschappen (EF-9, 11, 12, tabel 9.5). De dominante soorten in de verschillende gemeenschappen zijn zeer algemeen. Het betreft verschillende vlokreeften en wormachtigen in de endobenthische gemeenschappen. Deze gemeenschappen worden gevormd door hoog dynamische omstandigheden, beperkte stratificatie en een grotere variatie in saliniteit en temperatuur (met name EB-8 (van der Reijden et al., 2021), zie ook annex van dit onderzoek). Deze soorten zijn aangepast aan een hoge dynamiek en kunnen vaak snel herkoloniseren na verstoring.

Rond het plangebied IJmuiden Ver worden drie epifauna-gemeenschappen onderscheiden (van der Reijden et al., 2021). Met name EF-11 komt veel voor, als uitloper van de bruine bank. Verschillende zeesterren en mosdiertjes zijn hier dominant (tabel 9.5). De gemeenschap wordt gevormd door een relatief grote invloed van wind en getijdenstroming (van der Reijden et al., 2021). EF-9 kent een nog hogere dynamiek, waarbij naast eerder genoemde factoren, variatie in temperatuur en saliniteit de gemeenschap bepalen. Hier kan enkel de gewone zeester (*Asterias rubens*) als dominante soort worden aangewezen. Daarnaast komen er verschillende zeesterren en mosdiertjes voor. EF-12 komt in beperkte oppervlaktes voor, waarbij de kleine zeeappel (*Psammechinus miliaris*) een dominante soort is.

Afbeelding 9.1 Endobenthos (levend in de bodem) van de Noordzee. Rond het plangebied komen verschillende gemeenschappen voor (EB-5, EB6 en EB-8) (van der Reijden et al., 2021)

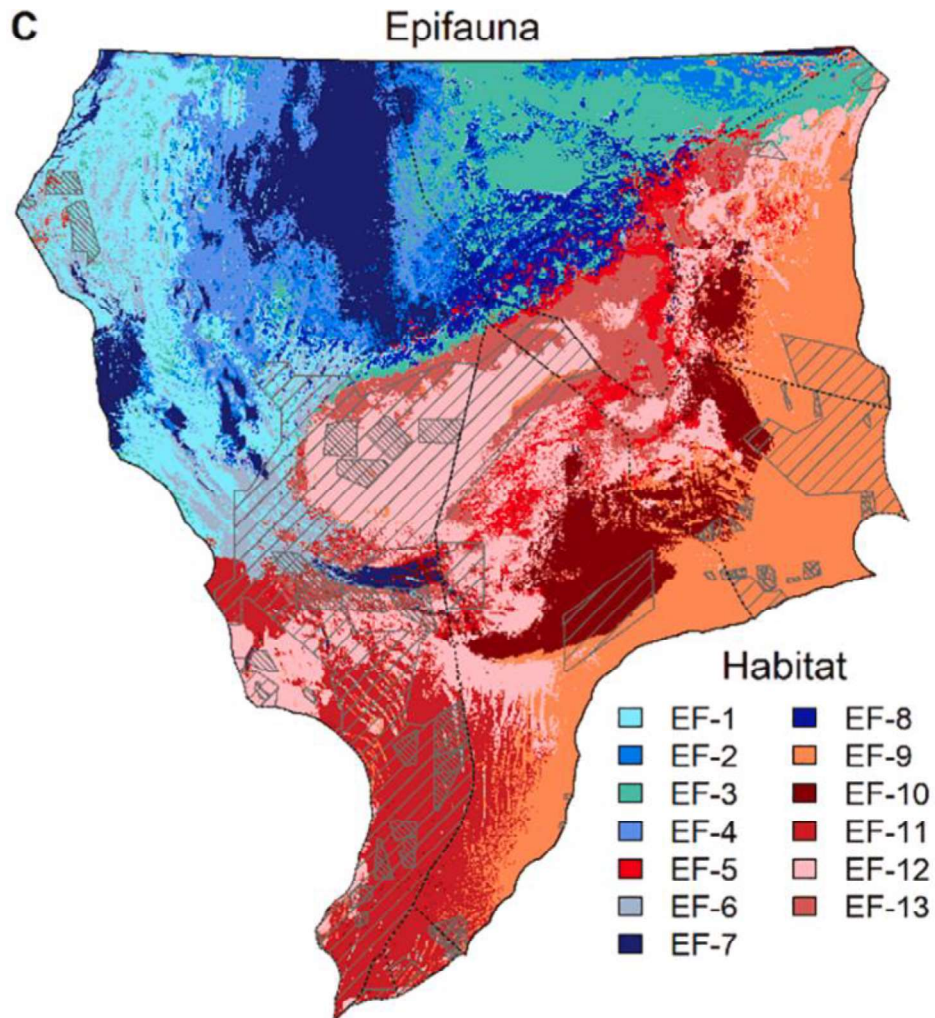


Tabel 9.4 Geclassificeerde endobentische gemeenschappen rond plangebied (van der Reijden et al., 2021)*

EB-5	EB-6	EB-8
Bathyporeia elegans (vlokreeft)	Urothoe brevicornis (vlokreeft)	Urothoe brevicornis (vlokreeft)
Bathyporeia tenuipes (vlokreeft)	Aricidea (Aricidea) minuta (borstelworm)	Magelona (borstelworm)
Magelona (borstelworm)		Bathyporeia elegans (vlokreeft)
		Bathyporeia guilliamsoniana (vlokreeft)

* Gemeenschappen verschillen statistisch gezien in hun voorkomen en relatieve dichtheden van soorten. EB-5 beslaat het grootste deel van het plangebied, gevolgd door EB-6 en EB-8.

Afbeelding 9.2 Epifauna (levend op de bodem) van de Noordzee. Rond het plangebied komen verschillende gemeenschappen voor (EB-5, EB6 en EB-8)



Tabel 9.5 Geclassificeerde epifauna-gemeenschappen rond plangebied (van der Reijden et al., 2021)*

EF-11	EF-9	EF-12
Ophiura albida (zeester)	Asterias rubens (zeester)	Psammechinus miliaris (zee-egel)
Ophiura (zeester)		
Alcyonidium diaphanum (mosdierkje)		
Flustra foliacea (mosdierkje)		
Euspira nitida (zeeslak)		

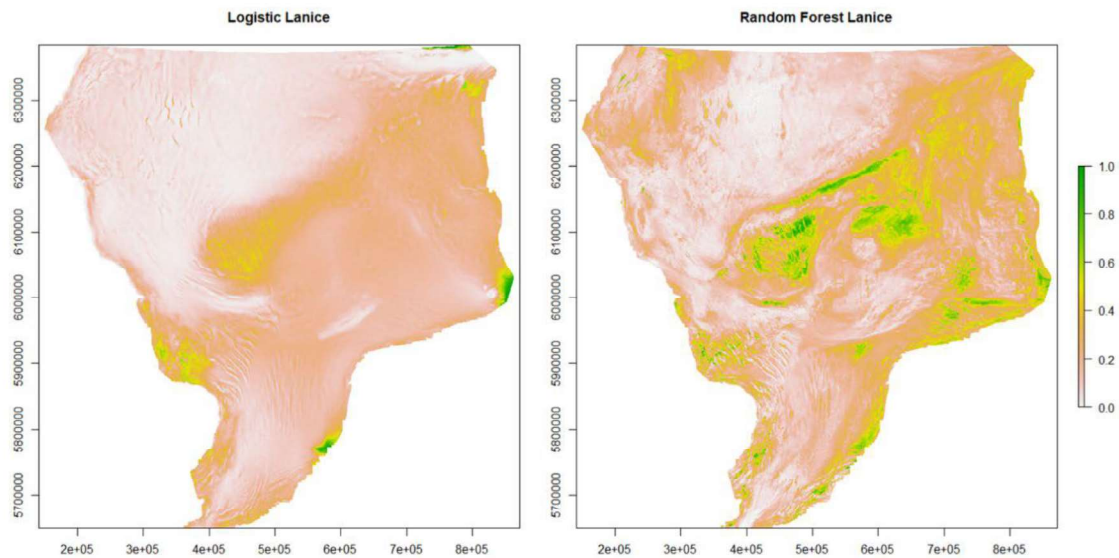
* Gemeenschappen verschillen statistisch gezien in hun voorkomen en relatieve dichtheden van soorten.

Rif-vormende soorten

Speciale aandacht dient te worden gegeven aan rif-vormende soorten, omdat deze veelal een faciliterende functie hebben voor andere soorten. Hierdoor kan er een biogene ecologische hotspot vormen. Recent zijn mogelijke leefgebieden voor de belangrijke rif-vormende soorten van de Noordzee (*Sabellaria spinulosa*, *Modiolus*, *Lanice conchilega* en *Ostrea edulis*) gemodelleerd (Herman & van Rees, 2021). Uit dit onderzoek blijkt dat alleen *Lanice conchilega* (schelpkokerworm) zou kunnen voorkomen in het plangebied (afbeelding 9.3). Deze soort is zeer algemeen en is aangepast op een zeer dynamische omgeving, waarbij er zelfs aanwijzingen zijn dat deze meer voorkomt bij hogere visserij-intensiteit (door relatief hoog

herstelvermogen ten opzichte van andere soorten) (Herman & van Rees, 2021). De kans op het voorkomen andere rif-vormende soorten rond het plangebied is volgens (Herman & van Rees, 2021) klein. In augustus 2017 is er echter een zandkokerworm rif (*Sabellaria spinulosa*) van 1.016 m² aangetroffen in de Bruine Bank. De riffen zijn voornamelijk aangetroffen in de valleien tussen de kleinere zandgolven (Van Der Reijden, et al., 2019). Aangezien de hydromorfologische omstandigheden van IJmuiden Ver vergelijkbaar zijn met die van de Bruine Bank zouden riffen van deze soort ook kunnen voorkomen in IJmuiden Ver. Er zijn geen gegevens beschikbaar over het voorkomen van de soort in dit gebied.. Onderzoeken gericht op de habitatgeschiktheid voor platte oester wijzen uit dat het plangebied ongeschikt is voor deze soort, door de hoge zand dynamiek (Smaal et al., 2017; van den Boogaart et al., 2020).

Afbeelding 9.3 Schelpkokerwormgeschiktheidskaart met daarin het mogelijk voorkomen van de schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) in gehele Noordzee (Herman & van Rees, 2021)



OSPAR

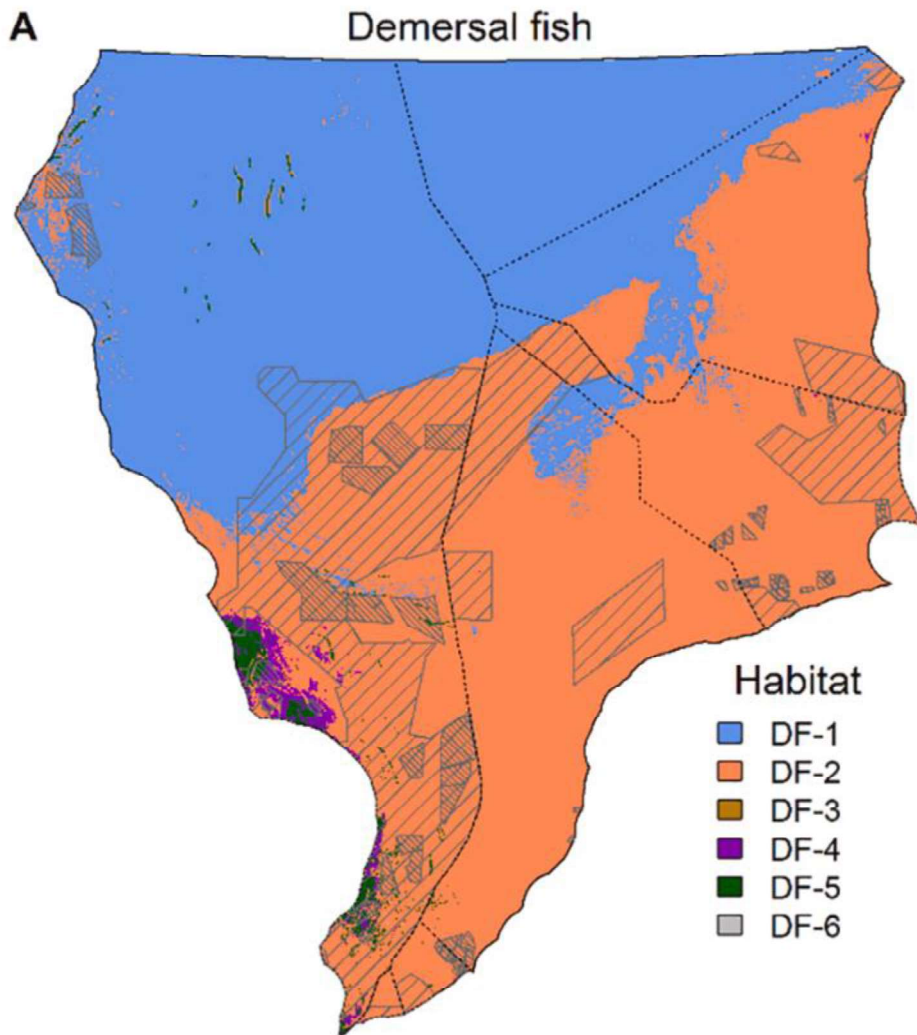
De OSPAR-lijst van bedreigde soorten bevat drie benthische soorten. Dit zijn de Noordkromp (*Arctica islandica*), platte oester (*Oestrea edulis*) en purperslak (*Nucella lapillus*). De (potentiële) aanwezigheid van de platte oester is hierboven reeds beschreven. Ook kans op aanwezigheid van de noordkromp is zeer klein, omdat deze met name in slibrijke gebieden voorkomt (Witbaard, 2009). De soort komt in Nederland met name voor net ten zuiden van de Doggersbank. Bij monitoring is de soort niet aangetroffen in het plangebied (Witbaard, 2009). De purperslak komt met name voor in het getijdengebied. In Nederland wordt de soort alleen in de Zeeuwse wateren aangetroffen (Hoek-van Nieuwenhuizen et al., 2016). Het voorkomen van deze soorten rond het plangebied is uitgesloten. De soorten zijn dan ook niet nader beschouwd in deze MER.

9.3.2 Wissen

Rondom het plangebied IJmuiden Ver is geen gericht onderzoek gedaan naar de visgemeenschap. Er is geen reden om aan te nemen dat deze van bijzondere kwaliteit is ten opzichte van omliggende gebieden in het NCP. Het plangebied IJmuiden Ver ligt ongeveer 60 km uit de kust. Dit is een hoog dynamisch, zandig deel van de Noordzee (van Duren et al., 2021). Er is nauwelijks stratificatie van de waterkolom en gedurende het jaar is sprake van een grote variatie in temperatuur. Deze factoren zijn bepalend voor de samenstelling van de vis- en bodemgemeenschap (van der Reijden et al., 2021). Dit onderzoek stelt dat de benthische

visgemeenschap in het NCP min of meer uniform is. Hierin zijn soorten als schar, schol, dwergtong en schurftvis het meest dominant (afbeelding 9.4, DF-2). Deze soortgemeenschap is zeer algemeen (van der Reijden et al., 2021).

Afbeelding 9.4 Benthische visgemeenschappen van de Noordzee (van der Reijden et al., 2021)*



* Bijna het volledige Nederlandse deel van de Noordzee kent eenzelfde gemeenschap aan bodemvissen. De classificatie van de gemeenschappen is gedaan op basis van statistische analyse, waarbij DF-1 dan een significant andere gemeenschap vormt dan bijvoorbeeld DF-2 (van der Reijden et al., 2021).

In het plangebied voor Offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amaliawindpark (PAWP) zijn wel onderzoeken naar de volledige visgemeenschap uitgevoerd (inclusief pelagische soorten). Tabel 9.6 geeft een beeld van de soortgemeenschappen die zijn waargenomen in deze onderzoeken. Het voorkomen van de soorten is hierbij kwalitatief weergegeven, omdat de onderzoeken niet dezelfde visserij-inspanning hebben toegepast. Ook uit deze onderzoeken blijkt dat tong, schol en schar zeer algemeen zijn, aangevuld door soorten als grondel, kleine pieterman en zeedonderpad. Aangenomen wordt dat de soortgemeenschap in het plangebied van IJmuiden Ver vergelijkbaar is. Dit beeld komt overeen met de *fish trawl surveys* van ICES (the International Council for the Exploration of the Sea) uit de periode 2017-2021, waarbij geen relevante waarnemingen zijn gedaan rond het plangebied.

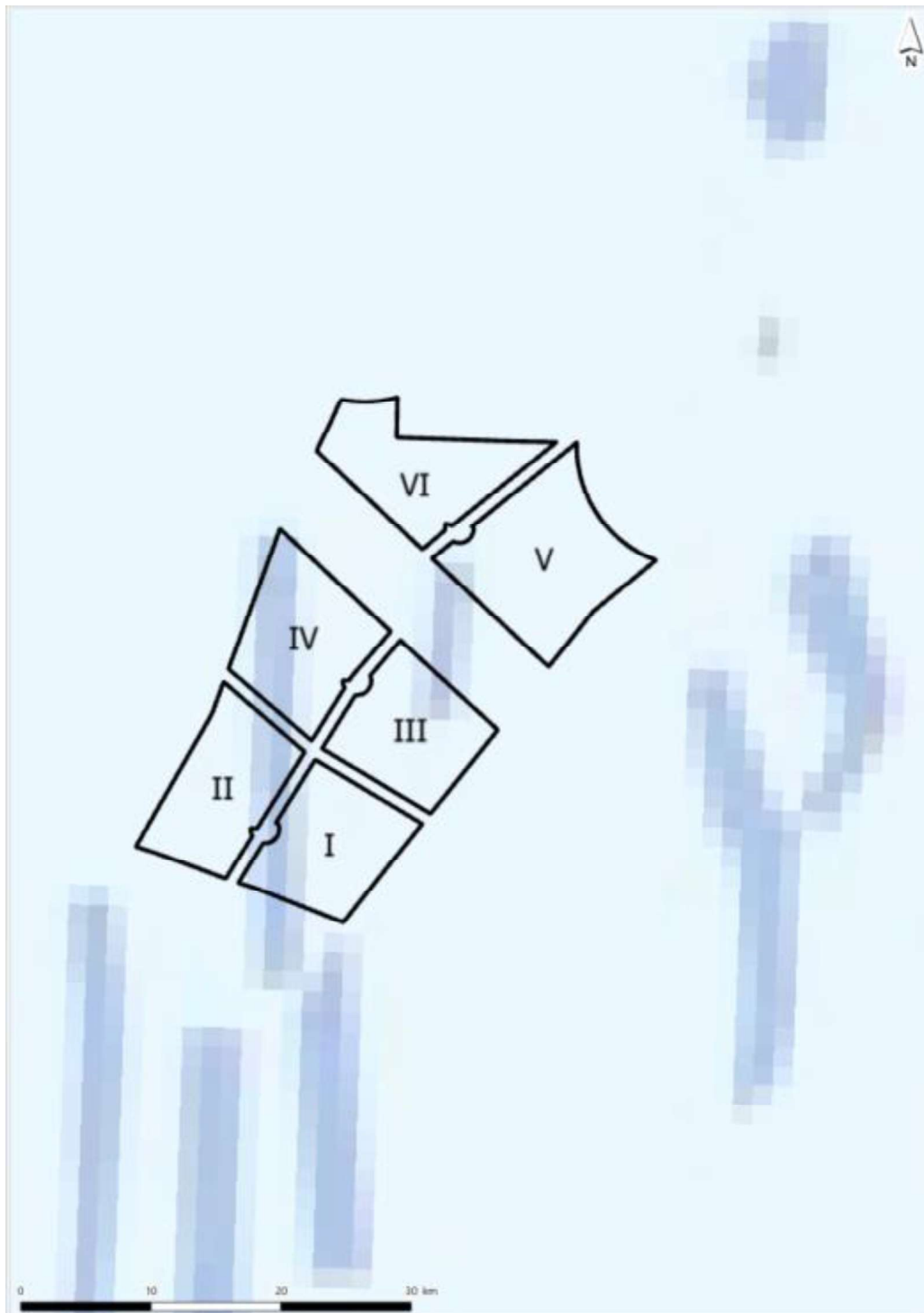
Tabel 9.6 Visgemeenschap op basis van onderzoek in Offshore windpark Egmond aan Zee en Prinses Amaliawindpark (van Hal, 2014; van Hal et al., 2012)*

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Relatief voorkomen*
<i>Buglossidium luteum</i>	dwergtong	zeer algemeen
<i>Pomatoschistus</i>	grondel	zeer algemeen
<i>Echiichthys vipera</i>	kleine pieterman	zeer algemeen
<i>Callionymus lyra</i>	pitvis	zeer algemeen
<i>Limanda</i>	schar	zeer algemeen
<i>Pleuronectes platessa</i>	schol	zeer algemeen
<i>Arnoglossus laterna</i>	schurftvis	zeer algemeen
<i>Solea</i>	tong	zeer algemeen
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	zeedonderpad	zeer algemeen
<i>Platichthys flesus</i>	bot	algemeen
<i>Pomatoschistus minutus</i>	dikkopje	algemeen
<i>Eutrigla gurnardus</i>	grauwe poon	algemeen
<i>Clupea harengus</i>	haring	algemeen
<i>Agonus cataphractus</i>	harnasmannetje	algemeen
<i>Trachurus</i>	horsmakreel	algemeen
<i>Pomatoschistus lozanoi</i>	lozano's grondel	algemeen
<i>Scomber scombrus</i>	makreel	algemeen
<i>Mullus surmuletus</i>	mul	algemeen
<i>Callionymus reticulatus</i>	raster pitvis	algemeen
<i>Chelidonichthys lucernus</i>	rode poon	algemeen
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	smelt	algemeen
<i>Sprattus</i>	sprot	algemeen
<i>Merlangius merlangus</i>	wijting	algemeen
<i>Ammodytes</i>	zandspiering	algemeen
<i>Engraulis encrasicolus</i>	ansjovis	uitzonderlijk
<i>Trisopterus minutus</i>	dwergdolk	uitzonderlijk
<i>Aphia minuta</i>	glasgrondel	uitzonderlijk
<i>Sardina pilchardus</i>	sardien	uitzonderlijk
<i>Liparis</i>	slakdolf	uitzonderlijk
<i>Trisopterus luscus</i>	steendolk	uitzonderlijk
<i>Microstomus kitt</i>	tongschar	uitzonderlijk
<i>Ciliata mustela</i>	vrijdradige meun	uitzonderlijk
<i>Syngnathus</i>	zeenaald	uitzonderlijk

* In de onderzoeken wordt absolute data weergegeven, in plaats van relatief aan bijvoorbeeld visserij-inspanning, waardoor deze onderzoeken niet direct te vergelijken zijn. De data is kwalitatief gemaakt, te meer omdat aangenomen is dat de soortgemeenschap van alle gebieden vergelijkbaar is (van der Reijden et al., 2021). Daarnaast kan het zo zijn dat bepaalde soorten meer algemeen voorkomen, maar dat de gebruikte vangsttechniek niet op deze gericht zijn, waardoor ze in lagere aantallen aangetroffen worden.

De zandspiering, een belangrijke prooi­soort van de bruinvis, komt mogelijk in verhoogde dichtheden in een deel van het plangebied voor (Jensen et al., 2011, afbeelding 9.5). Dit onderzoek baseert zich op visserijdata (1999-2008) en omschrijft een totaal van 33.566 km² (~5 % van de internationale Noordzee) waar de zandspiering in verhoogde dichtheden voorkomen. Deze plekken worden gerelateerd aan verhoogde waarnemingen van bruinvissen (Gilles et al., 2016). Gezien het belang van de zandspiering en de relevantie van deze soort voor de bruinvis, zullen effecten op de zandspiering nader beschouwd worden.

Afbeelding 9.5 Visserijgebieden waar zandspiering in verhoogde dichtheden zouden voorkomen (Jensen et al., 2011). Deze gebieden overlappen deels met het plangebied



De intensiteit van bodemvisserij is rond het plangebied niet bijzonder hoog (Compendium voor de Leefomgeving, 2021). Dit kan worden gezien als een zeer indirecte maat voor de biomassa bodemvissen.

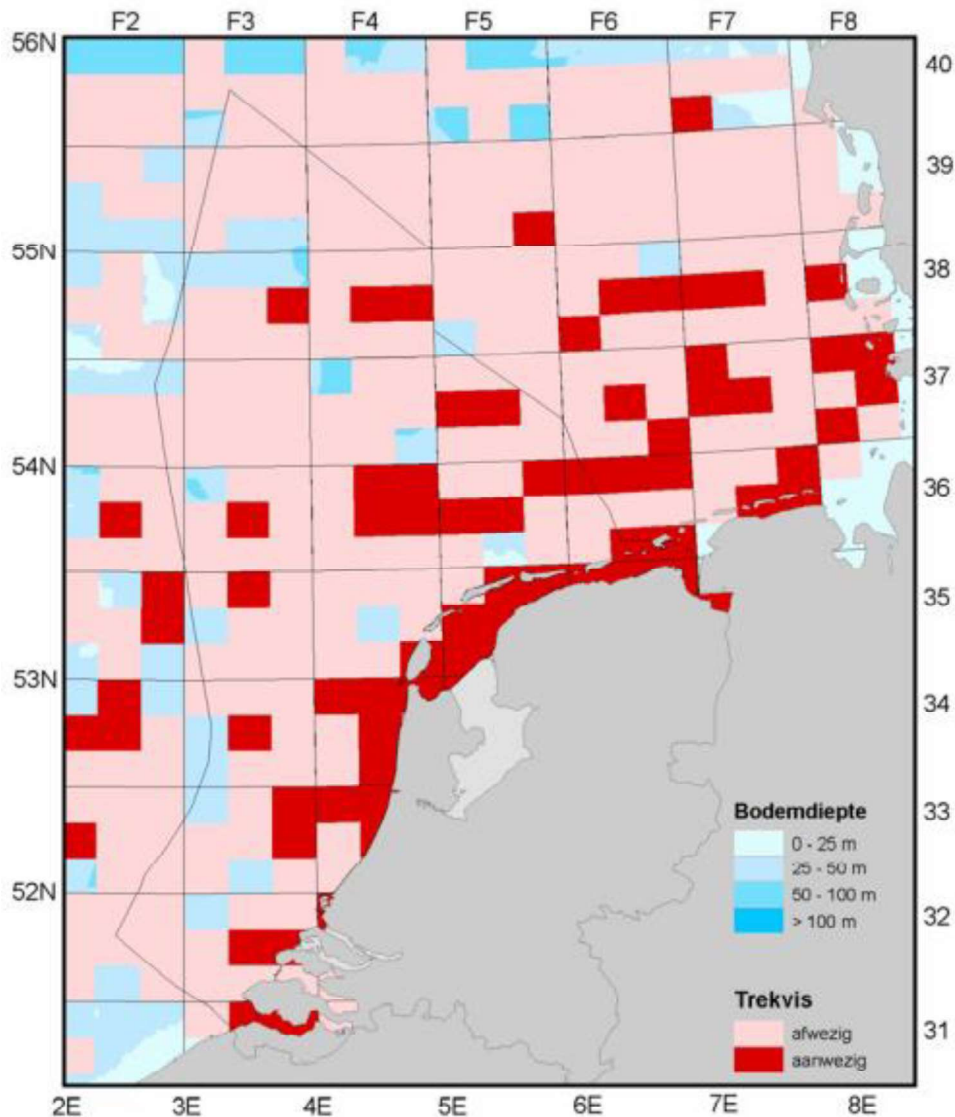
Op basis van bovenstaande beschouwing is waarschijnlijk dat zowel de biodiversiteit en biomassa van de visgemeenschap in het plangebied niet van bijzondere waarde is, afgezien van de mogelijk verhoogde dichtheden aan zandspiering.

Trekvissen

Onder de Wnb zijn met name trekvissen beschermd, waarbij de rivierprik, zeeprik, elft en fint zijn aangewezen als habitatsoorten (in bijvoorbeeld de Noordzeekustzone). De steur en houting zijn beschermd onder de soortenbescherming. Over het voorkomen van deze soorten is echter weinig bekend. Cumulatieve verspreidingskaarten van trekvissen van het NCP tonen dat de soorten waarschijnlijk afwezig zijn op grotere afstand van de kust (Ter Hofstede & Baars, 2005, afbeelding 9.6). Dit is in lijn met recentere onderzoeken gericht op de zee- en rivierprik (Elliott et al., 2021), waarbij visserijdata van de gehele Noordzee tussen 1965 en 2019 is geanalyseerd. Hieruit blijkt dat in < 1 % van de vangsten zeeprik of rivierprik aanwezig was, en dat deze toch met name dichter langs de kust werden waargenomen (<30 km). Steur is nagenoeg verdwenen uit de Noordzee en Nederlandse rivieren (Daan, 2000; Winter et al., 2015). Na 2000 zijn individuen geïntroduceerd, waardoor de soort zeer sporadisch wordt gevangen¹. De houting groeit in Nederland op in het IJsselmeer en verblijft hier ook als volwassen dier, door gebrek aan open verbindingen met de zee (Winter et al., 2015).

¹ ARK Natuurontwikkeling heeft in 2012 en 2015 ongeveer 100 gezenderde steuren uitgezet in de Rijn. Op de website worden historische en recente waarnemingen vastgelegd.

Afbeelding 9.6 Gemiddelde jaarlijkse vangst (aantallen per uur) voor 'Cumulatief trekvis' tijdens het 3e kwartaal over de periode 1996-2005, gebaseerd op IBTS-, BTS- en DFS-gegevens (Ter Hofstede & Baars, 2005)*



* Gezien de lage aantallen trekvis, is data van meerdere surveys voor de soorten rivierprik, zeeprik, zalm, zeeforel, elft, fint, houting, diklipharder gecombineerd. De kartering geeft daarmee eerder een overschatting dan onderschatting.

De kans dat de trekvissoorten voorkomen in het plangebied (op meer dan 60 km van de kust) is zeer klein, waardoor aanwezigheid in het plangebied is uitgesloten.

OSPAR

De OSPAR-lijst bevat (tabel 9.7) een aantal bedreigde diersoorten vissoorten. Van een deel hiervan is het voorkomen in Nederland uitgesloten (Bos & Tamis, 2020). De houting, elft en zeeprik zijn reeds behandeld in de voorgaande paragraaf. Veel andere soorten komen in het Nederlandse deel van de Noordzee zeer zelden voor. Zo komen de twee soorten zeepaardjes (langsnuitzeepaardje en kortsnuitzeepaardje) voornamelijk voor in zeegrasvelden of bij uitzondering rond mosselbanken of tussen wieren (Pierri et al., 2022). De soorten worden zelden aangetroffen verder uit de kust of op dieptes van meer dan 20 m. De zalm wordt nagenoeg nooit aangetroffen in het NCP (Ter Hofstede & Baars, 2005). De aanwezigheid in het plangebied is zeer klein. Ook de aanwezigheid van de doornhaai is uitgesloten, aangezien deze voornamelijk in het noordelijke deel van de Nederlandse Noordzee wordt waargenomen. In de afgelopen 40 jaar zijn slechts 3 individuen ter hoogte van het plangebied aangetroffen (Batsleer et al., 2020).

De kans dat de soorten voorkomen in het plangebied en daardoor gevolgen van het project ondervinden is dusdanig klein dat deze niet zijn opgenomen in de effectbeoordeling. De overige soorten (gevlekte rog, stekelrog, kabeljauw en paling) kunnen mogelijk in het plangebied voorkomen. Deze soorten worden nader beschouwd in dit MER.

Tabel 9.7 Voorkomen bedreigde diersoorten van Nederlandse OSPAR-lijst (op basis van Bos & Tamis, 2020 en (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, n.d.)

Soort	Voorkomen	Onderbouwing
dikkopschildpad	kans zeer klein	Bos & Tamis, 2020
lederschildpad	kans zeer klein	Bos & Tamis, 2020
elft	kans zeer klein	zie onderbouwing trekvisen
paling	mogelijk aanwezig	
houting	kans zeer klein	zie onderbouwing trekvisen
gevlekte rog	mogelijk aanwezig	
kabeljauw	mogelijk aanwezig	
langsnuitzeepaardje	kans zeer klein	Pierri et al., 2022
kortsnuitzeepaardje	kans zeer klein	(Pierri et al., 2022)
steur	kans zeer klein	zie onderbouwing trekvisen
zeeprik	zeer klein	zie onderbouwing trekvisen
stekelrog	mogelijk aanwezig	
tonijn	kans zeer klein	Bos & Tamis, 2020
vleet	kans zeer klein	Bos & Tamis, 2020
zalm	kans zeer klein	(Ter Hofstede & Baars, 2005)
zee-engel	kans zeer klein	Bos & Tamis, 2020
doornhaai	kans zeer klein	(Batsleer et al., 2020)
reuzenhaai	kans zeer klein	Bos & Tamis, 2020

9.3.3 Zeezoogdieren

Bruinvis

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een kleine walvisachtige die leeft in de gehele Noordzee en is beschermd via de Habitatrichtlijn bijlage IV. In de Wet natuurbescherming vindt bescherming plaats onder artikel 3.5. De bruinvis is ook opgenomen in de OSPAR-lijst van bedreigde diersoorten en valt onder de ASCOBANS 'Agreement Area'. De Natura 2000-gebieden Doggersbank, Klaverbank, Noordzeekustzone, Waddenzee (ontwerp-wijzigingsbesluit), Voordelta, Vlakte van de Raan, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe zijn aangewezen voor de bruinvis. Voor de bruinvis is een bruinvisbeschermingplan opgesteld (Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, 2020).

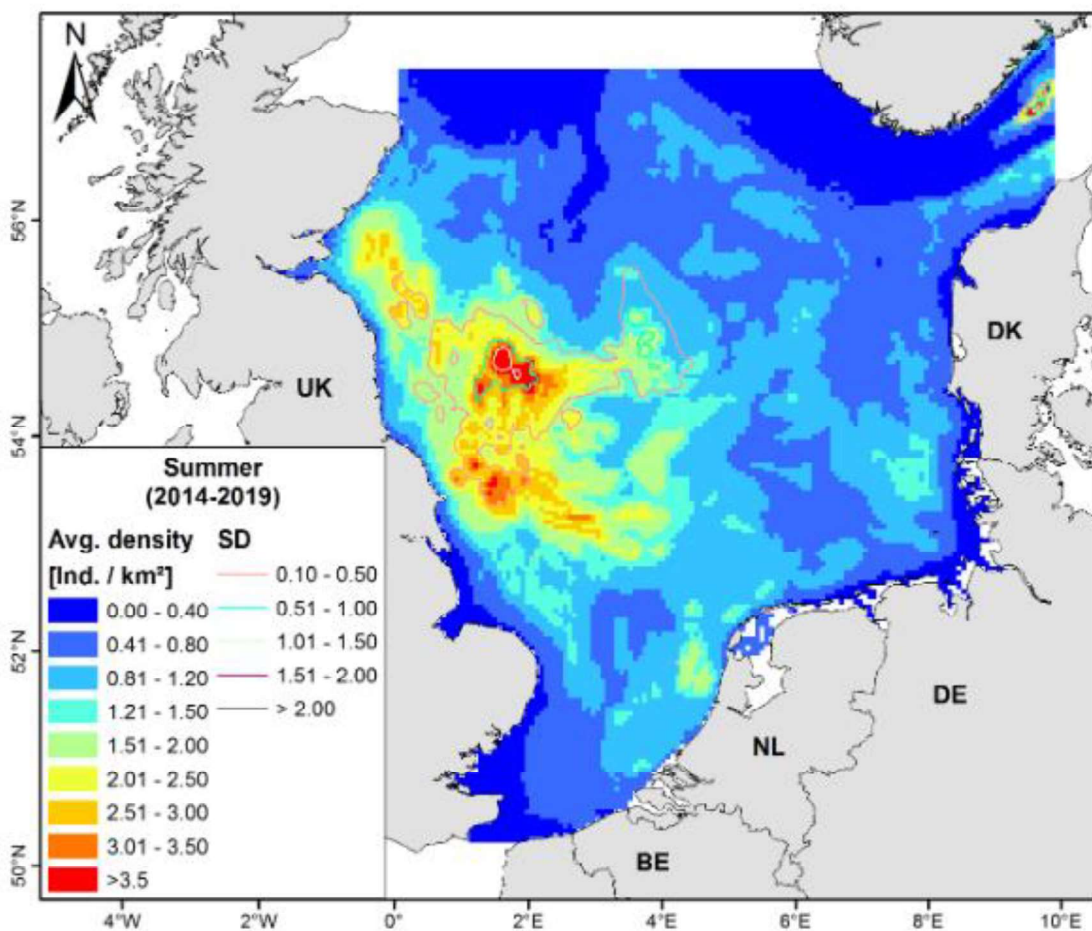
Omvang en verspreiding

In de eerste helft van de vorige eeuw kwam de bruinvis algemeen voor langs de Nederlandse kust. Daarna werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Tegenwoordig wordt de bruinvis weer steeds zuidelijker waargenomen en zijn de waarnemingen redelijk algemeen langs de Nederlandse kust (Camphuysen & Siemensma, 2011). In 2016 is er een tienjaarlijkse telling uitgevoerd naar het aantal bruinvissen in onder andere de Noordzee. Hieruit kwam een geschat aantal van 345.000 bruinvissen, wat vergelijkbaar is met de schatting uit 2005 van 355.000 (Hammond, Lacey, Gilles, Viguerat, et al., 2017). De

populatie bruinvissen op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) werd in de periode van 2010-2014 geschat op 51.000 dieren (Rijkswaterstaat, 2015). In 2019 is het aantal individuele bruinvissen op NCP geschat op 38.911. Deze schatting valt binnen de range aan dichtheidsschattingen vanaf 2010, met een minimum van 25.998 in 2010 en een maximum van 76.772 in 2014 (Geelhoed et al., 2020). Het NCP herbergt minimaal 7 % (zomer) tot maximaal 23 % (voorjaar) van de totale Noordzee populatie bruinvissen (Geelhoed et al., 2013, 2020).

Uit de studie van Gilles et al. (2020) blijkt dat het aantal bruinvissen in het plangebied tijdens de zomer geschat wordt tussen de 0,81-1,20 bruinvissen per vierkante kilometer, zie afbeelding 9.7. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt.

Afbeelding 9.7 Lokale bruinvisdichtheden in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver (Gilles et al., 2020). Het plangebied is indicatief aangegeven met het gele vierkant



Gewone zeehond

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is in de Wet natuurbescherming beschermd onder artikel 3.10. De Natura 2000-gebieden Doggersbank, Klaverbank, Noordzeekustzone, Waddenzee, Voordelta, Vlakte van de Raan, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe zijn aangewezen voor de gewone zeehond.

Omvang en verspreiding

De Noordzee omvat een metapopulatie gewone zeehonden, bestaande uit een aantal deelpopulaties waarvan de meeste dieren in de Waddenzee van Nederland tot Denemarken voorkomen. Geregeld vindt uitwisseling van zeehonden plaats tussen de deelpopulaties in Nederland, Engeland, Duitsland en Denemarken. Na jarenlange groei lijkt het getelde aantal gewone zeehonden de laatste jaren in de gehele

Waddenzee (inclusief Duitsland en Denemarken) te stabiliseren (Galatius et al., 2021). In augustus 2021 werd geschat dat de totale populatieomvang gewone zeehonden in de gehele Waddenzee 39.500 individuen bedroeg, waarvan ongeveer 9.000 in het Nederlandse deel (Galatius et al., 2021).

De dichtheden van zeehonden zijn hoog langs de Noordzeekust, waar ze foerageren (Aarts et al., 2013, 2016; Brasseur et al., 2012). Op open zee is de concentratie van zeehonden laag. Zandplaten bij de kust en de Waddenzee worden voornamelijk door de gewone zeehond gebruikt om te rusten en haar jongen te zogen. De ruimtelijke verspreiding van de gewone zeehond op het NCP is door Aarts et al. (2021) weergegeven in een modelvoorspelling, zie afbeelding 9.8. Op basis van dit model is de jaargemiddelde dichtheid in het plangebied 0,03-0,07 zeehond per km².

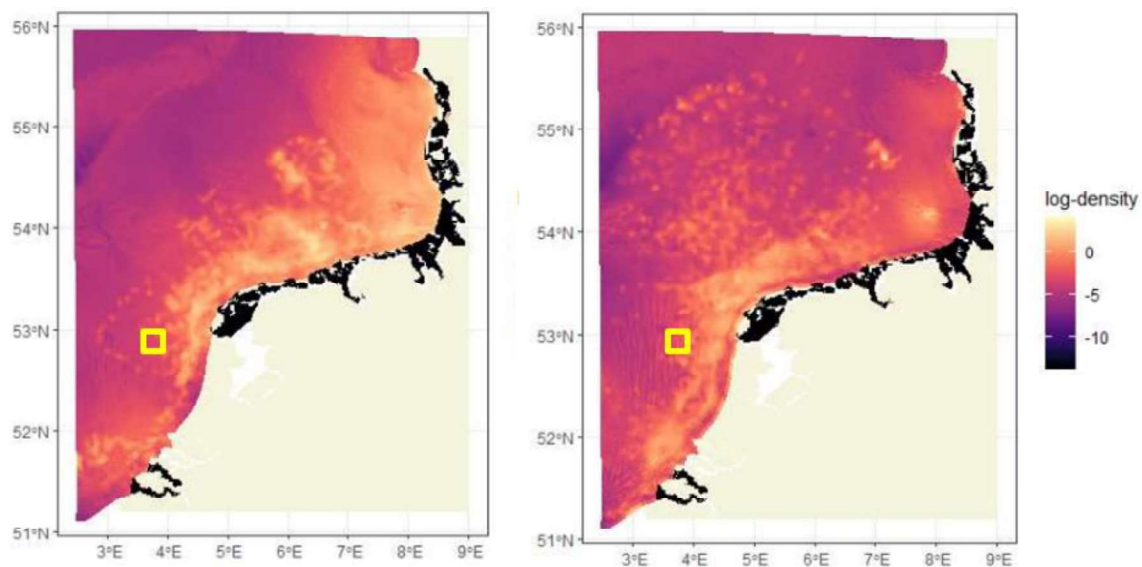
Grijze zeehond

De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) is in de Wet natuurbescherming beschermd onder artikel 3.10. De Natura 2000-gebieden Doggersbank, Klaverbank, Noordzeekustzone, Waddenzee, Voordelta, Vlakte van de Raan, Oosterschelde en Westerschelde & Saefinghe zijn aangewezen voor de grijze zeehond.

Omvang en verspreiding

Ten opzichte van de gewone zeehond zijn er minder grote aantallen grijze zeehonden aanwezig op het NCP, maar de populatieomvang neemt vrijwel jaarlijks toe. Deze toename wordt vooral toegeschreven door immigratie vanuit andere landen, zoals de Britse populatie grijze zeehonden (Brasseur et al., 2015, 2021). Het is echter onbekend of er sprake is van specifieke migratieroutes (Brasseur, 2017). In 2020-2021 zijn er 9.096 grijze zeehonden geteld in de gehele Waddenzee, waarvan 6.788 in het Nederlandse deel (Brasseur et al., 2021). De grijze zeehond is afhankelijk van hoge zandplaten om te rusten en haar jongen te zogen. Op open zee is de concentratie zeehonden laag. De ruimtelijke verspreiding van de grijze zeehond op het NCP is door Aarts et al. (2021) weergegeven in een modelvoorspelling, zie afbeelding 9.8. De modelvoorspelling laten een jaargemiddelde dichtheid zien van 0,01-0,07 grijze zeehonden per km².

Afbeelding 9.8 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. Het plangebied is indicatief aangegeven met het gele vierkant.

Overige zeezoogdieren

Naast de algemeen voorkomende bruinvis komen er diverse andere walvisachtigen voor op het NCP. Geelhoed & van Polanen Petel (2011) hebben een lijst opgesteld van walvisachtigen in de Noordzee, er zijn op dit moment 25 soorten vastgesteld. Vier soorten kunnen als inheems worden beschouwd, dit zijn de

dwergvinvis, witsnuitdolfijnen en tuimelaar. De tuimelaar komt nauwelijks voor in de Nederlandse Noordzee. Acht soorten zijn gecategoriseerd als regelmatige gasten. Tien soorten zijn alleen waargenomen als strandingslachtoffers. De laatste drie zijn dwaalgasten. De soorten die genoemd zijn in ASCOBANS zijn onderdeel van deze lijst. In de Nederlandse Noordzee zijn alleen de dwergvinvis en witsnuitdolfijn relevant.

Dwergvinvis

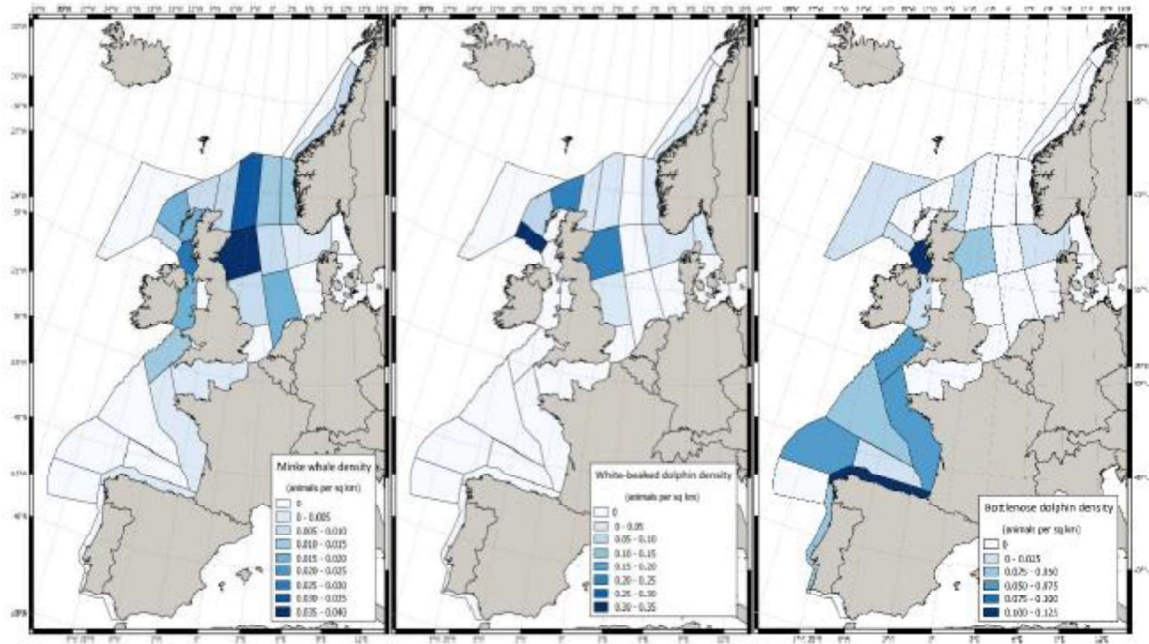
De dwergvinvis is beschermd via de Habitatrichtlijn bijlage IV. In de Wet natuurbescherming vindt bescherming plaats onder artikel 3.5. De dwergvinvis is een baleinwalvis met een wereldwijde verspreiding. De soort verblijft vooral in relatief ondiep water (< 200 m) langs kusten en soms zelfs in estuaria en baaien. In de Noordzee is het de meest algemene baleinwalvis, maar desondanks zijn kwantitatieve data over het voorkomen op het NCP schaars. Tijdens de drie grootschalige SCANS-surveys van het Europese continentaal plat in 1994, 2005 en 2016 werd het aantal dwergvinvissen in de Noordzee geschat op respectievelijk 8.400, 10.500 en 8.900 individuen (Hammond et al., 2002, 2013; Hammond, Lacey, Gilles, Viquerat, et al., 2017). Waarnemingen op het NCP zijn grotendeels beperkt tot het westelijk en noordwestelijk deel.

Op basis van het SCANS-III onderzoek wordt de dichtheid op het NCP geschat op 0,02 dwergvinvissen per km², zie afbeelding 9.9 (Hammond, Lacey, Gilles, Viquerat, et al., 2017). Afgaand op het aantal strandingen op de Noordzeekust is er geen duidelijke periode wanneer de dwergvinvis op het NCP voorkomt (vereniging Kust & Zee, n.d.). In vrijwel alle maanden is wel eens een dwergvinvis aangespoeld. In het plangebied kunnen dwergvinvissen aangetroffen worden. Het plangebied is geen belangrijke rust of voortplantingsplaats voor de soort.

Witsnuitdolfijn

De witsnuitdolfijn is beschermd via de Habitatrichtlijn bijlage IV. In de Wet natuurbescherming vindt bescherming plaats onder artikel 3.5. De witsnuitdolfijn is een soort die uitsluitend in de gematigde en subarctische ondiepe wateren van de Atlantische Oceaan voorkomt. Het verspreidingsgebied strekt zich uit van West-Groenland en Cape Cod aan de Amerikaanse kust via Spitsbergen en Nova Zembla tot de Franse kust. De verspreiding is grotendeels beperkt tot water van 50 tot 100 m diep op het continentaal plat (Reid et al., 2003). In de Noordzee ligt het zwaartepunt van de verspreiding in het westelijk deel van de centrale en noordelijke Noordzee, zie afbeelding 9.9. De zuidgrens van de verspreiding ligt min of meer in de zuidelijke Noordzee. De SCANS-surveys resulteerden in een schatting voor de Noordzee en het Kanaal van circa 7.900 dieren in zowel 1994, 2005 als 2016 (Hammond et al., 2002, 2013; Hammond, Lacey, Gilles, Viquerat, et al., 2017). Het voorkomen van witsnuitdolfijnen in de zuidelijke Noordzee lijkt invasie-achtig, met talrijke waarnemingen in korte tijd gevolgd door perioden zonder waarnemingen (Camphuysen & Peet, 2006). Op het NCP zijn incidenteel witsnuitdolfijnen waargenomen (Geelhoed et al., 2014a, 2014b). Er zijn bijna nooit kalfjes waargenomen, hierdoor kan aangenomen worden dat er waarschijnlijk geen voortplanting plaatsvindt op het NCP. In het plangebied kunnen witsnuitdolfijnen aangetroffen worden. Het plangebied is geen belangrijke rust of voortplantingsplaats voor de soort.

Afbeelding 9.9 Berekende dichtheid van de dwergvinvis (links), de witsnuitdolfijn (midden) en de tuimelaar(rechts) (Hammond, Lacey, Gilles, Viguera, et al., 2017)



9.4 Effectbeschrijving

9.4.1 Bodemdieren en vissen

Onderwatergeluid kan leiden tot versterking, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (alleen tijdens aanleg), habitatverlies en barrièrewerking. Er is sprake van impulsgeluid tijdens de aanlegfase en van continu onderwatergeluid tijdens de exploitatiefase (turbines en schepen). Daarnaast vindt bodemberoering plaats tijdens de aanleg- en verwijderingsfase, wat mogelijk relevant is voor bodemdieren en vissen. Tijdens de exploitatiefase kunnen bodemdieren en vissen hinder ondervinden van de elektromagnetische velden van de kabels. Ook wordt hard substraat geïntroduceerd, wat mogelijk een effect heeft op de bodemfauna en visgemeenschap tijdens de exploitatiefase. Tevens geldt een verbod op bodemberoerende visserij gedurende de gehele levensduur van het windpark (aanleg-, exploitatie en verwijderingsfase) wat ook invloed heeft op bodemdieren en vissen. Onderstaand wordt ingegaan op de effecten van bodemberoering, onderwatergeluid en trillingen, elektromagnetische velden en de aanwezigheid van harde structuren op bodemdieren en vissen. Een beschrijving van de aanpak voor het bepalen van de effecten is opgenomen in 9.1.

Versterking van de bodem

Gedurende de aanleg van het windpark vindt bodemberoering plaats door het plaatsen van de turbinepalen, bijbehorende steenbestorting en de aanleg van de kabels. Bij het verwijderen van het windpark vindt opnieuw versterking van de bodem plaats. Tijdens de aanleg kan ook vertroebeling optreden. Dit kan met name in slibrijke gebieden gevolgen voor de natuur hebben. Gezien de zandige bodem in het plangebied, zal er geen relevante vertroebeling optreden. Het permanente effect van de aanwezigheid van harde structuren is in deze paragraaf apart behandeld.

Zowel het oppervlak, als de duur van de ingreep is zeer beperkt. Het totaal oppervlak van de steenbestorting (inclusief turbinepaal en kabelkruisingen) beslaat voor zowel kavel III als kavel IV 8,7 ha tot 11,5 ha en het

ontgraven oppervlak van de kabels 1,9 ha tot 2,5 ha¹. Dit oppervlak wordt gedurende een periode van 30 jaar tweemaal verstoord: bij installatie en bij verwijdering. Het betreft 0,10 - 0,14 % van het gehele oppervlak van de kavel.

Bodemdieren

Het is waarschijnlijk dat de bodemfauna zich na deze verstoring zal herstellen. Uit monitoring in Prinses Amalia Wind park volgt dat de bodemgemeenschap van jaar tot jaar sterk verschilt (Leewis et al., 2018). Hierbij is geen duidelijke trend over de onderzoeksperiode (15 jaar) te onderscheiden. Een duidelijke trend zou erop duiden dat er graduele ontwikkeling van het ecosysteem optreedt, van een pionier stadium naar een climaxstadium (van gras naar bos, bij wijze van spreken). Een dergelijke trend ontbreekt echter. Dit maakt het aannemelijk dat het systeem dynamischer is, waarbij de bodemfauna sneller herstelt. Het is waarschijnlijk dat de verschillen in bodemgemeenschap vooral te verklaren zijn door jaar tot jaar variatie in temperatuur of stormen (Leewis et al., 2018). Multivariate analyse toont een grote overlap in de gemeenschappen binnen het windpark en daarbuiten, wat opnieuw duidt op herstel van de gemeenschap (Leewis et al., 2018). Dit is ook in lijn met literatuuronderzoek naar de effecten van windparken op de bodemfauna, wat concludeert dat er geen statisch aantoonbare verandering optreedt (Jak & Glorius, 2017). Daarnaast is het totale oppervlakte aan verstoorde bodem verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de Noordzee. Ook kan het de gemeenschap na de aanleg snel herstellen.

Vissen

Meer mobielere soorten, als vissen, kunnen tijdens de werkzaamheden eenvoudig uitwijken naar andere delen van het windpark. Dit geldt ook voor de zandspiering, kabeljauw, gevlekte rog, stekelrog en paling.

Verstoring door onderwatergeluid en trillingen

Tijdens de aanleg, de exploitatie en de verwijdering van het windpark is sprake van onderwatergeluid en trillingen.

De belangrijkste bronnen van onderwatergeluid en trillingen per fase zijn:

- aanleg: het heien van de turbinepalen;
- exploitatie: trilling van de turbinepaal zelf;
- verwijdering: afzagen van turbinepalen en mogelijk opduiken van de steenbestorting.

In bijlage VII is een overzicht weergegeven van het materiaalinzet en de tijdsduur voor de verschillende fasen.

Al deze bronnen hebben mogelijk effecten op bodemdieren en vissen. Met name de piekgeluiden die horen bij de aanleg kunnen voor vissen met een zwemblaas en endobenthos (soorten die in de zeebodem leven) schadelijke gevolgen hebben. Continu geluid zou mogelijk vooral een verstrend effect kunnen hebben, met vermijding als gevolg. Veel van deze soorten zijn niet individueel beschermd (of de beschermde soorten komen niet voor in het plangebied, zie paragraaf 9.3.1).

Achtergrond

Gehoor

Alle vissen zijn in staat om geluid te detecteren. Zij nemen de beweging van het water (trillingen) waar via de gehoorsteentjes in het binnenoor. Bij een gedeelte van de vissoorten maakt de aanwezigheid van een zwemblaas nabij of verbonden met het binnenoor vissen gevoeliger voor geluid, doordat variaties in waterdruk worden omgezet in waterbeweging (trillingen). Op deze manier bereikt in totaal meer waterbeweging het binnenoor (Popper & Hawkins, 2019). Vissen met een gesloten zwemblaas kunnen beter horen dan vissen met een open zwemblaas (zie hieronder). Vissen kunnen verder met hun zijlijnorgaan trillingen waarnemen, wat van belang is om predatoren te kunnen ontwijken. Dit gaat om laagfrequente

¹ Aanname: 120 km kabel (7 monopalen per lijn (meestal 8, maar veilige aanname). 1 km tussen monopalen, dus 7 km per lijn, + 5 km naar substation (aanname), 12 km per lijn, 10 lijnen = 120 km, 5 (bestcase) tot 10 (worst) case kruisingen, wat ~3.500 m² aan hard substraat toevoegt.

trillingen, die in de context van het geluid dat ontstaat bij de aanleg en het gebruik van windmolenparken minder relevant zijn.

Zwemblaas

Vissen zijn onder te verdelen in soorten met een zwemblaas en zonder een zwemblaas. Soorten met een zwemblaas zijn verder onder te verdelen in soorten met een gesloten zwemblaas, zoals kabeljauw (*Gadus morhua*) of wijting (*Merlangius merlangus*), ofwel een zwemblaas met een open verbinding naar buiten, bijvoorbeeld zeebaars (*Dicentrarchus labrax*), haring (*Clupea harengus*), sprat (*Sprattus sprattus*) of zalm (*Salmo salar*). Vissen met een gesloten zwemblaas zijn het meest gevoelig voor verwonding als gevolg van onderwatergeluid. Soorten zonder een zwemblaas zijn bijvoorbeeld de platvissen, zoals de schol (*Pleuronectes platessa*) of de tong (*Solea solea*), de roggen (*Rajidae*), en de zandspiering (*Ammodytes tobianus*).

Bodemdieren

Het is onduidelijk op welke manier bodemdieren gebruik maken van geluid. Sommige soorten kunnen zich oriënteren door gebruik te maken van omgevingsgeluid (soundscaping), of kunnen predatoren horen/voelen aankomen. Uit onderzoek blijkt dat de larve van de Amerikaanse oester (*Crassostrea virginica*) geluid van een oesterriff kan detecteren om op die manier geschikt habitat te kunnen vinden om zich te vestigen (Lillis et al., 2013). Het is onbekend of de soorten in de Noordzee hetzelfde gedrag vertonen. Van een aantal schelpdieren zoals de gewone mossel (*Mytilus edulis*) en de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) is bekend dat ze geluiden tussen de +/- 5 en 500 Hz goed kunnen waarnemen (Charifi et al., 2017; Roberts et al., 2015) en van onder andere het nonnetje (*Limecola balthica*), de kokkel (*Cerastoderma edule*) en de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis leei*) is bekend dat ze op geluid reageren. Wanneer schelpdieren bloot worden gesteld aan impuls geluid is een veel voorkomende reactie het sluiten van de schelp of terugtrekken in de bodem.

Er is weinig bekend over de impact van antropogeen onderwatergeluid op bodemdieren. Blootstelling zou een schrikreactie (sluiten van de schelp) kunnen veroorzaken waardoor bodemdieren beperkt worden in hun foerageergedrag, wat bij frequente herhaling zou kunnen leiden tot een afname van de conditie. Deze schrikreactie is vergelijkbaar met de reactie op passerende organismen (bijv. predatoren) en hogere sediment concentraties in de waterkolom, zoals bij een storm. Daarnaast zou het kunnen dat larven minder goed een geschikt habitat kunnen vinden omdat de geluiden van het rif gemaskeerd worden. De Japanse oester kan een geluidspuls van SPL 120 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ waarnemen (Charifi et al., 2017), maar dat betekent niet dat de oester daar hinder van ondervindt. Het is niet bekend of er gewenning optreedt en hoe snel. Aangezien veel omgevingsgeluiden, zoals golfslag en stroming in dezelfde frequenties tot wel SPL 120 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ kunnen veroorzaken (en bij storm nog hoger) is het niet waarschijnlijk dat bodemdieren hier hinder van ondervinden. Bovendien vormen havens en windturbines in de praktijk voor veel soorten ook geschikt habitat, terwijl de geluidsniveaus daar hoog zijn; op enkele meters afstand kunnen vrachtschepen tot wel SPL 180 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ onderwatergeluid produceren. Ook is bekend dat de turbinepaal (de bron van de trilling) juist een geschikt habitat is voor veel schelpdieren (Degraer et al., 2020).

Uit onderzoek blijkt dat de Filipijnse tapijtschelp (*Venerupis philippinarum*) na blootstelling aan continu of impuls geluid van 150 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ een stressreactie vertoont (uit de bodem omhoogkomen en kleppen sluiten) (Solan et al., 2016). De onderzoekers benadrukken dat dergelijke reacties ook de bio-geochemische processen (zoals omwerking van sediment) van de schelpdieren stopzetten en daardoor gevolgen kunnen hebben op het gehele ecosysteem. De Noorse kreeft (*Nephrops norvegicus*) werd bij blootstelling aan hetzelfde geluid minder actief. De draadarmige slangster (*Amphiura filiformis*) vertoonde nauwelijks gedragsveranderingen. Na zeven dagen blootstelling werd in geen van de drie soorten veranderingen in de conditie aangetroffen.

Er zijn (sub)-lethale effecten van onderwatergeluid aangetoond voor kreeft (Day et al., 2016), (André et al., 2011) en tweekleppigen (Charifi et al., 2017, 2018; Day et al., 2016, 2017). Op basis van (veld)onderzoek met een mantelschelp (*Pecten fumatus*) blijkt dat het effect van seismisch onderzoek op schelpdierpopulaties significant verhoogde mortaliteit tot gevolg kan hebben (Day et al., 2016, 2017). Daarbij moet worden vermeld dat de airguns die worden gebruikt voor seismisch onderzoek veel zwaarder zijn en verder reiken dan de geluidsbronnen die voor de voorgenomen activiteit worden gebruikt. Japanse oesters (*Crassostrea*

gigas) kunnen geluid waarnemen van onder andere scheepvaart, seismisch onderzoek, heien, boren en windturbines (Charifi et al., 2017).

Impulsgeluid - aanleg en verwijderingsfase

Hoewel onzeker, zou het impulsgeluid van met name de aanleg tot schade aan bodemdieren kunnen leiden. Het is waarschijnlijk dat de soorten die nu voorkomen in het plangebied snel zullen herstellen (van der Reijden et al., 2021). Ook is de aanwezige bodemfauna niet van bijzondere waarde en voornamelijk van belang als voedselbron voor beschermde soorten. Vanwege de tijdelijke aard van de effecten en het relatief kleine oppervlak dat wordt verstoord, worden significante effecten tijdens de aanleg en de verwijderingsfase op bodemfauna op voorhand uitgesloten.

Continue geluid - exploitatiefase

Daarnaast heeft de continue trilling van de turbinepaal waarschijnlijk geen effect op bodemdieren, omdat bekend is dat het habitat geschikt blijft voor veel soorten (Degraer et al., 2020) en negatieve gevolgen niet zijn aangetoond. Significante negatieve effecten op bodemfauna door continu geluid zijn dan ook uitgesloten.

Vissen

Popper and Hawkins (2019) maken onderscheid in: mortaliteit (of dodelijke verwonding), herstelbare verwonding, tijdelijke gehoordrempelverschuiving (Temporary Threshold Shift, TTS), maskering van geluid, en gedragsverstoring. Zij stellen drempelniveaus en relatieve risicoschattingen voor, voor categorieën van vissen afhankelijk van de aanwezigheid en rol van de zwemblaas (en schildpadden), en typen effect (zie afbeelding 9.10).

Afbeelding 9.10 Drempelniveaus van blootstelling aan geluid voor verwondingen, en relatieve risicoschatting voor verstoring op drie relatieve afstanden van de bron*

Type of Animal	Mortality and potential mortal injury	Impairment			Behaviour
		Recoverable injury	TTS	Masking	
Fish: no swim bladder (particle motion detection)	> 219 dB SEL _{cum} or > 213 dB peak	> 216 dB SEL _{cum} or > 213 dB peak	>>186 dB SEL _{cum}	(N) Moderate (I) Low (F) Low	(N) High (I) Moderate (F) Low
Fish: swim bladder is not involved in hearing (particle motion detection)	210 dB SEL _{cum} or > 207 dB peak	203 dB SEL _{cum} or > 207 dB peak	> 186 dB SEL _{cum}	(N) Moderate (I) Low (F) Low	(N) High (I) Moderate (F) Low
Fish: swim bladder involved in hearing (primarily pressure detection)	207 dB SEL _{cum} or > 207 dB peak	203 dB SEL _{cum} or > 207 dB peak	186 dB SEL _{cum}	(N) High (I) High (F) Moderate	(N) High (I) High (F) Moderate
Sea turtles	210 dB SEL _{cum} or > 207 dB peak	(N) High (I) Low (F) Low	(N) High (I) Low (F) Low	(N) High (I) Moderate (F) Low	(N) High (I) Moderate (F) Low
Eggs and larvae	> 210 dB SEL _{cum} or >207 dB peak	(N) Moderate (I) Low (F) Low	(N) Moderate (I) Low (F) Low	(N) Moderate (I) Low (F) Low	(N) Moderate (I) Low (F) Low

Peak and rms sound pressure levels dB re 1 µPa; SEL dB re 1 µPa² s⁻¹.

* Overgenomen uit Popper and Hawkins (2019). Origineel bijschrift: 'Proposed interim criteria for mortality and recoverable injury from exposure to pile driving signals are based on 960 sound events at 1.2 s intervals (Halvorsen et al., 2012b, 2012c). Temporary threshold shift (TTS) based on Popper et al. (2005). The same peak levels are used both for mortality and recoverable injury since the same sound exposure level (SELs) was used throughout the pile driving studies. All criteria are presented as sound pressure even for fishes without swim bladders since no data for particle motion exist. Relative risk (high, moderate, low) is given for animals at three distances from the source defined in relative terms: N, near; I, intermediate; F, far (from Popper et al., 2014)'.

Verstoring door heilactiviteit

De zeer hoge heigeluidsniveaus waarbij mortaliteit optreedt (afbeelding 6.2) zijn alleen op korte afstand van de heilocatie te verwachten. Deze verstoring is van tijdelijke aard. Vissen zoals kabeljauw (*Gadus morhua*) kunnen bovendien afstand nemen, bijvoorbeeld bij de slow start van het heien. Het is denkbaar dat soorten zoals de zandspiering (*Ammodytes tobianus*) of de tong (*Solea solea*) het gebied niet zullen verlaten maar zich in de grond zullen verschuilen. Vanwege het ontbreken van een zwemblaas bij deze soorten treedt schade pas bij zeer hoge geluidsniveaus op (zie afbeelding 6.2).

Vissen zijn niet gevoeliger dan zeehonden (SELCum PTS onset bij zeehonden is 186 dB, wat een stuk lager is dan de 207 dB SELcum voor mortaliteit bij vissen), maar voor de lagere frequenties van het heigeluid is er een zeker overeenkomst; het audiogram van gevoelige vissoorten is daarom vergelijkbaar met dat van zeehonden. Voor het KEC 4.0 zijn berekeningen uitgevoerd om het risico op PTS voor bruinvissen en zeehonden in te schatten. Dat is voor twee situaties gedaan: dat de dieren gedurende het heien voor één fundering (3000 klappen) op dezelfde plek blijven en voor de situatie dat ze wegzwemmen. Er is bij de *worst-case* berekening uitgegaan van een geluidnorm van 168 dB re 1 re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ op 750 m. Ervan uitgaande dat de meest gevoelige vissoorten (met een gesloten zwemblaas) een vergelijkbare gevoeligheid hebben voor impulsgeluid als zeehonden, zou betekenen dat deze soorten (als ze niet wegzwemmen) op een afstand van 550 m of minder van de heilocatie een zekere, herstelbare gehoorschade kunnen oplopen. Hierbij gaat het om een oppervlak van maximaal 0,9 km² per geheide turbine.

De kans is groot dat de vissen wel wegzwemmen bij de eerste klap en het beïnvloede gebied is zeer klein, significante effecten op vissen kunnen worden uitgesloten.

Verstoring door turbines en scheepvaart

De capaciteit van vissen om geluid op grote afstand waar te nemen blijkt niet tot gevolg te hebben dat ook op grote afstand gedragsverandering optreedt. Op basis van Mitson (1995) zijn verstoringsafstanden van 100 tot 200 m te verwachten, oplopend tot 400 m voor erg grote of luidruchtige schepen. Voor de meeste vaarbewegingen is een verstoringsafstand van maximaal 200 m aannemelijk, en voor de constructieschepen kan daarbij maximaal 400 m worden aangehouden. In de zuidelijke Noordzee is echter zeer veel scheepvaartactiviteit aanwezig, waardoor de activiteiten als gevolg van het windpark een beperkte toevoeging van scheepvaartgeluid vertegenwoordigen. Significante effecten zijn uitgesloten.

Verstoring door operationeel geluid

In de operationele fase van het windpark zal de hoeveelheid onderwatergeluid afnemen, en voornamelijk afkomstig zijn van aanlegschepen die onderhoudswerkzaamheden verrichten. Naast het operationeel geluid van de windturbines zelf is achtergrondgeluid van de in-field kabels te verwachten, van SPL ~100 dB op 1 m afstand. De geluidsniveaus zijn laag en hebben een lage frequentie (120 Hz) (Tougaard *et al.*, 2020). Daarbij liggen de kabels begraven, waardoor een groot deel van het geluid gedempt zal zijn. Tougaard *et al.*, (2020) merken op dat effecten op vissen zouden kunnen optreden op locaties waar het achtergrondgeluidsniveau laag is. In de omgeving van windgebied IJmuiden Ver is dat echter niet te verwachten, omdat het een zeer dynamisch gebied is (Kinnevig & Tougaard, 2021). Significante effecten zijn uitgesloten.

Verstoring tijdens verwijderingsfase

Over de eventuele effecten tijdens de verwijderingsfase zijn nog geen gegevens uit de praktijk voorhanden. Verwijdering vindt waarschijnlijk plaats door de monopalen onder de zeebodem door te zagen en af te voeren. 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. Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zal naar verwachting niet de hoge niveaus van het heien van de palen bereiken (zoals tijdens de aanlegfase), het effect zal dan ook aanzienlijk kleiner en niet significant zijn. Onbekend is welke niveaus wel aan de orde zullen zijn.. Er wordt aangenomen dat deze fase leidt tot hetzelfde type, maar minder, verstoring dan tijdens de aanlegfase, Significante effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Verstoring door elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden worden gegenereerd als elektriciteit wordt getransporteerd via kabels of door bewegingen van waterstromingen. Het elektrische veld kan worden ingesloten door een geaarde metalen omhulsel en neemt snel af in het mariene milieu; echter, het magnetische veld kan uitstralen in het milieu en induceert een secundair elektrisch veld. Dit veld kan, afhankelijk van de getransporteerde stroom, tientallen meters rond de kabels meetbaar zijn (Hutchison, Gill, Sigray, He, & King, 2020) (Snoek, *et al.*, 2020) (Thomsen, *et al.*, 2016). Over de gevolgen hiervan voor vissen en bodemdieren is weinig bekend. Het is denkbaar dat vooral dieren die het natuurlijke magneetveld van het aarde gebruiken voor oriëntatie, navigatie en jagen beïnvloed zullen worden zoals migrerende vis (paling) en kraakbeenvissen (roggen en haaien) die elektro- en/of magnetosensitief zijn (Bedore & Kajiura, 2013) (Taormina, *et al.*, 2018). De

introductie van antropogene EMV in het mariene milieu kan mogelijk het vermogen van dieren om het aardmagnetisch te detecteren of erop te reageren verstoren of veranderen, waardoor hun overleving, predator-prooi relaties, reproductiesucces of migratiepatronen beïnvloed worden (Taormina, et al., 2018). Van niet alle soorten is bekend of zij elektro- en/of magnetosensitief zijn en dus of zij mogelijk beïnvloed worden door EMV afkomstig van de kabels.

Bodemdieren (inclusief zandspiering)

Met name sessiele soorten die in en op de bodem leven en dus een langere hogere blootstelling ervaren, zouden mogelijk beïnvloed kunnen worden door elektromagnetische velden. (Albert, et al., 2020) heeft een overzicht gepresenteerd van de onderzoeken naar effecten van elektromagnetische velden op bodemdieren. De onderzoeksmethodieken en elektromagnetische levels waaraan de dieren zijn blootgesteld zijn erg divers, en variëren van gedragseffecten tot fysische effecten (Albert, et al., 2020). Er is echter maar één onderzoek waarin dieren blootgesteld worden aan niveaus vergelijkbaar met de te verwachten niveaus voor het plangebied (Taormina, Quillien, Lejart, & et al, 2020). Dit onderzoek observeert echter geen effect op het verkennings- en beschuttingszoekgedrag van jonge Europese kreeft. Dit zegt nog weinig over de effecten op andere soorten.

In het meest extreme scenario zou de directe omgeving van de kabels onleefbaar kunnen worden voor bodemdieren. Dit effect is eerder te verwachten bij stroomkabels met een groter elektromagnetisch veld (zoals exportkabels). Tot op heden is er geen bewijs dat de directe omgeving van stroomkabels onleefbaar is voor bodemdieren. Mocht dit effect toch optreden, dan zou een areaal van 2,4 ha betreffen (uitgaande maximaal 120 km kabel en maximale verstoringscontour van 5 m (van de Bilt et al., 2020). Dit zou een verlies van leefgebied van 0,02 % van de totale kavel betekenen. Dit oppervlak is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de Noordzee. Dit geldt ook voor de zandspiering, welke ook mogelijk leefgebied verliest. Bodemfauna is, in de context van deze studie, alleen relevant als voedselbron voor trofisch hogere soorten. Een dergelijk klein verlies van leefgebied voor bodemdieren zal geen effect hebben op de draagkracht van trofisch hogere soorten.

Vissen

Het is mogelijk dat er effecten zijn op kabeljauw door elektromagnetische velden. Data uit een onderzoek door DONG (nu Ørsted) leek te suggereren dat kabeljauw in de buurt van een exportkabel zou verzamelen (Hvidt, Leonhard, Klaustrup, & Pedersen, 2006). Het zou kunnen dat de kabeljauw door het elektromagnetisch veld werd aangetrokken, wat een verlies aan foerageertijd zou kunnen betekenen. In het onderzoek is niet duidelijk geworden of de aantrekking door de elektromagnetische velden kwam. Daarnaast is ook bekend dat kabeljauw meerdere maanden per jaar langdurig in windparken verblijven om de turbinestructuren te gebruiken voor foerageermogelijkheden en beschutting, wat de aanwezigheid ook kan verklaren (Reubens et al., 2013). Bij zeer intensieve elektrische velden (gebruikt bij het pulsvissen) kunnen negatieve effecten optreden (de Haan, Fosseidengen, Fjellidal, Burggraaf, & Rijnsdorp, 2016). Deze velden (30 tot 100 V/m) zijn echter meerdere ordegrottes hoger dan de te verwachten niveaus in het plangebied. De studie van de Haan et al. beschrijft dat lagere niveaus geen negatieve effecten teweeg brengen.

Met de huidige verspreiding en habitatgebruik binnen windparken is het waarschijnlijk dat het gedrag kortdurend en lokaal zal worden beïnvloed. De effecten zullen dusdanig klein zijn dat een significant effect op kabeljauw op voorhand kan worden uitgesloten.

(Naisbett-Jones, Putman, Stephenson, Ladak, & Young, 2017) laten zien dat er al subtiele veranderingen in oriëntatie van palingen zijn bij blootstelling aan een verhoging in veldsterkte van 2,4 μ T, en een hellingsdaling van 2°. Dit geeft aan dat palingen erg gevoelig zijn voor veranderingen in het elektromagnetische velden. Uit data van gezenderde palingen blijkt dat zij het zwemtempo verlagen wanneer zij de kabel passeren, maar na tientallen minuten is hun zwemsnelheid weer normaal (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Een dergelijke afleiding zou alleen schadelijk zijn als het energieverlies zo dusdanig is dat hierdoor hun vermogen wordt beperkt om de bestemming te bereiken (Gill, Bartlett, & Thomsen, 2012). Daarnaast maken de in-field kabels migratie niet onmogelijk: de paling kan om het plangebied heen zwemmen. Uiteraard is dit ook een energieverlies, maar gezien de afstanden die de paling aflegt om tot haar paaigebied te komen (de

Sargassozee), heeft dit waarschijnlijk een marginale invloed. Ook is er geen fysiologische aanleiding om aan te nemen dat het passeren van elektromagnetische velden leidt tot sterfte van individuen. Het is onwaarschijnlijk dat dergelijke invloeden het vermogen van de paling om haar paaigebied te bereiken beperkt. Sterfte op individueel niveau, of effecten met doorwerking op populatieniveau, kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Kraakbeenvissen zijn bijzonder gevoelig voor elektromagnetische velden en gebruiken de ampullen van Lorenzini niet alleen voor navigatie, maar ook voor het vinden van prooi en partners. Sommige soorten kunnen elektrische velden waarnemen vanaf 0,005 $\mu\text{V}/\text{cm}$ (Dawson, 1981) (Kalmijn, 1982) waarbij de gevoeligheid voor magnetische velden verwacht wordt gelijk te zijn met kleine veranderingen in het aardmagnetisch veld, e.g. 0,002-0,005 μT (Nygqvist, et al., 2020). Onderzoek naar stekelrog en gevlekte rog is beperkt. Onderzoek naar andere roggesoorten (zoals de kleine rog) laat attractie naar hogere elektromagnetische velden zien, alsmede toegenomen foerageergedrag (Hutchison, Gill, Sigray, He, & King, 2020). Het is mogelijk dat dit leidt tot het verbruik van energie wat niets oplevert, waarbij het denkbaar is dan een individu zal verzwakken. De verwachte veldsterkte in het plangebied valt binnen het waarnemingsvermogen van kraakbeenvissen. Daarnaast overlapt het plangebied met de habitat van de stekelrog en gevlekte rog.

De kabels van het windpark emitteren een sterker elektromagnetische veld. Het is echter onbekend wat de gevolgen van deze verandering is. Het is uitgesloten dat dit leidt tot individuele mortaliteit, maar er kan mogelijk aantrekking plaatsvinden. Hierbij worden roggeng naar de kabel toe getrokken, omdat ze hier mogelijk een partner of voedsel verwachten. Dit zou tot een energieverlies kunnen leiden. Wanneer dit effect op grote schaal optreedt, kan dit doorwerking hebben op populatieniveau. Echter is er voor dit (worst-case) scenario tot op heden geen bewijs. Er is geen sprake van een aantoonbaar effect van elektromagnetische velden dat leidt tot sterfte van de roggeng of een effect met doorwerking op de populaties van de gevlekte rog en de stekelrog.

Toename van hard substraat

Steenbestorting

Momenteel komen nauwelijks (grote) harde structuren voor in de kavel. Als gevolg van de aanleg van de kavel zal een totaal oppervlak van 11,2 ha aan steenbestorting worden geplaatst ($\sim 1.600 \text{ m}^2$ steenbestorting per turbinepaal en 350 m^2 per kabelkruising, uitgaande van worst-case). Dit betreft maximaal 0,13 % van het areaal van de kavel. Hierbij verandert het leefgebied van bodemdieren van zandig substraat naar hard kunstmatig substraat. Dit kan de biodiversiteit en biomassa ten goede komen, doordat nieuwe soorten zich kunnen vestigen (Coolen, et al., 2020). Echter kan het verlies van het natuurlijk voorkomend leefgebied ook negatief zijn voor de beschermde aanwezige natuurwaarden. De huidige bodemfauna is niet van bijzondere waarde.

Voor vissen geldt dat ook een deel van het leefgebied verloren gaat. Het betreft echter een dusdanig klein gebied dat effecten op populatieniveau op voorhand uitgesloten zijn. Uitzondering hierop is de zandspiering, omdat deze mogelijk van directe relevantie is voor de bruinvis. Het gaat om een relatief verlies van 0,13 % van de kavel. In de rest van de kavel kan de zandspiering nog wel voorkomen en blijft deze dus beschikbaar als voedselbron voor bruinvissen. Het totaal areaal waar de zandspiering kan voorkomen in de Noordzee is 33.566 km^2 . Het is onwaarschijnlijk dat een dergelijk verlies van leefgebied een doorwerking heeft op de bruinvispopulatie in de Noordzee.

Turbinepalen

Op de locatie van de turbine gaat leefgebied verloren (zie tabel 7.4 voor toelichting omvang). Er wordt vanuit gegaan dat in dit oppervlak geen bodemfauna meer kunnen voorkomen. Daarnaast voegen de turbines verticaal substraat toe aan de Noordzee. Dit kan een positief effect hebben op de biodiversiteit en biomassa, omdat er nieuw leefgebied wordt geïntroduceerd (Degraer, et al., 2020). Dit kan echter ook bijdragen aan introduceren van invasieve soorten. Deze worden voornamelijk aangetroffen in de getijdenzone en de spatzone op turbinepalen (Degraer, et al., 2020).

Effecten van het verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in het windpark

Vanaf de aanlegfase tot en met de verwijderingsfase geldt er een verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in het windpark. Momenteel wordt geregeld gevestigd in het plangebied. Dit leidt tot het wegvangen van biomassa en het omwoelen van de bodem. Wanneer deze activiteit zal stoppen, kan er mogelijk een andere bodemgemeenschap ontstaan. Dit heeft mogelijk een positief effect op de ontwikkeling van de bodem- en visgemeenschap in de kavel. Dit is al eerder aangetoond in een onderzoek in een Belgisch windpark- na 3 jaar waren soorten gevoelig voor bodemberoerende visserij (bodemgarnalen, kokerwormen en zeeboontje) in aantallen toegenomen (Coates et al., 2016). Deze effecten zijn echter niet nader beschouwd.

9.4.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen effecten ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien in de aanlegfase. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsbron of in de vorm van een – fysiologisch – effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan verhoogde geluidsniveaus tijdelijk (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel) of permanent (PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) minder goed kunnen horen. Een effect op het gedrag treedt op zodra het geluid begint; dieren reageren op de eerste heiklap. Bij effecten op het gehoor (TTS of PTS) gaat het om de totale geluidsdosis, i.e. de 'optelsom' van meerdere geluidspulsen, waaraan dieren tijdens het heien van één paal zijn blootgesteld (cumulatieve SEL).

Op grond van de resultaten van eerdere, voor het KEC 1.0 windparken uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat effecten op het gedrag maatgevend zijn voor mogelijke effecten op populaties. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat het gebied waarin bruinvissen en zeehonden tijdelijke (TTS) of permanente effecten op het gehoor (PTS) kunnen ondervinden veel kleiner is dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden. Bovendien is uit *worst case* berekeningen gebleken dat (vrijwel) is uit te sluiten 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 de geluidnorm $SEL_{SS}(750m) = 168 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$, of lager (zie bijlage 2 in bijlage III van dit rapport). Bij alle dieren waarbij het gehoor mogelijk tijdelijk is beïnvloed (TTS) treedt volledig herstel van het gehoor op (bij verreweg de meeste binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien).

Uit de resultaten van de berekeningen voor het KEC 4.0 blijkt dat versnelde aanleg van windenergie op zee in de periode 2016 – 2030 alleen mogelijk is als de in het KEC 3.0 voorgestelde geluidnorm van $SEL_{SS}(750 \text{ m}) = 168 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ wordt aangescherpt. Bij deze geluidnorm is er namelijk een 5 % kans dat het aantal bruinvissen op het NCP als gevolg van gedragsverstoring door heigeluid met 6 – 8 % afneemt. Hiermee wordt de vastgestelde ecologische norm voor bruinvissen overschreden. Bij de gehanteerde uitgangspunten en een geluidnorm van $SEL_{SS}(750 \text{ m}) = 168 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ of lager zijn permanente effecten op het gehoor van bruinvissen en zeehonden uit te sluiten. Als wordt uitgegaan van één universele geluidnorm van $SEL_{SS}(750 \text{ m}) = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ bij de aanleg van windparken IJmuiden Ver (oorspronkelijke Routekaart 2030) plus zoekgebieden voor de versnelling, en de in de kavelbesluiten vastgelegde geluidnormen voor de windparken van het Energieakkoord, is voor de in het KEC 4.0 beschreven scenario's berekend dat voor de gehele periode tot en met 2030 de kans meer dan 95 % is dat de bruinvispopulatie op het NCP met niet meer dan 2,3 – 2,9 % afneemt (Heinis et al., 2022).

Voor de berekeningen in dit MER zijn dezelfde uitgangspunten gekozen als in het KEC 4.0, maar zijn voor zowel bruinvissen als zeehonden nieuwe berekeningen op meerdere locaties uitgevoerd. Er is daarbij uitgegaan van een geluidsnorm van 160 dB re 1 mPa²s (op 750 m). De resultaten van deze berekeningen zijn volgens Heinis et al. (2022) geïnterpreteerd waarna de mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden zijn bepaald en beoordeeld. Hetzelfde is gedaan met een geluidsnorm van 164 dB re 1 mPa²s (op 750 m) als extra variant.

Relatie tussen blootstelling aan geluid en gedragsrepons

Relaties tussen het geluidsniveau (ongewogen breedband Single Strike Sound Exposure Level) en het optreden van een significante gedragsrespons¹ zijn afgeleid uit recente 'peer reviewed' literatuur. Daarbij is ervan uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap bepaalt of er een significante gedragsverandering optreedt (verstoring).

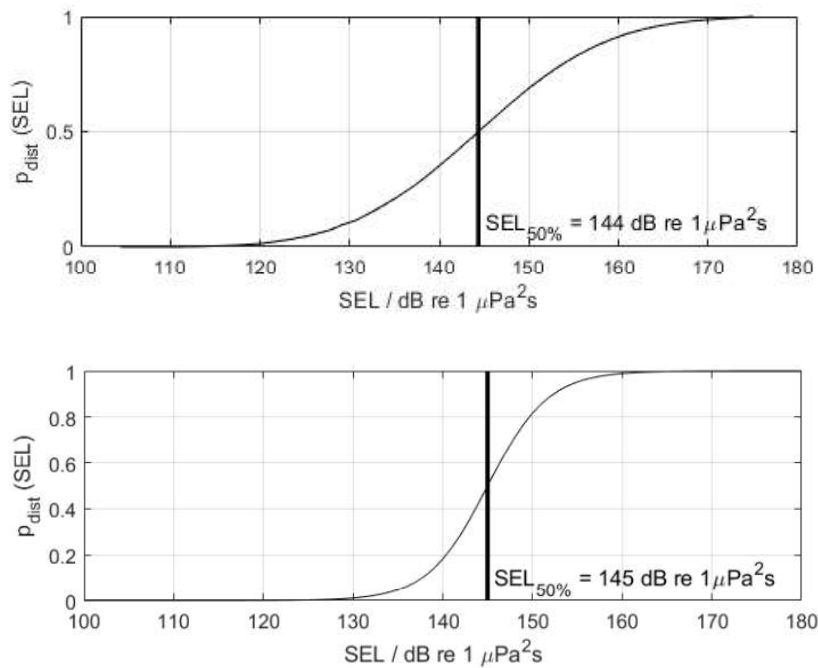
Of een dier in zijn gedrag door geluid wordt beïnvloed, hangt af van het geluidsniveau en daarmee van de afstand tot de geluidsbron. Ook is er binnen een soort sprake van individuele variatie in de gedragsrespons, die context-afhankelijk is (leeftijd, geslacht, motivatie, e.d.). In de KECs 1.0 t/m 3.0 en de daarop gebaseerde effectstudies is met deze variatie geen rekening gehouden en is ervan uitgegaan dat bij geluidsniveaus boven een bepaalde drempelwaarde alle dieren een gedragsrespons vertonen en bij lagere geluidsniveaus geen enkel dier. Tyack & Thomas (2019) geven aan dat het gebruik van een dergelijke discrete drempelwaarde tot een foute inschatting van het aantal door geluid verstoorde dieren kan leiden. Voor een meer realistische inschatting van het aantal verstoorde dieren is voor het achtergrondrapport 'Zeezoogdieren' bij het KEC 4.0 onder andere daarom besloten met de variatie in gedragsrespons rekening te houden door gebruik te maken van een dosis-reponsrelatie in plaats van een discrete drempelwaarde (Heinis & de Jong et al., 2022).

Het betekent dat in de berekeningen rekening is gehouden met verschillen in de kans op verstoring van dieren die zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden dicht bij de heilocatie bevinden, waar het geluidsniveau hoger is, en dieren die zich op grotere afstand bevinden.

Voor bruinvissen is deze relatie geschat op basis van waarnemingen rond heiwerkzaamheden in Nederland, Duitsland en Schotland (onder andere Geelhoed et al., 2018, Brandt et al., 2018, Graham et al., 2019) en voor zeehonden op basis van Kastelein et al. (2011), Russell et al. (2016), Whyte et al. (2020) en Aarts et al. (2018). De gebruikte relaties zijn in afbeelding 9.11 weergegeven (zie Heinis & de Jong et al. (2022) voor verdere details over de toegepaste dosis-reponsrelaties).

¹ Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrepons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).

Afbeelding 9.11 Relaties tussen geluidsdosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder)*



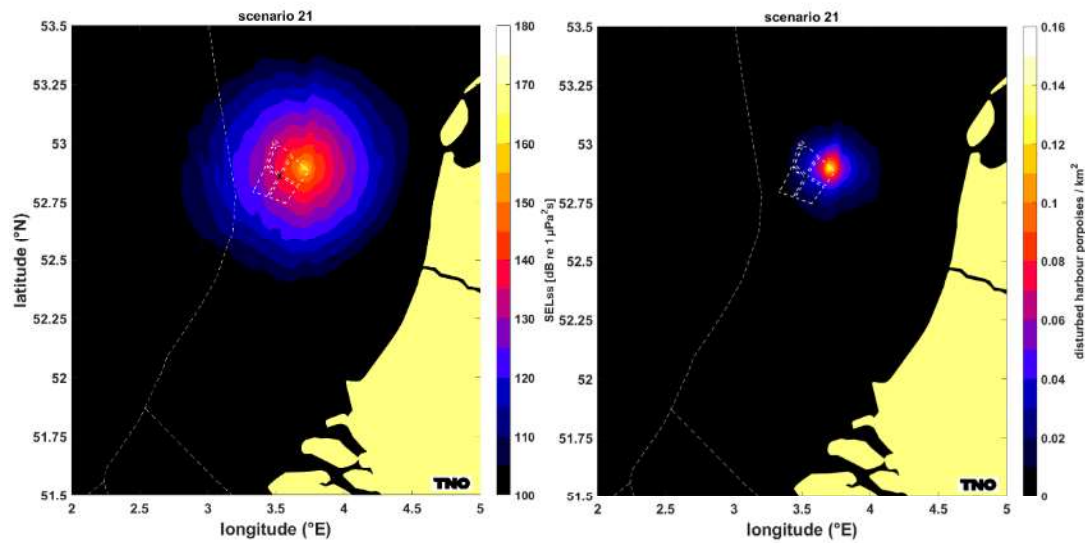
* Er is van uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is (zie Heinis et al., 2022 voor onderbouwing). De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $\text{SEL}_{50\%}$ -waarde geven aan bij welke SEL er 50 % kans op verstoring van de dieren is. Uit Heinis et al. (2022).

Effecten van heigeluid op het gedrag van bruinvissen

Om een indruk te krijgen van de invloed van de locatie binnen kavel IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver op de effecten zijn voor een viertal representatieve paalposities berekeningen uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn afgezet tegen de resultaten van de berekeningen die in het kader van het KEC 4.0 op een centraal gelegen locatie voor het hele windenergiegebied IJmuiden Ver zijn uitgevoerd (-4 kavels). In afbeelding 9.12 is als voorbeeld de door TNO berekende verdeling van het voor bruinvissen relevante geluid tijdens het heien voor de constructie van een windturbine van 15 MW (alternatief B) op het diepste punt van kavel III in het windenergiegebied IJmuiden Ver weergegeven. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan, dat een 'soft start' procedure¹ wordt toegepast en dat een limiet aan het maximaal te produceren geluidniveau is gesteld. Er is uitgegaan van een breedband geluidsniveau op 750 m van de heilocatie van $\text{SEL}_{55} = 160 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ en van $\text{SEL}_{55} = 164 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$. Tijdens het heien onder deze voorwaarde ontstaat voor bruinvissen een verstoord gebied per kavel en per fundering (tabel 9.8 en tabel 9.9). Het rechterpaneel van afbeelding 9.12 toont het aantal op een heidag verstoorde bruinvissen per km². Voor het scenario dat in deze afbeelding is getoond (hamerenergie 4.000 kJ op het diepste punt in kavel III als voorbeeld), is berekend dat op een heidag 477 – 556 bruinvissen worden verstoord in kavel IV. Zie voor alle getallen tabel 9.8 en tabel 9.9.

¹ De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoord gebied.

Afbeelding 9.12 Voorbeeld van de berekende verdeling van SEL_{SS} (ongewogen, breedband) bij heien met toepassing van een geluidsnorm van SEL_{SS} = 160 dB re 1 μPa²s (750 m) voor een heiscenario op het diepste punt in kavel III (voor het heien van één fundering voor een 15 MW turbine) van windenergiegebied IJmuiden Ver (links) en het aantal verstoorde bruinvissen per km² als gevolg van heien op deze locatie (rechts)



De berekende effecten van het heien voor de aanleg van turbinefunderingen in kavel IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver op bruinvissen zijn opgenomen in tabel 9.8 en tabel 9.9.

Tabel 9.8 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van kavel IV in het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens voor alternatief A (50 funderingen van 20 MW)

Alternatief A (50 turbines x 20 MW)	Kavel IV	Locatie KEC 4.0
oppervlak verstoord gebied (km²)		
monopaalfundering	513 – 569	598
tripodfundering	475 – 541	576
jacketfundering	475 – 536	570
verstoorde bruinvissen per heidag (n)		
monopaalfundering	451 – 524	569
tripodfundering	419 – 498	549
jacketfundering	418 – 493	543
dierverstoringsdagen (1.000-tallen)		
monopaalfundering 160dB	22,6 – 26,2	28,5
monopaalfundering 164 dB*	38,5 – 44,0	64,5
tripodfundering 160dB	20,9 – 24,9	27,5
tripodfundering 164 dB*	35,8 – 42,3	64,5
jacketfundering 160dB	20,9 – 24,7	27,1
jacketfundering 164 dB*	35,8 – 41,8	64,5

* Resultaten aanvullende berekening met geluidsnorm 164 dB

Tabel 9.9 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van kavel IV in het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief B (67 funderingen van 15 MW) voor bruinvissen*

Alternatief B (67 turbines x 15 MW)	Kavel IV	Locatie KEC 4.0
oppervlak verstoord gebied (km²)		
monopaalfundering	567 – 606	626
verstoorde bruinvissen per heidag (n)		
monopaalfundering	497 – 556	596
dierverstoringsdagen (1.000-tallen)		
monopaalfundering 160dB	33,3 – 37,3	39,9
monopaalfundering 164 dB**	54,4 – 62,5	64,5

* De voor de kavel weergegeven bandbreedte is gebaseerd op berekeningen voor twee locaties binnen één kavel (zie bijlage III). Er is van uitgegaan dat een geluidnorm van $SEL_{ss} = 160$ dB re $1 \mu Pa^2s$ (750 m) wordt toegepast. N.B. Eventuele permanente effecten van het heien op het gehoor (PTS) van bruinvissen zijn uit te sluiten (zie bijlage III).

** Resultaten aanvullende berekening met geluidsnorm 164 dB.

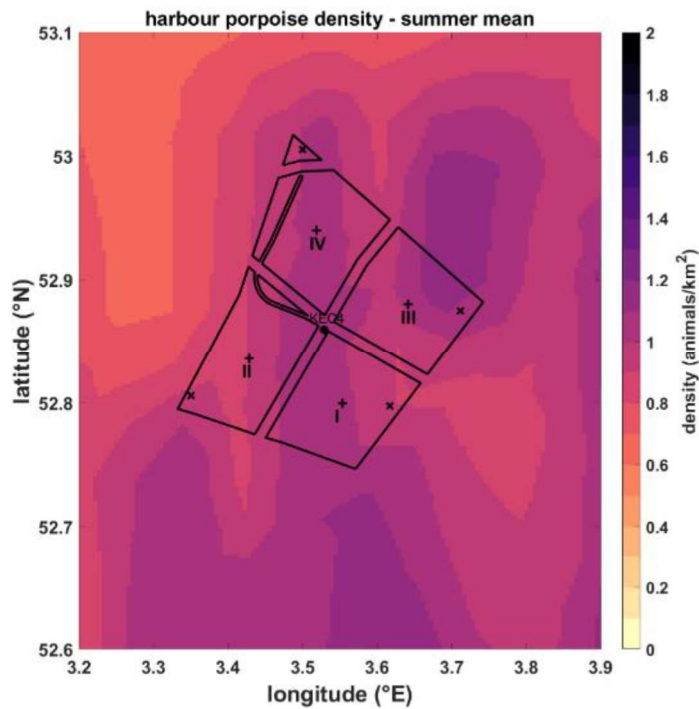
Uit de resultaten blijkt:

- de verschillen in de berekende oppervlakten verstoord gebied per geheide fundering zijn relatief klein, wat een gevolg is van de toegepaste geluidnorm van $SEL_{ss} = 160$ dB re $1 \mu Pa^2s$ op 750 m;
- afgemeten aan het aantal dierverstoringsdagen verschillen de twee onderzochte alternatieven in effecten op de bruinvispopulatie. Dit hangt vooral samen met het aantal heidagen (= aantal funderingen): de aanleg van alternatief B (67 funderingen) leidt tot 1,4 maal zo veel dierverstoringsdagen als die van alternatief A (50 funderingen);
- in vergelijking met het aantal dierverstoringsdagen dat het uitgangspunt vormde voor de Interim PCoD berekeningen in het KEC 4.0 zijn de berekende waarden voor de kavels III en IV in alle gevallen vergelijkbaar of lager. Dit geldt ook voor de extra doorgerekende variant met een geluidsnorm van $SEL_{ss} = 164$ dB re $1 \mu Pa^2s$ op 750 m.

Effecten van heigeluid op het gehoor van bruinvissen

Effecten op het gehoor van bruinvissen, zowel tijdelijk (TTS) als permanent (PTS), treden niet op en worden voorkomen door het toepassen van geluid reducerende maatregelen (zie bijlage III van dit rapport).

Afbeelding 9.13 Lokale bruinvisdichtheid in en rond het windenergiegebied IJmuiden Ver, uit de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld



Effecten van continu geluid op het gedrag van bruinvissen

Continu geluid wordt veroorzaakt door turbines tijdens de exploitatiefase en door scheepvaart in alle uitvoeringsfasen. Bruinvissen communiceren voor een belangrijk deel door middel van geluid. Als antropogeen geluid interfereert met het geluid dat bruinvissen gebruiken en de soort hier negatieve effecten van ondervindt wordt dit 'masking' genoemd (Richardson, Jr, Malme, & Thomson, 2013). Dit kan optreden als er geluid met een frequentie wordt geproduceerd dat in het gehoorbereik van de soort ligt en bovendien met een dusdanig hoog geluidsniveau wordt geproduceerd dat het geluid van het organisme overstemd wordt.

Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is (Tougaard, Hermanssen, & Madsen, 2020).

Tijdens de aanlegfase is het geluid van het heien leidend en zullen de bruinvissen het plangebied mijden. Er kan dus met name tijdens de operationele fase van het windpark een verstoring optreden van het geluid van schepen voor onderhoud. Het gaat dan met name om het gebied waar normaal gesproken weinig schepen komen, zoals in het plangebied zelf.

In een recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van circa 4 km kan leiden (Benhemma-Le Gall, Graham, Merchant, & Thompson, 2021). Dit zou kunnen leiden tot een groot verstoord gebied. In onderzoek is echter aangetoond dat er tijdens de operationele fase van windpark OWEZ meer bruinvissen aanwezig waren dan voor de bouw van het windpark (Scheidat, et al., 2012). De meest waarschijnlijke reden daarvoor is de aanwezigheid van meer prooivissen, volgens dit rapport.

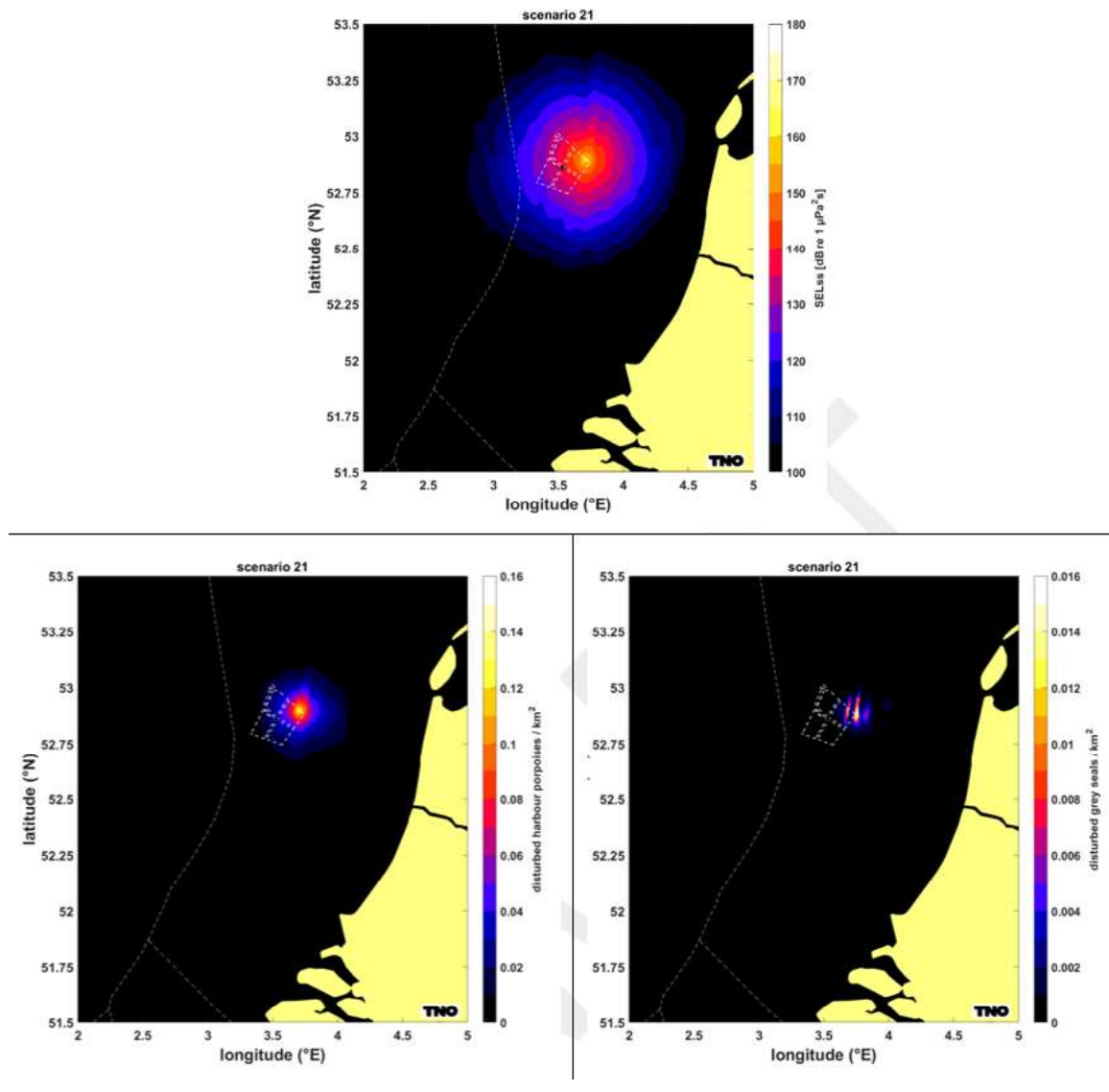
Effecten van heigeluid op het gedrag van zeehonden

In afbeelding 9.14 is de door TNO berekende verdeling van het voor gewone en grijze zeehonden relevante geluid tijdens het heien voor de constructie van windturbines op het diepste punt van kavel III in het windenergiegebied IJmuiden Ver weergegeven. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan, dat een 'soft start'

procedure¹ wordt toegepast en dat een limiet aan het maximaal te produceren geluidniveau is gesteld. Er is uitgegaan van een breedband geluidsniveau op 750 m van de heillocatie van $SEL_{SS} = 160$ dB re $1 \mu Pa^2 s$. Tijdens het heien onder deze voorwaarde ontstaat voor zeehonden een verstoord gebied van 214 km². De onderste panelen van afbeelding 9.14 tonen het aantal op een heidag verstoorde gewone zeehonden (links) en grijze zeehonden (rechts) per km². Voor het scenario dat in deze afbeelding is getoond (hamerenergie 4.000 kJ op het diepste punt in kavel III), is berekend dat op een heidag gemiddeld 10 gewone zeehonden en 16 grijze zeehonden worden verstoord.

Voor bruinvissen is een extra variant doorgerekend met $SEL_{SS} = 164$ dB re $1 \mu Pa^2 s$, dit is voor zeehonden niet gedaan. Voor zeehonden werden in het KEC 4.0 veel kleinere effecten berekend en werden bij de hogere geluidsnorm van 168 dB al geen noemenswaardige effecten op de populatie berekend. Dit is een gevolg van het feit dat de kans dat zeehonden worden verstoord in de meeste gebieden vanwege de lage dichtheid heel klein is. Er kan daarom van worden uitgegaan dat de effecten op de bruinvispopulatie maatgevend zijn bij het beoordelen van de gevolgen van het toepassen van verschillende geluidsnormen.

Afbeelding 9.14 Voorbeeld van de berekende verdeling van SEL_{SS} (ongewogen, breedband) bij heien met toepassing van een geluidsnorm van $SEL_{SS} = 160$ dB re $1 \mu Pa^2 s$ (750 m) voor een heiscenario op het diepste punt in kavel III van windenergiegebied IJmuiden Ver (boven) en het aantal verstoorde gewone zeehonden (linksonder) en grijze zeehonden (rechtsonder) per km² als gevolg van heien op deze locatie



¹ De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoord gebied.

De resultaten van de berekening van de effecten van heigeluid op gewone en grijze zeehonden bij het heien van funderingen voor windturbines in kavel IV van het windenergiegebied IJmuiden Ver voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in tabel 9.10 en tabel 9.11. Afhankelijk van de periode in het jaar kunnen 3 – 31 gewone zeehonden en 7 – 13 grijze zeehonden tijdens het heien worden verstoord.

Tabel 9.10 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van kavel IV in het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief A (50 funderingen van 20 MW)

Alternatief A (50 turbines x 20 MW)	Kavel IV	Locatie KEC 4.0
oppervlak verstoord gebied (km²)		
monopaalfundering	185 – 208	217
tripodfundering	167 – 193	203
jacketfundering	169 – 192	202
gewone zeehonden		
verstoorde dieren per heidag (n)		
monopaalfundering	3 – 28 (8 – 9)	3 – 28 (9)
tripodfundering	3 – 25 (8)	3 – 26 (8)
jacketfundering	3 – 25 (8)	3 – 26 (8)
dierversoringsdagen (100-tallen)		
monopaalfundering	4,2 – 4,4	4,4
monopaalfundering met geluidnorm SEL _{ss} = 168 dB re 1 · Pa ² s (750 m)		10,5
tripodfundering	3,8 – 4,0	4,1
jacketfundering	3,9 – 4,0	4,0
grijze zeehonden		
verstoorde dieren per heidag (n)		
monopaalfundering	6 – 12 (7 – 8)	7 – 14 (9)
tripodfundering	5 – 11 (6 – 7)	7 – 13 (9)
jacketfundering	5 – 11 (6 – 7)	7 – 13 (9)
dierversoringsdagen (100-tallen)		
monopaalfundering	3,4 – 4,0	4,7
monopaalfundering met geluidnorm SEL _{ss} = 168 dB re 1 μPa ² s (750 m)		11,3
tripodfundering	3,1 – 3,7	4,4
jacketfundering	3,1 – 3,7	4,3

* De voor de kavel weergegeven bandbreedte is gebaseerd op berekeningen voor twee locaties binnen één kavel (zie bijlage III) en de maandelijkse variatie in de dichtheid van zeehonden (gemiddelde waarden tussen haakjes). Er is van uitgegaan dat een geluidnorm van SEL_{ss} = 160 dB re 1 μPa²s (750 m) wordt toegepast. N.B. Eventuele permanente effecten van het heien op het gehoor (PTS) van zeehonden zijn uit te sluiten (zie bijlage III).

Tabel 9.11 Schatting van de gevolgen van heien voor de aanleg van kavel IV in het windenergiegebied IJmuiden Ver volgens alternatief B (67 funderingen van 15 MW) voor gewone zeehonden en grijze zeehonden

Alternatief B (67 turbines x 15 MW)	Kavel IV	Locatie KEC 4.0
oppervlak verstoord gebied (km²)		
monopaalfundering	218 – 234	240
gewone zeehonden		
verstoorde dieren per heidag (n)		
monopaalfundering	3 – 31 (10)	3 – 31 (10)
dierverstoringsdagen (100-tallen)		
monopaalfundering	6,6	6,6
monopaalfundering met geluidnorm SEL _{ss} = 168 dB re 1 μPa ² s (750 m)		10,5
grijze zeehonden		
verstoorde dieren per heidag (n)		
monopaalfundering	7 – 13 (8 – 9)	8 – 16 (10)
dierverstoringsdagen (100-tallen)		
monopaalfundering	6,6	7,0
monopaalfundering met geluidnorm SEL _{ss} = 168 dB re 1 μPa ² s (750 m)		11,3

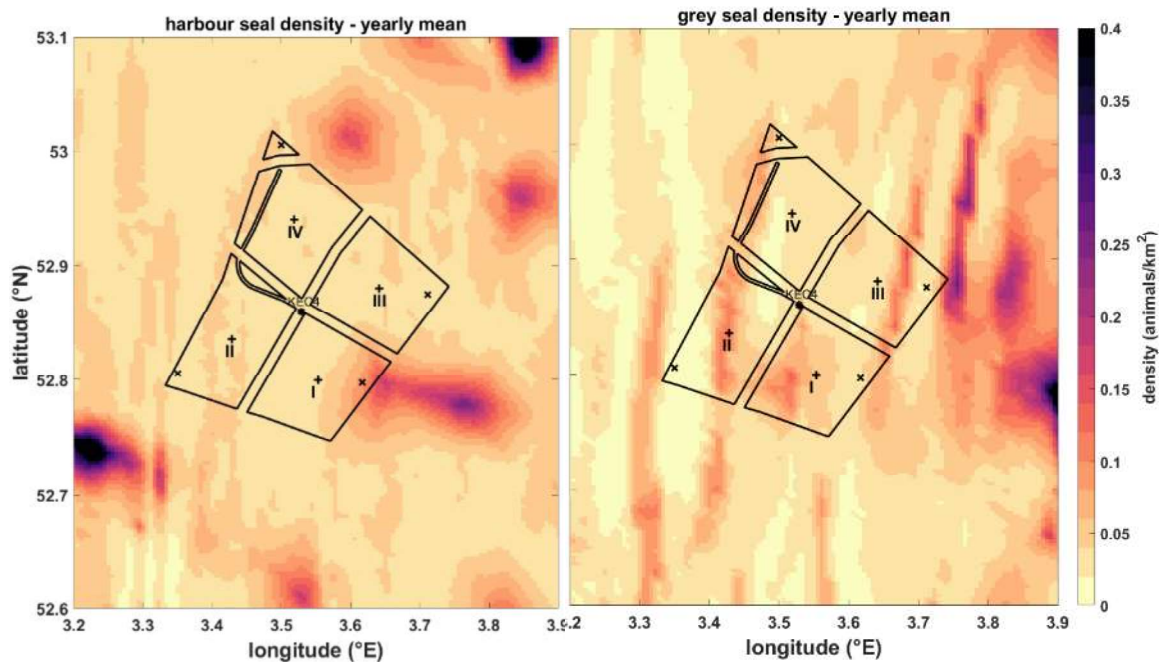
* De voor de kavel weergegeven bandbreedte is gebaseerd op berekeningen voor twee locaties binnen één kavel (zie bijlage III) en de maandelijkse variatie in de dichtheid van zeehonden (gemiddelde waarden tussen haakjes). Er is van uitgegaan dat een geluidnorm van SEL_{ss} = 160 dB re 1 μPa²s (750 m) wordt toegepast. N.B. Eventuele permanente effecten van het heien op het gehoor (PTS) van zeehonden zijn uit te sluiten (zie bijlage III).

Uit de resultaten blijkt:

- de verschillen in de berekende oppervlakten verstoord gebied per geheide fundering zijn relatief klein, wat een gevolg is van de toegepaste geluidnorm van SEL_{ss} = 160 dB re 1 μPa²s op 750 m;
- afgezet tegen het totale aantal zeehonden op het Nederlandse deel van de Noordzee is het aantal op een heidag mogelijk beïnvloede dieren beperkt; voor gewone zeehonden betreft het < 0,01 – 0,2 % van de populatie op het NCP en voor grijze zeehonden is dat < 0,05 – 0,2 %; de dichtheid van gewone en grijze zeehonden is in het windenergiegebied IJmuiden Ver laag, vanwege de relatief grote afstand tot de ligplaatsen in het waddengebied en het daarom als foerageergebied van beperkt belang is;
- afgemeten aan het aantal dierverstoringsdagen verschillen de twee onderzochte alternatieven in effecten op de populaties van gewone en grijze zeehonden. Dit hangt vooral samen met het aantal heidagen (= aantal funderingen): de aanleg van alternatief B (67 funderingen) leidt tot 1,6 maal zo veel dierverstoringsdagen als die van alternatief A (50 funderingen);
- in vergelijking met het aantal dierverstoringsdagen dat het uitgangspunt vormde voor de Interim PCoD berekeningen in het KEC 4.0 zijn de berekende waarden voor de kavel IV in alle gevallen lager. Ook zijn de voor het KEC 4.0 berekende waarden aanmerkelijk hoger dan de nu berekende waarden voor de KEC 4.0 locatie. Voor het KEC 4.0 is voor zeehonden namelijk alleen een scenario doorgerekend waarbij voor het 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 μPa²s op 750 m. In dit scenario bleek de

ecologische (werk)norm¹- voor gewone en grijze zeehonden niet te worden overschreden. Het werd daarom niet zinvol geacht om voor deze windparken de berekeningen voor zeehonden nogmaals uit te voeren met de lagere geluidnorm van SEL_{SS} = 160 dB re 1 μPa²s op 750 m. Voor de kavels III en IV zijn wel berekeningen uitgevoerd met de lagere geluidnorm van SEL_{SS} = 160 dB re 1 μPa²s, zowel voor de 4 gekozen locaties als voor de KEC 4.0 locatie.

Afbeelding 9.15 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.

Effecten van heigeluid op het gehoor van zeehonden

Permanente effecten op het gehoor van zeehonden (PTS), treden niet op en worden voorkomen door het opleggen van een geluidnorm, eventueel in combinatie met het inzetten van Acoustic Deterrent Devices (zie Intermezzo in § 2.3.5 van en bijlage 2 in bijlage III van dit rapport).

Effecten door barrièrewerking en habitatverlies

Door de aanwezigheid van onderwatergeluid tijdens alle fases kan er sprake zijn van barrièrewerking en habitatverlies doordat het geluid ervoor kan zorgen dat zeezoogdieren niet makkelijk meer naar andere gebieden kunnen zwemmen of het gebied niet meer geschikt is om te gebruiken. Hierover is weinig bekend en er wordt momenteel onderzoek naar gedaan, maar het is niet de verwachting dat dit effect optreedt bij een individueel windpark. Zo is er door middel van onderzoek aangetoond dat er tijdens de operationele fase van windpark OWEZ meer bruinvissen aanwezig waren dan voor de bouw van het windpark (Scheidat et al., 2012). De meest waarschijnlijke reden daarvoor is de aanwezigheid van meer prooivissen. De effecten van barrièrewerking en habitatverlies zijn verwaarloosbaar klein.

Effecten van geluid tijdens de verwijderingsfase

Over de eventuele effecten tijdens de verwijderingsfase zijn nog geen gegevens uit de praktijk voorhanden. Verwijdering vindt waarschijnlijk plaats door de monopalen onder de zeebodem door te zagen en af te voeren. Om de monopiles op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden

¹ 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)

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. Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zal naar verwachting niet de hoge niveaus van het heien van de palen bereiken (zoals tijdens de aanlegfase), het effect zal dan ook aanzienlijk kleiner zijn. Onbekend is welke niveaus wel aan de orde zullen zijn.

Er wordt aangenomen dat deze fase leidt tot hetzelfde type, maar minder, verstoring dan tijdens de aanlegfase (Prins et al., 2008), Significante effecten kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Effecten van elektromagnetische velden

Onderzoek van (Tricas & Carlson, 2012) en (Normandeau, Tricas, Timothy; Gill, Andrew, 2011) suggereert dat zeezoogdieren het aardmagnetisch veld gebruiken voor navigatie. Hierbij wordt gesuggereerd dat onder andere bruinvissen een waarnemend vermogen hebben van 0,005 μT omdat dit vergelijkbaar is met de schommelingen van het aardmagnetisch veld van 2-5 nT/km (Nyqvist, et al., 2020). Verschillende studies in de Noordzee laten zien dat bruinvissen (*Phocoena phocoena*) door offshore windparken zwemmen over infield kabels (Hansen, et al., 2013) (Scheidat, et al., 2011) (Tougaard, et al., 2006) (van Polanen Petel, Geelhoed, & Meesters, 2010). Dit suggereert dat de kabels in deze parken geen barrière vormen en dat er geen acute desoriëntatie plaatsvindt.

Een belangrijk detail is dat de infield kabels die wind turbines verbinden met het offshore platform in wisselspanning zijn (AC), terwijl de exportkabels van het Net op Zee in, en het aardmagnetisch veld, in gelijkstroom (DC) zijn. De effecten van elektromagnetische velden van de exportkabels zijn beschouwd in de MER Net op Zee (Pondera & Arcadis, 2021). Hierin kwam naar voren dat er op dit moment van wordt uitgegaan dat elektromagnetische velden van ondergrondse kabels geen negatief effect hebben op beschermde natuurwaarden. Er zijn ook geen praktische aanwijzingen zijn dat dit wel aan de orde is op basis van bestaande kabels in de bodem. Kennis hierover is echter beperkt en dit kan als kennisleemte gezien worden. Het zal daarbij alleen gaan om effecten direct rondom de kabels. Het effect dooft snel uit en is lokaal, waardoor effecten op grotere afstand, zoals op bijvoorbeeld de navigatie van trekvogels gedurende de trek met zekerheid uitgesloten zijn.

Voorbeelden van de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren zijn desoriëntatie en verstoring van de navigatie (Hermans & Schilt, 2022). Vanaf welke veldsterkte deze effecten zouden kunnen optreden, is onbekend. (Kirschvink, 1990) heeft een studie uitgevoerd waarbij de locatie van zeezoogdierenstrandingen wordt gerelateerd aan een verhoging van elektromagnetische velden ten opzichte van het aardmagnetisch veld. In deze studie wordt 1 % boven het aardmagnetisch veld aangehouden. In de Noordzee staat dit gelijk aan 0,05 μT . Dit betrof echter een modelstudie, en deze bevindingen zijn sindsdien niet gevalideerd.

Gezien het bovenstaande is het mogelijk dat er effecten zijn op zeezoogdieren door elektromagnetische velden. Met de huidige verspreiding en habitatgebruik van zeezoogdieren is de verwachting echter dat mogelijke effecten voornamelijk het gedrag kortdurend en lokaal zullen beïnvloeden. De effecten zullen dusdanig klein zijn dat er geen sprake is van een wezenlijk effect op zeezoogdieren.

9.5 Effectbeoordeling

9.5.1 Bodemdieren en vissen

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavel IV gebruiksfase

Verstoring door onderwatergeluid en trillingen

Geconstateerd is dat bodemdieren en vissen hinder kunnen ondervinden van onderwatergeluid (continu geluid door onderhoudsschepen) en trillingen en dat soorten daar op een verschillende manier op reageren. Echter vormen havens en windmolens in de praktijk voor veel soorten geschikt habitat, terwijl de geluidsniveaus daar hoog zijn door vrachtschepen. De mogelijke hinder die bodemdieren en vissen kunnen ondervinden als gevolg van onderwatergeluid en trillingen is licht negatief (0/-) beoordeeld. Er is geen onderscheid tussen de alternatieven.

Verstoring door elektromagnetische velden

Kijkend naar het totale leefgebied van de bodemdier- en visgemeenschappen in de Noordzee is het mogelijk verstoord oppervlak als gevolg van IJmuiden Ver verwaarloosbaar klein. De precieze effecten op bodemdieren zijn nog niet bekend. Derhalve is het effect licht negatief (0/-) beoordeeld. Er is geen onderscheid tussen de alternatieven.

Toename van hard substraat

Door de aanwezigheid van de turbines en de stenen voor erosiebescherming (alternatief B - 67 x 15 MW) verandert het leefgebied van bodemdieren van geheel zandig substraat naar deels hard substraat. Dit kan de biodiversiteit en biomassa ten goede komen. Het negatieve effect van oppervlakteverlies is minimaal, maar wel groter bij alternatief A vanwege het grotere oppervlak bij het gebruik van gravity based funderingen. De gravity based fundering bij alternatief A resulteert wel in meer hard substraat en dus mogelijk biomassa en biodiversiteit, waardoor het negatieve effect van oppervlakteverlies wegvalt. Het effect van kavel III wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alternatief A en licht positief (0/+) beoordeeld voor alternatief B.

Verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten

De huidige visactiviteiten leiden tot het wegvangen van biomassa en het omwoelen van de bodem. Wanneer deze activiteit stopt, kan er een andere bodemgemeenschap ontstaan. Dit heeft mogelijk een positief effect op de ontwikkeling van de bodem- en visgemeenschap. Dit effect is als licht positief (0/+) beoordeeld voor beide alternatieven.

Tabel 9.12 Effectbeoordeling bodemdieren en vissen - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
bodemdieren en vissen	verstoring door onderwatergeluid en trillingen	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door elektromagnetische velden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	toename van hard substraat	neutraal (0)	licht positief (0/+)
	verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)

Kavel IV aanleg- en verwijderingsfase

Verstoring van de bodem

Geconstateerd is dat er geen statisch aantoonbare verandering optreedt op de bodemfauna door de aanleg van een windpark. Over de effecten van het verwijderen van een windpark is nog weinig bekend. Het totale oppervlakte aan verstoorte bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de Noordzee. Dit effect van kavel IV wordt als licht negatief (0/-) beoordeeld voor beide alternatieven.

Verstoring door onderwatergeluid en trillingen

Geconstateerd is dat bodemdieren hinder kunnen ondervinden van onderwatergeluid (impulsgeluid tijdens de aanleg van monopalen en jackets en continu geluid tijdens de verwijdering) en trillingen en dat soorten daar op een verschillende manier op reageren. Bij alternatief A is er sprake van een gravity based fundering en wordt er dus niet geheid, daardoor is de toename van geluid minimaal en wordt het effect van kavel III als neutraal beoordeeld voor alternatief A. Vanwege de tijdelijke aard van de effecten en het relatief kleine oppervlak dat wordt verstoord door het heien, wordt dit effect van kavel IV als licht negatief beoordeeld (0/-) voor alternatief B.

Tabel 9.13 Effectbeoordeling bodemdieren en vissen - aanleg en verwijderingsfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
bodemdieren en vissen	verstoring van de bodem	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door onderwatergeluid en trillingen	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

9.5.2 Zeezoogdieren

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavel IV gebruiksfase

Verstoring door onderwatergeluid en trillingen (turbines en scheepvaart)

Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is. Uit onderzoek in windpark OWEZ is gebleken dat er tijdens de gebruiksfase meer bruinvissen aanwezig waren dan voor de bouw van het windpark. De meest waarschijnlijke reden daarvoor is de aanwezigheid van meer prooivissen. Het effect van geluid van turbines en scheepvaart (continu geluid) tijdens de gebruiksfase in kavel IV is klein en wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Barrièrewerking en habitatverlies

Er is weinig bekend over de effecten van barrièrewerking en habitatverlies op zeezoogdieren, maar het is niet de verwachting dat dit effect optreedt bij een individueel windpark. Bij een groot aantal windparken in de Noordzee zou dit effect wel kunnen optreden. Dit effect van kavel IV wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Verstoring door elektromagnetische velden

Met de huidige verspreiding en habitatgebruik van zeezoogdieren is het de verwachting dat mogelijke effecten voornamelijk het gedrag kortdurend en lokaal zullen beïnvloeden. De effecten zullen dusdanig klein zijn dat er geen sprake is van een wezenlijk effect op zeezoogdieren. Dit effect van kavel IV wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Tabel 9.14 Effectbeoordeling zeezoogdieren - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
zeezoogdieren	verstoring door onderwatergeluid en trillingen	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking, habitatverlies	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door elektromagnetische velden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Kavel IV aanleg- en verwijderingsfase

Verstoring door onderwatergeluid en trillingen (door heien)

Uit de berekeningen blijkt dat voor de onderzochte scenario's is uit te sluiten dat het aantal verstoringdagen door de constructie van turbinefunderingen in kavel IV boven het aantal uitkomt dat voor het windenergiegebied IJmuiden Ver in het KEC 4.0 is berekend. In het KEC 4.0 is geconcludeerd dat deze verstoring zowel bij bruinvissen als bij zeehonden niet tot effecten op de populatie zal leiden, dit geldt dus ook voor de resultaten in dit MER. Het effect van alternatief B is wel iets groter dan het effect van alternatief A door het verschil in het aantal turbines en omdat bij alternatief A wordt uitgegaan van een gravity based fundering (dan is er geen sprake van heien). Daarom is het effect voor alternatief A beoordeeld als neutraal (0) en voor alternatief B licht negatief (0/-).

Fysieke aantasting door gehoorbeschadiging

Effecten op het gehoor van bruinvissen en zeehonden (PTS) treden niet op en worden voorkomen door het toepassen van de strikte onderwatergeluidsnormering.

Tabel 9.15 Effectbeoordeling zeezoogdieren - aanleg en verwijderingsfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
zeezoogdieren	verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	neutraal (0)	licht negatief (0/-)
	fysieke aantasting (tijdelijke gehoorbeschadiging)	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

9.6 Cumulatie

9.6.1 Criteria voor projecten die worden meegenomen

De volgende criteria staan ten grondslag aan de projecten die meegenomen dienen te worden in de cumulatietoets:

- (internationale) projecten die overlappen met windpark IJmuiden Ver kavel IV in ruimte en tijd;
- projecten die negatieve effecten hebben op beschermde habitattypen en soorten die vergelijkbaar zijn met de effecten die worden veroorzaakt door de voorgenoemde activiteit;

- projecten van derden in Nederland waar een vergunning in het kader van de Wnb voor is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd of die ten dele zijn uitgevoerd¹. Dit kunnen allerlei typen projecten zijn, zoals windparken, zandwinning, scheepvaart en helikoptervluchten. Hiervoor wordt voor de Nederlandse projecten de Vergunningenbank van het ministerie van LNV gebruikt;
- er wordt uitgegaan van de aanlegperiode 2026-2028 en een operationele periode vanaf 2028. Het is de verwachting dat het windpark een levensduur heeft van ongeveer 30 jaar en tot 2057 operationeel zal zijn;
- in het kader van het KEC 4.0 zijn de cumulatieve effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren en van aanvaringen en habitatverlies op vogels berekend. Hierin zijn alle bestaande en toekomstige windparken meegenomen, dus ook de parken die nog niet zijn vergund. De cumulatie voor deze onderdelen is gebaseerd op KEC 4.0 en wijkt dus af van het bovengenoemde criterium.

De onderstaande stappen worden doorlopen voor het bepalen van de cumulatieve effecten:

- voor de relevante projecten wordt aangegeven wat de relevante negatieve effecten en de eventuele resteffecten na mitigatie van significante effecten kort benoemd, op basis van de bij de vergunning horende Passende Beoordeling en/of Soortentoets. Alleen kleine of resteffecten na mitigatie worden meegenomen in de cumulatie, verwaarloosbare effecten leveren geen cumulatie op en significante effecten komen niet voor, omdat ze worden gemitigeerd;
- per storingsfactor wordt aangegeven wat de negatieve effecten zijn van de aanleg van het windpark en de andere relevante projecten. Daarbij wordt de ruimtelijke overlap, de overlap in tijd en de gevoeligheid en veerkracht/herstelduur van de doelsoort of het habitatype aangegeven;
- op basis van het overzicht per verstoringfactor worden de gezamenlijke effecten bepaald. De effectbeoordeling wordt zoveel mogelijk gebaseerd op (semi)kwantitatieve gegevens van verstoringfactoren en instandhoudingsdoelstellingen. Dit type gegevens is echter vaak niet aanwezig, waardoor expertschattingen met kwalitatieve informatie moeten worden uitgevoerd;
- bij de beoordeling van het cumulatieve effect worden de huidige staat van instandhouding en de instandhoudingsdoelstelling (indien relevant) meegenomen in de weging van het effect.

9.6.2 Projecten die worden meegenomen in de cumulatietoets

In de vergunningenbank is op dit moment (juli 2022) één relevant project gevonden: Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta. Daarnaast zijn de overige windparken relevant voor de cumulatietoets, hiervoor is uitgegaan van de Routekaart 2030 en relevante internationale windparken.

Wind op Zee

Aanvullende Routekaart 2030 en KEC 4.0 cumulatie

In het KEC 4.0 zijn de cumulatieve effecten van de aanvullende Routekaart 2030 en de versnelling (KEC 4.0 cumulatie scenario) op de meest relevante vogelsoorten (aanvaringen en habitatverlies), vleermuissoorten (aanvaringen) en zeezoogdieren (onderwatergeluid) bepaald. Dit is het uitgangspunt voor de cumulatietoets in deze Natuurtoets. In KEC 4.0 is sprake van 3 scenario's, zie tabel 8.26.

Internationaal

¹ Op grond van art. 2.7, lid 3, Wnb jo. art. 2.8, lid 1-8, Wnb moeten effecten van een voorgenomen project of vast te stellen plan in cumulatie met effecten van andere plannen en projecten passend worden beoordeeld. De hoofdlijn in de jurisprudentie is al enige jaren dat de verplichting om deze cumulatieve beoordeling te verrichten alleen geldt voor projecten waarvoor een Wnb-vergunning is verleend, maar die nog niet zijn uitgevoerd. Projecten waarvoor nog geen Nbw-vergunning is verleend worden, in beginsel, beschouwd als een toekomstige onzekere gebeurtenis en hoeven om die reden niet in deze beoordeling te worden betrokken. Effecten van projecten waarvoor een Wnb-vergunning is verleend en die reeds zijn uitgevoerd, worden geacht deel uit te maken van de autonome ontwikkeling, ten opzichte waarvan in een Passende Beoordeling de effecten van het voorgenomen plan of project worden beoordeeld.

In dezelfde periode dat IJmuiden Ver wordt gebouwd worden ook drie windparken door andere landen rond de Noordzee aangelegd. Het betreft het Duitse N-3.6, het Princess Elisabeth Fairybank windpark in België en Norfolk Boreas in het Verenigd Koninkrijk (KEC 4.0).

Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken aangewezen als netbeheerder op zee. TenneT is voornemens om twee netaansluiting te realiseren die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines uit de kavels I tot en met IV in windenergiegebied IJmuiden Ver op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. De projecten Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zijn gericht op de totstandkoming van deze twee verbindingen. Een derde verbinding, IJmuiden Ver Gamma, zal de voorgenomen kavels V en VI met het hoogspanningsnet op land verbinden.

De aanleg van de netten op zee Alpha en Beta vindt plaats tussen 1 maart 2024 tot 31 oktober 2028.

Naar verwachting duurt de aanleg in zijn geheel drie kalenderjaren, die niet aaneengesloten plaats hoeven te vinden.

9.6.3 Effecten voorgenomen activiteit

De volgende effecten van de voorgenomen activiteit worden meegenomen in de cumulatietoets:

- **impuls-onderwatergeluid.** Geconcludeerd is dat, met mitigerende maatregelen, significant negatieve effecten van impuls-onderwatergeluid door heien kunnen worden uitgesloten. Impuls onderwatergeluid wordt meegenomen in de cumulatietoets, omdat er resteffecten zijn na mitigatie. Dit heeft betrekking op zeezoogdieren, vissen en bodemdieren;
- **continu onderwatergeluid.** Geconcludeerd is dat significante effecten van onderwatergeluid door windturbines en scheepvaart op zeezoogdieren kunnen worden uitgesloten. Door cumulatie met andere projecten kan er mogelijk toch een significant effect optreden;
- **bodemberoering.** Geconcludeerd is dat significant negatieve effecten van bodemroering worden uitgesloten. Wanneer bij andere projecten ook bodemroering plaatsvindt, zou dit mogelijk cumulatief wel een significant negatief effect kunnen hebben op vissen en bodemdieren;
- **elektromagnetische velden.** Geconcludeerd is dat er kleine effecten kunnen optreden van elektromagnetische velden bij zeezoogdieren, vissen en bodemdieren. Door cumulatie met andere projecten kan er mogelijk toch een significant effect optreden.

9.6.4 Cumulatieve effecten

Deze paragraaf gaat in op cumulatieve effecten. Er is onderscheid gemaakt in effecten gerelateerd aan bodemdieren en vissen en zeezoogdieren.

Bodemdieren en vissen

Impulsief onderwatergeluid

In paragraaf 4.4 van KEC 4.0 deelrapport A is het volgende opgenomen: 'Voor zover bekend worden vissen alleen beïnvloed door hogere geluidsniveaus dan die van bruinvissen. Er wordt dan ook vanuit gegaan dat, indien beschermende maatregelen voor de bruinvis afdoende zijn, beschermde vissoorten en de vissoorten die een belangrijke voedselbron vormen voor beschermde zoogdieren of vogels ook adequaat worden beschermd (voorlopig uitgezonderd de eerder genoemde indirecte verschuivingen op ecosysteemniveau). Deze aanname kan veranderen in het licht van nieuw onderzoek en inzichten.'

Er kan aangenomen worden dat bovenstaande redenering ook opgaat voor bodemdieren. Wat betekent dat cumulatieve effecten verwaarloosbaar zijn.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat er geen wezenlijke negatieve effecten op bodemdieren en vissen optreden door cumulatie van onderwatergeluid.

Van vissen is bekend dat ze met name last hebben van laagfrequent onderwatergeluid. De Acoustic Deterrent Devices (ADD's) die worden gebruikt tijdens de aanleg van windparken om bruinvissen weg te jagen zenden een hoog frequent geluid uit. Het is dus waarschijnlijk dat vissen hierdoor niet uit het gebied worden gejaagd. Er is gesuggereerd (in de reactienota bij het Programma Noordzee) om voor vissen laagfrequente ADD's in te zetten, maar dit lijkt vooralsnog weinig nut te hebben. Dit komt doordat vissen niet goed richting kunnen waarnemen en dus mogelijk niet het gebied uitzwemmen bij de inzet van ADD.

Bodemberoering

Gedurende de aanleg van het windpark vindt bodemberoering plaats door het plaatsen van de turbinepalen, bijbehorende steenbestorting en de aanleg van de kabels. In totaal wordt er bij de aanleg van IJmuiden Ver kavel IV 7 ha bodem verstoord door bodemberoering. Het betreft 0,10 - 0,14 % van het gehele oppervlak van de kavel. Daarbij is het totale oppervlakte aan verstoord bodem verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied in de Noordzee. In de Passende beoordelingenbeoordeling van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zijn significante effecten door bodemberoering/vertroebeling uitgesloten. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha verschilt de breedte van de beroerde zeebodem tussen de 20 en 60 m. Voor een worst-case scenario wordt een breedte aangehouden van 60 m. De totale lengte van de aan te leggen kabel is nog niet duidelijk. Gebaseerd op de kaart aangegeven in de Passende Beoordeling¹ is er handmatig een inschatting gemaakt van de kabellengte, namelijk 200 km. Voor Net op zee IJmuiden Ver Beta verschilt de breedte van de beroerde zeebodem ook tussen de 20 en 60 m, aangezien het dezelfde configuratie betreft als de Alpha kabel, en is de lengte van de aan te leggen kabel 146 km. In totaal (Alpha en Beta) gaat het dan om 2.076 ha verstoord oppervlak. De verstoringsoppervlaktes van alle drie de projecten gecumuleerd levert een verstoring op van 2.090 ha. Dit betreft in totaal ongeveer 0,04 % van het gehele NCP, waarbij het aandeel van windpark IJmuiden Ver zeer klein is. Naast dat het een klein percentage van het NCP betreft, gaat het om een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie en de bodemfauna van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek (Baptist et al., 2008), er vindt ook geen doorwerking plaats naar trofisch hogere soorten.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat er geen wezenlijke effecten op bodemdieren en vissen (en zodoende ook trofisch hogere soorten) optreden door cumulatie van bodemberoering.

Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden niet aannemelijk is dat soorten een significant effect ondervinden van elektromagnetische velden van de kabels van IJmuiden Ver kavel III en IV. Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden. De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta zullen de kabels voor IJmuiden Ver kavel III en IV niet kruisen. Er zal geen cumulatie optreden wat voor een versterking in het elektromagnetisch veld zorgt.

De kabels van de andere windparken op zee en daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, liggen op grotere afstand. Hierdoor is overlap en zodoende cumulatie van elektromagnetische velden tussen IJmuiden Ver kavel III en IV en andere windparken uitgesloten.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat er geen wezenlijke effecten op bodemdieren en vissen optreden door cumulatie van elektromagnetische velden.

¹ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022/01/Ontwerp-inpassingsplan-Bijlage-4-Passende-Beoordeling-Net-op-zee-IJmuiden-Ver-Alpha.pdf>.

Zeezoogdieren

Impulsief onderwatergeluid

In het KEC 4.0 zijn voor de periode 2016 – 2030 de cumulatieve effecten van impulsief geluid door de constructie van windparken, inclusief een drietal rekenvarianten voor de versnelling, op de populaties van bruinvissen en zeehonden op het NCP berekend (tabel 8.16 en tabel 9.18). Er is daarbij ook rekening gehouden met de aanleg van de TenneT-platforms en het uitvoeren van het benodigde seismische onderzoek in de windenergiegebieden en langs de kabeltracés. Voor de windparken uit het Energieakkoord is ervan uitgegaan dat de in de (ontwerp)kavelbesluiten vastgelegde, naar seizoen en aantal turbines gedifferentieerde geluidsnormen worden toegepast. Voor de windparken van de routekaart windenergie op zee 2030 is voor Hollandse Kust (west) en Ten noorden van de Waddeneilanden uitgegaan van één universele geluidnorm van SEL_{ss} (750 m) = 168 dB re 1 μPa²s. Voor IJmuiden Ver en de windenergiezoekgebieden van de versnelling zijn de drie soorten berekeningen uitgevoerd uitgaande van een geluidnorm van SEL_{ss} (750 m) = 168 dB re 1 μPa²s. Omdat met het toepassen van deze geluidnorm de ecologische norm voor bruinvissen werd overschreden zijn voor IJmuiden Ver en de windenergiezoekgebieden van de versnelling alleen voor bruinvissen ook berekeningen met een lagere geluidnorm van SEL_{ss} (750 m) = 160 dB re 1 μPa²s uitgevoerd.

Om een beeld te krijgen van de effecten van verschillende geluidsnormen op het totale cumulatiescenario is een vergelijking gemaakt met de resultaten van de KEC 4.0 berekeningen voor het grootste scenario. Dit zijn de windparken van de (oorspronkelijke) Routekaart 2030 en windparken in de zoekgebieden van rekenvariant III voor de versnelde ontwikkeling van wind op zee (zie tabel 9.16). In totaal gaat het dan om de ontwikkeling van bijna 27 GW opgesteld/op te stellen vermogen in de periode 2016 – 2030. De berekende cumulatieve effecten van de constructie van windparken op de **bruinvispopulatie** van de Noordzee en het NCP in de periode 2016-2030, inclusief de drie rekenvarianten voor de versnelling zijn opgenomen in tabel 9.18. Uit de resultaten blijkt dat bij toepassen van een geluidnorm van SEL_{ss} (750 m) = 160 dB re 1 μPa²s voor windenergiegebied IJmuiden Ver en de versnellingsgebieden de geschatte populatiereductie, afhankelijk van de rekenvariant met grote zekerheid (>95 %) ligt tussen 2,3 % en 2,9 % van het aantal bruinvissen op het NCP. Dat betekent dat de gestelde ecologische norm **niet wordt overschreden** (en ruimte geeft voor toekomstige ontwikkelingen). Toepassing van een geluidnorm van SEL_{ss} (750 m) = 164 dB re 1 μPa²s voor IJmuiden Ver I-VI & Nederwiek I en daarna 160 dB re 1 μPa²s ligt de reductie op 3,4% (zie Heinis (2023)). Bij deze geluidsnormen wordt de ecologische norm ook niet overschreden.

Tabel 9.16 Schatting van de gevolgen van de aanleg van windenergie op zee op de bruinvispopulatie op het NCP in de periode 2016-2030, inclusief rekenvarianten voor de versnelling* (KEC 4.0 cumulatie scenario)

	Variant III	Variant II	Variant I
geïnstalleerd vermogen 2016-2030	10	10	10
geïnstalleerd extra vermogen 2016-2030	16,7 GW	12,7 GW	10,7 GW
aantal bruinvisverstoringdagen internationaal	23,9 x 10 ⁶	23,8 x 10 ⁶	23,7 x 10 ⁶
aantal bruinvisverstoringdagen NL-bijdrage	1,4 x 10 ⁶	1,3 x 10 ⁶	1,2 x 10 ⁶
aantal bruinvisverstoringdagen NL-bijdrage**	1,6 x 10 ⁶		
populatiereductie internationaal zonder NL	44.464	44.464	44.464
populatiereductie NL-bijdrage	1.797	1.624	1.410

	Variant III	Variant II	Variant I
populatiereductie NL-bijdrage**	2,1 x 10 ⁶		
populatiereductie (% NCP-populatie)	2,9 %	2,6 %	2,3 %
populatiereductie (% NCP-populatie)**	3,4 %		

* Geluidnorm: SEL_{ss} (750 m) = 160 dB re 1 μPa²s voor windenergiegebied IJmuiden Ver + windenergiezoekgebieden voor versnelling Overige geluidnormen volgens (ontwerp)kavelbesluiten.

** Geluidnorm: SEL_{SS} (750 m) = 164 dB re 1 μPa²s voor IJmuiden Ver I-VI & Nederwiek I en daarna 160 dB re 1 μPa²s.

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: binnen **alle windenergiegebieden** waar in de periode 2016 – 2030 windturbines worden geplaatst (inclusief de versnelde aanleg van max. 16 GW extra opgesteld vermogen), én rond het geplande tracé voor de zee kabels.

Uit de resultaten van de uit het KEC 4.0 rapport van uit Heinis & de Jong et al. (2022) overgenomen en in tabel 9.17 weergegeven **indicatieve** berekeningen blijkt (zie bijlage 3 in bijlage III van dit rapport voor de gehanteerde uitgangspunten):

- het totale aantal bruinvisverstoringsdagen door de survey voor de Nederlandse windparken is maximaal 4,1 % van het aantal bruinvisverstoringsdagen door het heien (op basis van de maximale variant III van 16,7 GW extra opgesteld vermogen);
- de toename van de berekende 5 % kans op een reductie van de populatie op het NCP is verwaarloosbaar (van 2,9 % naar 3,0 %).

Tabel 9.17 Berekende bruinvisverstoringsdagen (bvvd) als gevolg van het uitvoeren van geofysische survey voor de aanleg van windparken op het NCP in de periode 2016-2030 (rekenvariant III = maximumvariant) van 16 GW extra opgesteld vermogen)

Activiteit	Wanneer	Systeem	Verstoord oppervlak per dag (km ²)	Bvvd NL-parken 2016 – 2030 (rekenvariant III)
globale survey windenergiegebied	5 jaar voor aanleg	Sparker	~ 84 km ²	22.664
gedetailleerde survey windenergiegebied	1 jaar voor aanleg	Sparker	~ 84 km ²	22.664
globale survey kabeltracé	2 jaar voor aanleg	Sub-bottom profiler	~ 36 km ²	8.148
gedetailleerde survey kabeltracé	1 jaar voor aanleg	Sub-bottom profiler	~ 36 km ²	8.148
totaal				61.622

De berekende cumulatieve effecten van de constructie van windparken op de populaties van gewone en grijze zeehonden op het NCP in de periode 2016-2030, inclusief de drie rekenvarianten voor de versnelling zijn opgenomen in tabel 9.18 en tabel 9.19. Er is daarbij uitgegaan van toepassing van een geluidnorm van SEL_{ss} (750 m) = 160 dB re 1 μPa²s voor de windenergiegebieden van de Routekaart 2030 (inclusief IJmuiden Ver) en de zoekgebieden voor de versnelling.

Uit de resultaten blijkt dat op basis van de gehanteerde uitgangspunten een versnelde uitrol van wind op zee in de periode 2016-2030 geen negatieve effecten op de populaties van gewone en grijze zeehonden zal hebben, zelfs als het totale aantal zeehondverstoringsdagen als gevolg van het uitvoeren van geofysisch onderzoek zou verdubbelen. Er worden geen cumulatieve effecten gevonden, omdat de kans dat een

zeehond gedurende meerdere dagen wordt verstoord heel klein is. Dit is een gevolg van het feit dat op de locaties waar windparken zijn voorzien, de dichtheid van zeehonden heel laag is en daarmee de kans dat een zeehond meerdere dagen wordt verstoord ook. Hierbij wordt aangetekend dat er in de berekeningen van is uitgegaan dat de kans dat een individuele zeehond wordt verstoord voor alle individuen uit de populatie gelijk is. Als er *worst case* van wordt uitgegaan dat een veel kleiner deel van de populatie kan worden verstoord en er sprake is van dieren die steeds naar dezelfde locatie toegaan (grote mate van plaatstrouw), neemt de kans dat een zeehond meerdere malen wordt verstoord toe. Omdat het in een dergelijke situatie om een verwaarloosbaar aandeel van de totale populatie gaat, is het effect op de populatie als geheel nog steeds nihil.

Tabel 9.18 Schatting van de gevolgen van de aanleg van windenergie op zee op de populatie van gewone zeehonden op het NCP in de periode 2016-2030, inclusief rekenvarianten voor de versnelling*

	Variant III	Variant II	Variant I
geïnstalleerd vermogen 2016-2030	10	10	10
aantal dierverstoringsdagen oude routekaart 2030	92×10^3	92×10^3	92×10^3
geïnstalleerd extra vermogen 2016-2030 (versnelling)	16,7 GW	12,7 GW	10,7 GW
aantal dierverstoringsdagen a.g.v. versnelling	48×10^3	45×10^3	44×10^3
populatiereductie (% NCP-populatie)	0 %	0 %	0 %

* Geluidnorm: SEL_{ss} (750 m) = 168 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ voor windenergiegebied van de oude Routekaart 2030 (inclusief IJmuiden Ver) + windenergiezoekgebieden voor versnelling. Overige geluidnormen volgens (ontwerp)kavelbesluiten.

Tabel 9.19 Schatting van de gevolgen van de aanleg van windenergie op zee op de populatie van grijze zeehonden op het NCP in de periode 2016-2030, inclusief rekenvarianten voor de versnelling

	Variant III	Variant II	Variant I
geïnstalleerd vermogen 2016-2030	10	10	10
aantal dierverstoringsdagen oude routekaart 2030	58×10^3	58×10^3	58×10^3
geïnstalleerd extra vermogen 2016-2030 (versnelling)	16,7 GW	12,7 GW	10,7 GW
aantal dierverstoringsdagen als gevolg van versnelling	24×10^3	22×10^3	21×10^3
populatiereductie (% NCP-populatie)	0 %	0 %	0 %

Geconcludeerd wordt dat er geen sprake is van significante effecten door de cumulatie van effecten door impuls-geluid op zeezoogdieren.

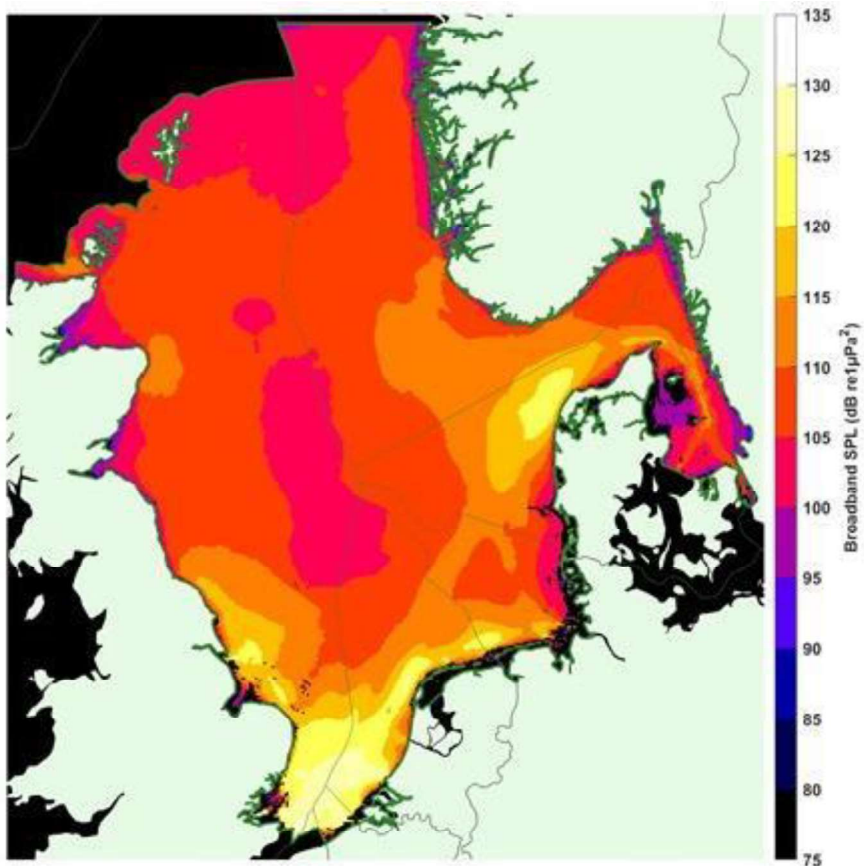
Continu onderwatergeluid

Tijdens de aanleg en operationele fase van andere windparken worden ook schepen gebruikt, net als bij de aanleg van het net op zee. In het JOMOPANS project zijn kaarten gemaakt van het onderwatergeluid in de Noordzee. In afbeelding 9.16 is een optelsom van het natuurlijke geluid en het geluid veroorzaakt door

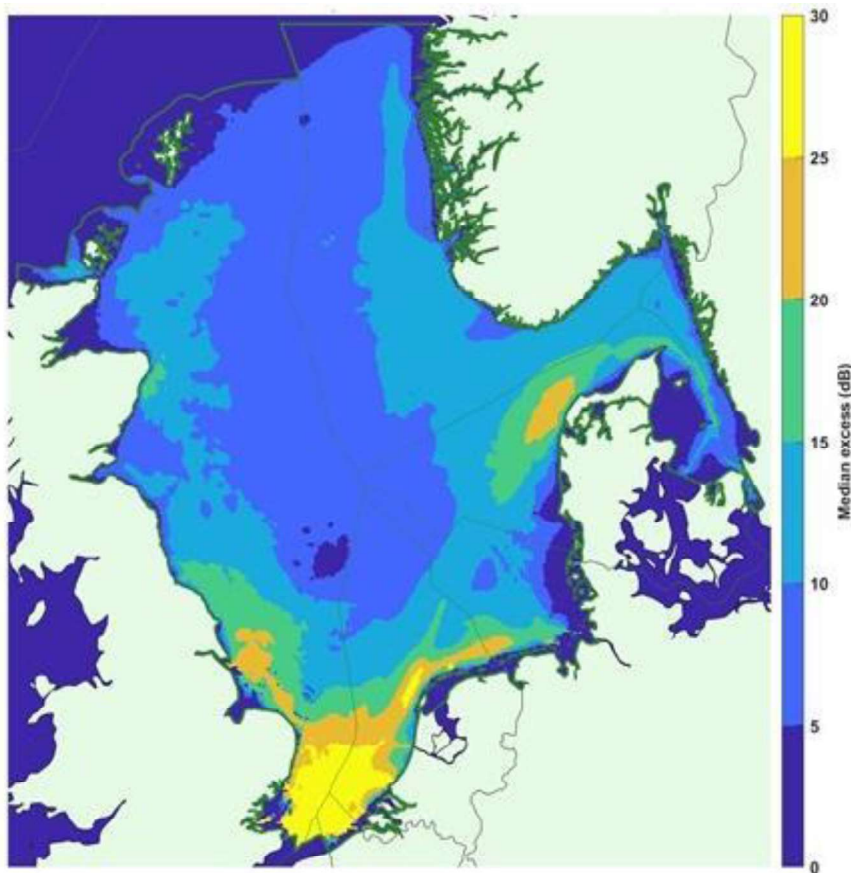
schepen te zien. In afbeelding 9.17 is het verschil tussen het natuurlijke geluid en het totale geluidsniveau weergegeven. Daarin is te zien dat met name in de zuidelijke Noordzee de geluidsniveaus hoger zijn en dat deze niveaus worden gedomineerd door scheepvaart. Er is nog veel onduidelijkheid over de effecten hiervan op bruinvissen.

Een studie van (Nachtsheim, et al., 2021) in de Duitse Noordzee laat zien dat de aantallen bruinvissen in de laatste 20 jaar met gemiddeld 1,8 % zijn afgenomen. Het is niet bekend waar deze afname door wordt veroorzaakt. In de Nederlandse Noordzee en de totale Noordzee is geen afname waargenomen, wat suggereert dat er op dit moment geen sprake is van een cumulatief effect van continu scheepvaartgeluid.

Afbeelding 9.16 Onderwatergeluid niveau veroorzaakt door natuurlijk geluid en scheepvaart (JOMOPANS website)



Afbeelding 9.17 Verschil in onderwatergeluid niveau veroorzaakt door natuurlijk geluid en het totale onderwatergeluid (JOMOPANS website)



9.7 Mitigerende maatregelen

Omdat er geen significant negatieve effecten voor windpark IJmuiden Ver kavel IV (bij het hanteren van de geluidsnorm van 160 dB en 164 dB) zijn er geen aanvullende mitigerende maatregelen noodzakelijk voor wat betreft onderwaterleven. Toch wordt in deze paragraaf ingegaan op de mogelijkheden van mitigatie.

Mitigatie van onderwatergeluid

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. Uit de berekeningen die voor het KEC 4.0 zijn uitgevoerd is gebleken dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permanent threshold shift*) niet zullen optreden.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus in principe worden beperkt door:

- de oppervlakte door impulsief geluid van heihamers verstoord gebied te beperken en/of;
- de heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of;
- het aantal verstoringsdagen (= het aantal funderingen) te beperken of;
- een andere, mogelijk minder geluid producerende funderingstechniek gebruiken (bijvoorbeeld trillen, blue piling of schroeven).

In bijlage II van dit rapport wordt ingegaan op de praktische toepasbaarheid van verschillende mogelijkheden nu en in de toekomst.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door

- de propagatie van heigeluid (verder) te beperken door het toepassen van geluiddemping (heimantels, bellenschermen e.d.).

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

Voor het KEC 4.0 is voor **bruinvissen** gebruik gemaakt van de recente kaart van (Gilles, Ramirez-Martinez, Nachtsheim, & Siebert, 2020) met een schatting van de dichtheid in het zomerseizoen. Uit eerder onderzoek van (Geelhoed & van Polanen Petel, 2011) en recenter onderzoek door Soldaat & Poot (2019) is gebleken dat er grote verschillen in de verspreiding tussen de seizoenen kunnen zijn. Uit de analyse van gegevens uit de periode 1991 - 2016 die in het kader van het MWTL-programma zijn verzameld, blijkt dat in het offshore deel van de Zuidelijke Noordzee, waar het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt, de dichtheid van bruinvissen duidelijk hoger is in de periode januari – juni dan in de zes maanden ervoor (afbeelding 9.18). De over genoemde periode gemiddeld hoogste waarden werden in maart/april gezien.

Afbeelding 9.18 Voorkomen van bruinvissen in de zuidelijke Noordzee op basis van de MWTL-vliegtuigtellingen. Naar: Soldaat & Poot (2020)



Op grond van de door Aarts et al. (2021) geproduceerde kaarten kunnen seizoensverschillen voor **gewone en grijze zeehonden** wel worden meegenomen. Voor de berekeningen van het aantal dierverstoringsdagen is uitgegaan van de over de maanden gemiddelde dichtheid rond de heillocatie. In onderstaande tabel 9.20 is de jaarlijkse variatie in de per kwartaal gemiddelde dichtheid in het windenergiegebied weergegeven.

Tabel 9.20 Jaarlijkse variatie in de dichtheid van gewone en grijze zeehonden in het windenergiegebied IJmuiden Ver (gemiddelden per kwartaal)

n / km ²	Jan - Mrt	Apr - Jun	Jul - Sep	Okt - Dec
gewone zeehond	0,03	0,03	0,07	0,06
grijze zeehond	0,06	0,06	0,07	0,01

Ad 3. Beperken van het aantal verstoringsdagen

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 in zeer beperkte mate uit met welke energie wordt geheid (zie bijlage III Natuurtoets). Op 750 m van de heillocatie 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 hoegenaamd geen verschil in de omvang van het verstoringsoppervlak is, zullen effecten van een windpark met een geringer aantal, relatief grote turbines voor zeezoogdieren altijd gunstiger uitpakken dan die van een windpark met meer, kleinere turbines.

Ad 4. Toepassen van alternatieve installatietechnieken en funderingstypen

Niet-impulsief geluid dat wordt geproduceerd tijdens de installatie van turbinefunderingen met andere technieken dan heien (trilhamers, schroeven, blue piling) is mogelijk minder verstorend. Uit resultaten van proefprojecten is gebleken dat met deze technieken een mogelijk substantiële geluidsreductie is te bereiken (zie review van Verfuss et al., 2019). Hoewel enkele technieken veelbelovend zijn, worden ze voor windenergie op zee nog niet in de praktijk toegepast. Tot nu toe wordt op het Nederlandse deel van de Noordzee uitsluitend gebruik gemaakt van monopaalfunderingen. In dit rapport is op grond van beperkte gegevens rekening gehouden met de mogelijke toepassing van tripod- en jacketfunderingen, maar zijn 'gravity based' funderingen en drijvende windturbines buiten beschouwing gebleven. In hoeverre toepassing van de laatste twee typen funderingen (met een waarschijnlijk zeer beperkte geluidsproductie tijdens de installatie) op de Nederlandse Noordzee realistisch is, kon met huidige stand van kennis niet worden bepaald.

9.8 Leemten in kennis

9.8.1 Bodemdieren en vissen

Over de mogelijke gevolgen van de trillingen die ontstaan bij de aanleg van windparken op schelpdieren (zoals de platte oester) is bijvoorbeeld weinig bekend. Het (potentieel) voorkomen van deze soort in en rond het plangebied is uitgesloten, waardoor dit effect nu niet beschouwd is. Voor toekomstige windparken is dit onderwerp mogelijk wel relevant. Het is onzeker of de huidige kennisbasis dan afdoende is om negatieve effecten volledig uit te kunnen sluiten. Ook is de kennis over de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren, vissen en bodemdieren beperkt, hoewel deze effecten in alle waarschijnlijkheid in het geval van de infield kabels klein zullen zijn.

Bodemdieren en vissen zijn ook van belang als voedsel voor trofisch hogere soorten. Belangrijke kenniselementen zijn:

- aanwezigheid van zandkokerwormriffen (*Sabellaria*) in het gebied;
- specifieke verandering van vis- en bodemgemeenschappen als gevolg van het gebruik en de aanleg van het windpark;
- bestaande studies geven inzicht in mogelijke veranderingen in soortensamenstelling (Degraer et al., 2018; Leewis et al., 2018; Reubens et al., 2013). Deze zijn slecht met elkaar te vergelijken door verschil in methodiek. Ook blijkt de variatie in de gemeenschappen zeer groot te zijn en over de jaren continu aan verandering onderhevig, waardoor eenduidige conclusies lastig te trekken zijn. Onderzoek naar dit onderwerp zal vooral moeten bijdragen aan wetenschappelijke zekerheid waarmee kan worden gesteld of er een verandering in gemeenschap verwacht mag worden, en wat voor gemeenschap dat dan is;
- (kwantificatie van het) belang van vis- en bodemgemeenschappen voor trofisch hogere soorten en doorwerking van de verandering de gemeenschappen;
- cumulatieve gevolgen van veranderingen in de gemeenschappen van meerdere windparken in de Noordzee;
- effecten van gebruik en aanleg van het windpark op zoöplankton (zowel holoplankton (soorten die altijd planktonisch blijven), als de larven (die uitgroeien tot vissen, bodemdieren of andere organismen));
- eerste modeleringen tonen aan dat op de schaal van de internationale Noordzee bij de aanleg van een groot aantal windparken in 2050, mogelijk een sterke verandering van primaire productie (fytoplankton) kan optreden (van Duren et al., 2021);
- de doorwerking naar de volgende trofische lagen (te beginnen bij zoöplankton) is nog niet nader onderzocht;
- de kans dat een sterke verandering in het Nederlands deel van de Noordzee optreedt is minder groot, omdat de mate van stratificatie beperkt is;

- het potentiële effect is echter zeer groot, aangezien het effect grootschalig is (enkele 100 km²), seizoensgebonden optreedt gedurende het gebruik van het windpark (permanent effect), en aangrijpt aan het fundament van het ecosysteem (primaire productie).

9.8.2 Zeezoogdieren

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). 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 SEL₅₅ onzeker. Dit geldt met name voor de hoogfrequente component van het geluid, maar deze is niet van belang voor de ongewogen breedband SEL₅₅. De resultaten van de modellering met Aquarius 4 kwamen goed overeen met de ongewogen breedband SEL₅₅ die tijdens de constructie van het Gemini windpark is gemeten. Om (nog) meer vertrouwen en de voorspelde geluidsniveaus te krijgen, vooral in verband met 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 verstoringsooppervlakken 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 sexe- 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.

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 in samenwerking 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, *i.e.* een afname als gevolg van 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, in samenwerking 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 monopaal 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 (Sustainable Installation of XXL Monopalen) 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 monopalen beschikbaar te hebben.

Continu geluid dat, met name door schepen, wordt geproduceerd tijdens de constructie- en operationele fase

Resultaten van recent onderzoek 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 heillocatie 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 verstoringafstanden dan verstoringafstanden als gevolg van (ongemitigeerd) heigeluid. In een zeer recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van circa 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 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).

Verschuifende 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 monopalen op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden nieuwe technieken ontwikkeld. Hydraulische extractie van monopalen is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopaal. Hierbij kan al het staal worden teruggewonnen en gerecycled. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase.

10

SCHEEPVAARTVEILIGHEID

10.1 Aanpak onderzoek

10.1.1 Beoordelingskader

De aanwezigheid van een offshore windpark heeft consequenties voor de routes van het scheepvaartverkeer in de buurt van het windpark. Hierdoor heeft een offshore windpark dus indirect en direct effect op de scheepvaartveiligheid in het gebied. Sommige schepen moeten alternatieve routes kiezen of omvaren. Dit resulteert in veranderde transportkosten en emissies. De veranderingen van de verkeersstromen rond het windpark kunnen bovendien resulteren in toename van het aanvaringsrisico van schepen onderling (indirect effect). Daarnaast heeft een windpark direct effect op de verkeersveiligheid door het aanvaar- of aandrijfrisico van de turbines door de schepen. Het beoordelingskader voor scheepvaartveiligheid is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 10.1 Beoordelingskader scheepvaartveiligheid

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
scheepvaart en veiligheid	kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	semi-kwantitatief op basis van SAMSON model bepalen aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar
	gevolgschade van aanvaring of aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	bepalen schade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie op basis van reeds uitgevoerde en gepubliceerde onderzoeken
	uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	kwalitatieve analyse van mogelijke zichtbelemmeringen door windturbines tijdens een ontmoeting. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van beschouwingen in eerdere windparkstudies

10.1.2 Ingreep-effectrelaties

Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door aanleg en gebruik van windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste ingreep-effectrelaties voor scheepvaartveiligheid. De belangrijkste te verwachten effecten betreffen:

- risico op aanvaring of aandrijving door aanwezigheid van objecten (windturbines);
- hinder voor de scheepvaart tijdens de aanlegfase door veiligheidscontouren rondom aanlegschepen;
- hinder voor de scheepvaart als schepen een alternatieve route moeten kiezen en daardoor moeten omvaren;
- risico op aanvaring tussen schepen door zichtbelemmering.

Tabel 10.2 Ingreep-effectrelaties scheepvaartveiligheid

Ingreep	Projectfase			
	Aanleg	Gebruik	Gevolg	Effect op
aanwezigheid van windturbines		x	aanwezigheid van fysieke objecten	kans op aanvaring of aandrijving en de gevolgschade bij aanvaring of aandrijving, doorvaart van schepen
		x	zichtbeperkingen voor de scheepvaart	kans op aanvaring of aandrijving, uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart, doorvaart van schepen
varen met werkschepen	X		schepen moeten omvaren om aanlegsschepen op veilige afstand te passeren	uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart, doorvaartmogelijkheid en van schepen

10.1.3 Aanpak MARIN

In deze paragraaf wordt een beknopte samenvatting gepresenteerd van de door MARIN gekozen aanpak voor de scheepvaartveiligheidsstudie. In de achtergrondrapportage¹ (bijlage IV) wordt de aanpak uitgebreid beschreven.

Samson

Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van scheepvaart. De effecten die met het model berekend 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 en milieugevaarlijke stoffen;
- consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Uitgangspunten

Verkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. 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 koopvaardijsschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende sub modellen voor verschillende type ongevallen. Om het effect van het windpark voor de scheepvaart te kwantificeren op de locatie van het windpark is het

¹ In de studie die is uitgevoerd door MARIN wordt gerekend met een totaal van 69 turbines, terwijl het eigenlijk gaat om een totaal van maximaal 67 turbines. Dit heeft geen effect op de effectbeoordeling zoals gepresenteerd in paragraaf 9.4.

verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor worden de volgende modellen gebruikt:

- contact met een vast object (windturbine):
 - als gevolg van een navigatie fout (ramming);
 - als gevolg van een motorstoring (drifting).

Om het effect van het windpark op de scheepvaart rond de windparklocatie te kwantificeren, is het risiconiveau met en zonder de windparken vergeleken. Deze effecten zijn het gevolg van een verandering in de routestructuur; het verkeer dat eerst door het windenergiegebied voer, is nu buitenom geleid. Om het 'algemene' risiconiveau vast te stellen zijn de volgende modellen gebruikt:

- schip-schip aanvaringen;
- aanvaring met een vast object (in dit geval bestaande offshore platformen):
 - als gevolg van een navigatiefout (ramming);
 - als gevolg van een motorstoring (drifting).

Voor deze zijn geen nieuwe berekeningen uitgevoerd voor het bepalen van het indirecte effect maar is gebruik gemaakt van de resultaten van de studie naar de cumulatieve effecten (MARIN, 2019) en een update van dit onderzoek met een doorkijk naar 2040 (MARIN, 2022).

Bepalen gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie¹ bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving (hierbij zijn mitigerende maatregelen (zoals de inzet van bergers of ERTV's in noodsituaties) en het verlies van containers niet meegenomen).

Schade aan windturbine en schip

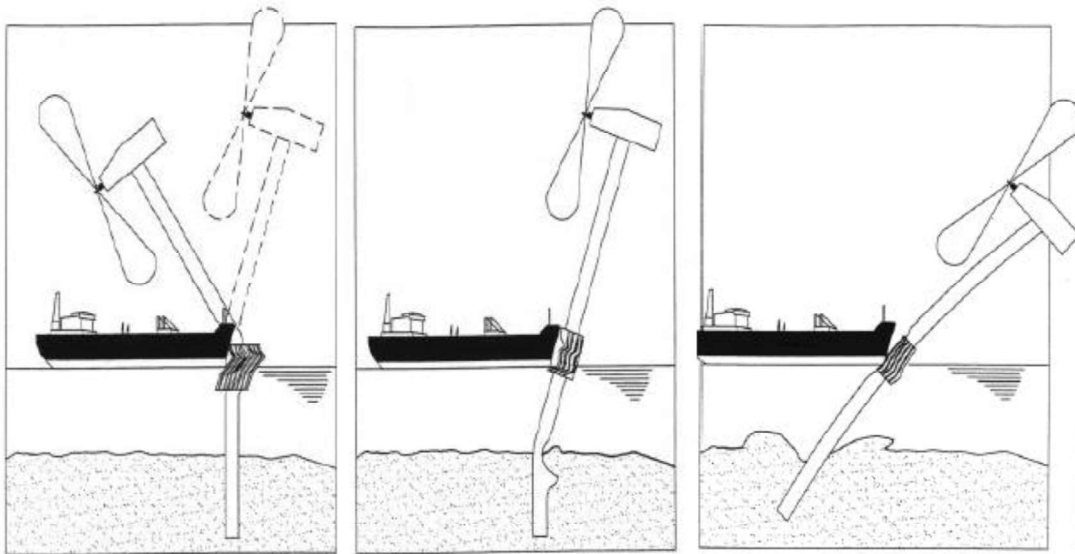
Het bezwijkgedrag van windturbines is onderzocht (Barentse, 2000), hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt. Voor de verdere analyse van de gevolgschade zijn de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden (zie afbeelding 10.1):

- knikken: de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, vervolgens valt de turbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen;
- scharnieren: de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de 'bevestiging' op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd.

Welke van deze bezwijkvormen optreedt is afhankelijk van de constructiewaarden en omgevingsfactoren, en kan in theorie door een dynamische berekening worden vastgesteld. Voor deze studie is aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt in geval van knikken.

¹ De stoffen kunnen schadelijk zijn voor het milieu wanneer ze uitstromen als gevolg van een lek in de romp/lading tank. Bij LNG of andere gas tankers is de kans dat de stoffen echt in het milieu komen er niet tot nauwelijks, de stoffen vervliegen of verbranden.

Afbeelding 10.1 Bezwijkvormen (v.l.n.r. knikken, Scharnieren boven zeebodem, Scharnieren inclusief zeebodem)



Persoonlijke letsel

Persoonlijk letsel door een aanvaring/aandrijving wordt alleen verwacht wanneer de gondel met mast op het schip valt (GosMos¹). De frequentie voor verschillende schadevormen is bepaald, op basis waarvan vervolgens de schade in de vorm van persoonlijk letsel is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worst-case benaderingen die in de achtergrondrapportage nader worden toegelicht.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd. Er is ook geen rekening gehouden met persoonlijk letsel dat kan ontstaan doordat een schip een windturbine schampt ter hoogte van bemannings- of passagiersverblijven. Beide zijn onderdeel van de aanbeveling voor vervolg onderzoek naar de gevolgen van aanvaringen en aandrijvingen van windturbines.

Cumulatieve effecten

Het windpark indien het eenmaal gebouwd is, vormt in principe/in dit onderzoek een 'verboden' gebied voor alle scheepvaart met uitzondering van bijvoorbeeld reparatie- onderhoudsvaartuigen of onderzoeksvaartuigen in opdracht van de overheid. Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan vóór de bouw van het windpark. Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark met een mogelijke verandering in de scheepvaartveiligheid als gevolg. In 2022 is een separate studie uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat die de effecten op de scheepvaartveiligheid van wind op zee 2030 met een doorkijk naar 2030 in kaart heeft gebracht (MARIN, 2022). Voor het bepalen van de effecten voor de scheepvaart als gevolg van de wijzigingen in de routestructuur wordt binnen deze huidige studie gebruik gemaakt van de resultaten van de cumulatieve studie. Daarnaast is in 2020 een separate studie uitgevoerd naar de effecten van het gebruik van passagestroken in plaats van integrale doorvaart (MARIN, 2022). De conclusie hierbij was dat de aanvaar- en aandrijffrequenties afnemen bij het gebruik van passagestroken in plaats van integrale doorvaart.

¹ GosMos: Gondel Op Schip en Mast op Schip.

10.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

De kans op een aanvaring/aandrijving wordt grotendeels bepaald door het aantal turbines en de breedte van de funderingsconstructie vlak boven zeeniveau. Hierbij hebben turbines aan de randen van het windpark de grootste kans op een aanvaring/aandrijving. Op basis van bovenstaande zijn de volgende twee alternatieven geformuleerd:

Tabel 10.3 Alternatief

	Alternatief A	Alternatief B
aantal en vermogen	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
fundering	monopaal	jacket

Voor de kwantitatieve analyse voor scheepvaartveiligheid zijn resultaten uit eerder uitgevoerde analyses gebruikt (MARIN, 2019) (MARIN, 2022). Bij deze eerdere analyses is uitgegaan van een monopaal fundering. De resultaten die worden gepresenteerd in deze studie zijn gebaseerd op een configuratie van 67 windturbines met een vermogen van 15 MW en met een monopaal fundatie. De inschatting is dat deze resultaten gebruikt kunnen worden om een goede inschatting te maken van de significantie van de effecten op het thema scheepvaartveiligheid.

10.3 Effectbeschrijving

10.3.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

Door de aanwezigheid van het windpark IJmuiden Ver in kavel IV is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen of schampen) of aandrijft (driften). 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.

Tabel 9.4 presenteert de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar gesommeerd over alle windturbines. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen). Omdat de kansen ook afhangen van het aantal windturbines, zijn in tabel 9.5 de gemiddelde kansen per windturbine gegeven. Dit gemiddelde is relevant om een vergelijking te kunnen maken met andere windparken.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel IV is 0,0232 per jaar, oftewel eens per 49 jaar. De gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per windturbine is $2,96 \times 10^{-4}$, oftewel eens per 3.384 jaar. De turbine met de hoogste aanvaar- en aandrijfkans staat in de noordhoek van de kavel. Met name de kans op aanvaren domineert voor deze turbine, dit komt met name door de langsvarende containerschepen, ferry/passagiersschepen en werkvaart van/naar het windpark in de beoogde aan de noordgrens van de kavel.

Tabel 10.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel IV. R: routegebonden schepen. N: niet routegebonden schepen

Variant	Turbines	Aantal aanvaringen per jaar			Aantal aandrijvingen per jaar			Totaal aantal per jaar	Een per ... jaar
		R	N	totaal	R	N	totaal		
IJmuiden Ver kavels I-IV	270	0,0097	0,0155	0,0252	0,0587	0,0020	0,0608	0,0860	12
Kavel IV	69	0,0019	0,0034	0,0053	0,0146	0,0005	0,0151	0,0204	49

Tabel 10.5 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar per turbine voor kavel IV. R: routegebonden schepen. N: niet routegebonden schepen

Variant	Turbines	Aantal aanvaringen per jaar			Aantal aandrijvingen per jaar			Totaal aantal per jaar	Een per ... jaar
		R	N	totaal	R	N	totaal		
IJmuiden Ver kavels I-IV	270	3,60 ^{E-5}	5,72 ^{E-5}	9,32 ^{E-5}	2,18 ^{E-4}	7,85 ^{E-6}	2,25 ^{E-4}	3,18 ^{E-4}	3.141
Kavel IV	69	2,79 ^{E-5}	4,89 ^{E-5}	7,68 ^{E-5}	2,12 ^{E-4}	6,84 ^{E-6}	2,19 ^{E-4}	2,96 ^{E-4}	3.384

10.3.2 Gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving.

Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip zijn drie type schades te onderscheiden:

- schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring (GosMos);
- alleen schade aan de scheepshuid;
- geen schade.

Het procentuele voorkomen van de typen schade wordt gepresenteerd in tabel 10.6.

Tabel 10.6 Soort schade kavel IV

	Soort schade			totaal
	GosMos	schade aan scheepshuid	geen schade	
alle schepen	1,5 %	74,3 %	24,2 %	100 %

Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines zijn vier typen schades te onderscheiden:

- geen schade;
- de windturbine kan scheef gaan staan;
- de windturbine kan omvallen;
- de gondel en mast kunnen op het schip vallen (GosMos).

Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijffrequentie per variant en type schade aan de turbines wordt gepresenteerd in tabel 10.7.

Tabel 10.7 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijffrequentie per variant en type schade aan turbines in kavel IV

Soort schade	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie
geen	0,0033	16 %
scheef	0,0052	26 %
omvallen	0,0116	57 %
GosMos	0,0002	1 %
totaal	0,0203	100 %

Bij kavel IV wordt ongeveer 74 % van de contacten met windturbines door driften veroorzaakt, en 26 % door rammers.

Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine kan bepaald worden door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Binnen de modellering van de uitstroom van olie en chemicaliën als gevolg van een aanvaring of aandrijving wordt uitgegaan van enkelvoudige wanden. Echter zijn deze enkelvoudige wanden sinds 2018 volledig uitgefaseerd, dit betekent dat de beschikbare uitgangspunten niet meer in lijn zijn met de huidige vloot. Een ander aandachtspunt is dat bij de huidige onderzoeken rekening is gehouden met windturbines van 10 GW. De inschatting is dat grotere turbines meer schade aan de scheepshuid kunnen veroorzaken met meer uitstroom tot gevolg.

In de toekomst kan voor het bepalen van milieu schade gebruik worden gemaakt van SAMSON. In SAMSON wordt de ladingsuitstroom op basis van MARCOL ingeschat. Helaas is dit model op dit moment nog niet geschikt voor dit onderzoek.

Op basis van de verouderde uitgangspunten wat betreft uitstroom van olie als gevolg van een aanvaring met een turbine (dikte scheepshuid en maat turbines) en in afwachting van de mogelijke toepassing van het SAMSON model is er voor gekozen om de uitstroom van olie niet op te nemen in het rapport, de onzekerheden zijn te groot. In eerdere effectbeoordelingen voor de milieuschade als gevolg van aanvaringen/aandrijvingen met turbines zijn de effecten als neutraal of als licht negatief beoordeeld.

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 de windturbine. In tabel 10.8 wordt een overzicht gepresenteerd van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast van een windturbine na een aandrijving of aanvaring.

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 van het schip ontstaat ter hoogte van slaapvertrekken. Deze gevolgen zijn niet beschouwd in het onderzoek uitgevoerd in 2005 naar de gevolg schade. De gevolgen voor personen aan boord is dat ook zeker een belangrijk onderdeel in vervolg onderzoek naar schade aan schepen en windturbines 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.

Bij kavel IV is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,0084 (als gevolg van het vallen van de gondel en de mast op het dek van een schip). De grootste bijdrage aan het gemiddelde aantal doden per jaar wordt gegeven door het scheeptype ferry.

Er is geen rekening gehouden met eventuele slachtoffers bij aanvaringen en aandrijvingen waarbij de mast en gondel niet op het dek vallen, zoals bijvoorbeeld bij het omslaan van een vissersschip of het schampen van turbines.

Tabel 10.8 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt (kavel IV).

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de ... jaar	Directie doden	
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
olietanker	4,8280 ^{E-6}	4,3441 ^{E-6}	20717	1,51	7,3 ^{E-5}
chemicaliëntanker	8,4953 ^{E-6}	7,3601 ^{E-6}	121808	1,68	1,4 ^{E-5}
gastanker	1,3492 ^{E-6}	1,2024 ^{E-5}	74776	1,43	1,9 ^{E-5}
container + RoRo	2,3431 ^{E-6}	2,0980 ^{E-5}	42876	1,61	3,8 ^{E-5}
ferry	7,6973 ^{E-6}	6,9276 ^{E-5}	12992	67,34	5,2 ^{E-3}
overige R-schepen	2,1787 ^{E-6}	1,9268 ^{E-5}	46627	1,57	3,4 ^{E-5}
N-schepen	5,0585 ^{E-6}	2,2772 ^{E-5}	35896	0,35	1,0 ^{E-5}
alle schepen	2,4332 ^{E-5}	1,9512 ^{E-4}	4557	24,47	5,4 ^{E-3}

10.3.3 Effecten op zichtlijnen kruisend verkeer

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en hebben dan voldoende mogelijkheden nodig om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Het is belangrijk dat schepen goed zicht op elkaar hebben, zowel visueel als via de radar. Windparken kunnen dit zicht belemmeren.

In een scheepvaart simulator is een willekeurig windpark op schaal gebouwd om meer inzicht te krijgen in deze problematiek. Op basis hiervan kunnen kwalitatieve uitspraken worden gedaan, maar is het onmogelijk een specifiek risico te kwantificeren. Wanneer specifiek naar IJmuiden Ver kavel IV wordt gekeken is zichtbaar dat, gelet op de verschillende verkeersroutes en verkeerstromen rond het park, er weinig tot geen situaties zijn waarbij kavel IV de zichtlijnen beïnvloedt.

10.3.4 Effecten van overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Windpark IJmuiden Ver wordt gepositioneerd tussen bestaande vaarwegen in, grote scheepvaartroutes hoeven als gevolg van de aanwezigheid van de windparken dus niet aangepast te worden. Het windpark heeft daarom niet tot nauwelijks invloed op de route structuur op de Noordzee.

10.4 Effectbeoordeling

Tabel 10.9 presenteert de effectbeoordeling voor het thema scheepvaartveiligheid voor kavel IV. In onderstaande paragrafen volgt een korte toelichting op de beoordeling.

Kans op aanvaring/aandrijving

Voor kavel IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de windturbines. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel III is 0,0204 per jaar, dit is gelijk aan eens per 49 jaar. Dit effect van kavel IV wordt als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Gevolgschade

Op basis van de verouderde uitgangspunten wat betreft uitstroom van olie als gevolg van een aanvaring met een turbine (dikte scheepshuid en maat turbines) en in afwachting van de mogelijke toepassing van het SAMSON model is er voor gekozen om de uitstroom van olie niet op te nemen in het rapport, de onzekerheden zijn te groot. In eerdere effectbeoordelingen voor de milieuschade als gevolg van aanvaringen/aandrijvingen met turbines zijn de effecten als neutraal of als licht negatief beoordeeld. Omdat de bestaande uitgangspunten niet direct wijzen op een conservatieve of een optimistische benadering wordt dit aspect vanwege de onzekerheid licht negatief (0/-) beoordeeld.

Kruisende scheepvaart

De verwachting is dat er weinig tot geen situaties zijn waarbij kavel IV de zichtlijnen beïnvloedt. Omdat deze situaties niet geheel uitgesloten kunnen worden, wordt het effect van de kavel als licht negatief (0/-) gescoord.

Tabel 10.9 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid kavel IV

Aspect	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
	Gebruiksfase	Gebruiksfase
kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
gevolgschade van aanvaring of aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

10.5 Cumulatie

De afgelopen jaren zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van de bouw van windparken op de Noordzee. In 2019 is een eerste onderzoek uitgevoerd: 'Cumulatieve effecten van uitrol Wind op Zee 2030 op de veiligheid van scheepvaart' (MARIN, 2019). In 2021/2022 is een onderzoek uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van de verschillende routekaarten wind op zee, inclusief een doorkijk naar 2040 (MARIN, 2022). Bij dit onderzoek zijn andere uitgangspunten gebruikt onder andere met betrekking tot het doorvaart beleid. Om de effecten van de scheepvaart als gevolg van de wijziging van de routestructuur te bepalen is binnen deze studie gebruikt gemaakt van de resultaten en conclusies van beide onderzoeken.

Schip op schip aanvaringen

Het cumulatieve effect van de aanwezigheid van windparken op de Noordzee is beperkt op het aantal aanvaringen tussen schepen.

Schip-turbine aanvaring

Het cumulatieve effect van de verschillende windparken op de mogelijke aanvaringen van schepen op turbines (schip-turbine) aanvaringen is wel significant. De totale verwachte aanvaar- en aandrijffrequentie voor het scenario RK2030 is 0,56, wat gelijk is aan eens per 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de versnelling van is meegenomen loopt deze frequentie op naar 0,987, wat gelijk is aan eens per jaar. De versnelling houdt een extra realisatie van wind op zee in voor 2030, bovenop de geplande 11 GW.

10.6 Mitigerende maatregelen

Om de effecten op de scheepvaartveiligheid te verkleinen zijn verschillende maatregelen denkbaar. Het bepalen van mogelijke maatregelen en het 'vaststellen' van hun effectiviteit was ook onderdeel van de studie naar de cumulatieve effecten (MARIN, 2019). Deze maatregelen en de effectiviteit zijn als onderdeel van deze studie bepaald met behulp van verschillende expertsessies (zie tekstkader onder alinea). Niet alle binnen de studie naar cumulatieve effecten voorgestelde maatregelen zijn opgenomen in deze paragraaf, dit omdat deze maatregelen met name effectief zijn en relevant wanneer naar het totale plaatje van alle parken bij elkaar gekeken wordt. Voor 'slechts' één park zijn sommige maatregelen wellicht minder relevant, echter moet om de scheepvaartveiligheid op de Noordzee te waarborgen uiteindelijk wel gekeken worden naar alle parken en volstaan alleen individuele maatregelen voor de effecten van IJmuiden Ver niet. Een aantal relevante voorgestelde maatregelen zijn hieronder overgenomen, hierbij is onderscheid gemaakt tussen mitigerende maatregelen ten behoeve van scheepvaartveiligheid en overige mitigerende maatregelen. De volledige samenvatting van voorgestelde maatregelen is opgenomen in bijlage IV.

Expert sessies

Om het gedrag van kapiteins als reactie op een veranderende situatie in te schatten wordt door Marin gebruik gemaakt van experts tijdens bijvoorbeeld expertsessies. Tijdens deze sessies worden hypothetische situaties besproken waarover vervolgens door de experts wordt gesproken. De experts zijn slechts een kleine doorsnede van wat er daadwerkelijk op de Noordzee vaart, echter geven de sessies een goed algemeen beeld van het effect van een veranderende situatie en bijvoorbeeld de effectiviteit van in te zetten mitigerende maatregelen.

10.6.1 Mitigerende maatregelen voor scheepvaartveiligheid

AIS-basestation, radar en VHF-antenne

Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT (ongeveer 55 m) wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System), die de positie van het schip continu uitzendt, aan boord te hebben. Als de AIS-ontvangst of capaciteit van infrastructuur niet voldoende is voor het scheepvaartaanbod, dan zullen de posities uitgezonden door de AIS van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers niet correct zijn. Hierdoor zullen sommige schepen niet meer worden weergegeven en zullen andere met een tijdsvertraging worden weergegeven; AIS wijkt dan af van de werkelijkheid. Een aanbevolen maatregel is het uitrusten van een windpark een AIS-basestation. Daarnaast is het aanbevolen om naast een dekkend AIS-beeld ook een dekkend radarbeeld te genereren. In ieder geval voor een zone van minimaal 2 nautische mijlen om het windpark heen. Ten slotte is het aanbevolen om ook een VHF (Very High Frequency) antenne in het park te plaatsen. Met behulp van onder andere deze antenne kunnen schepen met elkaar communiceren. Wanneer deze antenne in een windpark wordt geplaatst kan ook de kustwacht met schepen communiceren.

Vessel Traffic Management

Vessel Traffic Management (VTM) is een systeem om scheepvaart te coördineren in verkeersscheidingsstelsels. Experts verwachten dat VTM in de zuidelijke Noordzee een geringe positieve invloed heeft op het aantal aanvaringen. VTM heeft een positieve bijdrage aan een veilige afwikkeling van het verkeer; het kan het verkeer waarschuwen voor onverwachte of afwijkende omstandigheden, dreigend gevaar en kan coördinerend optreden in het geval van een calamiteit. Opgemerkt moet worden dat de verwachting is dat VTM niet effectief is in het geval van een driftend schip anders dan het coördineren van assistentie en het informeren van andere schepen in het gebied. Bij het instellen van doorvaartbeperkingen in de windparken kan een VTM ook het middel zijn om naleving van de regels af te dwingen en het in- en uitvoegend verkeer in/van de scheepvaartroutes meer gecoördineerd te laten verlopen waardoor de kans op botsingen met werkverkeer kan worden verlaagd. Het is van belang dat VTM goed wordt ingericht, dit betreft niet alleen de invulling van het Kustwachtcentrum, maar ook de sensoren waarvan gebruikt gemaakt kan worden. Om het effect van VTM verder te vergroten is extra toezicht en handhaving nodig om het effect op gedragsbeïnvloeding en alertheid te vergroten (MARIN, 2019).

Aanvullende markering en identificatie windturbines

De experts zijn het er over eens dat goede verlichting, markering en identificatie van windturbines een preventieve werking heeft op aanvaringen met windturbines met name voor werkvaart in de situatie met doorvaart (MARIN, 2019).

10.6.2 Andere mitigerende maatregelen

Inzet van een Emergency Towing Vessel (ETV)

Zoals uit de berekeningen volgt, vormt aandrijven een aanzienlijk deel van het risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwning, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een sleepboot. Een sleepboot van de Nederlandse overheid (ETV, Emergency Towing Vessel) wordt naar een drifter gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. Een dergelijke ETV kan een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. Algemeen wordt ondersteund dat de inzet van een of meer ETV's in het gebied effectief is bij de opvang van driftende schepen en een mitigerende werking heeft bij aanvaringen en aandrijvingen met andere schepen en of windturbines. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat ETV's weinig effect hebben indien schepen dicht bij windparken een voortstuwingsstoring krijgen. Dan is de beschikbare responsetijd te kort. Wel zou een ETV effectief kunnen zijn om te verhinderen dat een schip verder een windpark in drijft, en dus kan meer schade worden voorkomen. Om de effectiviteit van de maatregel te kunnen bepalen is nader onderzoek noodzakelijk. Het aanpassen van de afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (herschikking windparken) heeft ook effect op het aantal ETV's dat nodig is en dus ook op de kosten voor ETV's. Het gebruik van ETV's is veruit de duurste mitigerende maatregel (MARIN, 2019).

Extra SAR-capaciteit

Search and rescue (SAR) is de internationale benaming voor het zoeken en redden van personen in nood op/in het water. Extra SAR-capaciteit heeft met name impact op de gevolgen van ongevallen voor bemanningen van schepen en werknemers in de windparken. De SAR-capaciteit dicht bij de kust is goed voorzien met de inzet van de Koninklijke Nederlandse Redding Maatschappij (KNRM) en de SAR-helikopter van de Kustwacht. Incidenten verder op zee en vooral in en nabij windparken bij slechte omstandigheden als de helikopter maar beperkt inzetbaar is, vragen mogelijk extra voorzieningen. De aanvaartijden vanaf het land worden dan beperkend. Dit is ook op te lossen door SAR-capaciteit te realiseren aan boord van ETV's of aan boord van andere schepen zoals bijvoorbeeld een Kustwacht multipurpose vaartuig (MPV) in het gebied (MARIN, 2019).

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 (MARIN, 2019).

Fysieke beveiliging windparken

MARIN doet momenteel onderzoek 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. Doel hierbij is om te onderzoeken of aandrijvingen tussen schepen en turbines voorkomen kunnen worden met een barrière tussen de vaarroute (of ankergebied) en een windpark.

10.7 Leemten in kennis

Uitstroom bunkerolie

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Op dit moment wordt bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk is dat deze enkelwandige olietankers bijna

niet meer worden gebruikt op de Noordzee en zijn vervangen door dubbelwandige tankers. De kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie zal minder zijn dan met het huidige model wordt berekend.

Persoonlijk letsel

In de huidige studie is het uitgangspunt dat 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 de windturbine. Echter 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 van het schip ontstaat ter hoogte van slaapvertrekken. De gevolgen voor personen aan boord is dat ook zeker een belangrijk onderdeel in vervolg onderzoek naar schade aan schepen en windturbines 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.

Effectiviteit inzet ETVs

De verwachting is dat Emergency Towing Vessels (ETVs) effectief kunnen zijn om te verhinderen dat een schip verder een windpark in drijft, en dus kan meer schade worden voorkomen. Om de effectiviteit van de maatregel te kunnen bepalen is nader onderzoek noodzakelijk (aantal ETVs, inzetbaarheid vanaf land/zee).

Bezwijkgedrag turbines bij aanvaring

Het bezwijkgedrag van windturbines bij aanvaringen met schepen is onderzocht (Barentse, 2000), hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt. Echter sinds de uitgevoerde studie in 2000 zijn windturbines sterk veranderd. Nieuw onderzoek naar het bezwijkgedrag van de huidige generatie windturbines wordt geadviseerd.

Inrichting VTM

In paragraaf 9.6 wordt het belang van een goede inrichting van Vessel Traffic Management (VTM) benoemd. Er dient onderzoek uitgevoerd te worden naar de benodigde inrichtingseisen, waarbij de effectiviteit van de een verschillende typen inrichting wordt geanalyseerd.

Fysieke beveiliging windparken

MARIN doet momenteel onderzoek 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. Voordat de haalbaarheid en effectiviteit van deze maatregelen kan worden vastgesteld is nader onderzoek nodig.

11

LANDSCHAP EN ZICHTBAARHEID

11.1 Aanpak onderzoek

Het beoordelingskader voor landschap en zichtbaarheid is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 11.1 Beoordelingscriteria landschap en zichtbaarheid

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
landschap en zichtbaarheid	effecten op landschap en zichtbaarheid	kwantitatief (% van de tijd dat het park zichtbaar is) aan de hand van: de eigenschappen van het object de kromming van de aarde menselijke waarnemingen en weerstandigheden

Ingreep-effectrelaties

Een ingreep-effectrelatie beschrijft welke effecten op hoofdlijnen te verwachten zijn door aanleg en gebruik van windenergiegebied IJmuiden Ver. Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste ingreep-effectrelaties voor landschap en zichtbaarheid. De belangrijkste mogelijke effecten betreffen:

- zichtbaarheid van de windturbines vanaf het land.

Tabel 11.2 Ingreep-effectrelaties landschap en zichtbaarheid

Ingrep	Projectfase			Effect op
	Aanleg	Gebruik	Gevolg	
aanwezigheid van windturbines		x	visuele hinder	zichtbaarheid vanaf het land

11.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

Om de bandbreedte aan milieueffecten gerelateerd aan landschap en zichtbaarheid in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen. Voor landschap en zichtbaarheid zijn in dit kader de tiphoogte van de te plaatsen turbines, het aantal turbines en de afstand tot de kust de relevante variabelen. De verschillende funderingstypen en de dikte van de turbinepaal hebben geen wezenlijk effect op de zichtbaarheid. Dit komt omdat de afstand van het park tot de kust dermate groot is (circa 62 km), dat dit onderscheid ondergeschikt is aan de hoogte van de turbine. Als gevolg hiervan is de hoogte van de windturbines bepalend voor de zichtbaarheid.

Voor landschap en zichtbaarheid zijn de volgende alternatieven beschouwd.

Tabel 11.3 Alternatieven A en B landschap en zichtbaarheid

	Alternatief A	Alternatief B
aantal en vermogen	67 x 15 MW turbines	50 x 20 MW turbines
fundering	niet relevant	niet relevant
tijphoogte	261 m	305 m

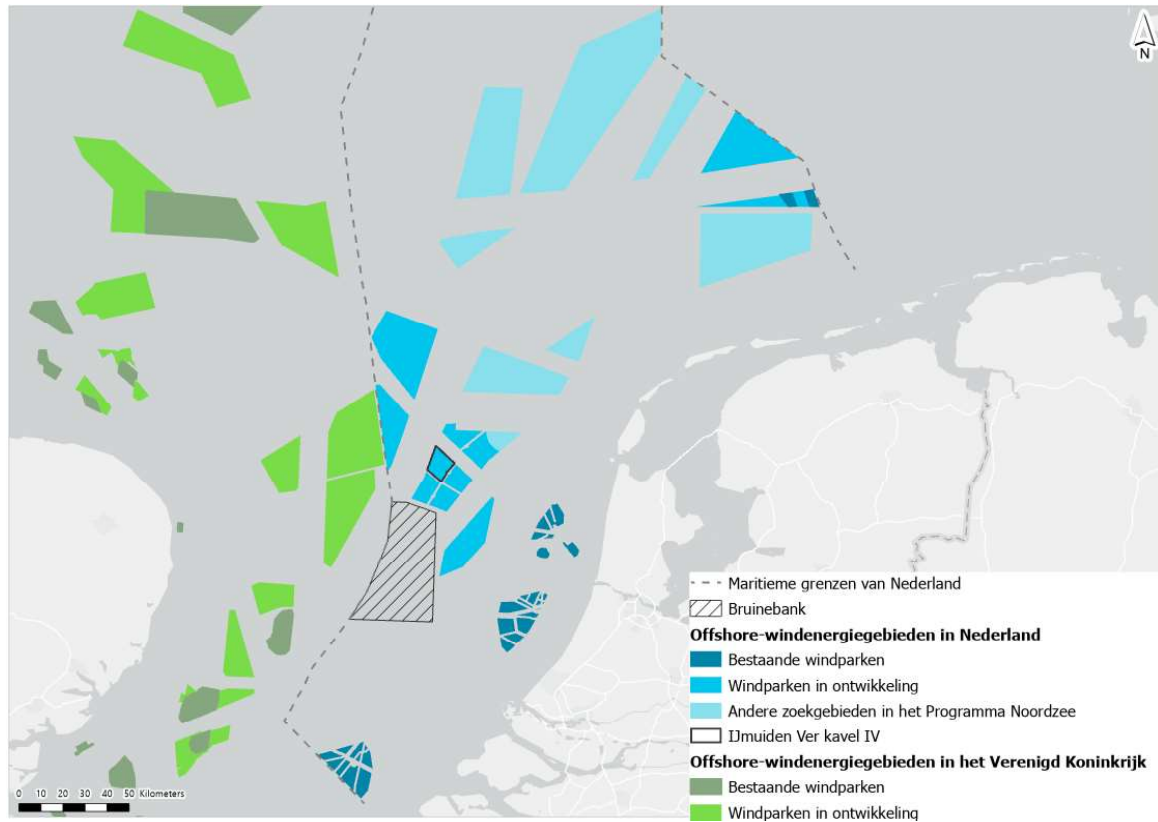
11.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In de Noordzee liggen momenteel al een aantal windparken. Deze liggen een stuk dichterbij de kust dan dat IJmuiden Ver komt te liggen. In de kaart hieronder zijn de bestaande en geplande windparken weergegeven. Er zijn ook windparken in voorbereiding. In dit onderzoek worden alleen de parken waarvan de planvorming rond is meegenomen.

Tabel 11.4 Bestaande en geplande windparken

Naam	Kortste afstand vanaf de kust	Aantal turbines	Tijphoogte (Ashoogte rotordiameter)
windpark Egmond aan Zee	10 km	36	115 m (70 90)
Prinses Amalia windpark	23 km	60	100 m (60 80)
Q10 / Eneco Luchterduinen	22 km	42	137 m (81 112)
geplande/reeds in ontwikkeling:			
Hollandse kust (noord)	22 km	69	
Hollandse kust (zuid) (wordt momenteel gebouwd)	19 km	140	
Hollandse kust (west) (reeds vergund)	53 km	n.t.b.	

Afbeelding 11.1 Bestaande en geplande windparken



De bestaande parken zijn met het blote oog, bij bepaalde weersomstandigheden, zichtbaar vanaf de kustlijn, zie afbeelding 11.2.

Afbeelding 11.2 Bestaande Windpark Egmond aan Zee vanaf Bergen aan zee (bron: Wikipedia)



11.4 Effectbeschrijving

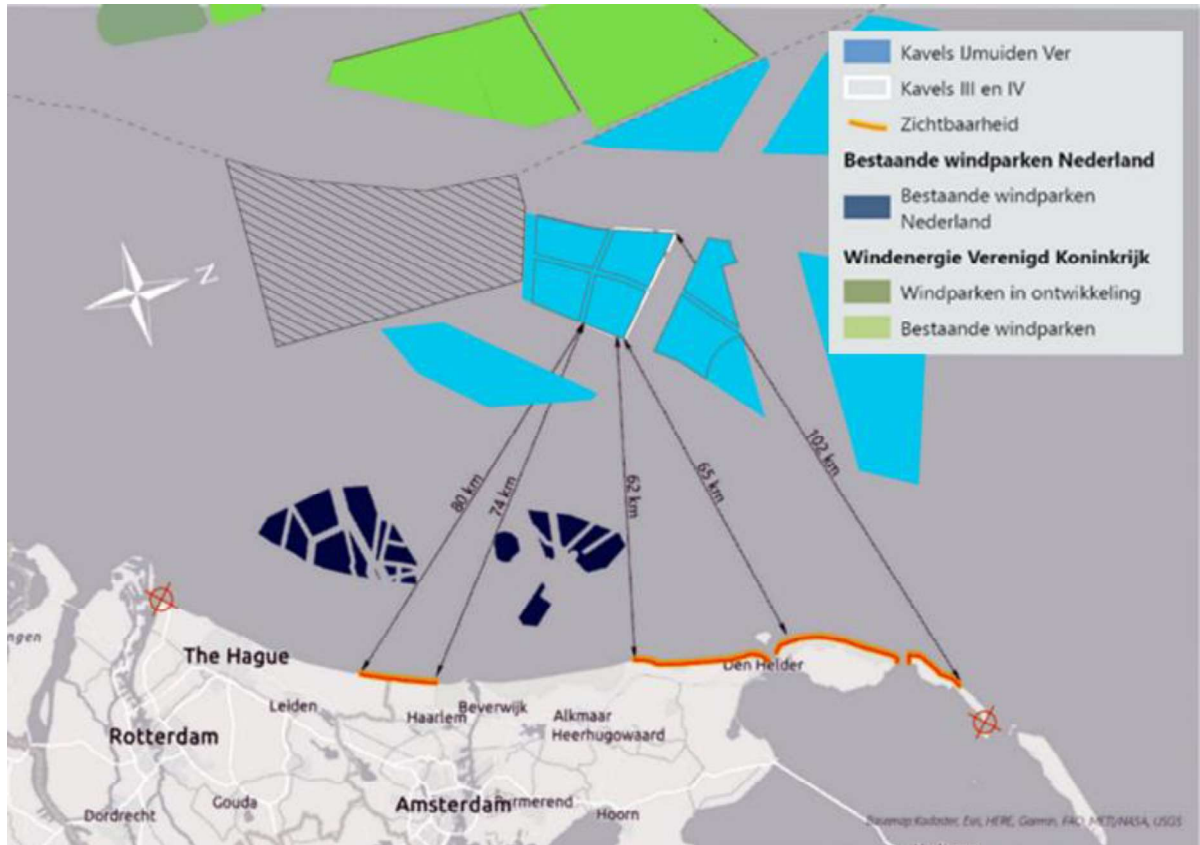
Hieronder worden vier factoren beschreven die invloed hebben op de zichtbaarheid van het windpark.

Afscherming bestaande parken

IJmuiden Ver komt op grote afstand van de kust te liggen. De kleinste afstand is 62 km. In de zichtlijn vanaf de kust richting IJmuiden Ver liggen al verschillende windparken, hier is al geen onbelemmerd zicht op de horizon, waardoor extra impact niet aan de orde is. Op de punten op de kustlijn waar IJmuiden Ver achter een bestaand windpark ligt, zal er geen impact van zichtbaarheid zijn.

Op de kaart hieronder is te zien vanaf waar IJmuiden Ver zichtbaar is zonder afscherming van andere windparken.

Afbeelding 11.3 Kustlijn met zicht op IJmuiden Ver III en IV en afstanden



Kromming van de aarde (kimduiking)

De windturbines komen op grote afstand van de kust te staan: meer dan 62 km. Deze afstand is zodanig groot dat de kromming van de aarde meespeelt in de zichtbaarheid. De windturbines komen, vanaf het strand gezien, achter de horizon te staan.

Door middel van de formule uit afbeelding 11.4 kan uitgerekend worden welk deel van een windturbine achter de horizon verdwijnt. Voor de berekening zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

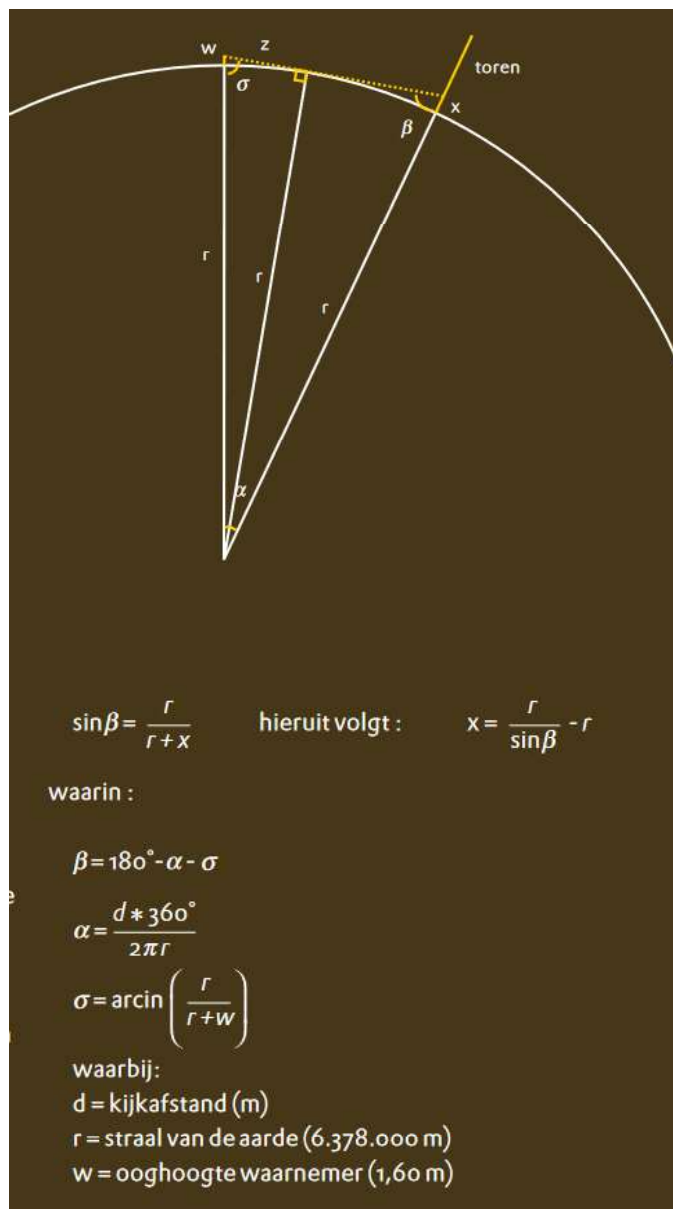
- de kijkafstand is 62.000 m, de kleinste afstand van de kustlijn tot het plangebied;
- de lengte van de waarnemer is 2 m. Voor deze berekening is een hogere waarnemer aangehouden dan in het voorbeeld, zodat er een worstcasebenadering gedaan wordt;
- de hoogte van waar de waarnemer kijkt wordt ook meegenomen. We gaan er vanuit dat de waarnemer kijkt vanaf de kustlijn, dus het strand of de duinen:
- zicht vanaf het strand: 3 m boven zeeniveau;¹
- vanuit de duinen: 20 m boven zeeniveau.²

De resultaten staan in tabel 11.5.

¹ AHN3, <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>.

² AHN3, <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>.

Afbeelding 11.4 Rekenformules voor kimduiking¹



Tabel 11.5 Zichtbaarheid windturbine t.g.v. kimduiking

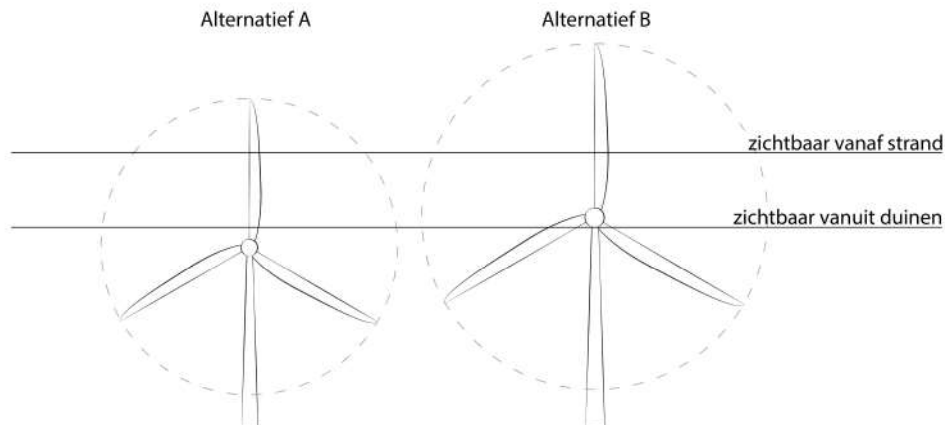
Naam	Deel van de windturbine dat achter horizon verdwijnt	Zichtbaarheid alternatief A (67 x 15 MW) (261 m)	Zichtbaarheid alternatief B (50 x 20 MW) (305 m)
zicht vanaf strand (+5 m)	229 m	32 m	76 m
zicht vanaf duinen (+22 m)	161 m	100 m	144 m

Dit betekent dat voor alternatief A alleen een gedeelte van de wieken zichtbaar is. Voor alternatief B is de gondel vanuit de duinen net zichtbaar, de ashoogte is 165 m. Hierdoor kan de verlichting nog net zichtbaar zijn. Dit zal alleen op de kortste afstanden zijn, dus de Noord-Hollandse kust.

¹ Ruimtelijk planbureau (2007): De zichtbaarheid van de Belle van Zuylen- toren. (https://www.rivm.nl/bibliotheek/digitaaldepot/De_zichtbaarheid_van_de_Belle_van_Zuylen-toren.pdf).

Deze zichtbaarheid is schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding.

Afbeelding 11.5 Schematische weergave kimduiking voor alternatieven



Menselijke waarneming

De zichtbaarheid en beleving van windturbines is sterk afhankelijk van degene die observeert. Er zijn geen specifieke studies gevonden die de beleving en zichtbaarheid van windturbines van deze afmeting en afstand heeft beschreven. Er zijn wel andere studies beschikbaar over de zichtbaarheid van windparken op zee.

Afbeelding 11.6 Zichtbaarheid windparken vanaf de kust

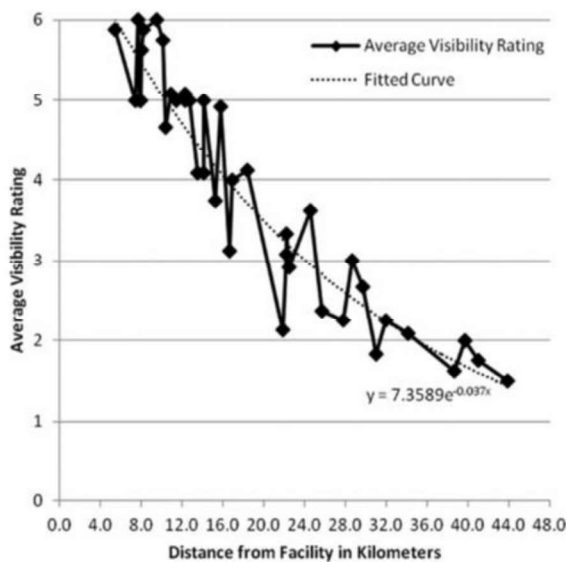


Figure 8. Offshore wind facility visibility-distance curve for 39 daytime observations of 11 offshore wind facilities in a variety of lighting conditions. The average visibility rating (y-axis) decreases as a function of increasing distance from the facilities (x-axis).

De studie van Sullivan et al (2012)¹ heeft de zichtbaarheid van verschillende windparken op zee onderzocht tot een afstand van maximaal 44 km uit de kust. De geobserveerde windparken hebben windturbines met een ashoogte van 67-90 m, een stuk kleiner dan de windturbines in de alternatieven van dit MER. In de grafiek in afbeelding 11.6 zijn de resultaten van de observaties te zien. Visibility rating 2 geeft aan dat het windpark slecht zichtbaar is en door veel mensen gemist zal worden. Visibility rating 1 geeft aan dat het windpark alleen zichtbaar is na intensieve observatie. De windparken zijn vanaf 30 km uit de kust slecht zichtbaar, maar worden nog wel geobserveerd. De verlichting van windturbines in het donker is het best zichtbaar.

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee² wordt er vanuit gegaan dat windparken met een tiphoogte van 150 m tot maximaal 35 km afstand zichtbaar zijn. Voor een windpark op 62 km uit de kust wordt er vanuit gegaan dat deze niet zichtbaar is.

Verlichting is over het algemeen makkelijker waar te nemen van een grote afstand. Het windpark zal obstakelverlichting krijgen. Dit zijn rode lampen die als puntbron zichtbaar zijn. De intensiteit van de verlichting is niet zodanig dat het leidt tot aanlichting van de nachtelijke hemel (skyglow).

Weersomstandigheden

Ten slotte is de zichtbaarheid sterk afhankelijk van het weer. Het KNMI meet op bepaalde weerstations de minimale en maximale zichtafstand. Er zijn geen meetstations aan de kust van Noord-Holland die het zicht meten. Daarom wordt uitgegaan van de meetstations op Schiphol, De Kooy (Den Helder) en Vlieland.

De meetgegevens van het KNMI geven aan dat er in de afgelopen jaren nooit een zicht verder dan 50 km is gemeten³. Vanaf de kust zullen de windturbines door de weersomstandigheden dus vrijwel nooit zichtbaar zijn.

11.5 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavel IV

Tabel 11.6 Effectbeoordeling landschap en zichtbaarheid - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
landschap en zichtbaarheid	effecten op landschap en zichtbaarheid	neutraal (0)	neutraal (0)

Alternatief A

Vanwege de grote afstand van de kust tot de kavel zullen de windturbines niet zichtbaar zijn vanwege kimpduiking, observatievermogen en weersomstandigheden. De verlichting van de gondel verdwijnt achter de horizon waardoor de verlichting van windturbines ook niet in de nacht zichtbaar zal zijn.

Er is geen effect op de zichtbaarheid en beleving vanaf de kust en dit alternatief krijgt daarom een neutrale beoordeling.

¹ Sullivan et al. (2012):

Offshore windturbine visibility and visual impact threshold distances, *Environmental Practice*. Link: https://blmwyomingvisual.anl.gov/docs/EnvPractice_Offshore%20Wind%20Turbine%20Visibility%20and%20Visual%20Impact%20Threshold%20Distances.pdf

² Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken (2014) *Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee*. Beschikbaar via: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-384771.pdf>.

³ Gegevens VVN (minimum opgetreden zicht) en VVX (maximum opgetreden zicht) van weerstations 235: De Kooy, 240 Schiphol en 242: Vlieland van 2010 tot nu. Beschikbaar via: <https://daggegevens.knmi.nl/klimatologie/daggegevens>.

Alternatief B

Vanwege de grote afstand van de kust tot de kavel zullen de windturbines overdag niet zichtbaar zijn door kimduiking, observatievermogen en weersomstandigheden. De verlichting van de gondel verdwijnt echter niet achter de horizon. Bij extreem helder weer kan deze verlichting in theorie zichtbaar zijn. Dit zal echter bijna nooit voorkomen, omdat het zicht door weersomstandigheden bijna nooit meer dan 50 km is. Er is geen effect op de zichtbaarheid en beleving vanaf de kust en dit alternatief krijgt daarom een neutrale beoordeling.

11.6 Cumulatie

Op zee zijn nog meer parken gepland. Cumulatie kan optreden door de ontwikkeling van meerdere windparken die van ver als geheel waargenomen worden, waardoor de horizon 'vol' raakt. De windparken kunnen elkaar ook juist afschermen, doordat de windparken achter elkaar liggen. Windpark IJmuiden Ver zal nauwelijks bijdragen aan cumulatie vanwege de zeer geringe zichtbaarheid vanaf de kust.

11.7 Mitigerende maatregelen

Niet van toepassing.

11.8 Leemten in kennis

Het is niet helemaal duidelijk hoe ver de nachtelijke verlichting zichtbaar zal zijn. Vanwege de grote afstand tot de windturbines en weersomstandigheden wordt er vanuit gegaan dat de verlichting in slecht zeldzame gevallen zichtbaar zal zijn. Het is echter mogelijk dat de verlichting op hele heldere nachten vanuit de duinen zichtbaar is. Het is onduidelijk hoe vaak dit zal voorkomen.

12

OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

12.1 Aanpak onderzoek

In dit MER wordt ingegaan op de effecten voor de verschillende (overige) gebruiksfuncties. Indien effecten optreden, zal gekeken worden hoe de effecten zo veel mogelijk beperkt kunnen worden. Het gaat daarbij om zowel de aanleg-, exploitatie- als de verwijderingsfase van het windpark.

Het beoordelingskader voor overige gebruiksfuncties is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 12.1 Beoordelingscriteria overige gebruiksfuncties

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
visserij	effecten op huidige visserij en de daarbij toegepaste vangsttechnieken	kwalitatief en kwantitatief onder meer op basis van het beschikbaar areaal visgronden, economische schade, verminderde vangstopbrengsten en effecten op omvaren
olie- en gaswinning	effecten op mijnbouw	kwalitatief onder meer in relatie tot helikopter-bereikbaarheid platforms, en de exploitatie van in de ondergrond aanwezige velden. Ook effecten op mogelijk toekomstig gebruik van platforms voor bijvoorbeeld waterstofproductie en CO ₂ -opslag worden beoordeeld voor zover deze voorzienbaar zijn
luchtvaart	effecten op luchtvaart en luchtverkeersveiligheid	kwalitatief onder meer in relatie tot luchtruimklassen, bebakening en verlichting, communicatie-, navigatie- of surveillance-apparatuur (CNS), Search and Rescue en Helicopter Main Routes
zand- grind en schelpenwinning	effecten op zand-, grind en schelpenwinning	kwalitatief op basis van ligging locaties voor winning
baggerstort	beperkingen baggerstortgebieden.	kwalitatief op basis van ligging baggerstortgebieden
scheeps- wal- en luchtvaartradar	effecten op scheeps- en luchtvaartradar	kwalitatief rekening houdend met schaduwwerking en bouncing
kabels en leidingen	effecten op kabels en leidingen	kwalitatief op basis van ligging kabels en leidingen
telecommunicatie	verstoring kabelverbindingen en straalpaden	kwantitatief op basis van ligging straalpaden

Aspecten	Beoordelingscriteria	Wijze van effectbeoordeling
militaire activiteiten en munitiestortgebieden	effecten op ruimtegebruik door defensie (luchtmacht, marine) vanwege de aanwezigheid van oefenterreinen en munitiestortgebieden boven en op zee	kwalitatief op basis van ligging oefenterreinen en munitiestortgebieden
	risico niet gesprongen explosieven	kwalitatief op basis van aanwezigheid NGE.
recreatie en toerisme	toegankelijkheid recreatieve vaarroutes	kwalitatief op basis van ligging recreatieve routes
	effecten op kusttoerisme	kwalitatief op basis van afstand kust
cultuurhistorie en archeologie	effecten op archeologische waarden, zoals bodemschatten, scheepswrakken, verdrinken landschappen	kwalitatief op basis van aanwezigheid archeologische waarden
schelpdierweek en aquacultuur	effecten op mosselzaad- invanginstallaties en zeewierteelt	kwalitatief op basis van ligging mosselzaadvanginstallaties
bestaande windparken, elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	effecten elektriciteitsopbrengst bestaande windparken (windafvang)	kwantitatief analyse
	electriciteitsproductie	kwantitatief in kWh/jaar
	terugverdientijd energie bouw	kwantitatief in maanden
	CO ₂ -emissiereductie	kwantitatief in ton/jaar
	NO _x -emissiereductie	kwantitatief in ton/jaar
	SO ₂ -emissiereductie	kwantitatief in ton/jaar
klimaat	invloed op klimaatverandering	kwantitatief CO ₂ -emissiereductie in ton/jaar

In dit MER worden de gevolgen voor de bestaande visserij betrokken. Door de ontwikkeling van windparken op zee, verliezen vissers visgronden. Het is van belang te bepalen welke delen van het windenergiegebied IJmuiden Ver de meeste waarde hebben voor de visserij. Wageningen Economic Research heeft onderzoek gedaan naar de waarde van de misgelopen vangsten (Mol, van Oostenbrugge, & Hintzen, 2019). In het MER wordt gebruikgemaakt van de meest recente gegevens. Naast het verlies aan visgronden heeft de visserij mogelijk te maken met omvaren door de aanleg van de windparken.

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

Onderzoek naar de archeologische en cultuurhistorische waarden in het plangebied heeft plaatsgevonden (Periplus Archeomare, 2020). De effecten van het windpark op deze waarden worden getoetst aan 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 nabijgelegen mijnbouwplatforms, is het veilig aanvliegen van de platforms in dit MER onderzocht. Hierbij zijn onderzoeken worden meegenomen naar de effecten van zogturbulentie in en om offshore windparken op de vliegveiligheid (NLR, 2016) en de bereikbaarheid van mijnbouwplatforms in de nabijheid van windparken (To70, 2020).

Dit MER gaat in op de effecten voor de betrouwbaarheid van de (wal)radarsystemen en straalpaden en draagt indien nodig mitigerende maatregelen aan.

De belangrijkste reden om windenergie-initiatieven te realiseren, is het opwekken van duurzame energie. Van de te onderscheiden alternatieven wordt daarom in dit MER berekend hoeveel elektriciteit jaarlijks wordt opgewekt. Ook wordt 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 wordt gemaakt met de emissies van de huidige brandstofmix die wordt gebruikt in Nederland voor opwekking van elektriciteit. Dit zijn de stoffen koolstofdioxide (CO₂), stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂). In het MER wordt tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen.

12.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

De effecten van het windpark op gebruiksfuncties worden grotendeels niet bepaald door de inrichting van het windpark, maar door de locatie en het ruimtebeslag van het windpark. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zandwinning; binnen het windpark is dit niet toegestaan, daarbuiten wel. Voor enkele aspecten speelt de inrichting van het park wel een rol, zoals het aantal turbines, de hoogte van de turbines of het oppervlak aan fundering en daarbij horende erosiebescherming. Dit is het geval bij bijvoorbeeld cultuurhistorie, archeologie en NGE (hoe meer turbines, hoe groter de bodemverstoring met risico op aantasting aanwezige waarden of raken van NGE) of luchtvaart (hoe hoger de tiphoogte, hoe groter de kans op verstoring).

Om de bandbreedte van de mogelijke milieueffecten in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht die het meest uiteenlopen wat betreft het aantal turbines (67 of 50 turbines), type funderingen (waarbij het totaaloppervlak van de fundering plus de erosiebescherming bepalend is) en de tiphoogte (261 of 305 m). In paragraaf 7.2 is reeds onderbouwd dat een gravity based of suction bucket fundering leidt tot het grootste oppervlak aan oppervlak aan fundering/erosiebescherming en een monopaal het kleinste oppervlak. Een overzicht van de alternatieven is gegeven in tabel 12.2.

Tabel 12.2 Alternatieven A en B overige gebruiksfuncties

	Alternatief A	Alternatief B
aantal en vermogen	50 x 20 MW turbines	67 x 15 MW turbines
fundering (inclusief oppervlak)	Monopaal	Gravity based/ suction bucket
tiphoogte	261 m	305 m

Er is onderscheid gemaakt in een alternatief A en B, waarbij respectievelijk het kleinste aantal turbines is gecombineerd met een monopaal fundering en het grootste aantal turbines met een gravity based/suction bucket fundering. Het kleinste aantal turbines in combinatie met het kleinst mogelijke oppervlak aan fundering/erosiebescherming leidt tot de kleinste effecten op overige functies. Denk bijvoorbeeld aan mogelijke verstoring van archeologische waarden. Op deze manier geven de alternatieven een boven en ondergrens aan van de bandbreedte aan effecten die de realisatie van een windpark in kavel IV van windenergie IJmuiden Ver met zich mee kan brengen.

12.3 Visserij

12.3.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Nederlandse visserij sector

Op de hele Noordzee vindt visserij plaats. De visserij focust zich op visbestekken, dat zijn specifieke locaties waar bepaalde soorten vis vaak worden aangetroffen. Visbestekken, en daarmee visserij-intensiteiten in de Noordzee, verschillen per visserij en per seizoen. De buitengrens van de Exclusieve Economische Zone (EEZ) komt overeen met de grens van het Nederlands deel van het continentaal plat (NCP). Op het NCP worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. De zuidelijke Noordzee (het Nederlandse, Belgische en Engelse deel), waarin het windenergiegebied IJmuiden Ver zich bevindt, vormt een belangrijk gebied voor de commerciële visserij en vormt samen met de centrale Noordzee het meest beviste gebied in de Noordzee. Er wordt gevist op bodemgebonden (demersale) en niet-bodemgebonden (pelagische) vis. Demersale vis betreft met name tong en schol, pelagische vis betreft onder andere haring, makreel en horsmakreel. In de kustzone is de visserij voornamelijk gericht op garnalen en op bepaalde schelpdieren (onder andere Amerikaanse zwaardschede).

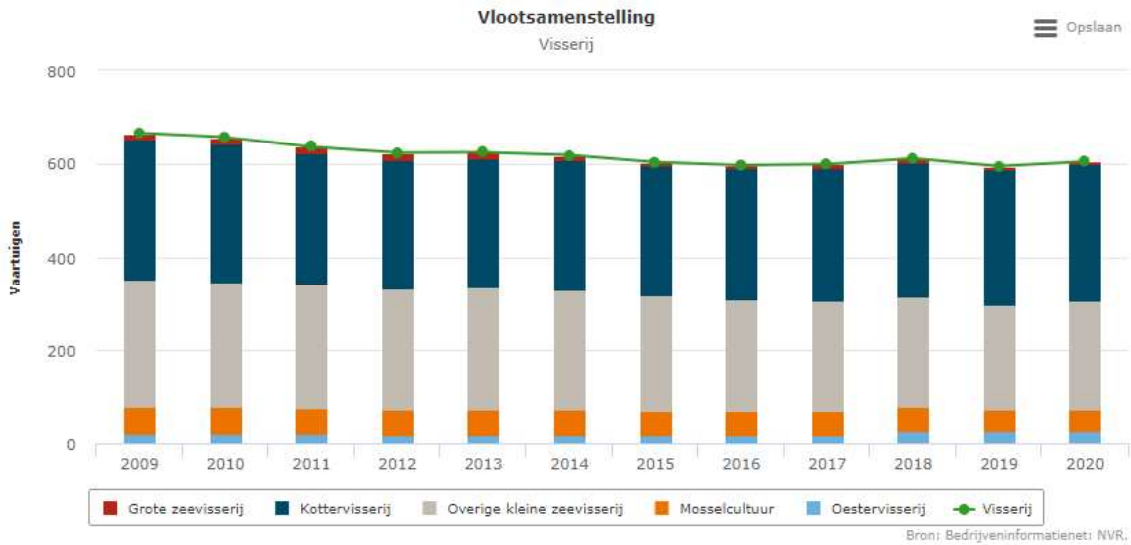
De ontwikkelingen in de Nederlandse vlootsamenstelling is beschreven in een onderzoek van de WUR (Wageningen University & Research, 2021).

In afbeelding 12.1 is de Nederlandse vlootsamenstelling te zien sinds 2009. Tabel 12.3 geeft weer welke veranderingen hebben plaatsgevonden per visserij tussen 2015 en 2020. Hieruit valt op dat het aantal actieve visserijvaartuigen tussen 2015 en 2020 nagenoeg gelijk is gebleven (604 in 2015 tegen 605 in 2020). In de grote zeevisserij is het aantal procentueel sterker gedaald over dezelfde jaren; van 8 naar 6. Dit past binnen de trend, waar in de afgelopen tien jaar het aantal vaartuigen in de grote visserij is afgenomen van 14 naar 6. Dit komt doordat meerdere trawlers onder buitenlandse vlag zijn gaan varen. Het aantal vaartuigen in de kottervisserij is jarenlang gedaald, maar door goede resultaten werden nieuwbouwers verstrekt en dit resulteerde in een toename in vaartuigen. De mosselvloot is iets gekrompen. Omdat de mosselkotters ook voor oestervisserij worden ingezet en ook andersom, kan de toename in oesterschepen deels worden verklaard.

Tabel 12.3 Verandering in vlootsamenstelling (aantal visserijvaartuigen) tussen 2015 en 2020

Visserij	Aantal in 2015	Aantal in 2020	Verandering
grote zeevisserij	8	6	-2
kottervisserij	279	293	+14
overige kleine zeevisserij	247	232	-15
mosselcultuur	51	48	-3
oestervisserij	19	26	+7
totaal visserij	604	605	+1

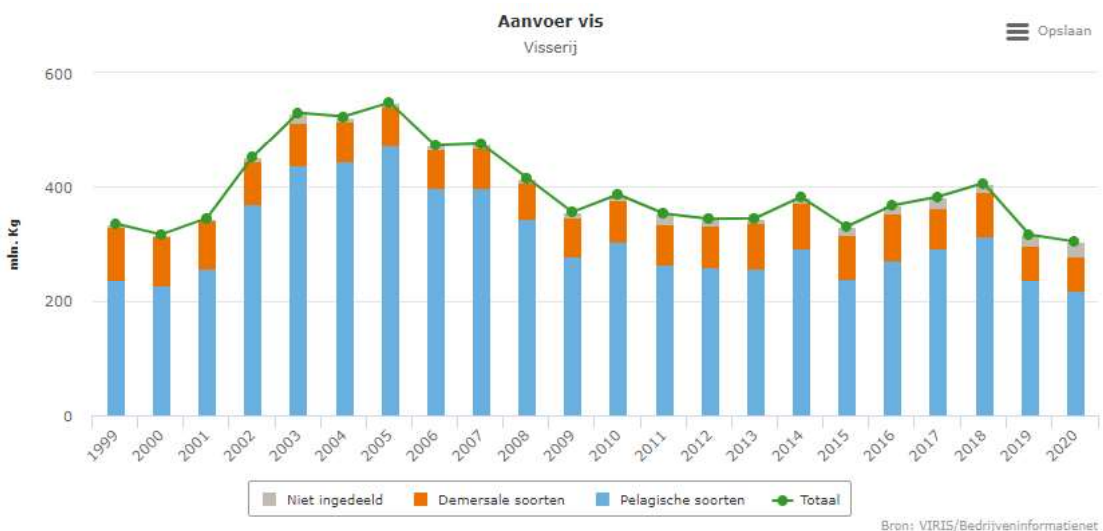
Afbeelding 12.1 Nederlandse vlootsamenstelling door de jaren heen



Afbeelding 12.2 laat de aanvoer van vis in miljoen kilogram zien. Schol, garnalen en tong zijn de meest aangevoerde vissoorten. Het aandeel pelagische vis is in de laatste jaren afgenomen van 79 % van het totaal in 2010 tot 72 % van het totaal in 2020 (data afkomstig van VIRIS).

In de praktijk wordt overal gevisd, behalve daar waar het verboden is door de ruimtelijke scheiding met andere functies op de Noordzee. Denk hierbij aan mijnplatforms, windparken op zee en in opgroeigebieden van jonge vis. Ook is de visserij in delen van Natura 2000-gebieden verboden voor (bodemberoerende) visserij (VIBEG-akkoord, (Tweede Kamer der Staten-Generaal, 2011)). In het Programma Noordzee zijn activiteiten van nationaal belang opgesteld, zoals ontwikkelen van een duurzame visserij, waarborgen van de hoofdinfrastructuur voor transport van stoffen via (buis)leidingen, realiseren van een betrouwbare, betaalbare en veilige energievoorziening, die in 2050 CO₂-arm is, en de daarbij benodigde hoofdinfrastructuur en zorg dragen voor nationale veiligheid en ruimte bieden voor militaire activiteiten. (Rijksoverheid, 2022). Deze activiteiten hebben in deze gevallen voorrang op visserij activiteiten.

Afbeelding 12.2 Aanvoer van vis



Het grootste deel van de visaanvoer komt voort uit de pelagische visserij (zie afbeelding 12.2) welke de bodem niet beroert. De Nederlandse demersale visserij wordt hieronder in meer detail beschreven.

Nederlandse demersale visserij

De demersale visserij was in de periode van 2005 tot en met 2020 met 1.141 miljoen kg van de bijna 6.188 miljoen kg goed voor ongeveer 18 % van de totale visaanvoer. Een ruimtelijke analyse van demersale visserijtypen – boomkorvisserij gericht op tong, boomkorvisserij gericht op schol en bordenvisserij gericht op noorse tong en overige demersale visactiviteit - toont aan dat vissers in deze periode zeer specifieke benthische habitats bevesten. Dit onderzoek is uitgevoerd door de WUR en gepubliceerd in 2018 (van der Reijden, Hintzen, Govers, Rijnsdorp, & Olf, 2018). De leefgebieden die door demersale vissers het intensiefst worden gebruikt, zijn relatief zeldzaam binnen de Noordzee. Een aanzienlijk deel van deze zogenaamde 'hotspots' ligt binnen Natura 2000-gebieden (onder andere Dogger bank, Friese Front en Klaverbank). Het onderzoek geeft voor het eerst inzicht in de ecologische karakteristieken van verschillende zeelandschappen die doelgericht bevestigd worden in de Noordzee door de demersale visserij. De resultaten benadrukken dat de visserijdruk op de zeebodem niet homogeen over de Noordzee verdeeld is maar plaatsvindt in specifieke zeelandschappen. Er blijkt sprake van visserij hotspots (de top 1 % van meest bevestigde gebieden) 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 populatie vissoorten aan wat de ecologische waarde van deze gebieden bovengemiddeld hoog maakt.

Autonome ontwikkeling

Ten aanzien van de visserij zijn de autonome ontwikkelingen van andere windparken op zee, zoals Borssele, Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord) of Hollandse Kust (west) van belang. De komst van deze parken zorgen namelijk voor een afname (zij het marginaal) in de totale beschikbare oppervlakte op de Noordzee voor visserij. De totale oppervlakte van het NCP is 57.000 km². De oppervlakte van andere windparken is 344 km² (Borssele), 176 km² (HKW), 236 km² (HKZ), 126 km² (HKN). Samen is dit 882 km² van de 57.000 km² oftewel, 1,55 % van het NCP. Deze autonome ontwikkelingen beïnvloeden de effecten op de visserij voor de levensduur van deze (deels nog te ontwikkelen) windparken. Door de afname van het beschikbare areaal wijkt de situatie inclusief de autonome ontwikkelingen met 1,55 % af van de huidige situatie.

12.3.2 Effectbeschrijving

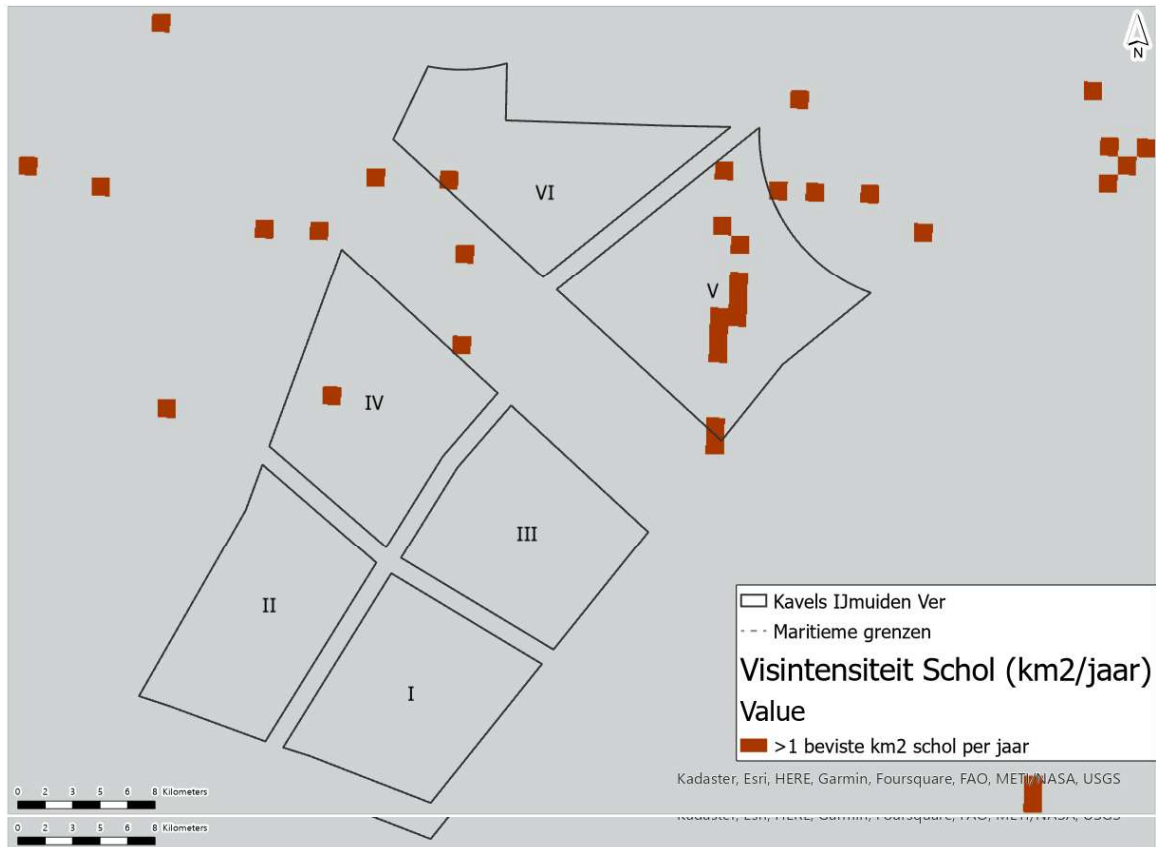
Omdat zowel tijdens de aanleg/verwijderingsfase als de gebruiksfase de kavel niet toegankelijk is voor visserij is geen onderscheid in de effecten te maken tussen deze fasen. Daarom worden in deze effectenbeschrijving de effecten niet apart beoordeeld.

Beschikbaar areaal en visgronden

In het kader van het MER is onderzocht (van der Reijden, Hintzen, Govers, Rijnsdorp, & Olf, 2018) hoe de Nederlandse vissers de zeelandschappen gebruiken. Een analyse van satelliet-positiegegevens van de drie belangrijkste (en overige) Nederlandse demersale visserijtypen geeft inzicht in de visintensiteit. Onderstaande afbeeldingen laten het aantal bevestigde km² zeeoppervlak per jaar per km² zien voor schol, kreeft, tong en overige demersale visactiviteiten. De resolutie van het onderzoek omvat pixels van 1 vierkante kilometer en is gebaseerd op data tussen 2008 en 2015. De analyse laat duidelijke hotspots zien; plekken die elk jaar intensief bevestigd worden. Om de effecten op kavel IV van windgebied IJmuiden Ver te bepalen is ingezoomd op dit gebied.

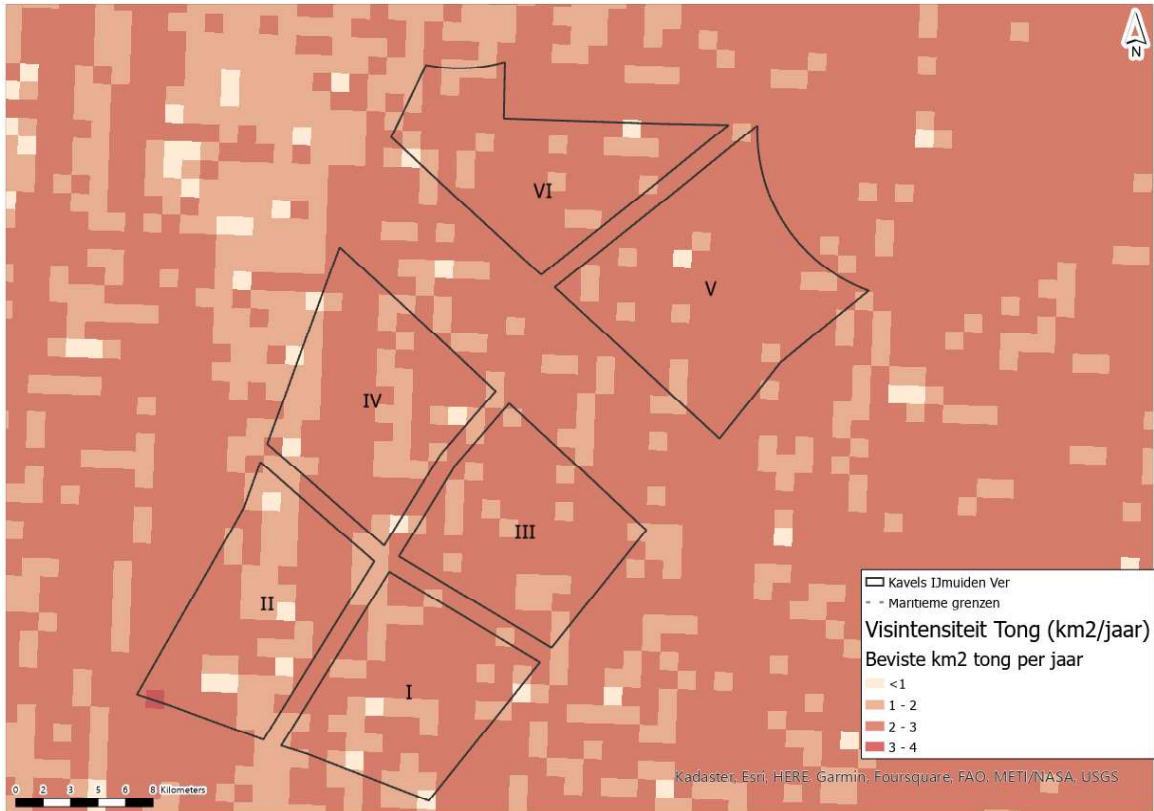
Afbeelding 12.3 laat een enkel gebied met een lage visintensiteit voor schol zien in Kavel IV. De visintensiteit voor kreeft is nul binnen kavel IV, weergegeven in afbeelding 12.4. Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver kavel IV ligt enkel voor tong een gering aantal hotspots, te zien afbeelding 12.5. Voor de andere vissoorten zijn geen hotspots aanwezig binnen deze kavel; deze hotspots zijn daarom niet weergegeven op de kaarten. De visintensiteit voor overige demersale vissoorten in kavel IV is gering, waar in kavel IV de intensiteit hoger is dan in kavel III (zie afbeelding 12.6).

Afbeelding 12.3 Visintensiteit schol. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 en 2015¹



¹ [Replication Data for: North Sea demersal fisheries prefer specific benthic habitats - Groningen Institute for Evolutionary Life Sciences \(dataverse.nl\)](#).

Afbeelding 12.5 Visintensiteit tong. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 en 2015



Afbeelding 12.6 Visintensiteit overige demersale vis. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 en 2015



Economische waarde en schade door verminderde vangstopbrengsten

Een onderzoek uit 2019 (Mol, van Oostenbrugge, & Hintzen, 2019) heeft de waarde van de geplande windgebieden uit de (oorspronkelijke) routekaart 2030 voor de Nederlandse demersale visserij onderzocht voor de periode 2010 tot 2017. De windgebieden uit deze routekaart zijn weergegeven in afbeelding 3.1.

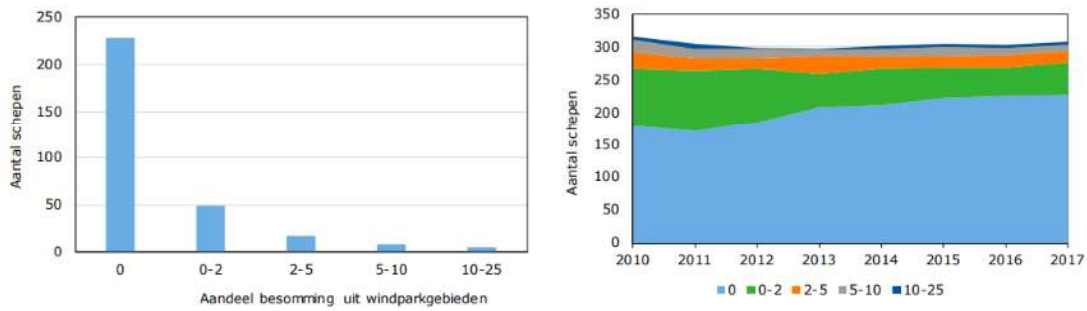
De windgebieden, zoals beschreven in hoofdstuk 1 dragen gezamenlijk gemiddeld EUR 1,52 miljoen per jaar bij aan de bruto toegevoegde waarde (nettoresultaat plus afschrijvingen, rente, lonen en sociale lasten) van de Nederlandse kottervisserij. Hiermee leverden deze windgebieden een gemiddelde bijdrage van 1,36 % aan de Nederlandse kottersector in zijn geheel en 2,65 % aan de Nederlandse kottersector vissend op het Nederlands Continentaal Plat. De bijdrage varieerde sterk door de jaren, tussen de EUR 1,0 miljoen. En EUR 2,5 miljoen per jaar. Dit geeft aan dat de waarde van deze gebieden voor de visserij onzeker is. De toegevoegde waarde van windenergiegebied IJmuiden Ver bedroeg per jaar gemiddeld EUR 350.000 met een standaard deviatie van EUR 50.000, een minimum van EUR 220.000 en een maximum van EUR 670.000. Tabel 12.4 geeft de in het onderzoek verkregen karakteristieken voor verschillende windenergiegebieden weer. De aanduiding kW-dag is een indicatie voor de intensiteit van de visactiviteiten op basis van de hoeveelheid motorvermogen (in kW) aanwezig per locatie per dag.

Tabel 12.4 Karakteristieken van de visserijactiviteiten binnen de oorspronkelijke routekaart 2030 windenergiegebieden over de periode 2010-2017

	Borssele	HKN	HKZ	IJmuiden Ver	HKW	TNW
aanlanding in kg. Per kW-dag	1,67	1,87	1,88	1,99	1,64	1,69
opbrengst in EUR per kW-dag	7,86	7,47	7,59	6,89	6,02	6,57
opbrengst in EUR per kg	4,72	4,00	4,03	3,46	3,67	3,90
bruto toegevoegde waarde in miljoen uro	0,41	0,30	0,22	0,35	0,22	0,03
bruto toegevoegde waarde per kW-dag	3,19	3,11	3,18	2,71	2,31	2,51
bruto toegevoegde waarde per kg	1,91	1,67	1,69	1,36	1,41	1,49
gemiddelde inspanning in kW-dagen per km ²	954	351	442	315	267	88
gemiddelde aangelande kg's per km ²	1.590	656	831	628	438	149
gemiddelde opbrengst in EUR per km ²	7.506	2.626	3.351	2.172	1.609	581
gemiddelde bruto toegevoegde waarde per km ²	3.042	1.094	1.406	853	617	222

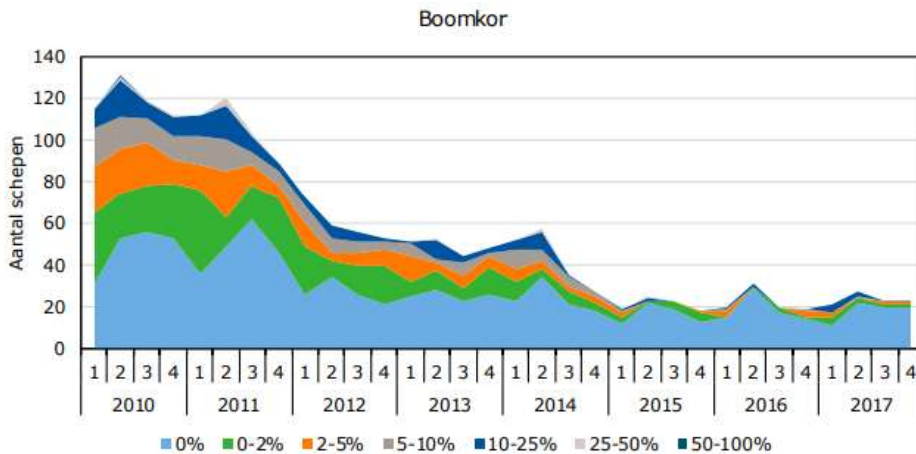
Om te bepalen wat het effect is van het afsluiten van de windparkgebieden op de visserij is het nodig om in kaart te brengen in hoeverre de visserijen afhankelijk zijn van de windenergiegebieden. Niet elke visserij en daarmee niet elk schip is even afhankelijk van visserij in deze windparkgebieden. Om de afhankelijkheid van de visserij van deze windgebieden te onderzoeken is gekeken naar de totale opbrengst van een visseizoen, een zogenoemde besomming. Het aandeel van de vangst in de windgebieden in relatie op de besomming is onderzocht voor individuele schepen. De afhankelijkheid van deze windgebieden voor de totale besomming van individuele schepen is laag. Afbeelding 12.7 laat zien dat circa 95 % van de schepen voor maximaal 5 % van de besomming afhankelijk is van deze windgebieden. Gemiddeld zijn individuele schepen voor 0 – 6 % van hun besomming afhankelijk van windgebied IJmuiden Ver.

Afbeelding 12.7 Indeling van schepen naar hun afhankelijkheid voor de visserij van de windenergiegebieden in 2017 (links) en over de periode 2010-2017 (rechts) (Mol, van Oostenbrugge, & Hintzen, 2019)

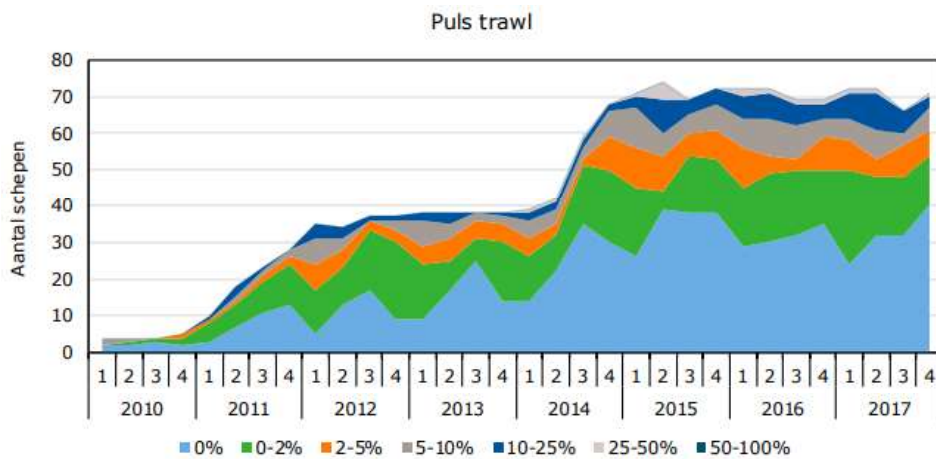


De afhankelijkheid van de windenergiegebieden verschilt per type visserij. Vooral binnen de boomkor en puls trawl individuele schepen voor hun besomming afhankelijk van de windenergiegebieden (zie afbeelding 12.8 en afbeelding 12.9). Voor de flyshootvisserij (schotse zegen of Snurrevaadvisserij), is dat alleen in de zomermaanden het geval (zie afbeelding 12.10). Het valt op dat in de periode van 2010 tot 2014 een deel van de boomkor schepen is vervangen door schepen met pulstechniek. Het effect van het recente verbod op pulsvisserij op de waarde van Nederlandse windenergiegebieden voor de demersale visserij, en diens afhankelijkheid daarvan, is echter niet onderzocht.

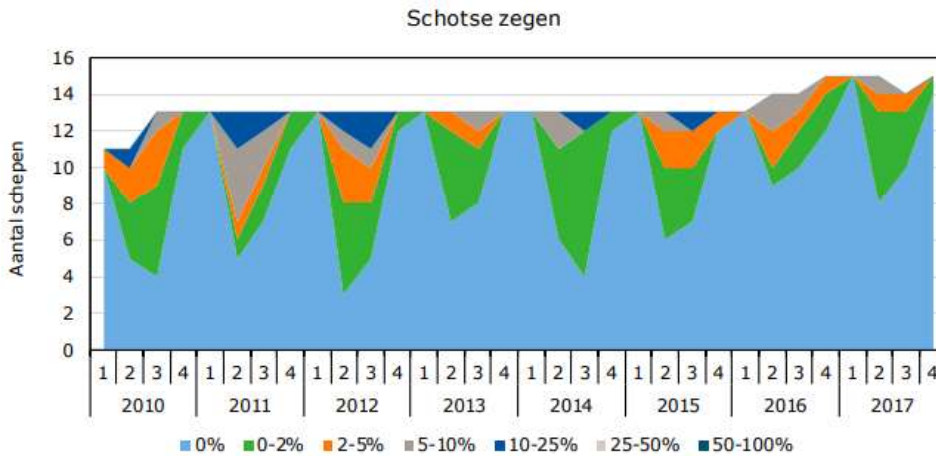
Afbeelding 12.8 Afhankelijkheid van de windenergiegebieden (uitgedrukt in het aandeel van de besomming) van schepen die vissen met de boomkor in de periode 2010-2017



Afbeelding 12.9 Afhankelijkheid van de windenergiegebieden (uitgedrukt in het aandeel van de besomming) van schepen die vissen met de pulskor in de periode 2010-2017

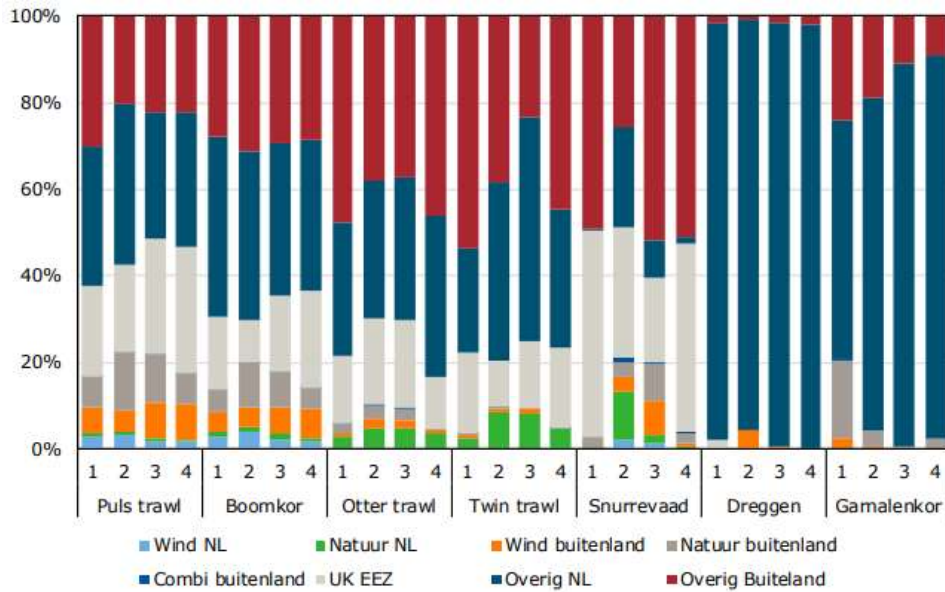


Afbeelding 12.10 Afhankelijkheid van de windenergiegebieden (uitgedrukt in het aandeel van de besomming) van schepen die vissen met het flyshootuig in de periode 2010-2017



Afbeelding 12.11 laat de afhankelijkheid van de Nederlandse demersale visserij per kwartaal voor verschillende gebieden in het Nederlandse en buitenlandse deel van de Noordzee zien. Het aandeel van de Nederlandse windenergiegebieden (Wind NL, weergegeven in lichtblauw) vormt slechts een klein aandeel (enkele procenten voor pulskor en boomkor) in de afhankelijkheid van de demersale visserij.

Afbeelding 12.11 Afhankelijkheid 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 geringe omvang van het te sluiten areaal aan windparken op het NCP mag ook 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 IV in windenergiegebied IJmuiden Ver voor de Nederlandse demersale visserij is weergegeven in tabel 12.5. De waarde is verkregen door de 'Gemiddelde opbrengst in EUR per km²' in tabel 12.4 te vermenigvuldigen met de oppervlakte van kavel IV.

Tabel 12.5 Waarde voor de Nederlandse demersale visserij van kavel IV in IJmuiden Ver in de periode 2010 – 2017

Kavel	IV
oppervlakte (km ²)	103 km ²
gemiddelde inspanning (kW-dagen)	32.760 kW-dagen
gemiddelde aangelande kg's (vangst)	65.312 kg
gemiddelde opbrengst (EUR)	EUR 223.716
gemiddelde bruto toegevoegde waarde (EUR)	EUR 87.859

Tabel 12.6 laat de waarde van IJmuiden Ver samen met de andere windgebieden uit de oorspronkelijke routekaart 2030 zien.

Tabel 12.6 Relatieve waarde van de windenergiegebieden ten opzichte van andere kengetallen van de kottervisserij, de kottervisserij op het Nederlands Continentaal Plat en individuele kotters in de periode 2010 - 2017

	Borssele	HKN	HKZ	IJmuiden Ver	HKW	TNW	Totaal
historische bijdrage aan de bruto toegevoegde waarde (miljoen euro)	0,41	0,3	0,22	0,35	0,22	0,03	1,52
aandeel van de totale Nederlandse Kottervloot							
inzet (kW-dagen)	0,57 %	0,42 %	0,31 %	0,57 %	0,41 %	0,06 %	2,33 %
aanlandingen (kg)	0,26 %	0,22 %	0,16 %	0,31 %	0,19 %	0,03 %	1,17 %
opbrengst (euro)	0,42 %	0,29 %	0,22 %	0,36 %	0,23 %	0,04 %	1,55 %
bruto toegevoegde waarde	0,37 %	0,26 %	0,20 %	0,31 %	0,19 %	0,03 %	1,36 %
aandeel van de totale Nederlandse kottervloot op het Nederlands Continentaal Plat							
bruto toegevoegde waarde	0,71 %	0,52 %	0,38 %	0,60 %	0,37 %	0,06 %	2,65 %
aandeel in besomming van individuele kotters (%)	0-12 %	0-10 %	0-6 %	0-6 %	0-5 %	0-1 %	0-17 %

Het toekomstig belang van de gesloten en te sluiten windenergiegebieden voor de visserij wordt mede bepaald door de toekomstige ontwikkelingen in de ecologie van de Noordzee, de beleidsmatige en de sociaaleconomische context. Hoewel alle ontwikkelingen en de daarmee verbonden gebiedssluitingen op zichzelf voor de visserij wellicht niet van heel grote invloed zijn, is de cumulatie van al deze ontwikkelingen wel degelijk van grote invloed op de sociaaleconomische situatie van de Nederlandse visserij. In paragraaf 12.17 zal dit toegelicht worden.

Naast de demersale sector is ook de Nederlandse pelagische sector actief in de beoogde gebieden. Door het verschil in vismethode (vissen in de waterkolom in plaats van over de bodem) heeft deze visserij een andere afhankelijkheid van specifieke gebieden dan de demersale visserij. Beide vormen van visserij zijn niet toegestaan in het gebied na de realisatie van een windpark. In tegenstelling tot de demersale visserij, zijn er van de pelagische visserij echter geen gedetailleerde onderzoeksresultaten beschikbaar. Daarom kan geen gedetailleerde uitspraak over pelagische visserij worden gedaan.

Onderzoeken naar medegebruik in de vorm van visserij

De Rijksoverheid heeft meerdere onderzoeken laten uitvoeren om te bepalen in hoeverre de gebruiksfunctie van een windpark gecombineerd kan worden met visserij. Hierin zijn verschillende effecten van het toestaan van bodemberoerende visserij binnen de windenergiegebieden uit de oorspronkelijke Routekaart 2030 onderzocht. Door Ecorys zijn in mei 2019 de kansen, risico's en kosten voor de sleepnetvisserij onderzocht wanneer deze wel én niet zijn toegestaan (van de Velde, Oei, & de Korte, 2019). Het scenario dat de gebieden van de oorspronkelijke Routekaart 2030 gebieden niet worden ontwikkeld dient hierbij als vergelijkend referentiekader.

Uit deze onderzoeken blijkt dat het voornaamste risico in vissen in windparken de mogelijke beschadiging is van de windparkkabels. De herstelkosten van beschadigde infield kabels en export kabels zijn gemiddeld respectievelijk EUR 4,8 miljoen en EUR 7,8 miljoen. Door kabels dieper te begraven wordt het risico op het beschadigen volgens Arcadis (2018) verlaagd van 'gemiddeld risico' naar 'laag risico'. Het ingraven van de kabels zal de kans op schade verkleinen, maar brengt substantiële investeringskosten met zich mee. Ecorys schat deze kosten voor IJmuiden Ver op EUR 83 miljoen excl. additionele operationele kosten (OPEX). De herhalingsjijd van verschillende type schade wordt geschat op eens per jaar, tot eens in de tien jaar.

De risico's voor vissen in windparken brengt voor de vissers en windparkexploitanten een nieuw verzekeringsrisico met zich mee¹.

In de regel kunnen windparkexploitanten (WPO's) de risico's afdekken met een all-risk verzekering. Daarbij hebben zij een eigen risico van ongeveer EUR 1 miljoen voor materiële schade en een wachttijd van 30 dagen voor de Business interruption. Enkel kijkend naar het eigen risico zullen de kosten voor WPO's substantieel zijn. Daarbij is het ook de vraag in hoeverre de premies van de verzekeringen die zij hebben afgesloten omhooggaan. De hoogte van de toename van premies of eigen risico is onbekend. Op basis van een beperkingsbedrag kunnen sleepnetvissers hun aansprakelijkheid op schade op zee limiteren tot een maximaal bedrag om premies laag houden/betaalbaar te houden. Het beperkingsbedrag voor een schip lichter dan 2.000 ton is vastgesteld op EUR 1,9 miljoen.

De aansprakelijkheidslimiet is in alle gevallen niet toereikend om de volledige werkelijke schade te kunnen dekken. Dit betekent dat de windmolenparkexploitanten danwel hun verzekeraars geconfronteerd zullen worden met een restbedrag. Verzekeraars zullen hierop reageren door enerzijds de premie voor vissermannen aanzienlijk te verhogen waardoor de premie niet meer te betalen is voor de visser, of anderzijds uitzonderingsclausules in te voeren waardoor het financieel risico van vissen in de windenergiegebieden voor de vissermannen te groot wordt.

Ecorys raamt dit bedrag van de verschillende types schade tussen de EUR 1,2 miljoen en EUR 46,3 miljoen. Door premiestijging of uitzonderingsclausules voorspelt Ecorys dat de verzekeringspremie voor vissers hierdoor niet meer financieel draagbaar zal zijn. Ecorys concludeert dat een significante premiestijging door het risico op kabelschade voor vissers naar verwachting niet te dragen zal zijn. De hogere kosten door een premiestijging wegen naar verwachting niet op tegen de baten van vissen op deze visgronden (EUR 0,6 miljoen per jaar). De impact van het risico op kabelschade heeft naar verwachting significante effecten voor verzekeraars, windparkexploitanten en sleepnetvissers.

Omvaren

Wanneer vissen niet wordt toegestaan in windenergiegebieden zullen vissers beperkt worden in hun visgronden en verder moeten varen om hun vangsten gelijk te houden. De kosten van omvaren worden door Ecorys geraamd op EUR 0,4 miljoen tot EUR 1,7 miljoen. Dit komt neer op 1,4 – 5,8 % van de nettowinst van deze schepen. Deze getallen zijn gebaseerd op brandstofprijzen in 2019 en kunnen nu anders zijn. Omdat visserijactiviteiten door visquota beperkt zijn, zal het omvaren betekenen dat vissers meer tijd moeten besteden aan het behalen van dezelfde omzet.

Primo Marine heeft eveneens onderzoek (Primo Marine, 2019) gedaan naar de gevolgen van mogelijke bodemberoerende visserij in toekomstige windenergiegebieden. Hierbij is een geoptimaliseerde layout van een windpark voor visserij onderzocht. Het belangrijkste doel voor de exploitant is om een windpark op zee te ontwerpen dat op de meest optimale manier energie uit wind opwekt. Dit betekent dat de huidige windparken op zee niet noodzakelijkerwijs zijn geoptimaliseerd voor (enige vorm van) visserij activiteiten. Daarom kan elke wijziging aan een windpark op zee om bodemberoerende visserij activiteiten mogelijk te maken, gevolgen hebben voor de indeling van en de afstand tussen de fundatiepalen en de onderwaterinfrastructuur. De door de visserij gewenste 1,85 km (1 Nautische Mijl) brede viscorridors zijn door Ecorys niet haalbaar bevonden omdat een groter grondgebied in het windpark kabelvrij moet worden. Hiervoor moeten de afstanden tussen de windturbines groter worden en daardoor zouden deze echter niet meer binnen de grenzen van de windenergiegebieden passen.

Om een windpark op zee geschikt te maken voor bodemberoerende visserij, zal de exploitant de indeling van het windpark moeten aanpassen, de kabels binnen het windpark dieper moeten begraven en, gedurende de levensduur van het windpark op zee, de benodigde diepteligging moeten onderhouden. Volgens Primo Marine is het aanpassen van de indeling van een windpark op zee voor bodemberoerende visserij niet

¹ In een uitspraak van de Rechtbank Rotterdam (d.d. 23 maart 2022) wordt gesteld dat het de verantwoordelijkheid van de kabelbedrijven is om het risico dat een schip een kabel raakt, zoveel mogelijk te voorkomen.
<https://www.rechtspraak.nl/Organisatie-en-contact/Organisatie/Rechtbanken/Rechtbank-Rotterdam/Nieuws/Paginas/Vissers-niet-aansprakelijk-voor-schade-aan-kabels-op-bodem-Noordzee.aspx>.

verenigbaar met de business case, hetgeen mogelijk van invloed is op de financiële beslissing om de ontwikkeling van het windpark op zee te beginnen. Om 'precisie' visserij mogelijk te maken dienen de vissersschepen tevens aangepast te worden, maar de investering hiervan is relatief laag.

Primo Marine concludeert, in lijn met de conclusies van Ecorys, dat een windparkexploitant mogelijk geconfronteerd wordt met aanzienlijke verliezen ten aanzien van kabelstoring veroorzaakt door bodemberoerende visserij. Deze verliezen betreffen kabel reparaties en gederfde inkomsten. De exploitant zal een beroep doen op verzekeringen om deze schade te vergoeden en de visserij zal een beroep doen op verzekeringen voor aansprakelijkheid, hetgeen slechts een klein deel van de schade zal vergoeden (conform zowel de maximale dekking onder de polis als de mogelijkheid tot het beperken van aansprakelijkheid van de visserij). Het overblijvende (grootste) deel wordt verhaald bij de verzekeraar van het windpark op zee (indien voor een dergelijke verzekering gekozen is). Tevens zullen beide partijen het eigen risico niet vergoed krijgen. Het risicoprofiel is niet in evenwicht (geen voordelen, uitsluitend nadelen) voor belanghebbenden zoals een windparkontwikkelaar/exploitant of verzekeringsmaatschappijen.

Door Green Giraffe zijn de effecten van het toestaan van bodemberoerende visserij op de Levelized Cost of Electricity (LCOE) en de 'bankability' van windparken onderzocht (Green Giraffe, 2019). In het geval van IJmuiden Ver zijn de bevindingen als volgt. De extra kosten door diepere ingraving en duurder onderhoud van kabels (waar Ecorys ook naar verwijst) heeft een voorspelde toename van 0 – 0,2 EUR/MWh in de LCOE tot gevolg bij turbine tussenafstanden van 1,3 km (hetgeen al meer is dan in de indelingsalternatieven onderzocht in dit MER). In cumulatie met de effecten van het verlies aan inkomen, reparatiekosten, verzekeringscompensatie, operationele kosten (OPEX), investeringskosten (CAPEX) en toegenomen premies zal de totale toename bij deze tussenafstand in de LCOE 0,2 – 1,6 EUR/MWh bedragen. Wanneer wordt voldaan aan de tussenafstandseis van 1 nautische mijl (1.85 km) van de visserijsector zal de toename in LCOE door diepere ingraving en extra onderhoud van kabels toenemen met 0,14 – 0,34 EUR/MWh. In cumulatie met de andere genoemde effecten zal de LCOE stijgen met 0,4 – 1,9 EUR/MWh. Green Giraffe verwacht niet dat de bankability van de windparken hierdoor in het geding komt, maar voorspelt wel een iets hogere Weighted Average Cost of Capital (WACC).¹

Ontwikkeling visserijtechnieken

De visserijsector in Nederland bevindt zich in een transitieproces naar het gebruik van meer duurzame vismethoden. Deze transitie wordt onder meer aangewakkerd door brandstofprijzen en de aanlandplicht. De focus ligt hierbij op technieken die de bodem meer met rust laten en onbedoelde bijvangst 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 vooral gebruik maakt van de traditionele boomkor met wekkerkettingen. In de Nationale Omgevingsvisie² van juni 2019 is ecologisch duurzame visserij tevens als nationaal belang genoemd. In het Programma Noordzee 2022-2027 is voorts de ontwikkeling van een duurzame visserij aangemerkt als nationaal belang.

12.3.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

¹ De WACC is een kengetal dat uitdrukking geeft aan de kosten die een bedrijf maakt voor het vermogen waarmee het bedrijf wordt gefinancierd. De financiering van een bedrijf bestaat uit vreemd en eigen vermogen. De WACC wordt berekend door de kosten van elk van deze twee vermogenstypes te 'wegen' naar het aandeel dat elk vermogenstype in de totale bedrijfsfinanciering heeft.

² Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Ontwerp Nationale Omgevingsvisie, 2019. <https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/actueel/artikelen+en+blogs/1381493.aspx>.

Hoewel het beschikbare areaal inkrimpt is het effect op de visserij van het totale Nederlands Continentaal Plat (NCP) klein en niet/nauwelijks merkbaar, en daarmee licht negatief (0/-) beoordeeld. Om een vergelijkbare opbrengst te halen moeten vissers omvaren. Dit resulteert in een negatieve (-) beoordeling.

Tabel 12.7 Effectbeoordeling visserij - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
visserij	effect op het beschikbare areaal en visgronden	neutraal (0/-)	neutraal (0/-)
	effect op economische waarde	negatief (-)	negatief (-)
	effect op omvaren	negatief (-)	negatief (-)

Beschikbaar areaal en visgronden

De oppervlakte van kavel IV is 103 km². De totale oppervlakte van het NCP is 57.000 km². Omdat in het windenergiegebied een verbod op alle schepen zal gelden gaat een oppervlakte van 103 km² verloren voor bodemberoerende visserij voor kavel III. Dat is 0,18 % van het totale NCP. Het bevisbare oppervlakte van het NCP is kleiner dan de 57.000 km² door reeds uitgesloten gebieden, daarom zal het percentage van afname in beschikbaar areaal in werkelijkheid groter zijn. De effecten op demersale visserij verschillen per visserij en per locatie. De visintensiteiten per visserij zijn weergegeven in afbeelding 11.3, 11.4, 11.5 en 11.6. Hieruit blijkt dat in kavel IV beperkt schol, geen kreeft en beperkt overige demersale vis wordt gevangen. Wel zijn een aantal hotspots voor tong aanwezig. Omdat volgens afbeelding 11.5 vele hotspots voor tong zich in het NCP bevinden zal het effect van het verdwijnen van de hotspot in kavel III beperkt effect hebben. Daarom worden de effecten van de kavel op het beschikbare areaal en visgronden als neutraal (0) beoordeeld.

Economische waarde en schade door verminderde vangstopbrengsten

Omdat door de ontwikkeling op de kavel een deel van het areaal niet beschikbaar is zal economische schade optreden. De economische waarde van de Nederlandse demersale visserij voor kavel IV is met EUR 88.000 gering. Omdat dit een negatief effect betreft is het als negatief (-) beoordeeld.

Omvaren

Door het uitsluiten van windgebieden uit de oorspronkelijke routekaart moeten de vissers omvaren om dezelfde omzet te behalen. Dit komt neer op 1,4 – 5,8 % van de nettowinst van deze schepen. Dit onderzoek is niet per kavel uitgevoerd. Daarom wordt het als negatief (-) beoordeeld.

12.4 Olie en gaswinning

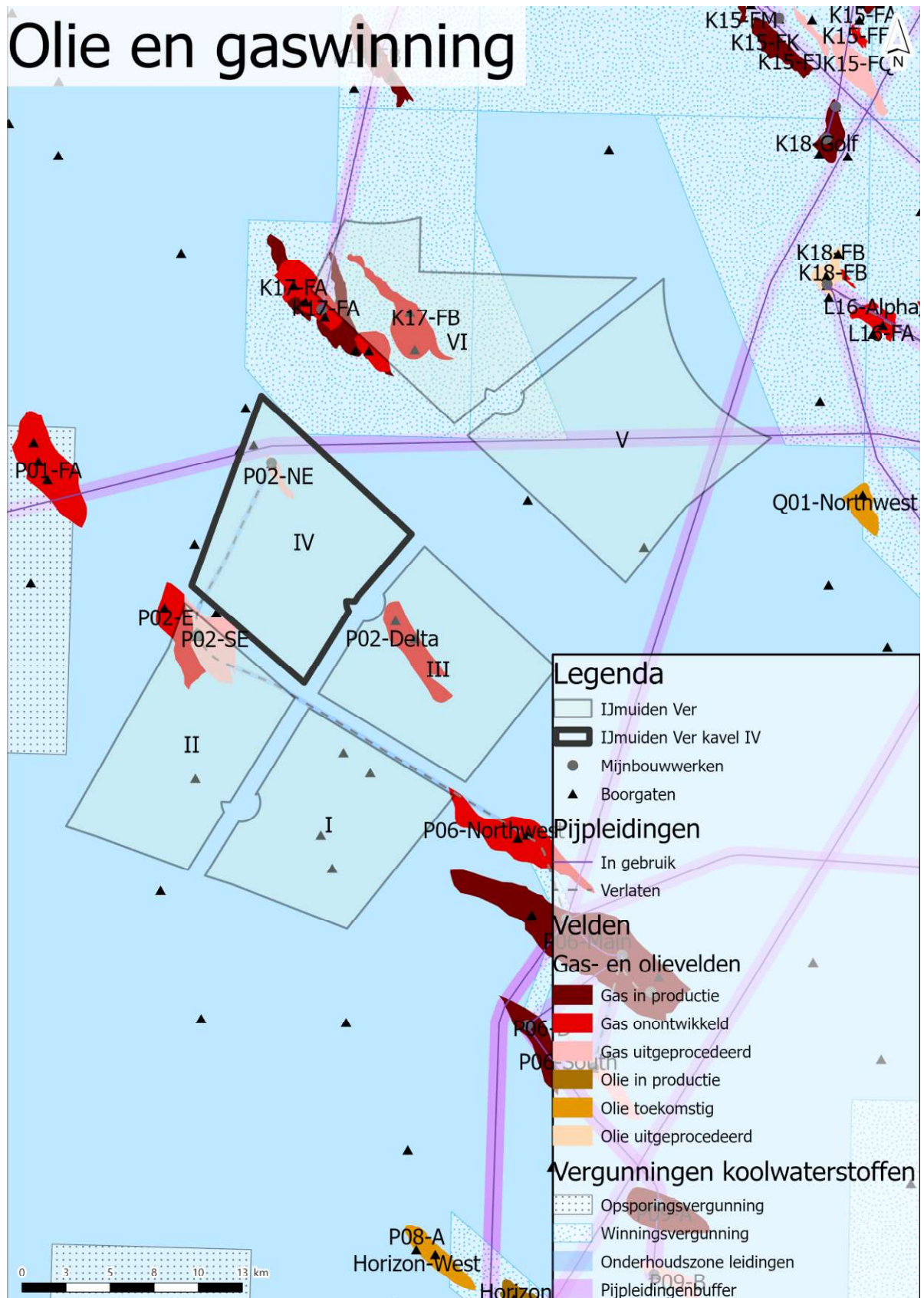
12.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Binnen het windenergiegebied IJmuiden Ver zijn verschillende vergunningen afgegeven voor de winning van delfstoffen. Het betreft drie winningsvergunningen (zie hieronder tabel 12.8), er zijn geen opsporingsvergunningen afgegeven binnen de kavel IV. Een opsporingsvergunning is het recht om in een gebied te zoeken naar olie- en gasvoorraden. Een winningsvergunning is het recht om in een gebied de olie- of gasvoorraden te exploiteren. Daarnaast zijn in het windenergiegebied en de directe omgeving olie- en gasvelden aanwezig. In het windenergiegebied liggen geen in gebruik zijnde platforms. Platform P02-NE bevond zich in dit gebied maar is verwijderd. Nabij het windenergiegebied bevindt zich ten noorden van kavel IV platform K17-FA-1. Deze ligt op zes kilometer afstand van kavel IV. Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat verwijderde olie- en/of gasplatforms tot minimaal 6 m onder de zeebodem worden verwijderd. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwwerken (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 12.1.5 aan de orde. In afbeelding 12.12 zijn alle vergunningen, velden, platforms en boorgaten weergegeven.

Tabel 12.8 Winningsvergunningen IJmuiden Ver (NLOG, 2022)

Vergunning	Status	Tot	Vergunninghouder
winningsvergunning K17a	onherroepelijk (van kracht)	14 april 2022	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
winningsvergunning K15	verlengd	19 januari 2029	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
winningsvergunning K18a	onherroepelijk (van kracht)		Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Afbeelding 12.12 Vergunningen, velden, platforms, boorgaten en pijpleidingen in omgeving van IJmuiden Ver en de kavels exclusief onderhoudszones



12.4.2 Effectbeschrijving

Effecten gebruiksfase

Exploitatie van de in de grond aanwezige velden

Het windenergiegebied beslaat een deel van het NCP waarop verschillende winnings- en opsporingsvergunningen zijn vergeven. In tabel 12.8 worden de verschillende vergunningen en vergunninghouders weergegeven. Kavel IV overlapt niet met winnings- of opsporingsgebieden.

Zoals te zien in afbeelding 12.12 ligt er binnen kavel IV één gasveld; Gasveld P02-NE. Dit gasveld is buiten productie. Gasveld P02-NE is uitgeproduceerd. In dit kavel zijn geen olievelden bekend. Binnen het windenergiegebied liggen geen in gebruik zijnde productieplatforms. Wel liggen er restanten van de twee verwijderde productieplatforms P02-NE en P02-SE (doorgaans tot 6 m onder zeebodem) (Pondera Consult, 2020). Er zijn over het algemeen geen gegevens voorhanden hoe diep precies de restanten van een verwijderd platform onder de zeebodem liggen. Platform K17-FA-1 valt buiten het windenergiegebied (6 km). Ook is er geen overlap met de veiligheidszone van 500 m rondom dat platform.

In afbeelding 12.12 is rekening gehouden met de beoogde onderhoudszones van kabels en leidingen in de kavels. De onderhoudszone is 500 m aan elke kant voor leidingen in gebruik en 150 m aan elke kant voor de verlaten leiding. De aanwezigheid van een windpark in kavel III zou eventuele toekomstige olie- en gaswinning kunnen bemoeilijken door ruimtelijke beperkingen in de nabije omgeving van het niet ontwikkelde gasveld. Momenteel is geen vergunning verleend voor dit gasveld, indien deze wel wordt aangevraagd zal rekening moeten worden gehouden met het windpark. Dit veld valt binnen kavel III en mogelijk toekomstige exploitatie zou naar verwachting directe hinder ondervinden.

Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden (opsporing) is nagenoeg onmogelijk in een windpark. Voorafgaand aan de bouw tot 2028 en na de ontmanteling van het park ongeveer 35 jaar later, is seismisch onderzoek weer mogelijk. Dit belemmert om onderzoek te doen in delen van het totale windgebied ten behoeve van een eventuele vergunningverlening. Ook mogelijk toekomstig transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windpark worden belemmerd. Het alternatief met 50 turbines en grotere tussenafstanden tussen de turbines is daarom (gering) gunstiger dan het alternatief met 67 turbines.

Bereikbaarheid helikopter platforms

Alleen mijnbouwplatform K17-FA-1 ligt binnen de 5 NM (namelijk 6 km van kavel IV). Dit platform heeft echter geen helikopterplatform en kan alleen per schip betreden worden (van der Steen, NAM K17-FA-1, 2017). Platform P-06-A heeft wel een helikopterplatform (van der Steen, Wintershall P6-A, 2018), maar ligt op meer dan 5 Nautisch Mijl afstand tot kavel IV. Er bevinden zich geen mijnbouwplatforms met een helikopterplatform dichtbij de kavels. Omdat zich in de kavel IV zich geen platforms bevinden hoeft geen rekening te worden gehouden met de bereikbaarheid van de platforms per helikopter of schip.

Toekomstig gebruik platforms voor CCS of waterstof

In de Programma Noordzee 2022-2027 wordt het volgende aangegeven over de afstand tussen windturbines en mijnbouwplatforms: Indien de afstand van de locatie van de voorgenomen windkavel tot een bestaand mijnbouw- of CCS-platform kleiner is dan 5 NM (9.3 km) of als deze kavel komt binnen de onderhoudscontour van een aanwezige transportleiding, dan zal worden afgestemd met de desbetreffende mijnbouw- of CCS-onderneming(en). In kavel IV bevinden zich geen platforms. Derhalve kunnen ze ook niet gebruikt worden voor CCS of waterstof.

Effecten aanleg en verwijdering

De aanleg en verwijdering van een windpark zal geen effect hebben op de bereikbaarheid van de helikopter platforms omdat deze zich niet nabij de kavels bevinden. Ook heeft het geen effecten op toekomstig gebruik van de platforms voor waterstof en CO₂-opslag. Daarom zijn deze niet meegenomen als onderdeel van de aanleg en verwijdering.

Exploitatie van de in de grond aanwezige velden

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark kunnen gevolgen hebben voor de olie- en gaswinning. Omgekeerd kan olie- en gaswinning ook van invloed zijn op de werkzaamheden tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark. Binnen kavel IV vindt geen actieve olie en gaswinning plaats.

Schepen die nodig zijn voor de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark kunnen permanente hinder veroorzaken voor transport van en naar de platforms K17-FA-1. Omdat dit platform op zes kilometer afstand ligt zal de hinder gering zijn.

Daarnaast dient er bij de aanleg rekening te worden gehouden met het feit dat verwijderde olie-en/of gasplatforms tot doorgaans 6 m onder de zeebodem worden verwijderd. Er zijn over het algemeen namelijk geen gegevens voorhanden hoe diep precies de restanten van een verwijderd platform onder de zeebodem liggen. Er moet rekening worden gehouden met materiaal dat zou kunnen zijn achtergebleven rondom het verwijderde platform (GEOxyz, 2021).

Ten slotte moet er rekening worden gehouden met een mogelijk 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 is de omgeving rond oude boorgaten in beeld gebracht in opdracht van RvO (Arcadis, 2019). Hieruit blijkt dat geen boorgaten in de bovenste 400 m onder zeeniveau een resolutie hebben van voldoende niveau om hier iets over te zeggen. Daarom is een uitsluitingszone rondom de boorgaten een veilige keuze voor bij de ontwikkeling van een windpark. Voor de beoordeling geldt dat een windpark met 50 turbines een geringer effect heeft dan een park met 67 turbines, al is dit niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling.

12.4.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Het effect op de bereikbaarheid per helikopter is als neutraal (0) beoordeeld, omdat in de nabijheid van de kavels geen platforms zijn met een helikopterplatform. Voor het bereiken van het TenneT platform is reeds ruimte gereserveerd. Het effect op toekomstige gebruik van platforms voor waterstof en CO₂-opslag is afwezig door het gebrek aan platforms in de kavel en is daarmee neutraal (0) beoordeeld. In kavel IV liggen geen (onontwikkelde) gasvelden en is daarom neutraal (0) beoordeeld. Beide alternatieven binnen de kavel zijn identiek beoordeeld omdat de effecten op olie- en gaswinning niet onderscheidend zijn tussen de alternatieven.

Tabel 12.9 Effectbeoordeling olie- en gaswinning - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
olie- en gaswinning	effecten op bereikbaarheid helikopter platforms	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect toekomstig gebruik platforms voor CCS of waterstof	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op exploitatie van de in de grond aanwezige velden	neutraal (0)	neutraal (0)

12.5 Luchtvaart

12.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het luchtruim boven de Noordzee wordt gebruikt voor verschillende vormen van luchtverkeer. Het luchtverkeer boven de Noordzee bestaat overwegend uit burgerluchtvaart (bijvoorbeeld naar/van de luchthavens van Schiphol en Rotterdam) en lokaal verkeer. Daarnaast zijn er lokaal vliegbewegingen van helikopters die heen en weer vliegen tussen de kust en mijnbouwinstallaties (olie- en gasplatforms). Ook wordt van het luchtruim gebruik gemaakt door de Kustwacht.

Recreatief luchtvaartverkeer, zoals sportvliegtuigen en luchtballonnen, maakt ook gebruik van de Noordzee. Dit gebruik beperkt zich vooral tot de kuststrook. Zij dient rekening te houden met de installaties die op de Noordzee aanwezig zijn. Gezien de beperkte omvang van, en de afwezigheid van wezenlijke effecten op dit recreatieve vliegverkeer wordt er in dit MER niet nader op ingegaan. Onderstaand wordt achtereenvolgens ingegaan op burgerluchtvaart, helikopterverkeer, vliegbewegingen van de kustwacht (SAR) en militaire luchtvaart.

Burgerluchtvaart

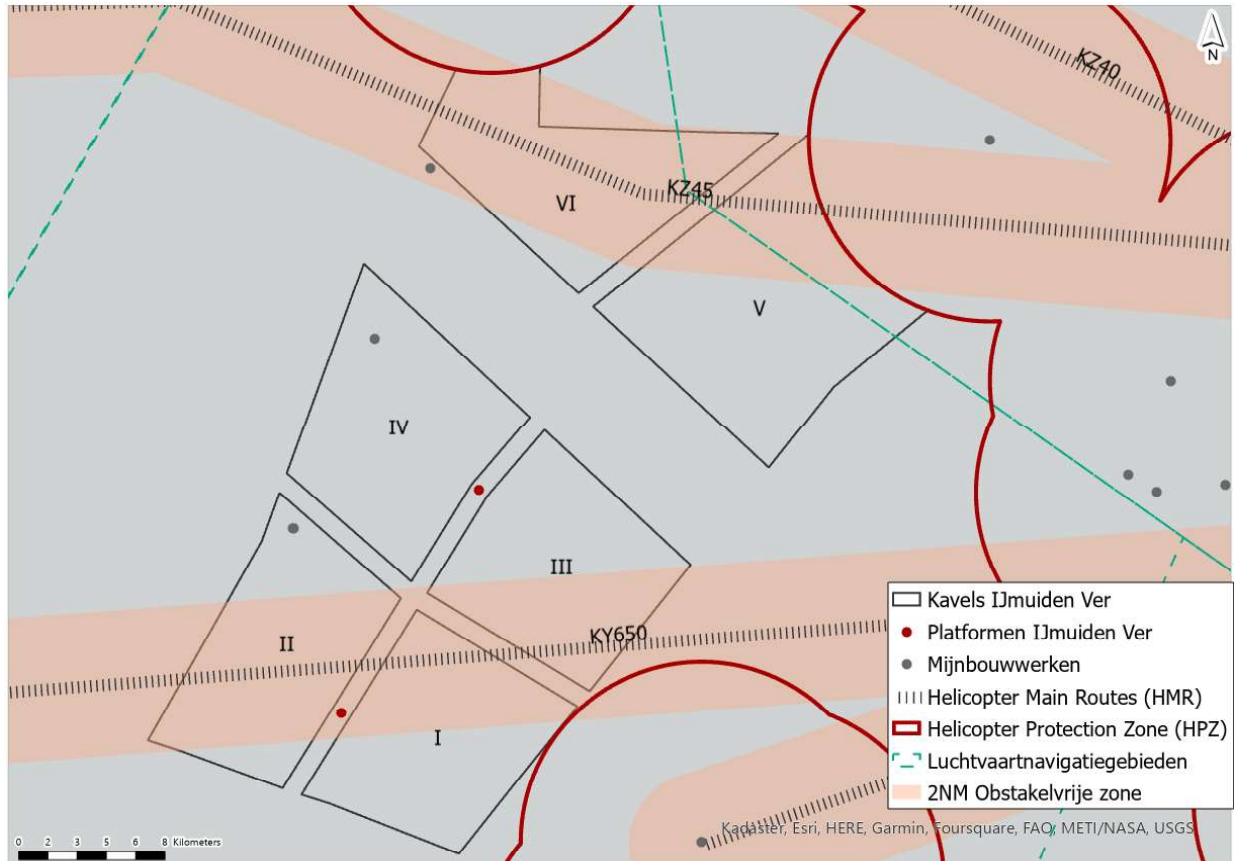
Ten aanzien van burgerluchtvaart gelden, behoudens uitzonderingen, de minimum vlieghoogten die zijn opgenomen in het Besluit luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012 (d.d. 27 januari 2022):

- voor vluchten die onder zichtvliegvoorschriften worden uitgevoerd: 500 voet (circa 150 m) boven de hoogste hindernis in een straal van 150 m (500 ft) rond het luchtvaartuig¹;
- voor vluchten die onder instrumentvliegvoorschriften of buiten de uniforme daglichtperiode worden uitgevoerd: 1.000 voet (circa 305 m) boven de hoogste hindernis binnen 8 km van de geschatte positie van het luchtvaartuig.

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt binnen de laterale grenzen van Amsterdam CTA (Control Area) West (zie afbeelding 12.13). CTA's zijn naderingsverkeersleidingsgebieden rondom en boven militaire of civiele vliegvelden, die worden gecontroleerd door verkeersleiders. Binnen CTA's kunnen TMA's (Terminal Control Areas) liggen die het luchtruim boven en nabij vliegvelden van verdere voorschriften voorziet. Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten deze TMA's en enkel binnen de Amsterdam CTA West. De laagste ondergrens van Amsterdam CTA west is 5.500 voet (circa 1.675 m). De hoogste bovengrens staat gelijk aan 19.500 voet (circa 5.945 m).

¹ [Uitvoeringsverordening \(EU\) nr. 923/2012 van de Commissie van 26 september 2012 tot vaststelling van gemeenschappelijke luchtverkeersregels en operationele bepalingen betreffende luchtvaartnavigatiediensten en -procedures en tot wijziging van Uitvoeringsverordening \(EU\) nr. 1035/2011 en Verordeningen \(EG\) nr. 1265/2007, \(EG\) nr. 1794/2006, \(EG\) nr. 730/2006, \(EG\) nr. 1033/2006 en \(EU\) nr. 255/2010](#) Voor de EER relevante tekst (europa.eu) SERA.5005 Zichtvliegvoorschriften artikel f lid 2.

Afbeelding 12.13 Luchtvaart op en rond kavel IV



Helikopterverkeer

Rondom het windenergiegebied IJmuiden Ver bevinden zich meerdere olie- en gasplatforms waardoor vliegbewegingen van helikopters zijn te verwachten. De olie- en gasplatforms op de Noordzee worden onder andere ontsloten door helikopters. Door middel van luchttransport worden goederen en personeel van en naar de boorplatforms vervoerd. De aanvliegeroutes van deze helikopters zijn relatief laag boven de zeespiegel en zijn door de overheid aangewezen, de zogenoemde Helicopter Main Routes (HMR). Deze routes hebben een vlieghoogte van 1.500 tot 3.000 voet (circa 460 tot 915 m) en kennen geen vastgelegde breedte van de route (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1). Helikopterroute KY650, die door windenergiegebied IJmuiden Ver loopt, heeft een minimale vlieghoogte van 2000 voet (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 3.4). Echter wordt aangegeven dat niet meer dan 2 NM (circa 3,7 km) van deze HMR's afgeweken mag worden (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.3.2.3). Naast de HMR zijn er voor de veiligheid van helikopteroperaties Helicopter Traffic Zones (HTZ) en Helicopter Protected Zones (HPZ) aangewezen. HTZ's zijn ingesteld rond een boor- of productieplatform ter verhoging van het veiligheidsbewustzijn onder piloten en daarmee ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek. HPZ's zijn ingesteld rond twee of meer boor- of productieplatforms ter verhoging van het veiligheidsbewustzijn en daarmee ter bescherming van helikopters die manoeuvres uitvoeren, verbonden aan de nadering of het vertrek en voor helikopters die tussen zodanige platformen vluchten uitvoeren. Deze zone ligt tussen 0ft (zeeniveau) en 2000 ft (610 m).

Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

De Kustwacht coördineert de dienstverlening 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. Voor deze vliegbewegingen kan gebruik gemaakt worden van een 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 met name 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. Deze zones grenzen in het noordoosten aan windenergiegebied IJmuiden Ver, maar liggen wel op circa 17 km afstand van kavel IV. Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden laag. Dit gebeurt op delen van de Noordzee waar geen obstakels aanwezig zijn.

12.5.2 Effectbeschrijving

Effecten aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd vanwege de hoogte van turbines. Tijdens de aanleg van het windpark worden turbines dan ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de IALA-richtlijn (IALA Recommendation O-139) en ICAO Annex 14 punt 6.2.4.3 (ICAO, 2016).

Effecten gebruiksfase

Burgerluchtvaart

Lettende op de maximale tiphoogte van de turbines (305 m), en de minimale vlieghoogte in CTA Amsterdam west (1675 m), zal met het luchtverkeer in deze CTA geen interferentie optreden. Dit geldt voor beide alternatieven.

Helikopterverkeer

Door windenergiegebied IJmuiden Ver loopt één Helicopter Main Route (HMR); KY650 welke kavel III doorkruist, zie afbeelding 12.13. De minimum vlieghoogte is beperkt tot 2.000 voet (circa 610 m), maar er is ook sprake van een minimale verticale obstakelvrije ruimte (verticale separatiezone) vanaf 300 m tussen het vliegverkeer en een object op zee. De maximale tiphoogte van de windturbine is binnen de bandbreedte 305 m, met een separatiezone van 300 m wordt de hoogtegrens van de Helicopter Main Route (HMR) niet overschreden. Binnen kavel IV van IJmuiden Ver ligt geen Helicopter Traffic Zone (HTZ) of een Helicopter Protection Zone (HPZ). Daarmee heeft kavel IV geen effect op de HTZ en HPZ.

Bereikbaarheid TenneT-platform

De TenneT platforms, IJmuiden Ver Alpha en IJmuiden Ver Beta, in windenergiegebied IJmuiden Ver zullen met een helikopterlandingsplatform uitgerust worden. Vanwege het ontbreken van regelmatige vluchten naar en van deze platforms is het effect op de bereikbaarheid per helikopter van deze platforms minimaal. In de kavels is op verzoek van TenneT en de betrokken helikoptervervoerder rekening gehouden met een beperkte uitsparing ten behoeve van het aanvliegen van deze platforms, zie afbeelding 12.13. Deze beperkte aanvliegruimte brengt met zich mee dat TenneT de platforms enkel per helikopter zal bezoeken bij gunstige weersomstandigheden.

Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

Een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan een belemmering vormen voor het uitvoeren van een SAR-operatie ter plaatse van het windpark. Dit zou zich kunnen voordoen als een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt door de aanwezigheid van de windturbines. Ook bij een eventuele calamiteit naast het windpark kan het windpark een belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name de inzet van helikopters bij SAR-operaties kan hinder ondervinden van de aanwezigheid van windturbines. 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 (Brown, 2005). 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:

- 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;
- tijdens de test was er goede communicatie (radioverbinding) tussen de reddingsboot en helikopter;
- ook was er goede communicatie (radioverbinding) tussen het Kustwachtcentrum en de helikopter, behoudens op een hoogte van 50 voet;
- draaiende turbines hebben mogelijk een negatief effect op de kwaliteit van de radiocommunicatie.

Naast beperkt zicht heeft de windsnelheid ook invloed op de inzetbaarheid van SAR. De doelstelling van SAR is gericht op operaties tot 8 beaufort. Het is onduidelijk in hoeverre inzet van SAR binnen windparken mogelijk is bij hoge windsnelheden.

Militaire luchtvaart

Ijmuiden Ver ligt niet in een laagvlieggebied of een militaire TMA (Terminal Control Area). Omdat kavel IV op circa 17 km van de laagvlieggebieden ligt kan gesteld worden onder normale omstandigheden een windpark in kavel IV geen invloed zal hebben op de militaire luchtvaart.

12.5.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Het effect van kavel IV op de burgerluchtvaart is neutraal (0) beoordeeld, omdat de minimale vlieghoogte van de burgerluchtvaart niet interfereert met de maximale hoogte van de windturbines. Omdat door kavel IV geen helikopterroute loopt, is het effect van deze kavel voor beide alternatieven als neutraal (0) beoordeeld. Voor beide alternatieven zijn de effecten op de bereikbaarheid van het TenneT platform als neutraal (0) beoordeeld. Hier is echter rekening gehouden met het uitgangspunt van TenneT om de platforms enkel onder gunstige weersomstandigheden per helikopter te bezoeken. De effecten op vliegbewegingen in opdracht van de kustwacht (onder andere SAR) worden negatief (-) beoordeeld voor kavel IV. Omdat de oefenterreinen van de militaire luchtvaart op minimaal 17 km afstand liggen van kavel IV zijn de effecten op militaire luchtvaart als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.10 Effectbeoordeling luchtvaart - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
luchtvaart	burgerluchtvaart	neutraal (0)	neutraal (0)
	helikopterverkeer	neutraal (0)	neutraal (0)
	bereikbaarheid van TenneT- platforms	neutraal (0)	neutraal (0)
	vliegbewegingen van de Kustwacht (SAR)	negatief (-)	negatief (-)
	militaire luchtvaart	neutraal (0)	neutraal (0)

12.6 Zand- grind- en schelpenwinning

12.6.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Zandwinning is een activiteit voor bouw- en infrastructuurdoeleinden, zoals kustbescherming en strandsuppletie. Door zandwinning wordt zand en al het leven van de zeebodem opgezogen. Dit maakt het water turbulent en vermindert de hoeveelheid zuurstof onder water, wat een risico kan zijn voor de Noordzee-natuur. Zandwinning is alleen toegestaan voorbij de NAP -20 m dieptelijn. Dit vanwege het risico dat zandwinningsactiviteiten binnen het NAP -20 m de kustveiligheid en de maritieme ecologische waarde nabij de kust in gevaar brengen. Het gebied tussen de dieptelijn van NAP -20 m en de 12-zeemijlslijn wordt beschouwd als potentieel voor zandwinning. Daarbuiten maakt de grote afstand deze activiteit onaantrekkelijk.

Voor zand-, grind- en schelpenwinning is een vergunning nodig. In het windenergiegebied van IJmuiden Ver kavel IV zijn geen gebieden gevonden die zijn aangewezen voor deze activiteiten.

12.6.2 Effectbeschrijving

Omdat zowel tijdens de aanleg/verwijderingsfase als de gebruiksfase de kavels niet toegankelijk zijn voor zand- grind en schelpenwinning is geen onderscheid in de effecten te maken tussen deze fasen. Daarom worden in deze effectenbeschrijving de effecten niet apart beoordeeld.

Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Kavel IV van IJmuiden Ver is niet gelegen in een zand-, grind- of schelpenwingebied (of in zoekgebieden voor dergelijke activiteiten). Daarom is het de verwachting dat kavel IV geen invloed heeft op deze activiteiten.

12.6.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

In kavel IV ligt geen zand-, grind- of schelpenwingebied, daarom is het effect op dit gebied als neutraal (0) beoordeeld. Beide alternatieven zijn identiek beoordeeld omdat de effecten op zand- grind of schelpenwinning niet onderscheidend zijn tussen de alternatieven.

Tabel 12.11 Effectbeoordeling zand- grind- en schelpenwinning - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
zand-, grind en schelpenwinning	effecten op zand-, grind en schelpenwinning	neutraal (0)	neutraal (0)

12.7 Baggerstort

12.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Baggeren wordt gedaan om de vaargeulen voor de scheepvaart op diepte te houden en om oppervlaktedelfstoffen te winnen. De overheid is verantwoordelijk voor het bepalen waar, wanneer en hoeveel er gebaggerd mag worden en waar de baggerspecie gestort moet worden. Het storten van

baggerspecie in zee is gebonden aan de Wet Verontreiniging Zeescheepvaart. Op locaties nabij de havens van Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden wordt relatief schone baggerspecie in loswallen gestort.

In het windenergiegebied van IJmuiden Ver kavel IV bevinden zich geen loswallen of baggerstortlocaties.

12.7.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

In kavel IV van IJmuiden Ver liggen geen baggerstortlocaties (of zoekgebieden voor dergelijke activiteiten). Daarom is het de verwachting dat kavel IV geen invloed heeft op deze activiteiten.

12.7.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

In het windgebied liggen geen baggerstortgebieden of loswallen. Het dichtstbijzijnde baggergebied en loswal bevinden zich 63 km ten zuidoosten van kavel III. Door de grote afstand is er geen invloed te verwachten van het windpark op de baggerstortgebieden of loswallen. De effecten zijn als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.12 Effectbeoordeling baggerstort - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
baggerstort	beperkingen baggerstortgebieden	neutraal (0)	neutraal (0)

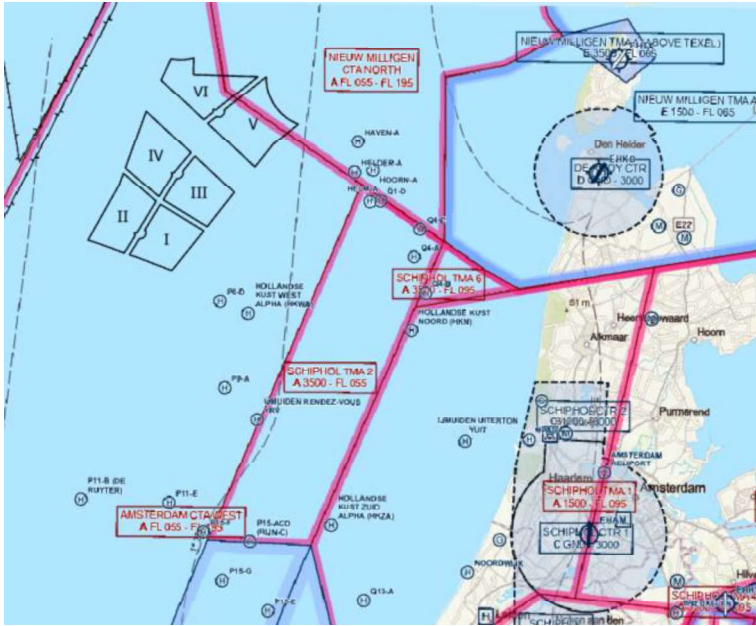
12.8 Scheeps- wal en luchtvaartradar

12.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Luchtvaartradar

De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 105 km afstand van Kavel IV van windenergiegebied IJmuiden Ver en de radar van de luchtverkeersbegeleiding van De Kooy ligt op circa 75 km afstand (zie afbeelding 12.14).

Afbeelding 12.14 Luchtvaarnavigatiegebieden

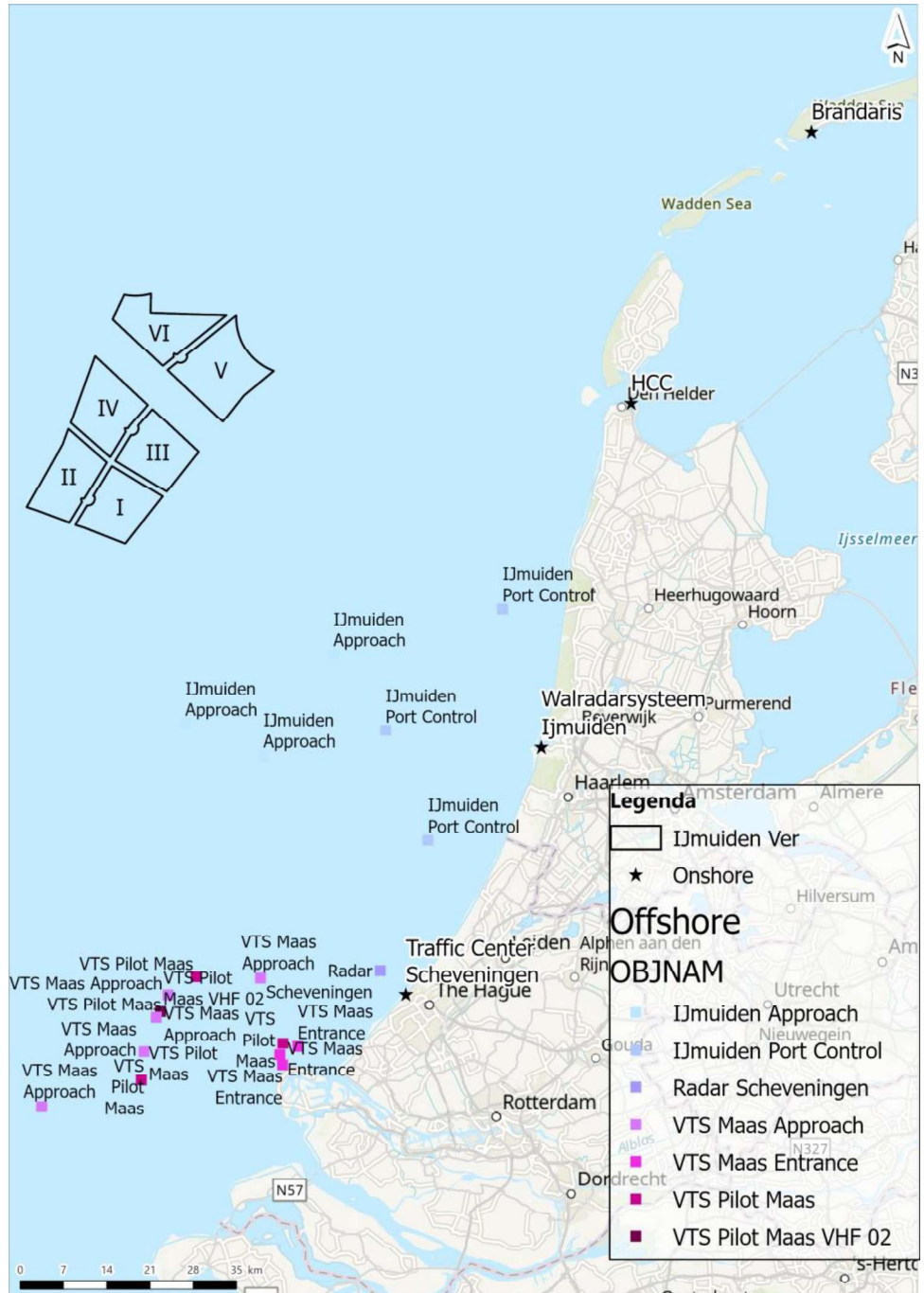


Scheepvaart- en walradar

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden, Rotterdam, Den Helder en Terschelling. Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven (Vessel Traffic Management System, kortweg VTS) en door de Kustwacht. Het bereik van deze radarposten is maximaal circa 50 km (circa 30 nautische mijl). In het Offshore Windpark Egmond aan Zee zijn tevens twee scheepsradars verbonden met het VTS in IJmuiden.

Ook diverse platforms op zee zijn uitgerust met een stand-alone radarsysteem. Deze radars zijn niet geïntegreerd in een walradarketen die tot een VTS behoort en worden daarom niet meegenomen in de beoordeling in dit MER.

Afbeelding 12.15 Scheeps-, wal en luchtvaartradar in de omgeving van IJmuiden Ver



12.8.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud

Luchtvaartradar

In het MER voor HKW (Pondera Consult, 2020) blijkt dat voor HKW geen negatieve effecten optreden op de luchtvaartradar tijdens de aanleg- of verwijderingsfase. Omdat IJmuiden Ver op grotere afstand ligt tot de luchtvaartradar is de verwachting dat ook hier geen negatieve effecten zullen optreden. Luchtverkeersleiding Nederland heeft de invloed van kavel I t/m kavel IV van IJmuiden Ver op cns apparatuur in beheer van LVNL positief beoordeeld. Dit betekent dat de uitvoering van de plannen voor de vier windparken (kavel I tot en

met kavel IV) geen negatieve invloed zal hebben op de correcte werking van de communicatie- en surveillanceapparatuur in beheer van LVNL. Dit advies is toegevoegd in bijlage I.

Scheepvaart- en walradar

Kavel IV ligt op circa 45 km van de walradar IJmuiden Approach af. Het bereik van de walradar is maximaal 50 km, meestal circa 35 km. Door deze afstand treden geen negatieve effecten op de scheepvaartradar tijdens de aanleg of verwijderingsfase.

Effecten tijdens exploitatie

Luchtvaartradar

Een windpark kan effect hebben op luchtverkeer in verband met verstoring van apparatuur van dit luchtverkeer. In dit kader kan de studie van (Brown, 2005) worden genoemd. De studie geeft de resultaten weer van helikopterzoektochten en reddingsoefeningen bij windpark 'North-Hoyle' in het Verenigd Koninkrijk. De studie demonstreerde 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. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt.

Uit ervaringen met windparken in Denemarken (de la Vega et al, 2011) blijkt dat windturbines die zich binnen 30 km van de luchtbegeleidingsradar bevinden geen problemen opleveren voor luchtverkeersbegeleiding. De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 95 km afstand van windenergiegebied IJmuiden Ver. Ondanks dat het bereik van deze radar 400 km bedraagt, is op basis van het voorgaande niet te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. Op de Kooy is een andere civiele radarpost gevestigd. De afstand tussen deze radarpost en windenergiegebied IJmuiden Ver is circa 70 km. Ook hiervoor geldt dat niet is te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar.

Scheepvaart- en walradar

Het windenergiegebied IJmuiden Ver ligt buiten het bereik van de walradarketen en zal hier dus geen effecten op hebben. Ten aanzien van scheepsradar is het echter aannemelijk dat, wanneer alle kavels in het windenergiegebied IJmuiden Ver met windturbines bebouwd zijn, het huidige radarbeeld (bereik en kwaliteit) zou kunnen afnemen door de effecten (verstoringen) die windparken hebben op de radar (performance). Kavel III ligt binnen het radarbereik van drie IJmuiden Approach radarposten.

De meest voorkomende effecten zijn het ontstaan van valse echo's in en om de windparken terwijl daar drukke verkeersroutes lopen en de degradatie van het huidige radarbeeld op zowel gebied van bereik, betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Beide effecten zorgen voor verwarring waardoor de scheepvaartveiligheid mogelijksterwils afneemt. Hieronder en in hoofdstuk 10 (Scheepvaartveiligheid) wordt hier nader op in gegaan.

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen (walradar en scheepsradar). Beïnvloeding van radarsystemen is mogelijk door:

- 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 hoofd-lus 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 (MARIN, Rapport Nr. 20232.621 IAS) heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) functie van de scheepsradar af en toe de echo verliest van een schip dat achter het windpark zit. Maar dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen achter het windpark geen

potentieel gevaar voor het eigen schip opleveren. 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 almaar kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de veiligheidszone van 500 m om het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels zijn. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 m en zijn derhalve de risico's nog lager. Het risico van kruisende scheepvaart is verder in hoofdstuk 10 beschreven.

Onderzoeken gebaseerd op het offshore windpark 'North Hoyle' in de UK (Brown, 2005) komen tot een aantal conclusies met betrekking tot radar activiteit:

- Global Positioning Systems (GPS) – geen bewijs van verstoring van basisontvangst of positionele nauwkeurigheid;
- magnetisch gestuurde kompassen – geen bewijs van kompasafwijking;
- helikopter radar en communicatiesystemen – Brown (2005) geeft de resultaten van helikopter zoektocht en reddingsoefeningen bij windpark 'North-Hoyle' in de UK. Deze studie demonstreerde dat radiocommunicatie van zee naar een helikopter (en vice versa), tussen schepen en VHF communicatie correct werkten. In droge weersomstandigheden waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter, echter is dit in mist wel beperkt. De radardetectie neemt af wanneer schepen binnen 100 m van een turbine komen. Daar dient rekening mee gehouden te worden tijdens SAR operaties. Reddingsacties vanuit de lucht binnen een windpark bij beperkt zicht is aangetoond als moeilijk. 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 en 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 radarstralpaden geschonken moet worden. Echter voor windenergiegebied IJmuiden Ver zijn radarzichtbeperkingen beperkt, omdat het windpark zich ver uit de kust bevindt (en dus ver van havens, aanloopgebieden en –routes inclusief VTS-gebieden).

Voor Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) is onderzocht dat 'Het schaduw effect verminderd zou kunnen worden als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd (...). Dit geldt tevens indien er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines' (TNO-FEL, 1999). Deze sensor zou mogelijk echter ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing een vergroting van de afstand tussen schip en windturbine. 'Bij een minimale afstand van 1.400 m is dit het geval. Indien schepen op grotere afstand blijven zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel' (TNO-FEL, 1999). Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. In programma Noordzee 2023-2027 is beschreven dat schepen de volgende afstanden tot windturbines moeten houden.

Tabel 12.13 Veiligheidsafstanden tussen windturbines en schepen

Scheeps lengte	Veiligheidsafstand bakboord	Veiligheidsafstand stuurboord
400 m	1,57 NM	1,87 NM
300 m	1,24 NM	1,54 NM

In het onderzoek van Howard en (Brown, 2005) 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 5 experimenten door Radio Holland bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ (Radio Holland, 2012) 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 m 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 km) afstand van de windparken waardoor er nabij hoekpunten voldoende ruimte is om naderende schepen tijdig te signaleren.

De scheepvaartbegeleiding (VTS) heeft met AIS een ondersteunende sensor voor de opbouw van het verkeersbeeld en is niet meer alleen afhankelijk van de radarwaarnemingen. Toch is het noodzakelijk dat de kwaliteit en het bereik van het radarbeeld van de walradarketen gegarandeerd kan worden. 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 valt geheel buiten de dekking van de walradarketen en het VTS gebied voor de aanloop hiervan en zullen hier dus geen effect op hebben.

12.8.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavel IV ligt op minimaal 37 km van de walradars af. Omdat de luchtvaartraders op minimaal 95 km afstand liggen heeft de voorgenomen ontwikkeling geen effect op de luchtvaartradar. Daarom heeft de ontwikkeling geen effecten op de luchtvaartradar en is neutraal (0) beoordeeld. Ook valt kavel IV geheel buiten de scheepvaartbegeleidingszone (VTS). De effecten op kavel IV op de scheepvaartradar zijn – met inachtneming van de voorgenomen maatregelen – beperkt en worden als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.14 Effectbeoordeling scheeps- wal en luchtvaartradar - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
scheeps- wal en luchtvaartradar	effecten op scheeps- wal en luchtvaartradar	neutraal (0)	neutraal (0)

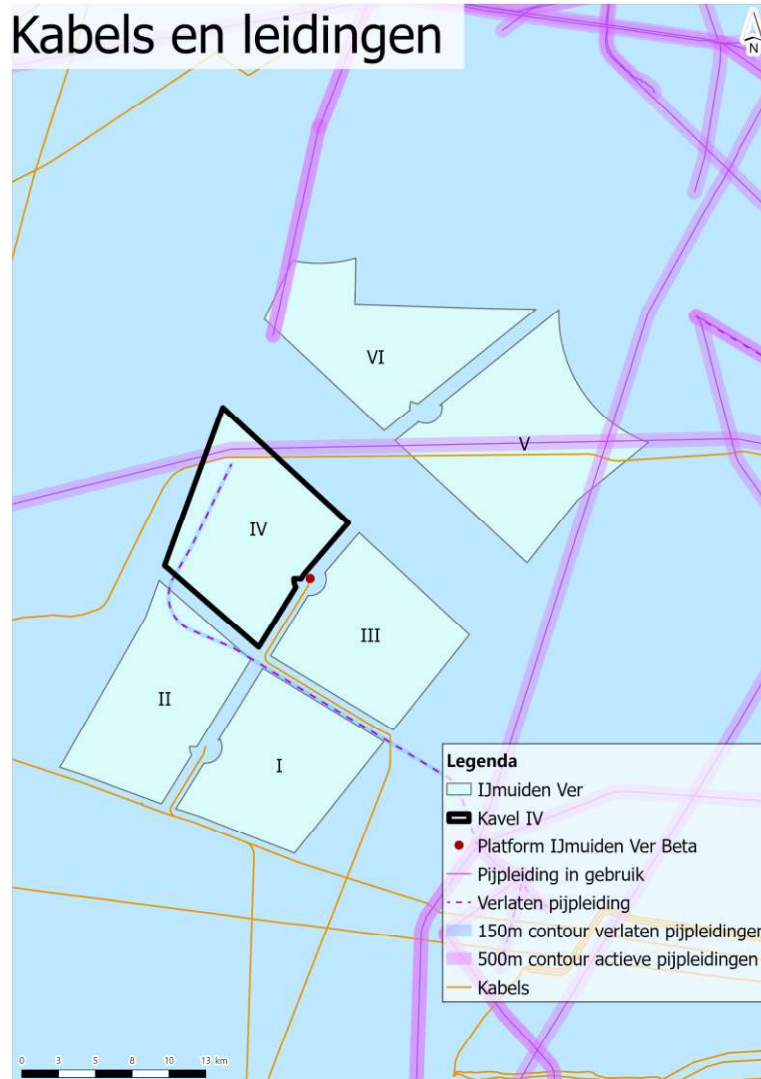
12.9 Kabels en leidingen

12.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In de omgeving van kavel IV van IJmuiden Ver bevinden zich enkele kabels en (buis)leidingen. In onderstaande tabel 12.15 en in afbeelding 12.16 is aanvullende informatie over deze kabels en leidingen weergegeven. Hierin is te zien dat de verlaten pijpleiding (PL0125_PR) 150 m onderhoudszone heeft aan weerszijde en daarmee overlapt met de netto bruto oppervlakte van kavel IV.

Tabel 12.15 Locatie van kabels en leidingen in het projectgebied

Naam/no.	Type	Waar loopt	Stof	Eigenaar	Tracé (van-tot)		Status
PL0125_PR	Pijpleiding	binnen bruto oppervlakte kavels II en IV (niet binnen netto oppervlakte)	gas	Wintershall Noordzee B.V.	P2-NE	P6-a	buiten gebruik
PL0176_PR	Pijpleiding	binnen bruto oppervlakte kavel IV (niet binnen netto oppervlakte)	gas	BBL Company V.O.F.	Balgzand (NL)	Bacton (VK)	actief
BT North Sea	Telecom	binnen bruto oppervlakte kavel IV (niet binnen netto oppervlakte)	glasvezel	British Telecom	Callantsoo g (NL)	Winterton (VK)	actief
Naam	Soort	Waar loopt	Stof	Eigenaar	Tracé (van-tot)		status
NOZ IJmuiden Ver Beta	Elektra	buiten kavel	koper	TenneT	IJmuiden Ver Beta	Maasvlakte	toekomstig



12.9.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Offshore kabels en pijpleidingen hebben voor onderhoudsdoeleinden een onderhoudszone nodig. Vaartuigen voor onderhoud en reparatie van kabels en pijpleidingen hebben een manoeuvreerruimte nodig. Ook kunnen bij het voor anker gaan het anker en de ankerdraden van een vaartuig tot op enkele honderden meters afstand reiken. Daarom is bij de realisatie van een offshore windpark aandacht nodig voor onderhoudsruimte voor kabels en leidingen.

Volgens de Programma Noordzee 2022 - 2027 geldt op de Noordzee een onderhoudszone van 500 m aan weerszijden van elektriciteitskabels en pijpleidingen. Ook is een onderhoudszone van 750 m vereist aan weerszijden van telecomkabels (Rijksoverheid, 2022). Het Programma Noordzee geeft aan dat een onderhoudszone met het oog op efficiënt ruimtegebruik kan worden beperkt ten opzichte van het genoemde uitgangspunt van 750 m. Deze maatwerkaanpak zal in het kavelbesluit nader gemotiveerd worden.

In het projectgebied loopt een onderhoudszone door kavel IV. Hierlangs is een telecomkabel gelegd van BT. Van deze telecomkabel tot de netto oppervlakte van kavel IV zit circa 450 m afstand. Vanaf de actieve pijpleiding van BBL die ook door deze onderhoudszone loopt, bevinden de grenzen van kavel IV zich op een afstand van circa 445 m.

Voor deze twee gevallen zijn geen effecten verwacht op de toekomstige kabel en op de actieve pijpleiding. Tussen de kavels III en IV zal echter een toekomstige kabel van TenneT worden aangelegd van het platform IJmuiden Ver Beta (TenneT) naar de onshore-aansluiting op de Maasvlakte. Deze kabel is specifiek bedoeld om elektriciteit van de windparken in kavels III en IV (IJmuiden Ver) naar land te brengen. In de alternatieven A en B bevindt de dichtstbijzijnde windturbine zich op een afstand van ten minste 361 m van de toekomstige TenneT-kabel (dus meer dan de minimale afstand van 250 m vanaf elektriciteitskabels). Dit betekent dat er geen effect is verwacht vanuit beide alternatieven wat betreft de onderhoudsruimte voor kabels en leidingen.

De bekabeling van offshore-windparken kan ook een effect hebben op het elektromagnetisch veld van nabijgelegen elektriciteitskabels. Volgens de 'Berekening specifieke magneetveldzone Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)' (Energy Solutions, 2018) hebben 220 kV-zeekabels die tussen 1 m en 3 m diepte in zee begraven liggen een elektromagnetisch veld dat zich uitstrekt tot 5 m per zijde. Dit betekent dat geen effect is verwacht op de toekomstige kabels en actieve pijpleiding.

12.9.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

In en rond de kavel liggen enkele kabels en leidingen. Alle kabels en leidingen liggen buiten de veiligheidszone van 500 m¹ rondom de windturbines voor de twee alternatieven. Daarom zijn de effecten op de kabels en leidingen als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.16 Effectbeoordeling kabels en leidingen - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
kabels en leidingen	effecten op kabels en leidingen	neutraal (0)	neutraal (0)

12.10 NGE

12.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Uit een bureaustudie naar niet-gesprongen explosieven (NGE) in windenergiegebied IJmuiden Ver (REASeuro, 2020) blijkt dat ter hoogte van het windenergiegebied IJmuiden Ver en de omliggende gebieden sprake was van verschillende oorlogsgelateerde gebeurtenissen tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog. Hiertoe behoren meerdere luchtaanvallen op Duitse schepen binnen het gebied en de aanwezigheid van mijnenvelden tijdens beide wereldoorlogen. De soorten NGE die mogelijk zijn achter gebleven zijn weergegeven in tabel 12.17.

In afbeelding 12.17 en afbeelding 12.18 zijn de locaties van de verdachte gebieden en de geruimde NGE weergegeven. Kavel IV overlapt met het Duitse mijnveld van WOII. Daarnaast zijn verschillende soorten NGE geruimd. Het is zeer waarschijnlijk dat er op onbekende locaties in het windenergiegebied nog NGE aanwezig zijn.

¹ De radius rondom de turbine is opgebouwd uit een 250 m onderhoudszone en 250 m veilige manoeuvreerruimte voor de grote onderhoudsschepen.

Tabel 12.17 (Verwachte) NGE soorten in en rondom windenergiegebied IJmuiden Ver

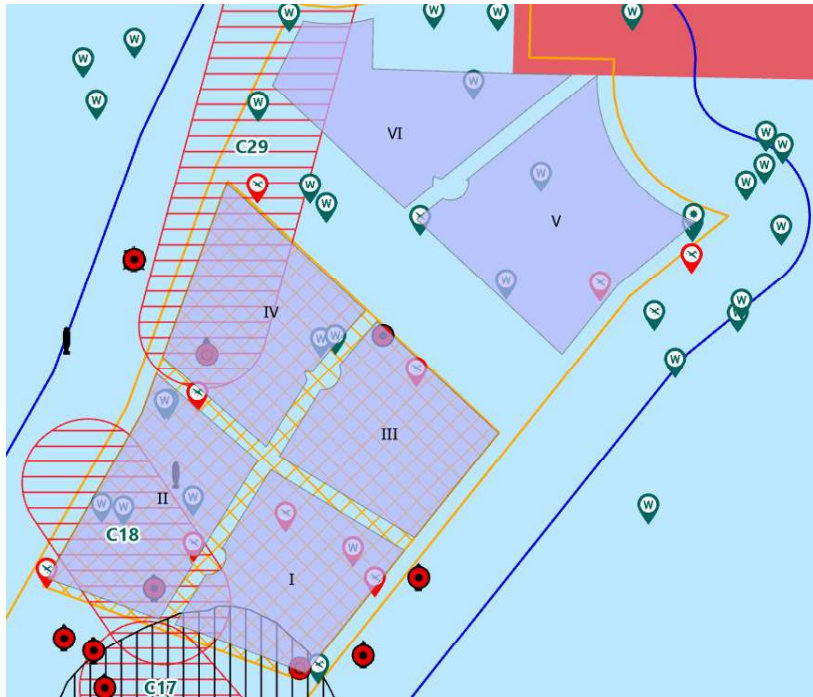
NGE soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen
Klein Kaliber Munitie (KKM)	onwaarschijnlijk	KKM kon worden ingezet bij scheepsgevechten tussen Britse en Duitse vaartuigen binnen het onderzoeksgebied. Verder konden Duitse vaartuigen KKM inzetten tegen naderende/overvliegende geallieerde vliegtuigen. In het geraadpleegde bronnenmateriaal zijn meerdere meldingen aangetroffen van aanvallen door geallieerde vliegtuigen uitgevoerd met boordmitrailleurs binnen het onderzoeksgebied. Een deel van het onderzoeksgebied overlapt met een militair oefenterrein waarbinnen oefeningen met onder andere KKM werden uitgevoerd
Raketten	onwaarschijnlijk	geallieerde toestellen hebben tijdens, ten minste, twee luchtaanvallen binnen het onderzoeksgebied raketbeschietingen uitgevoerd op Duitse schepen. Tijdens een van deze aanvallen werden geen inslagen waargenomen, mogelijk zijn raketten ingezet bij deze aanval als NGE op de waterbodem achtergebleven
Geschutmunitie	aannemelijk	Duitse schepen, varende binnen het onderzoekgebied, hebben in ten minste twee gevallen met luchtafweergeschut gevuld 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. Tien minste twee torpedoaanvallen zijn uitgevoerd binnen het onderzoeksgebied. Verder zijn er door vliegtuigen veelvoudig aanvallen op Duitse onderzeeërs en ander uitgevoerde vliegtuigen die waren uitgerust met het binnenvaarttuig. 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 opgenomen vaartuigen, aanvallen op dit soort vaartuigen en uitgevoerde door dit soort vaartuigen heeft tot de conclusie geleid dat de aanwezigheid van NGE van torpedo's binnen het onderzoeksgebied kan is
Zeemijnen (WW1)	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 (WW2)	waarschijnlijk	het onderzoeksgebied bevindt zich tussen de Britse kust en de door Duitsers bezette Nederlandse kust. Gedurende de Tweede Wereldoorlog zijn er Duitse mijnen (met mijnen en mijnneveegobstakels) in het onderzoeksgebied aangelegd. Daarnaast hebben verschillende mijnongelukken, ook buiten de bekende mijnen, 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
Geallieerde vliegtuigbommen	waarschijnlijk	uit het bronnenmateriaal is gebleken dat gedurende de Tweede Wereldoorlog verschillende geallieerde luchtaanvallen hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast vonden noodafwerpen van geallieerde vliegtuigen vaak plaats boven de Noordzee. Ten minste twee noodafwerpen hebben binnen het onderzoeksgebied plaatsgevonden. De grote hoeveelheid luchtaanvallen en het veelvoudig

NGE soort	Waarschijnlijkheid van aanwezigheid	Opmerkingen
		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

Afbeelding 12.17 Overzicht van oorlogsgelateerde gebeurtenissen



Afbeelding 12.18 Overzicht ingezoomd op de kavels



12.10.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

De mogelijke aanwezigheid van NGE in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg, onderhoud en verwijdering van een windpark. Indien mitigerende maatregelen getroffen worden, zoals beschreven in paragraaf 12.18 dan kan geconcludeerd worden dat de mogelijke aanwezigheid van NGE geen belemmering hoeft te vormen voor de realisatie van een windpark in kavel IV. Met goed NGE risicomanagement en uitgebreid geofysisch onderzoek in de voorbereidingsfase kan het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht.

12.10.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Het is aannemelijk tot waarschijnlijk dat in kavel IV nog NGE liggen. Door bodembewegingen is niet precies bekend waar alles ligt. Omdat alternatief A minder windturbines per kavel bevat en door het gebruik van een monopaal een aanzienlijk kleinere kans heeft op het raken van eventuele NGE dan alternatief B, is alternatief A als neutraal (0) beoordeeld en alternatief B als licht negatief (0/-).

Kavel IV

Tabel 12.18 Effectbeoordeling NGE - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
NGE	risico op niet gesprongen explosieven	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

12.11 Telecommunicatie

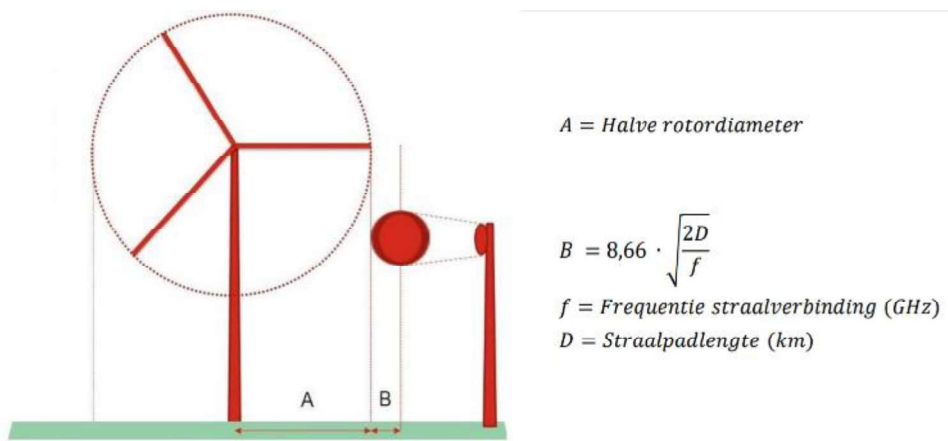
12.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen loopt via verschillende kanalen, zoals telecomkabels, glasvezelkabels en zogenaamde straalpaden. Op de bodem van de Noordzee liggen diverse telecomkabels. Zoals in paragraaf 12.9 is beschreven loopt door windenergiegebied IJmuiden Ver (zie afbeelding 12.16) een telecomkabel. Dit betreft een telecomkabel vanuit het Winterton (VK) naar Callantsoog (NL). Deze kabel wordt beheerd door British Telecom. Op de Noordzee liggen ook diverse straalpaden. Door middel van deze straalpaden vindt communicatie plaats tussen offshore platforms onderling en tussen platforms en de kust. De routes van deze straalpaden worden dusdanig gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken.

Om te beoordelen of en welke effecten worden verwacht wordt het 'toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines' van Agentschap Telecom gebruikt. 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 verwijderd is van het straalpad (zie Kader 11.1 - Straalpad Fresnelzone). Binnen deze afstand kan mogelijk dus een effect optreden, al is niet gesteld dat deze effecten daarmee automatisch onaanvaardbaar zijn. Wanneer een effect optreedt, is dit eventueel te mitigeren door bijvoorbeeld een tussenzender te plaatsen.

Straalpad Fresnelzone

De aanbevolen afstand tussen een windturbine en een straalpad dient minimaal een halve rotordiameter plus de tweede fresnelzone te bedragen. Dit tweede aspect wordt berekend op basis van de formule in de onderstaande afbeelding.



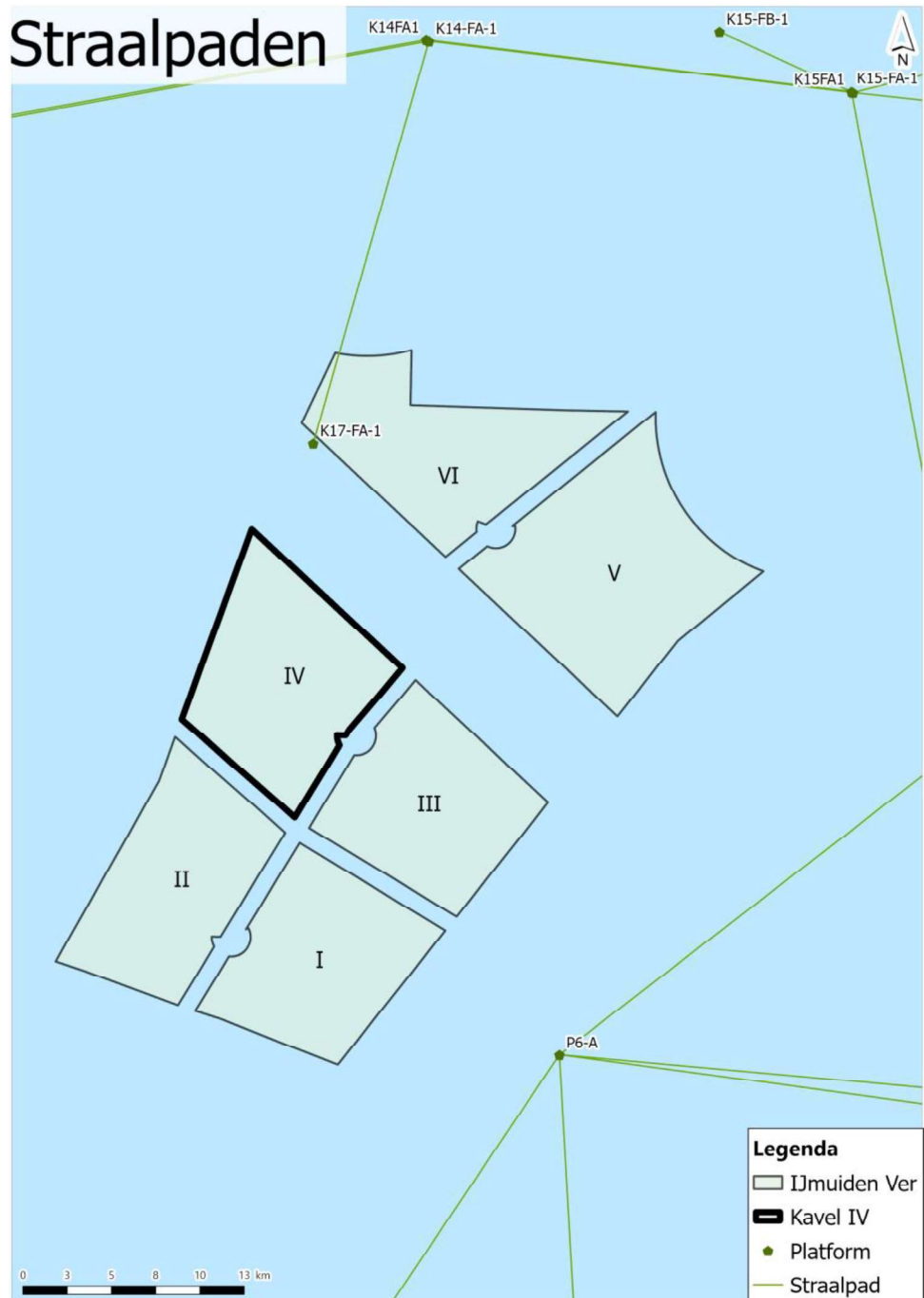
De aanbevolen afstand verschilt dus per straalpad. Voor een goede werking van de verbinding mag de mast van de windturbine (uitgaande van een maximale mastdiameter van 6 m), zich niet in het straalpad bevinden. Tevens is de hoogte van het straalpad relevant, aangezien het straalpad ook onder de rotorhoogte kan liggen. In dit geval heeft de windturbine geen effect op de werking van het straalpad. De inventarisatie wordt

volgens de volgende stappen uitgevoerd:

- de afstand van een halve rotordiameter (A) plus de tweede fresnelzone (B) is bepaald volgens een rekenmethode in Excel. Middels GIS zijn deze afstandscontouren om de straalpaden getekend;
- de hoogte van het straalpad is bepaald, op basis van de hoogste zendmast (worst case).

Middels deze benadering is een goede indicatie van effecten te geven.

Afbeelding 12.19 Aanwezige straalpaden



Afbeelding 12.19 geeft de in de omgeving van het windenergiegebied IJmuiden Ver aanwezige straalpaden weer. Er zijn geen straalpaden die door kavel IV lopen. Het dichtstbijzijnde straalpad ligt 6 km ten noorden van kavel IV.

12.11.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de effecten van windenergiegebied IJmuiden Ver op telecomkabels, wordt verwezen naar paragraaf 12.9. Zoals uit afbeelding 12.19 blijkt lopen er geen straalpaden door het windenergiegebied.

12.11.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavels IV wordt niet doorkruist door straalpaden, daarom zijn de effecten op straalpaden als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.19 Effectbeoordeling telecommunicatie - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

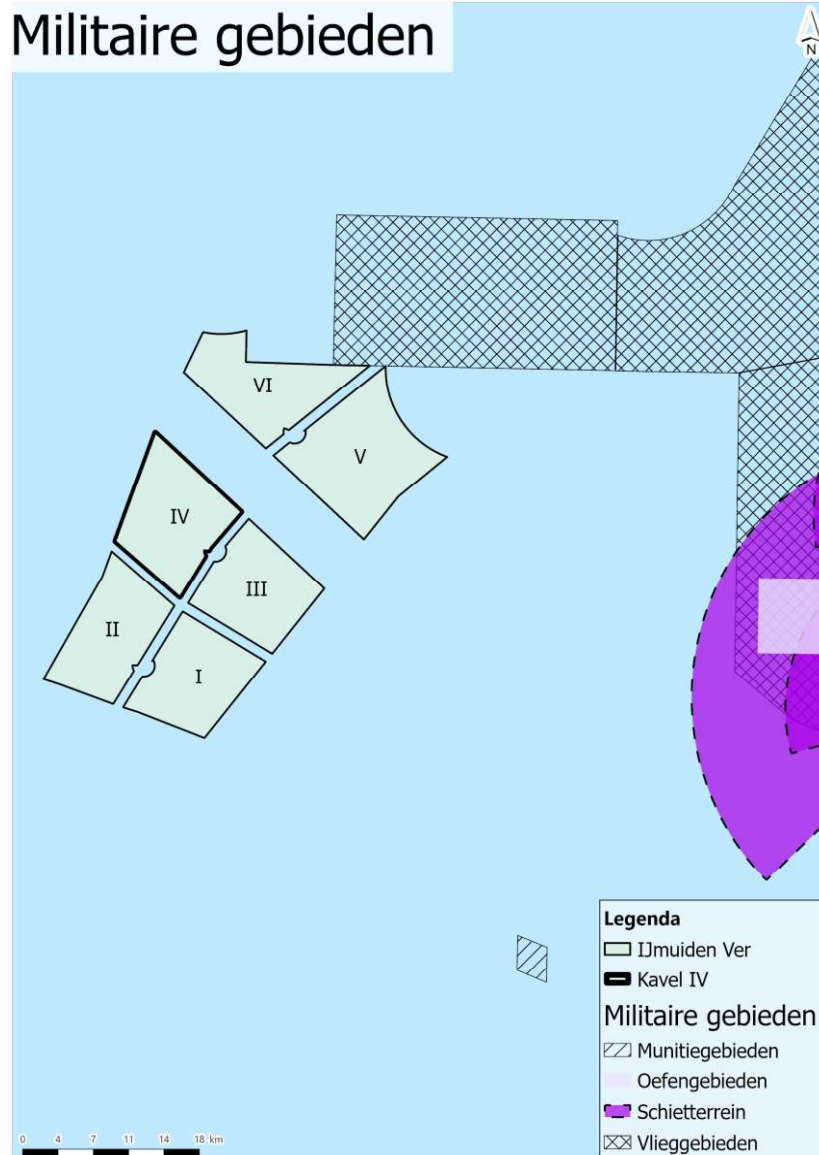
Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
telecommunicatie	verstoring kabelverbindingen en straalpaden	neutraal (0)	neutraal (0)

12.12 Militaire activiteiten en munitiestortgebieden

12.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Defensie maakt tevens gebruik van delen van de Noordzee, veelal voor trainingsdoeleinden. Zo zijn delen van de Noordzee gereserveerd als (laag)vlieggebied, schietterrein/onveilige zone, oefengebied voor het ruimen van mijnen en gebieden voor beproevingen van militaire systemen. Daarnaast zijn er ook voormalige munitiestortgebieden in de Noordzee. Al deze gebieden zijn weergegeven in afbeelding 12.20. De ruimte voor militair gebruik is vastgelegd in het Tweede Structuurschema Militaire Terreinen en het Programma Noordzee 2022 - 2027. In laatstgenoemde wordt het gebruik van de Noordzee door het Ministerie van Defensie als een activiteit van nationaal belang benoemd. Ook is hierin aangegeven welke schiet- en oefengebieden en dus onveilige zones zijn aangewezen in de Noordzee. Deze gebieden zijn – wanneer er geen oefeningen plaatsvinden – ook beschikbaar voor ander gebruik.

Ten noorden van Kavel IV ligt een laagvlieggebied op 17,5 km afstand. Alle andere militaire gebieden of munitiestortplaatsen liggen op een grotere afstand.



12.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

De gebieden voor militaire activiteiten of munitiestortgebieden liggen op circa 17 km van kavel IV. Daarom zijn geen effecten op andere voor militaire doeleinden gebruikte gebieden zoals munitiestortgebieden, (laag)vlieggebieden, schietgebieden, oefengebied voor mijnenruimen en gebieden voor beproevingen van militaire systemen.

12.12.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavel IV overlapt niet met militaire gebieden of munitiestortplaatsen. Daarom zijn de effecten op militaire activiteiten en munitiestortgebieden als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.20 Effectbeoordeling militaire activiteiten - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
militaire activiteiten en munitiestortgebieden	effecten op ruimtegebruik door defensie (luchtmacht, marine) vanwege de aanwezigheid van oefenterreinen en munitiestort-gebieden boven en op zee	neutraal (0)	neutraal (0)

12.13 Recreatie en toerisme

12.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Kustrecreatie

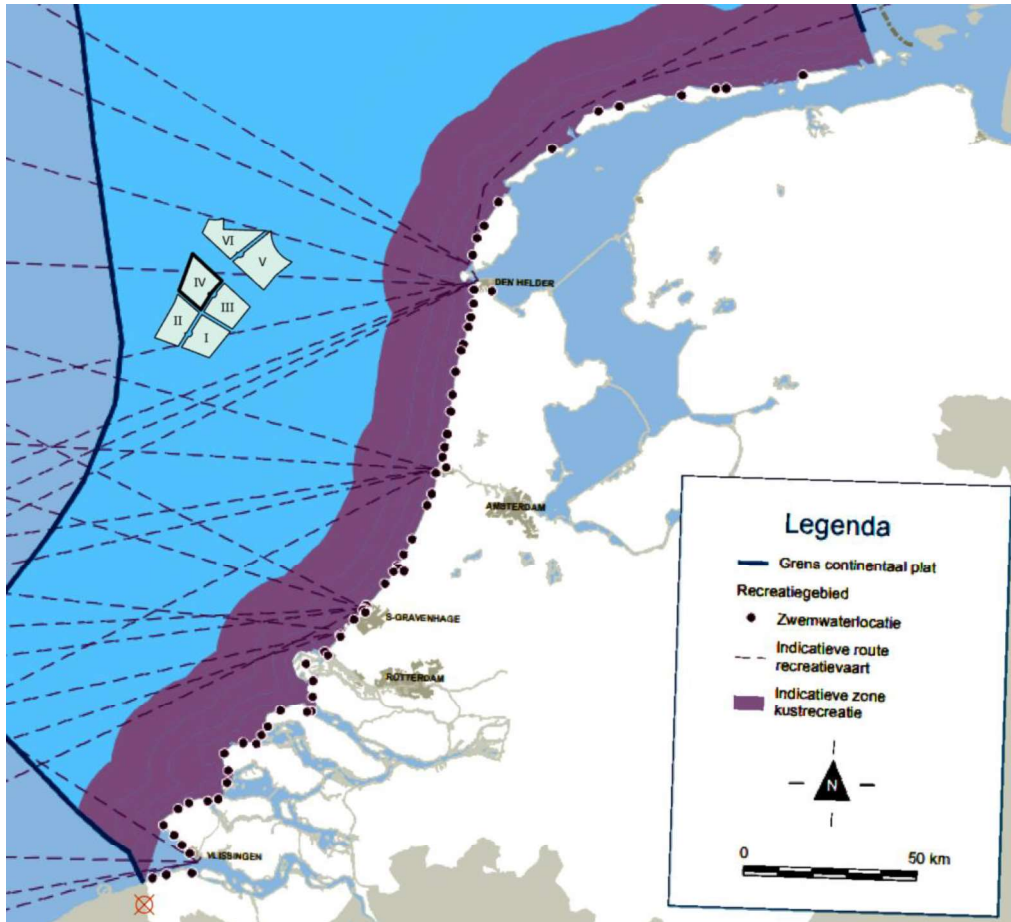
Langs de kust vinden diverse vormen van recreatie plaats. Bezoekers van het strand maken gebruik van de zone rondom de laagwaterlijn. Vormen van watersport als surfen, kitesurfen en deltavliegen maken gebruik van de zone vlak onder de kust.

In Nederland is het toerisme de afgelopen jaren flink toegenomen. De Noordzeebadplaatsen zijn zowel voor binnenlandse als buitenlandse toeristen zeer populaire bestemmingen. Het gaat daarbij om dagrecreatie en verblijfsrecreatie. Er bestaan uiteenlopende cijfers over aantallen en bestemmingen van toeristen, zie het onderzoek dat is uitgevoerd door (Decisio, 2016).

Recreatievaart en sportvisserij

De sportvisserij vindt plaats vanaf strand, zeedijk en vanaf schepen. De recreatievaart, maar ook de grotere chartervaart, maakt voornamelijk gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, maar komt ook op grotere afstand van de kust voor. Recreatievaart langs de kust met als bestemming de Belgische en Franse kust vaart veelal binnen de 12 NM (22,2 km) richting het zuiden. Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden ook oversteken gemaakt naar Engeland. Ook het gebied ter plaatse van windenergiegebied IJmuiden Ver (door kavel IV en I) wordt gebruikt om de oversteek naar Engeland te maken (zie afbeelding 12.21). De recreatie op de Noordzee wordt beïnvloed door (het toenemend ruimtegebruik van) andere gebruiksfuncties. Zonder speciale maatregelen zou de recreatievaart, vanwege de ligging van de windparken, steeds meer gebruik moeten maken van routes voor de reguliere scheepvaart (Rijksoverheid, 2022). Voor het oversteken van een scheepsvaartroute (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. Schepen kleiner dan 20 m of zeilende schepen mogen werktuigelijk voortgestuwde schepen die het verkeersscheidingsstelsel volgen niet hinderen.

Afbeelding 12.21 Indicatieve routes recreatievaart Noordzee. Bron: Noordezeeloket, 2018



12.13.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Kustrecreatie

Kavel IV ligt op ruim 70 km afstand tot de kust.

Recreatievaart

Voor alle schepen is het verboden om het windpark in te varen, inclusief een veiligheidszone van 500 m rondom het windpark (met uitzondering van vaartuigen bestemd voor onderhoud van het windpark en schepen van de overheid) (Rijkswaterstaat, 2018). Het beleid voor de planperiode 2022-2027 staat doorvaart in gerealiseerde windenergiegebieden alleen onder voorwaarden toe in speciaal aangewezen doorvaartpassages (Rijksoverheid, 2022).

Kavel IV ligt op de indicatieve route van recreatievaart, vertrekkende vanuit voornamelijk Den Helder. De aanwezigheid van kavel IV zal dan ook resulteren in de verplichting tot omvaren voor alle schepen. Het windenergiegebied ligt echter dusdanig ver van de kust, dat door de aanwezigheid van kavel IV de om te varen afstand voor het merendeel gering zal zijn. Het effect van ontwikkeling in kavel IV zal groter zijn dan is kavel III in verband met de indicatieve vaarroute zoals weergegeven in afbeelding 12.21.

Omdat er meer obstakels op zee worden geplaatst waar recreatievaartuigen tegenaan kunnen varen (namelijk de turbines), zal de kans op aanvaringen van recreatievaart en sportvissers licht toenemen. Dat effect wordt verder in hoofdstuk 9 over scheepvaartveiligheid beschreven.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met schepen. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten 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 scheepvaartveiligheid) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de grotere wendbaarheid van recreatievaartuigen. Om de kans op aanvaring te beperken wordt het verboden om binnen 500 m van de kavels te komen.

12.13.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Kavel IV ligt op 62 km van de kust en daarmee zijn de effecten op de kustrecreatie als neutraal (0) beoordeeld. Door kavel IV loopt een indicatieve recreatieroute, daarom zijn de effecten op deze recreatieve vaarroutes voor kavel IV als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Tabel 12.21 Effectbeoordeling recreatie en toerisme - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
recreatie en toerisme	toegankelijkheid recreatieve vaarroutes	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	effecten op kusttoerisme	neutraal (0)	neutraal (0)

12.14 Cultuurhistorie en archeologie

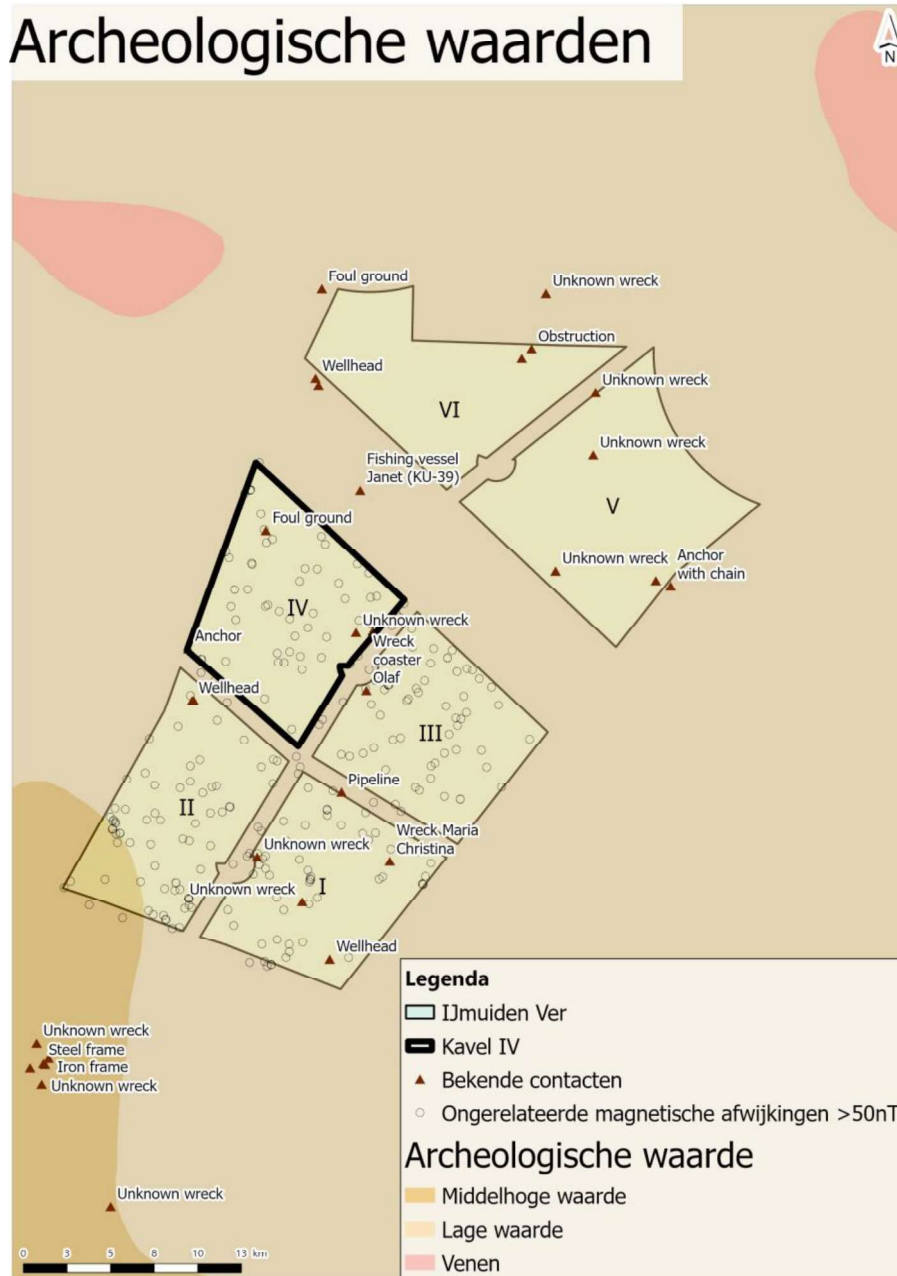
12.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Op de bodem van de Noordzee zijn duizenden wrakken te vinden, waarvan vele deel uitmaken van het Nederlandse cultureel erfgoed. Op basis van een bureauonderzoek naar de archeologische verwachtingswaarden in windgebied IJmuiden Ver (Periplus Archeomare, 2020) worden enkele wrakken verwacht binnen kavels III en IV. De bekende locaties van scheepswrakken, ankers, obstructies of wellheads (de apparatuur die fungeert als het eindpunt van een olie- of gasbron.) hebben een Nationaal Contact Nummer (NCN). Deze bekende archeologische waarden zijn opgesomd in tabel 12.22 en weergegeven in afbeelding 12.22. In windgebied IJmuiden Ver zijn er 36 bekend, hiervan liggen er 4 in of rond kavel IV. Dit betreft twee scheepswrakken, één anker en één obstructie.

Tabel 12.22 Objecten met een archeologische waarde binnen kavel IV

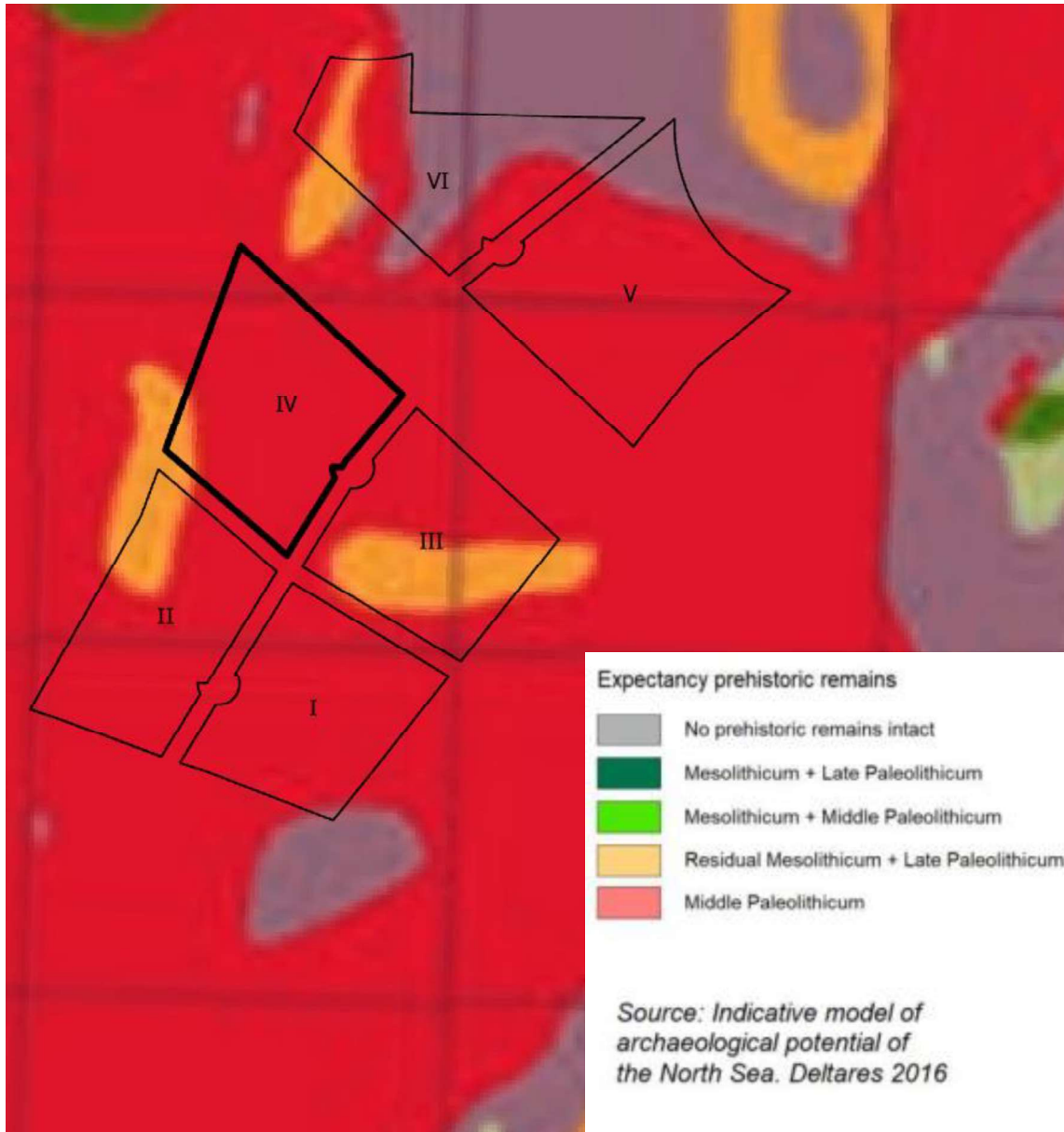
Omschrijving	Beschrijving	NCN
anker	survey 2005	14363
vuile grond		19487
onbekend wrak	survey 2014	993
onbekend wrak	survey 2012, 48x8x3.3m	2553

Afbeelding 12.22 Objecten met een mogelijke archeologische waarde binnen kavel IV



Kavel IV van IJmuiden Ver ligt in een gebied waar prehistorische resten uit het Midden-Paleolithicum worden verwacht. In het westen van kavel IV zijn resten van middel en late Paleolithische en Mesolithische verwacht (zie afbeelding 12.23). In een vervolgstudie zullen locaties voor onderzoeksboringen worden voorgesteld om een beter inzicht in deze gebieden te krijgen.

Afbeelding 12.23 Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten



12.14.2 Effectbeschrijving

Uit bureaustudie (Periplus Archeomare, 2021) blijkt dat in en nabij kavel IV vier archeologische objecten bekend zijn (zie tabel 12.22). Hiervan zijn er twee gevonden (NCN 2553 en NCN 19487). NCN 2553 is een onbekend scheepswrak en heeft potentieel archeologische waarde, NCN 19487 is een verstoorde zeebodem in verband met de voetafdruk van een platform. Dit heeft geen archeologische waarde.

Archeologische waarden

De kans bestaat dat tijdens de aanleg van het windpark en de parkbekabeling archeologische resten worden aangetast. Van sommige archeologische waarden is bekend dat deze in kavel IV ligt. In combinatie met de archeologische verwachtingswaarde is de kans op aanwezigheid in kaart gebracht. Deze kans is, naast de mate van aanwezigheid van archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en het oppervlak van de funderingen en erosiebescherming. In tabel 7.4 is beschreven wat de totaaloppervlakte is van de fundering en erosiebescherming per type en per alternatief. De bandbreedte voor alle funderingen binnen de kavel bedraagt 47.340 m² - 883.130 m². Omdat een kavel circa 100 km² groot is, is de kans dat tijdens het aanbrengen van de funderingen archeologische waarden worden aangetast zeer gering.

Het type fundering heeft een groot effect op de mogelijke aantasting van archeologische waarden. Een suction bucket bijvoorbeeld tast alleen de bovenste laag van de bodem aan. Hierdoor is de kans op aantasting van archeologische waarden (die doorgaans dieper liggen) zeer gering. Ondiepe archeologische resten kunnen naast aantasting door de funderingen ook worden aangetast door erosiebescherming en het ingraven van de parkbekabeling. Gezien de oppervlakten aan funderingen en erosiebescherming (zie tabel 7.4) kan worden gesteld dat de kans op aantasting van ondiepe archeologische resten het grootst is bij een gravity based fundatie.

Mogelijk archeologisch waardevolle objecten

Archeologisch waardevolle objecten kunnen in het kavelbesluit worden beschermd door het opnemen van een beschermingszone waarin het niet mogelijk is om activiteiten op de bodem uit te voeren. Sommige objecten zijn ongeïdentificeerd, hiervan is de archeologische waarde niet bekend. Indien de ongeïdentificeerde objecten binnen de beschermingszone niet vermeden kunnen worden dan moet aanvullend onderzoek hiernaar plaatsvinden. Ook kunnen tijdens de bouw onverwacht archeologische waarden worden aangetroffen. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden. Een mogelijkheid is bijvoorbeeld om de locatie van een windturbine (of de ligging van een kabel) te wijzigen om zo een archeologisch object te ontwijken. Niet gesprongen explosieven worden in paragraaf 12.10 behandeld.

Voorafgaand aan de aanleg van het windpark zullen meerdere boorgaten worden gezet, waarbij wordt geadviseerd om de AMZ-cyclus (archeologische monumentenzorg), conform de KNA (Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) te volgen. Dit vooronderzoek wordt gedaan in opdracht van RVO. Het windpark wordt in deze niet als een bedreiging voor eventueel aanwezige prehistorische landschappen gezien.

12.14.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

De effecten op de archeologische waarden worden voor kavel IV als neutraal (0) beoordeeld. De verschillen tussen de alternatieven en funderingstypen zijn groot ten opzichte van elkaar, maar klein in absolute zin. Daarom zijn de effecten hiervan niet onderscheidend beoordeeld.

Tabel 12.23 Effectbeoordeling cultuurhistorie en archeologie - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
cultuurhistorie en archeologie	effecten op archeologische waarden, zoals bodemschatten, scheepswrakken, verdrinken landschappen	neutraal (0)	neutraal (0)

12.15 Schelpdierkweek en aquacultuur

12.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Schelpdieren spelen een belangrijke rol in het ecosysteem, omdat zij een habitat vormen voor uiteenlopende planten- en diersoorten en tevens voedsel zijn voor vogels. Ze spelen een belangrijke rol in de ecosystemendiensten door bij te dragen tot het behoud van de waterkwaliteit door het water te filteren. Schelpdieren dragen als 'biobouwers' ook bij aan de kustverdediging.

Het oogsten van schelpdieren gebeurt via mosselzaadinvanginstallaties (MZI's). Deze installaties bestaan uit touwen, netten en boeien waarop mosselzaad zich kan vestigen.

In de Noordzee zijn er gebieden in gebruik en gereserveerd voor mosselzaadinvanginstallaties (MZI's). Van het MZI-beleid is het doel bepaald om 'de mosselsector minder afhankelijk te maken van de natuurlijke zaadval in de Waddenzee en om de vrije mosselzaadvisserij in het Waddensysteem terug te dringen' (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2004). Deze installaties bestaan uit netten, boeien en touwen waarop mosselzaad kan vestigen. Op basis van het nieuw vastgestelde MZI-beleid (2021-2026) (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022) is er in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Voordelta een aantal gebieden vastgesteld waar ruimte wordt geboden voor MZI's. Geen van deze gebieden liggen in de buurt van de kavel IV.

De vangst en/of kweek van schelpdieren (mosselen en oesters) in de ruigere delen van de Noordzee bevindt zich nog in een ontwikkelingsfase. Ook het kweken van mosselen tot consumptiematen via mosselsuspensie-installaties wordt nog onderzocht, waardoor het ecologisch succes en de technische haalbaarheid nog onzeker zijn. Indien proefprojecten aantonen dat schelpdierkweek in de Noordzee technisch en economisch haalbaar is, kan worden verwacht dat deze activiteit zal toenemen.

De kweek van schelpdieren in de Noordzee is een groeiende markt die vraagt om een robuust kweekstelsel en die hoge kosten met zich meebrengt. De combinatie van offshore kweek met offshore windparkinfrastructuur wordt steeds meer onderzocht en kan een efficiënt meervoudig ruimtegebruik in de Noordzee stimuleren. Recente studies zoals 'Nature-Inclusive Design: a catalogue for offshore wind infrastructure' (The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, 2020) tonen de mogelijkheden aan om mosselkweek te combineren met vaste offshore objecten, zoals windturbines en kabels onder water. Innovaties kunnen worden aangelegd, bijvoorbeeld bij kabel- en scourbeschermingslagen. Innovaties van dit karakter worden momenteel onderzocht voor de windparkontwikkeling Hollandse Kust (west), die dicht bij de kavels III en IV van IJmuiden Ver ligt. Gezien de mogelijkheid van deze onderzoeken om ecologisch en technisch succes te hebben, wordt de schelpdierkweek verder in de effectbeoordelingen meegenomen.

In juni 2019 is in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een eerste studie (Wageningen University & Research, 2019) gepubliceerd om na te gaan of in de toekomst meervoudig ruimtegebruik mogelijk is door schelpdierkweek en aquacultuur bij offshore windparken. Het onderzoek maakte gebruik van biologische randvoorwaarden om inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor voedselproductie en biomassa-ontwikkeling in verschillende windenergiegebieden in de Noordzee. Verschillende vormen van biotisch en abiotisch medegebruik werden in kaart gebracht, echter zonder andere activiteiten mee te nemen in de beoordeling van de geschiktheid en beperkingen van de locaties. De resultaten laten zien dat het windenergiegebied IJmuiden Ver voldoende geschikt is voor de meeste vormen van medegebruik. Kwantitatief vervolgonderzoek is nodig om aan te geven wat de mogelijke kosten of baten van dergelijk medegebruik zijn.

12.15.2 Effectbeschrijving

In en rond kavel IV van IJmuiden Ver zijn geen mosselzaadinvanginstallaties of andere aquacultuurprojecten. Daarom vinden ook geen effecten plaats op deze thema's.

12.15.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Omdat in en rond kavel IV geen mosselzaadinvanginstallaties of andere aquacultuurprojecten zijn, heeft de ontwikkeling geen effecten hierop en daarom is dit als neutraal (0) beoordeeld.

Tabel 12.24 Effectbeoordeling schelpdierkweek en aquacultuur - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
schelpdierkweek en aquacultuur	effecten op mosselzaad- invanginstallaties en zeewierteelt	neutraal (0)	neutraal (0)

12.16 Bestaande windparken, elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

12.16.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Kavels III en IV van IJmuiden Ver liggen circa 11,6 km ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (west), circa 38 km ten westen van het windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en circa 52,6 km ter noordwesten van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie afbeelding 12.24). Op grotere afstand ligt het windenergiegebied Borssele (op circa 129 km) en het windparkwindenergiegebied Gemini (op circa 190 km).

Tabel 12.25 laat het aantal windturbines, opgestelde vermogen en jaar van ingebruikname van de bestaande windparken in de omgeving van IJmuiden Ver zien.

Tabel 12.25 Informatie over bestaande windparken

Windpark	Aantal windturbines	Vermogen windpark (MW)	In gebruik sinds
Hollandse Kust (zuid)	140	1.520	2022 (deels)
Borssele V (Innovatiekavel)	2	19	2021
Borssele I en II	94	752	2020
Borssele III en IV	77	731.5	2020
Luchterduinen	43	129	2015
Prinses Amaliawindpark	60	120	2008
Egmond aan Zee (OWEZ)	36	108	2007

Wat autonome ontwikkeling betreft, is het verwachte opgestelde vermogen van windparken die in de nabije toekomst worden gerealiseerd in de omgeving van IJmuiden Ver weergegeven in tabel 12.26.

Tabel 12.26 Informatie over nieuwe windparken (Rijksoverheid, sd)

Windpark	Verwachte vermogen windpark (MW)
IJmuiden Ver kavels I en II	2.000
Hollandse Kust (west)	1.400
Hollandse Kust (noord)	700

Afbeelding 12.24 Huidige en toekomstige windenergiegebieden op de Noordzee



12.16.2 Effectbeschrijving

Verschiede factoren beïnvloeden de elektriciteitsopbrengst van een windturbine, waaronder:

- windturbinevermogen: het vermogen dat een windturbine produceert (in MW);
- rotoroppervlak: hoe groter de rotordiameter van een turbine, hoe meer wind wordt bestreken en hoe meer windenergie wordt omgezet in elektriciteit;
- hoogte: hoe groter de hoogte, hoe hoger de windsnelheden en hoe minder turbulentie, omdat er op die hoogte minder obstakels zijn. De ontwikkeling van moderne windturbines leidt tot grotere turbines (met grotere rotordiameter en ashoogte), zodat er meer elektriciteit kan worden geproduceerd;

- locatie: de windsnelheden en turbulentie worden beïnvloed door de topografie van de omgeving en de aanwezigheid van obstakels. Dit betekent dat in een offshore-omgeving meer windenergie kan worden omgezet in elektriciteit;
- oriëntatie van de opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten);
- onderlinge afstand tussen windturbines in relatie tot onderlinge beïnvloeding, die van invloed is op het zog-effect.

Windturbines halen energie uit de wind. Wanneer de turbinebladen draaien, wordt de luchtstroom verstoord, waardoor stroomafwaarts turbulentie ontstaat. Stroomafwaarts in de windrichting ontstaat een zog van de windturbine, waar de windsnelheid afneemt. Naarmate de stroming verder stroomafwaarts gaat, verspreidt het zog zich. Dit betekent dat hoe kleiner de onderlinge afstand tussen windturbines, hoe meer zogeffect optreedt.

Elektriciteitsopbrengst

De energieopbrengst van de alternatieven zijn berekend met de software WindPRO en zijn hier ter indicatie opgenomen. De wind data gebruikt in de berekening is van KNMI North Sea Wind (EMD - WindPro, 2019). Windturbines met een vermogen van 20 MW zijn nog niet beschikbaar op de markt. Om deze reden zijn enkele benodigde turbinespecificaties voor de opbrengstberekening geschat op basis van de afmetingen en vermogen van de 20MW-turbines, waaronder de vermogenscurve (vermogen per windsnelheid) en de stuwkrachtcoëfficiënt, die betrekking heeft op het volume lucht dat van de turbine wordt afgebogen wanneer de bladen draaien. Verder zijn de turbineafmetingen van tabel 6.1 en de turbineposities van de alternatieven gebruikt in de berekening. In de berekening is gekozen voor een lage ruwheidsfactor van het terrein, aangezien het een offshore-gebied betreft.

De resultaten voor de elektriciteitsopbrengst zijn onderscheiden in drie delen:

- bruto: opbrengst zonder opbrengstverliezen;
- PARK: opbrengst inclusief zogverliezen;
- netto: opbrengst inclusief zogverliezen en algemene verliezen door onzekerheden.

Verliezen door onzekerheden vloeien voort uit technische en milieuonzekerheden. Bijvoorbeeld verliezen door vermogensverlies als gevolg van extreem koud weer. Of verliezen door veranderingen in de turbinewerking en het operationele elektrische rendement. Deze verliezen worden gewoonlijk gespecificeerd in projecten voor het bereiken van een betaalbaar niveau en van overschrijdingsniveaus tussen P50 en P99. De P50 waarde geeft statistisch aan welke jaarlijkse energieproductie 50 % van de tijd gehaald wordt. Door variatie in wind, onderhoud, enz. is de jaarlijkse energieopbrengst niet elk jaar gelijk. De P99 geeft respectievelijk aan welke jaarlijkse energieopbrengst 1 % van de tijd niet gehaald wordt. Voor projecten in voorbereidende fasen, zoals de m.e.r. voor kavels III en IV van IJmuiden Ver, zijn de algemene verliezen pragmatisch geschat. De software WindPRO stelt voor projecten in de beginfase een totaal verlies door onzekerheden van ongeveer 10 % voor. Dit is een praktische en gebruikelijke schatting waarbij rekening wordt gehouden met eventuele verliezen door onzekerheden in windgegevens, langetermijncorrectie van windgegevens (als gevolg van de variabiliteit van het windgedrag op lange termijn), verticale en horizontale extrapolatie van windgegevens en vermogenscurve (EMD - WindPro, 2010). Voor deze berekening is een totaal verlies door onzekerheden daarom geschat op 10 %. De zogverliezen vallen buiten deze 10 % en zijn onafhankelijk berekend volgens de opstelling van het windpark.

In tabel 12.27 is de elektriciteitsopbrengst voor alternatieven A en B weergegeven.

Tabel 12.27 Elektriciteitsopbrengst voor alternatieven A en B

	Alternatief A (20MW)	Alternatief B (15MW)
	kavel IV	kavel IV
bruto energieopbrengst (GWh/y)	5.722	5.561
zogverliezen (%)	1,86	3,14

	Alternatief A (20MW)	Alternatief B (15MW)
PARK energieopbrengst (GWh/y)	5.615	5.391
verliezen door onzekerheden (%)	10	10
netto energieopbrengst (GWh/y)	5.054	4.848

De energieopbrengst van alternatief A (50 turbines van 20 MW) is circa 4,2 % hoger dan alternatief B (67 turbines van 15 MW). Omdat de windturbines van 20 MW nog niet op de markt zijn, is voor de berekeningen een inschatting gemaakt van de parameter om de energieopbrengst te berekenen. Daarom is de verwachte elektriciteitsopbrengst indicatief.

Vermeden emissies

In dit onderdeel worden de vermeden emissies van schadelijke stoffen door gebruik van het windpark IJmuiden Ver (kavels III en IV) ten opzichte van conventionele elektriciteitswinning bepaald. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de substitutiemethode van het RVO. In deze methode wordt de netto elektriciteitsopwekking door de windturbines omgerekend naar het vermeden verbruik van fossiele primaire energie, om vervolgens de vermeden emissies door deze fossiele energie in kaart te brengen. Hierbij wordt alleen naar de direct vermeden fossiele energie door de inzet van windturbines voor elektriciteitsopwekking gekeken; het is dus geen analyse van de gehele keten. De substitutiemethode wordt uitgebreider toegelicht in het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie - Herziening 2022 (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2013).

Om de berekening te maken is eerst de jaarlijkse netto elektriciteitsopbrengst van het windpark (zie tabel 12.27) in MWh omgerekend naar GJ, voor alternatieven A en B en per kavel. Vervolgens is het jaarlijks vermeden verbruik van fossiele primaire energie bepaald door deze elektriciteitsopbrengst te delen door het gemiddelde rendement van elektriciteitscentrales van conventionele bronnen. Ten slotte zijn de vermeden emissies van CO₂, NO_x en SO₂ in kaart gebracht door het vermeden verbruik van fossiele energie te vermenigvuldigen met emissiefactoren voor deze stoffen. De resultaten geven de vermeden emissies voor één jaar weer.

De kengetallen voor het elektrisch rendement en de CO₂-emissiefactor zijn uit referentiejaar 2020 en komen uit het Protocol Hernieuwbare Energie - Herziening 2022; voor de NO_x- en SO₂-emissiefactoren zijn deze overgenomen uit de MER van Hollandse Kust (west), kavel VI met referentiejaar 2016 (Pondera Consult, 2020). Deze zijn in tabel 12.28 samengevat.

Tabel 12.28 Kentallen voor bepaling vermeden emissies van IJmuiden Ver

rendement elektriciteitscentrales (2020)	48,0 %
emissiefactor CO ₂ (2020)	56,7 kg/GJ
emissiefactor NO _x (2016)	0,04 kg/GJ
emissiefactor SO ₂ (2016)	0,03 kg/GJ

De elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies voor kavels III en IV zijn in tabel 12.29 weergegeven. Alternatief A komt hiermee als meest gunstig naar voren. De invloed van deze ontwikkeling op het klimaat wordt berekend aan de hand van de jaarlijkse vermeden emissies CO₂.

Tabel 12.29 Vermeden emissies van kavels III en IV in alternatieven A en B

	Alternatief A (20MW)	Alternatief B (15MW)
	kavel IV	kavel IV
netto energieopbrengst (GWh/y)	5.054	4.848
vermeden emissies CO ₂ [kton/jaar]	2.149,1	2.061,7
vermeden emissies NO _x [kton/jaar]	1,5	1,5
vermeden emissies SO ₂ [kton/jaar]	1,1	1,1

Terugverdientijd windturbines

Hoewel er voor deze berekening alleen is gekeken naar de vermeden emissies door het opwekken van elektriciteit, vindt er uiteraard ook milieu-impact plaats bij het produceren, transporteren, onderhouden en ontmantelen van de windturbines. Resultaten van verscheidene onderzoeken duiden op een energetische terugverdientijd van een windturbine van minder dan een jaar. Voor onshore turbines variëren de schattingen tussen de 5 en 9 maanden (Haapala & Prempreeda, 2014)(Ghenai, 2012); voor offshore turbines ligt dit iets hoger maar blijven de energetische- en broeikasgas-terugverdientijd onder een jaar (Rijksoverheid, n.d.; Wagner, et al., 2011). Met een levensduur van rond de 30 jaar voor een offshore windpark is de milieu-impact van de hele levenscyclus van het windpark dus terugverdiend. Dit betreft productie, transport, installatie, onderhoud en einde levensduur van de windturbine.

Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in Nederland is opgelopen tot 11,1 % (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021) in 2020. Op basis van het Energieakkoord, heeft de Rijksoverheid zich tot doel gesteld om in 2023 16 % van de verbruikte energie duurzaam op te wekken (Sociaal Economische Raad, sd). Het doel is het aandeel van hernieuwbare energiebronnen te vergroten om de doelstellingen van de energietransitie te bereiken. Het PBL schat dat het aandeel van elektriciteit in 2030 ongeveer op 24 % van de totale energiemix uitkomt (Klimaatakkoord, 2021). De doelstelling van de Rijksoverheid voor energieopbrengst vanuit wind op zee in 2030 is 90 TWh (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2022).

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieopwekking is uitgegaan van het verbruik in 2020 (11,1 %). Het totaal bruto energetisch eindverbruik was in 2020 circa 2.000 PJ (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021) (gelijk aan 555.555 GWh). Op basis van de netto elektriciteitsopbrengst van kavels III en IV geeft de onderstaande tabel de bijdrage van de kavels aan de duurzame energieproductie (van 2020) en aan de doelstelling voor 2030.

Tabel 12.30 Bijdrage aan de Nederlandse doelstelling voor duurzame energie voor wind op zee

	Alternatief A (20MW)	Alternatief B (15MW)
	kavel IV	kavel IV
netto energieopbrengst (GWh/y)	5.054	4.848
bijdrage aan duurzame energieproductie van 2020 (%)	0,91	0,87
bijdrage aan doelstelling voor 2030 (%)	5,62	5,39

Uit tabel 12.30 blijkt dat de kavels III en IV samen ongeveer 10 % van de doelstellingen voor energieopwekking uit wind op zee in 2030 kunnen halen. Van het aandeel hernieuwbare energie in 2020 zou elk kavel ongeveer 0,9 % van de energievoorziening kunnen leveren.

In 2020 heeft een gemiddelde woning een elektriciteitsverbruik van 2.850 kWh per jaar. Op basis van de berekende elektriciteitsopbrengst van tabel 12.30 kunnen kavels III en IV samen elektriciteit voorzien aan

circa 1.773.333 en 1.701.052 huishoudens voor alternatief A (20MW-turbines) en B (15MW-turbines), respectievelijk.

12.16.3 Effectbeoordeling

In de onderstaande tabellen is middels plussen en minnen (scoringsmethodiek, zie tabel 6.7) per criterium de effectenbeoordeling samengevat.

Op basis van de effectanalyse van de windafvang (wake effecten) beschreven in dit hoofdstuk zijn geen effecten verwacht op de energieopbrengst van bestaande windparken.

Alternatieven A en B dragen goed bij aan de doelstelling voor duurzame energie in Nederland wat betreft hernieuwbare elektriciteitsopwekking en vermeden emissies. Alternatieven A en B zijn zeer positief (++) beoordeeld (++).

Tabel 12.31 Effectbeoordeling bestaande windparken - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
bestaande windparken	effecten elektriciteitsopbrengst bestaande windparken (windafvang)	neutraal (0)	neutraal (0)
elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	elektriciteitsproductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	terugverdiendtijd energie bouw	positief (+)	positief (+)
	CO ₂ -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	NO _x -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	SO ₂ -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	invloed op klimaatverandering	zeer positief (++)	zeer positief (++)

12.17 Cumulatie

Uit de effectbeschrijvingen en effectbeoordelingen van de overige gebruiksfuncties blijkt dat de meeste effecten gering tot verwaarloosbaar zijn. Deze zijn als neutraal (0) beoordeeld. Voor de thema's zijn (beperkt) negatieve effecten te verwachten. In deze paragraaf worden deze effecten in cumulatie met andere autonome ontwikkelingen toegelicht. Deze cumulatie betreft andere windparken op zee of verwachte andere gebiedssluitingen. In eerste instantie is gefocust op de thema's waar (beperkt) negatieve effecten te verwachten zijn (visserij, olie- en gaswinning, luchtvaart, NGE en recreatie en toerisme). Aanvullend is gekeken naar overige thema's die kunnen leiden tot cumulatieve effecten. Hiervan is enkel sprake van energieopbrengst.

Visserij

Bij de komst van meer windparken op zee wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de bodemberoerende visserij. De windenergiegebieden zullen in hun geheel gesloten worden voor schepen. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Het toekomstig belang van de gesloten en te sluiten windenergiegebieden wordt medebepaald door de toekomstige ontwikkelingen omtrent de Noordzee en de beleidsmatige en sociaaleconomische context. Het relatieve belang voor de

Nederlandse demersale visserij van de geplande windenergiegebieden op het NCP zal toenemen naarmate er meer andere gebieden worden gesloten en uitwijkmogelijkheden voor de visserij worden beperkt.

Olie- en gaswinning

Omdat in kavel IV geen onontwikkelde gasvelden liggen heeft het uitsluiten van deze kavel een neutraal (0) effect op de ontwikkeling van olie- en gas op de Noordzee. Door de hoge gasprijzen wordt in steeds grotere mate gekeken naar het winnen van gas in de Noordzee. In de Noordzee bevinden zich andere potentiële gasvelden die ontwikkeld kunnen worden. Door sluiting van andere gebieden kan de ontwikkeling van deze velden ook onder druk komen te staan. Daarom zijn de cumulatieve effecten negatief (-) beoordeeld. Volgens het Programma Noordzee zal in de periode tussen 2022 en 2027 worden onderzocht welke lege velden, platforms en infrastructuur hergebruikt kunnen worden voor opslag en transport van waterstof en CO₂.

Luchtvaart

Een helikopterroute doorkruist kavel III. De laagste vlieghoogte van deze route circa 610 m. Daarnaast dient tussen het obstakel (de windturbine) en de helikopter 300 m separatiezone te zijn. De tiphoogte binnen de onderzochte bandbreedte is maximaal 305 m. Daarom conflicteren deze zones niet en is het effect van de helikopterroute als neutraal (0) beoordeeld. Wel is de marge klein en is het mogelijk wenselijk om toch mitigerende maatregelen toe te passen. Door de minimale vlieghoogte te verhogen als mitigerende maatregel kan deze helikopterroute ook met een eventueel windpark gebruikt worden. Daarom hebben andere gebiedssluitingen geen cumulatieve effecten.

NGE

Voor NGE vinden geen cumulatieve effecten plaats.

Recreatie en toerisme

Het is voor alle schepen in principe verboden om door windgebieden te varen. Door sluiting van andere windenergiegebieden zal de recreatieve vaart meer de bestaande scheepvaartroutes gebruiken. Het gebied om in te varen wordt dus kleiner. Recreatievaart maakt met name gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. IJmuiden Ver bevindt zich veel verder van de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken betekent de realisatie van kavel IV extra omvaren.

Energieopbrengst

De windturbines van de bestaande omliggende windparkgebieden (Hollandse Kust (zuid), Hollandse Kust (noord), Windpark Prinses Amalia, OWEZ en Luchterduinen) zijn niet meegenomen in de opbrengstberekening. Er wordt echter niet verwacht dat deze windparken invloed zullen hebben op de energieproductie van de kavel IV, of dat de twee kavels invloed zullen hebben op energieproductie van de bestaande windparken. Uit een studie (Dong, Li, Qin, & Yang, 2022) blijkt dat vanaf afstanden van 55 maal de rotordiameter, het zogeheten zogeffect 95 % stroomafwaarts van de windturbines kan verminderen. In het slechtste geval (alternatief B met een grotere rotordiameter van 280 m) zou deze afstand gelijk zijn aan ongeveer 15,5 km. Het dichtstbijzijnde bestaande windpark, Hollandse Kust (noord), bevindt zich op een afstand van ongeveer 36 km. Nederwiek zit op ongeveer 16 km afstand en zal ook beperkt effect hebben op de energieopbrengst door windafvang.

Met de toekomstige ontwikkeling van de windenergiegebieden uit het Programma Noordzee zal de energieproductie uit wind op zee toenemen. Na Hollandse Kust (west) (1,4 GW) zal IJmuiden Ver (met 6 GW voor de 6 kavels) worden aanbesteed, gevolgd door Nederwiek (met 6 GW voor drie kavels). Daarna volgt Hollandse Kust (west) - Kavel VIII (700 MW), Ten Noorden van de Waddeneilanden (700 MW) en Doordewind (4 GW).

12.18 Mitigerende maatregelen

Uit de effectbeschrijvingen en effectbeoordelingen van de overige gebruiksfuncties blijkt dat de meeste effecten gering tot verwaarloosbaar zijn. Deze zijn als neutraal (0) beoordeeld. Voor de thema's visserij, olie- en gaswinning, luchtvaart, NGE en recreatie en toerisme zijn (beperkt) negatieve effecten te verwachten. In deze paragraaf worden mitigerende maatregelen beschreven die deze negatieve effecten zoveel als mogelijk kunnen beperken.

Visserij

Een mogelijke mitigerende maatregel voor de visserij is het visserijvriendelijk inrichten van de kavels. Echter laten de besproken onderzoeken vooralsnog zien dat, voor de betrokken partijen in zijn geheel, de baten niet op lijken te wegen tegen de kosten. Medegebruik van de kavels voor schelpdierenkweek en aquacultuur is niet kwantitatief onderzocht, maar er is wel vastgesteld dat het gebied IJmuiden Ver over voldoende geschikte biologische randvoorwaarden beschikt. Toekomstig onderzoek zal moeten uitwijzen of deze vorm van medegebruik in de praktijk haalbaar is.

Olie- en gaswinning

Voor olie- en gaswinning kan gekeken worden naar een dubbelfunctie in het gebied. Nu is het onbekend in hoeverre de ontwikkeling van windparken op zee samen kan gaan met de winning van gas.

Luchtvaart

In paragraaf 12.5 is beschreven dat door kavel III een helikopterroute (KY650) loopt. De ondergrens van de huidig geldende vlieghoogte is te laag om veilig te vliegen. Daarom kunnen door het aanpassen (i.e. verhogen) van de vlieghoogte of door het omleggen van deze helikopterroute de negatieve effecten door de ontwikkeling van windturbines binnen kavel IV worden gemitigeerd.

NGE

Aangezien mogelijke detonaties op schepen, personeel en omgeving een ontoelaatbaar risico is, zijn mitigerende maatregelen nodig zodat deze risico's tot aanvaardbare proporties worden teruggebracht (REASeuro, 2020). Met goed NGE risicomangement kan het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht. In de voorbereidingsfase wordt aanbevolen om een uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie. In de uitvoeringsfase wordt aanbevolen de NGE-risicoanalyse te herijken op basis van het ontwerp van het windenergiegebied. Mogelijk kunnen er per turbinelocatie aanpassingen in het ontwerp worden doorgevoerd om een deel van de risico's te mitigeren. Voor de overige risico's dient een gedetailleerde risicoanalyse te worden uitgevoerd. Op basis hiervan dient een NGE onderzoeksstrategie te worden ontwikkeld. Rekening moet worden gehouden met het opsporen en ruimen van NGE in een nader te bepalen deel van het windenergiegebied. NGE dient doorgegeven te worden aan de Kustwacht en zij laat het opruimen door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie.

Recreatie

Voor recreatie zijn er geen mitigerende maatregelen.

Energieopbrengst

Indien ecologische studies suggereren dat mitigatiemaatregelen moeten worden genomen om de sterfte van vogels en vleermuizen te voorkomen door de windturbines zo nodig stil te zetten, wordt een kleine vermindering van de energieopbrengst verwacht.

12.19 Leemtes in kennis

Er zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd voor het aspect overige gebruiksfuncties die mogelijk een zorgvuldige belangenafweging in de weg staan. Wel wordt in opdracht van de rijksoverheid nader onderzoek verricht naar archeologie en niet-gesprongen explosieven. Dit is relevant voor de keuze van de exacte turbinelocaties. Daarnaast zijn voor de pelagische visserij geen

gedetailleerde onderzoeksresultaten beschikbaar over de toegevoegde waarde van pelagische visserij op kavel IV.

NGE

In de voorbereidingsfase wordt aanbevolen om een uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie. In de uitvoeringsfase wordt aanbevolen de NGE-risicoanalyse te herijken op basis van het ontwerp van het windenergiegebied. Mogelijk kunnen er per turbinelocatie aanpassingen in het ontwerp worden doorgevoerd om een deel van de risico's te mitigeren.

Archeologie

Het detailniveau van archeologische verwachtingen van prehistorische waarden is relatief laag. Sommige archeologische waarden zijn reeds geïdentificeerd. Van sommige waarden is niet bekend wat het precies is en daarmee of het waarde heeft. Rondom archeologische waarden kan een beschermingszone worden ingesteld. Indien bij de bouw deze zone om ongeïdentificeerde objecten niet kan worden vermeden dan is aanvullend onderzoek nodig om de waarde van deze objecten te bepalen. Als nader onderzoek aantoont dat deze objecten niet van waarde zijn zal de locatie en vrijgegeven worden voor bodemactiviteiten en kan het object zo nodig geruimd worden. Indien tijdens nader onderzoek archeologische resten worden aangetroffen, dan zal dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Visserij

Voor de pelagische visserij zijn geen gedetailleerde onderzoeksresultaten beschikbaar over de toegevoegde waarde van pelagische visserij op kavel IV. Daarom kan geen gedetailleerde uitspraak over pelagische visserij worden gedaan. In 2019 is pulsvisserij verboden. Het effect hiervan op de waarde van Nederlandse windenergiegebieden voor de demersale visserij, en diens afhankelijkheid daarvan, is niet onderzocht.

13

TOETSING AAN WETTELIJK KADER

Wet natuurbescherming

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. De toets die ingevolge de Wet natuurbescherming (Wnb) dient te worden uitgevoerd, wordt conform de Wet windenergie op zee geïntegreerd in het kavelbesluit. De minister van EZK beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de soortenbescherming van de Wnb. Ten behoeve van de toetsing aan de Wnb voor de gebiedsbescherming is een Passende Beoordeling uitgevoerd (Onderdeel Natuurtoets bijlage III). Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen als gevolg van het voorkeursalternatief uitgesloten kunnen worden.

Stikstofdepositie

In november 2022 is de bouwvrijstelling komen te vervallen, waardoor voor tijdelijke bouwactiviteiten nu ook een vergunningplicht geldt. Bij de vergunningaanvraag moet een AERIUS-berekening gemaakt en getoetst worden. Het onderzoek is opgenomen in bijlage V.

AERIUS berekent de depositie tot maximaal 25 km van de bron. De kleinste afstand tussen het windenergiegebied IJmuiden Ver en het meest nabijgelegen stikstofgevoelige Natura 2000-gebied (Schoorlse Duinen) bedraagt ruim 62 km (zie bijlage VII voor de Aerijs-berekeningen). Er wordt daarom geen bijdrage voor de tijdelijke aanlegfase berekend. Vaarbewegingen van en naar het plangebied gaan, vanaf het bestaande doorgaande (vaar)wegennet, op in het heersende verkeersbeeld.

Om toch een beeld van de effecten als gevolg van de aanlegfase te verkrijgen, is een analyse uitgevoerd waarin deze tijdelijke effecten ingeschat zijn middels een extrapolatiemethode (zie voor de uitgangspunten en extrapolatiemethode bijlage V). Hieruit blijkt dat als gevolg van de inzet van werkschepen en overig materieel, tijdens de realisatie van windturbines binnen kavel III en IV van het Windenergiegebied IJmuiden Ver, een tijdelijke depositietoename van 0,01 mol N/ha/j (fundering middels monopalen) tot 0,03 mol N/ha/j (funderingstypen multipaal/suction bucket) binnen de Natura 2000-gebieden aan de Nederlandse kust kan worden verwacht.

Voor stikstofdepositie geldt dat het accumuleert in het systeem en dat ook kleine hoeveelheden die lange tijd deponeren leiden tot een accumulatie met alle gevolgen van dien. Een ecologische verandering is pas waarneembaar als een aanzienlijke hoeveelheid gedurende meerdere jaren (langdurig) accumuleert in het systeem.

Bij een kleine tijdelijke depositie geldt:

- een (beperkte) bijdrage van enkele honderdsten tot een mol N/ha is dermate gering dat:
 - er geen verandering optreedt van de standplaats en;
 - er geen sprake is van een ecologische doorwerking op plantniveau;
 - er geen sprake is van doorwerking in de kwaliteit van het habitatype;
 - er geen sprake is van negatieve gevolgen op de instandhoudingsdoelen van het habitatype (behoud of verbetering kwaliteit) voor het Natura 2000-gebied;
 - en er geen sprake is van verlies van areaal van het habitatype;

- de omvang van een tijdelijke bijdrage van enkele honderdsten tot een mol is in vergelijking met de natuurlijke fluctuatie van 5-10 % in achtergronddepositie, d.w.z. 75 – 150 mol N/ha/j bij een achtergronddepositie van 1500 mol N/ha/j te verwaarlozen;
- de tijdelijke projectbijdrage betekent geen verandering van de huidige achtergronddepositie;
- de eenmalige (beperkte) bijdrage heeft geen invloed op het regulier natuurbeheer (onder andere hooilandbeheer, begrazing, plaggen, uitbaggeren wateren) van habitattypen die daarvan afhankelijk zijn;
- de omvang van een tijdelijke bijdrage van enkele honderdsten tot een mol is in vergelijking met de totale stikstofkringloop van natuurlijke habitats met een biomassa productie van tientallen kg N ha⁻¹ j⁻¹ te verwaarlozen. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting;
- een eenmalige depositie van 1 mol N ha⁻¹ j⁻¹ komt overeen met 0,02 - 0,05 % van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof voor natuurlijke habitats. Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie (wat niet het geval is, bijvoorbeeld door uitspoeling), zal dit niet leiden tot meetbare verandering in groeisnelheid van individuele planten en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie. Zo blijkt bijvoorbeeld ook uit gecontroleerde experimenten waarin gezocht wordt naar dosis-effect relaties.

Kijkende naar het tijdsaspect kunnen ook kleine hoeveelheden bij een langdurige bijdrage door accumulatie in het systeem gevolgen hebben. Een ecologische verandering is pas waarneembaar als een aanzienlijke hoeveelheid gedurende meerdere jaren (langdurig) accumuleert in het systeem. Indien sprake zou zijn van een blijvende relevante bijdrage duurt het optreden van ecologische effecten in de vorm van kwaliteitsverlies en uiteindelijk verlies van areaal ten minste jaren. Dit speelt zich af in 20 - 40 jaar, zonder hierbij rekening te houden met het huidige reguliere beheer om de habitattypen in stand te houden. Iets dat in veel gevallen essentieel is (de sturende factor), gegeven dat het half-natuurlijke vegetaties betreft (dat wil zeggen vegetaties die alléén duurzaam in ruimte en tijd voorkomen als gevolg van menselijk landgebruik, óf regelmatig terugkerende natuurlijke dynamiek). Een tijdelijke (beperkte) bijdrage zal geen ecologische doorwerking hebben.

Wanneer geen sprake is van een relevante en/of langdurige stikstofdepositiebijdrage kan eenvoudigweg geen sprake zijn van ecologische doorwerking en is er geen sprake van conflicten met het duurzaam behalen van geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen. Er is in dit geval geen uitgebreide ecologische beoordeling nodig.

Uit de berekeningen met AERIUS Calculator (versie 2021) blijkt dat gepland en ongepland onderhoud tijdens de gebruiksfase naar verwachting niet leidt tot een toename van de stikstofdepositie (0,00 mol N/ha/j). Significante effecten op beschermde habitattypen en soorten kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Dat betekent concreet dat, binnen de kaders van de Wet natuurbescherming, kavel III/IV op het gebied van stikstofdepositie uitvoerbaar is.

Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM)

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) heeft tot doel het beschermen en herstellen van de Europese zeeën en oceanen en duurzaam gebruik te bevorderen. De KRM verplicht elke Europese lidstaat tot het vaststellen van een mariene strategie. Deze strategie moet gericht zijn op bescherming, behoud en herstel van het mariene milieu (een goede milieutoestand) waarbij tevens een duurzaam gebruik van de Noordzee wordt gegarandeerd. De lidstaten moeten de nodige maatregelen treffen om in hun mariene wateren deze ambitie te bereiken. De doelstelling - een goede milieutoestand te bereiken en/of te behouden in 2020 - is nog niet bereikt. Geconcludeerd is dat er geen effecten van de voorgenomen activiteit zijn op de verschillende indicatoren van de KRM, het behalen van de goede milieutoestand wordt niet beïnvloed door de uitvoering van dit project (zie hoofdstuk 10 bijlage III: Natuurtoets).

OSPAR

De OSPAR lijst van bedreigde vissen en bodemdieren bevat twee vissoorten en twee soorten roggen die in het plangebied zouden kunnen voorkomen. Vanuit het voorzorgsprincipe zijn effecten op deze soorten beschouwd, waarbij is beoordeeld in welke mate sprake is van het doden van individuen en of er sprake is van een effect op populatieniveau. Voor de overige bedreigde OSPAR vissoorten en de bodemdieren is de aanwezigheid uitgesloten. Deze zijn niet beoordeeld. Geconcludeerd is dat er geen effecten zijn op de populaties van soorten die worden beschermd onder OSPAR (zie hoofdstuk 7 bijlage III: Natuurtoets).

14

CONCLUSIE

14.1 Inleiding

In dit conclusiehoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van het MER samengevat en wordt een afweging gemaakt voor een voorkeursalternatief. Paragraaf 14.2 van dit hoofdstuk gaat in op de toetsing aan het wettelijk kader en wordt gevolgd door een samenvatting van de effecten per milieuthema in paragraaf 14.3. In de beoordeling is vooralsnog geen rekening gehouden met de uitvoering van mitigerende maatregelen. Paragraaf 14.4 gaat in op cumulatie van effecten en wordt gevolgd door een beschrijving van grensoverschrijdende effecten in paragraaf 14.5. Paragraaf 14.6 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 14.7 wordt het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een bandbreedte die gehanteerd kan worden in het kavelbesluit inclusief op te nemen mitigerende maatregelen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (14.8) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (14.9).

14.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. De toets die ingevolge de Wet natuurbescherming (Wnb) dient te worden uitgevoerd, wordt conform de Wet windenergie op zee geïntegreerd in het kavelbesluit. De minister van EZK beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de soortenbescherming van de Wnb. Er is een Soortentoets uitgevoerd, waarbij is aangegeven voor welke soorten verbodsbepalingen worden overtreden. Ten behoeve van de toetsing aan de Wnb voor de gebiedsbescherming is een Passende Beoordeling uitgevoerd (Onderdeel Natuurtoets bijlage III). Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden als gevolg van het voorkeursalternatief uitgesloten kunnen worden.

Er zijn geen effecten van de voorgenomen activiteit op de verschillende indicatoren van de KRM, het behalen van de goede milieutoestand wordt niet beïnvloed door de uitvoering van dit project (zie hoofdstuk 10 bijlage III: Natuurtoets). Ook zijn er geen effecten op de populaties van soorten die worden beschermd onder OSPAR (zie paragraaf 8.4 van dit MER).

14.3 Samenvatting milieueffecten alternatieven

In de hoofdstukken 7 tot en met 12 zijn de effecten van de alternatieven A en B beschreven en beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie. Alternatieven A en B bestaan in dit MER uit de uitersten uitgangspunten per aspect die mogelijk zijn. In dit MER is zo de maximale bandbreedte onderzocht waarbinnen zich milieueffecten kunnen voordoen. De tabellen in dit hoofdstuk geven de beoordelingen van de alternatieven voor kavel IV weer per beoordelingscriterium. Hierbij is uitgegaan van een 7 puntenschaal zoals beschreven is in het hoofdstuk methode (hoofdstuk 5). In onderstaande paragrafen is per milieuthema een samenvatting gegeven van de gehele effectbeoordeling van beide alternatieven.

14.3.1 Morfologie en hydrodynamica

Alle morfologische en hydrodynamische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het geplande windpark IJmuiden Ver kavel IV en de kabels zijn beperkt van omvang. Daarnaast zijn de effecten tijdens de aanleg en verwijdering tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn 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.

Tabel 14.1 Effectbeoordeling morfologie en hydrodynamica – gebruiksfase en aanleg en verwijdering- kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (15 MW)	Alternatief B (20 MW)
morfologie en hydrodynamica	effect op waterbeweging (waterstand/stroming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op waterdiepte en bodenvormen	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op zeebodemsamenstelling	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming)	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op sedimenttransport	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op kustverdediging	niet onderzocht	niet onderzocht

14.3.2 Vogels

Kavel IV aanleg/verwijdering

De aanleg- en verwijderingswerkzaamheden zijn tijdelijk en verspreid over een relatief klein gebied. De effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. De extra scheepvaartbewegingen tijdens de aanleg- en verwijderingsfase zijn tijdelijk en verspreid over een relatief klein gebied. De effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Tabel 14.2 Effectbeoordeling vogels - aanleg/verwijdering - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
vogels (alle groepen)	verstoring aanleg/verwijdering fundering	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door toegenomen scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Kavel IV gebruiksfase

Lokale zeevogels

Op basis van de oorspronkelijke modelberekeningen werd een relatief hoge mortaliteit onder jan-van-gent voorspeld die tot een overschrijding van de 1 %-mortaliteitsnorm zou leiden. Na het beschikbaar komen van nieuwe gegevens is een revisie van de gebruikte invoerparameters door Waardenburg Ecology uitgevoerd.

Met deze nieuwe data is het voorspelde aantal aanvaringslachtoffers aanzienlijk lager. Hierbij is geen sprake meer van een overschrijding van de 1 %-norm. Een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding van jan-van-gent kan daarom alsnog worden uitgesloten. Ook voor andere zeevogels is er een effect op de gunstige staat van instandhouding uitgesloten. Alhoewel er een verschil is in het aantal aanvaringen worden beide alternatieven beoordeeld als licht negatief (0/-).

Het aantal vogels dat per jaar sterft door habitatverlies als gevolg van het windpark IJmuiden Ver kavel IV in de gebruiksfase is voor alle soorten, behalve de zeekoet, minder zijn dan 10. Zeekoeten hebben de hoogste presentie in IJmuiden Ver en volgens deze berekeningsmethode zouden er hier jaarlijks 19 per kavel sterven als gevolg van habitatverlies. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. Voor lokale niet-broedende zeevogels zullen door windpark IJmuiden Ver kavel IV geen wezenlijke effecten van barrièrewerking optreden, omdat er voor deze soorten geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark een belemmering op de vliegroute kan vormen. Het effect wordt beoordeeld als neutraal (0) voor beide alternatieven.

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in windpark IJmuiden Ver kavel IV zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden. De effecten worden daarom als licht positief beoordeeld (0/+) voor beide alternatieven. De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver kan enige verstoring van zeevogels 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 beide alternatieven als licht negatief beoordeeld (0/-) alternatieven.

Kust(broed)vogels

Alleen de kleine mantelmeeuw is relevant als broedvogel, voor de overige broedvogelsoorten ligt het windpark ver buiten hun actieradius. De 1 %-norm wordt voor deze soort niet overschreden waardoor negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten. Het effect (aanvaringsrisico) wordt als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

IJmuiden Ver ligt aan de uiterste grens van de foerageerrange van de kleine mantelmeeuw. Het gebied is dus niet zo heel belangrijk voor broedvogels, waardoor het effect van habitatverlies verwaarloosbaar klein is. Het effect wordt ten aanzien van habitatverlies als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Het windpark bevindt zich op de uiterste grens van de foerageerrange van de soort die vanaf de Nederlandse kust het verst de zee op gaat, de kleine mantelmeeuw. Dit houdt in dat verwaarloosbare aantallen broedvogels vérdere zee op gaan dan dit windpark en dus zal het windpark hen niet belemmeren op weg naar verder op zee gelegen foerageergebieden. Het effect voor barrièrewerking wordt beoordeeld als neutraal (0) voor beide alternatieven.

De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in een toekomstig windpark in windenergiegebied IJmuiden Ver zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals de kleine mantelmeeuw. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform zouden rust- en eventueel broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen. De effecten met betrekking tot de aanwezigheid van windturbines worden daarom als licht positief beoordeeld (0/+) voor beide alternatieven. 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 beide alternatieven als licht negatief beoordeeld (0/-) voor beide alternatieven.

Trekvogels

Voor de trekvogels blijft de mortaliteit voor kavel IV per soort dusdanig laag ten opzichte van de 1 %-norm dat negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen worden uitgesloten. 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 effecten worden beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. In potentie kan barrièrewerking onder trekvogels optreden, maar de afstand van omvliegen is verwaarloosbaar in verhouding tot de totale trekroute. De effecten worden daarom voor beide alternatieven als neutraal beoordeeld (0).

Tabel 14.3 Effectbeoordeling vogels - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
lokale zeevogels	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)
	verstoring door windturbines	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)
	verstoring door onderhoud windpark	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
broedvogels uit Natura 2000	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	habitatverlies/verandering foerageermogelijkheden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)
	aanwezigheid windturbines	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)
	verstoring door onderhoud windpark	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
trekvogels	aanvaringsrisico	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking	neutraal (0)	neutraal (0)

14.3.3 Vleermuizen

Kavel IV gebruiksfase

De mortaliteit van vleermuizen in kavel IV blijft ruim onder de 1 %-norm. Er is geen sprake van een aantasting van de gunstige staat van instandhouding. Dit effect wordt beoordeeld als licht negatief (0/-) voor beide alternatieven. In cumulatie met de geplande windparken volgens de aanvullende Routekaart kunnen negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding niet worden uitgesloten voor de ruige dwergvleermuis.

Tabel 14.4 Effectbeoordeling vleermuizen - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (20 MW)	Alternatief B (15 MW)
vleermuizen	aanvaringsrisico/ barotrauma	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

14.3.4 Onderwaterleven

Kavel IV gebruiksfase bodemdieren

De mogelijke hinder die bodemdieren en vissen kunnen ondervinden als gevolg van onderwatergeluid en trillingen (veroorzaakt door onderhoudsschepen) is licht negatief beoordeeld (0/-). Kijkend naar het totale leefgebied van de bodemdier- en visgemeenschappen in de Noordzee is het mogelijk verstoord oppervlak als gevolg van elektromagnetische straling verwaarloosbaar klein. Het effect is als licht negatief beoordeeld (0/-). Door de aanwezigheid van de turbines en de stenen voor erosiebescherming (alternatief B - 67 x 15 MW) verandert het leefgebied van bodemdieren van geheel zandig substraat naar deels hard substraat. Dit kan de biodiversiteit en biomassa ten goede komen. Het negatieve effect van oppervlakteverlies is minimaal, maar wel groter bij alternatief A vanwege het grotere oppervlak bij het gebruik van gravity based funderingen. De gravity based fundering bij alternatief A resulteert wel in meer hard substraat en dus mogelijk biomassa en biodiversiteit, waardoor het negatieve effect van oppervlakteverlies wegvalt. Het effect van kavel III wordt daarom als neutraal (0) beoordeeld voor alternatief A en licht positief (0/+) beoordeeld voor alternatief B. Het stoppen van de huidige visactiviteiten heeft mogelijk een positief effect op de ontwikkeling van de bodem- en visgemeenschap. Dit is licht positief (0/+) beoordeeld voor beide alternatieven. De gravity based fundering bij alternatief A resulteert wel in meer hard substraat en dus mogelijk biomassa en biodiversiteit, waardoor het negatieve effect van oppervlakteverlies wegvalt.

Tabel 14.5 Effectbeoordeling bodemdieren - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
bodemdieren	verstoring door onderwatergeluid en trillingen	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door elektromagnetische velden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	toename van hard substraat	neutraal (0)	licht positief (0/+)
	verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten	licht positief (0/+)	licht positief (0/+)

Kavel IV aanleg- en verwijderingsfase bodemdieren

Geconstateerd is dat er geen aantoonbare verandering optreedt op de bodemfauna door de aanleg van een windpark. Over de effecten van het verwijderen van een windpark is nog weinig bekend. De totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiorgemeenschappen in de Noordzee. Het effect is licht negatief (0/-) beoordeeld.

Geconstateerd is dat bodemdieren hinder kunnen ondervinden van onderwatergeluid (impulsgeluid tijdens de aanleg van monopalen en jackets en continu geluid tijdens de verwijdering) en trillingen en dat soorten daar op een verschillende manier op reageren. Bij Alternatief A is er sprake van een gravity based fundering en wordt er dus niet geheid, daardoor is de toename van geluid minimaal en wordt het effect van kavel IV als neutraal beoordeeld voor alternatief A. Vanwege de tijdelijke aard van de effecten en het relatief kleine oppervlak dat wordt verstoord door het heien, wordt dit effect van kavel IV als licht negatief beoordeeld (0/-) voor alternatief B.

Tabel 14.6 Effectbeoordeling bodemdieren - aanleg en verwijderingsfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
bodemdieren	verstoring van de bodem	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	verstoring door geluid en trillingen	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

Kavel IV gebruiksfase zeezoogdieren

Continu geluid van operationele windturbines is in het algemeen alleen van belang wanneer het omgevingsgeluid van wind en scheepvaart heel laag is. Effecten van scheepvaart kunnen optreden, maar uit onderzoek is gebleken dat tijdens de gebruiksfase van windpark OWEZ meer bruinvissen aanwezig waren dan voor de bouw van het windpark, waarschijnlijk als gevolg van de aanwezigheid van meer prooivissen. Hieruit blijkt dat bruinvissen het windpark niet mijden. Het effect van geluid van turbines en scheepvaart (continu geluid) tijdens de gebruiksfase in kavel IV is klein (0/-). Er is weinig bekend over de effecten van barrièrewerking en habitatverlies op zeezoogdieren, maar het is niet de verwachting dat dit effect optreedt bij een individueel windpark. Bij een groot aantal windparken in de Noordzee zou dit effect wel kunnen optreden, dan is er sprake van een cumulatief effect. Het effect is licht negatief (0/-) voor beide alternatieven.

Met de huidige verspreiding en habitatgebruik van zeezoogdieren is het de verwachting dat mogelijke effecten voornamelijk het gedrag kortdurend en lokaal zullen beïnvloeden. De effecten zullen dusdanig klein zijn dat er geen sprake is van een wezenlijk effect op zeezoogdieren (0/-).

Tabel 14.7 Effectbeoordeling zeezoogdieren - gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
zeezoogdieren	verstoring door onderwatergeluid en trillingen turbines en scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	barrièrewerking, habitatverlies	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	elektromagnetische straling	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

Kavel IV aanleg- en verwijderingsfase zeezoogdieren

Uit de berekeningen blijkt dat voor de onderzochte scenario's is uit te sluiten dat het aantal verstoringdagen door de constructie van turbinefunderingen in kavel IV boven het aantal uitkomt dat voor het windenergiegebied IJmuiden Ver in het KEC 4.0 is berekend. In het KEC 4.0 is geconcludeerd dat deze verstoring zowel bij bruinvissen als bij zeehonden niet tot effecten op de populatie zal leiden, dit geldt dus ook voor de resultaten in dit MER. Het effect van alternatief B is wel iets groter dan het effect van alternatief A door het verschil in het aantal turbines en omdat bij alternatief A wordt uitgegaan van een gravity based fundering (dan is er geen sprake van heien). Daarom is het effect voor alternatief A beoordeeld als neutraal en voor alternatief B als licht negatief (0/-). Effecten op het gehoor van bruinvissen en zeehonden (PTS) treden niet op. Deze worden voorkomen door het toepassen van geluid reducerende maatregelen.

Tabel 14.8 Effectbeoordeling zeezoogdieren - aanleg en verwijderingsfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A (50 x 20 MW)	Alternatief B (67 x 15 MW)
zeezoogdieren	verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek	neutraal (0)	licht negatief (0/-)
	fysieke aantasting (tijdelijke gehoorbeschadiging)	neutraal (0)	licht negatief (0/-)

14.3.5 Scheepvaartveiligheid

Voor kavel IV zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de windturbines. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor kavel IV 0,0204 per jaar, dit is gelijk aan eens per 49 jaar. Dit effect van kavel IV wordt als licht negatief (0/-) beoordeeld.

Op basis van de verouderde uitgangspunten wat betreft uitstroom van olie als gevolg van een aanvaring met een turbine (dikte scheepshuid en maat turbines) en in afwachting van de mogelijke toepassing van het SAMSON model is er voor gekozen om de uitstroom van olie niet op te nemen in het rapport, de onzekerheden zijn te groot. In eerdere effectbeoordelingen voor de milieuschade als gevolg van aanvaringen/aandrijvingen met turbines zijn de effecten als neutraal of als licht negatief beoordeeld. Omdat de bestaande uitgangspunten niet direct wijzen op een conservatieve of een optimistische bandering wordt dit aspect vanwege de onzekerheid licht negatief (0/-) beoordeeld.

De verwachting is dat er weinig tot geen situaties zijn waarbij kavel IV de zichtlijnen beïnvloedt. Omdat deze situaties niet geheel uitgesloten kunnen worden, wordt het effect van kavel IV als licht negatief (0/-) gescoord.

Kavel IV

Tabel 14.9 Effectbeoordeling scheepvaartveiligheid - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
scheepvaart en veiligheid	kans op aanvaring en aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	gevolgschade van aanvaring of aandrijving routegebonden en niet routegebonden scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)

14.3.6 Landschap en zichtbaarheid

Vanwege de grote afstand van de kust tot de kavel zullen de windturbines van kavel IV van IJmuiden Ver niet zichtbaar zijn vanwege kimduiking, observatievermogen en weersomstandigheden. De verlichting van de gondel verdwijnt bij alternatief A achter de horizon waardoor de verlichting van windturbines ook niet in de nacht zichtbaar zal zijn. Bij alternatief B verdwijnt de verlichting niet achter de horizon. Bij extreem helder

weer kan deze verlichting in theorie zichtbaar zijn. Dit zal echter bijna nooit voorkomen, omdat het zicht door weersomstandigheden bijna nooit meer dan 50 km is. Als gevolg hiervan zijn beide alternatieven neutraal (0) beoordeeld: er is geen effect op de zichtbaarheid en beleving vanaf de kust.

Tabel 14.10 Effectbeoordeling landschap en zichtbaarheid - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
landschap en zichtbaarheid	effecten op landschap en zichtbaarheid	neutraal (0)	neutraal (0)

14.3.7 Overige gebruiksfuncties

Omdat voor windparken op zee medegebruik door andere functies slechts beperkt mogelijk is, heeft het uitsluiten van deze gebieden soms een negatief (-) effect op deze functies. De effecten zijn door de relatief kleine omvang van de kavel ten opzichte van het gehele Nederlands Continentaal Plat (NCP) beperkt. De vissers zullen moeten omvaren om gelijke vangst te hebben. Nieuw gas winnen is mogelijk met schuine boringen zal ingewikkelder worden door een windpark. Door de laagste vlieghoogte te verhogen kunnen de negatieve effecten op de luchtvaart worden vermeden. Goed onderzoek naar niet gesprongen explosieven beperkt de kans op mogelijke schade tijdens de aanleg. De effecten tussen de alternatieven wijken af voor NGE, omdat bij een groter oppervlakte aan funderingen (alternatief B) de kans op het treffen van NGE groter is. Echter vindt vooraf aan de bouwactiviteit nog nader onderzoek plaats naar NGE om effecten te mitigeren.

Tabel 14.11 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties - aanleg/verwijdering- en gebruiksfase - kavel IV

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
visserij	effect op het beschikbare areaal en visgronden	licht negatief (0/-)	licht negatief (0/-)
	effect op economische waarde	negatief (-)	negatief (-)
	effect op omvaren	negatief (-)	negatief (-)
olie- en gaswinning	effecten op bereikbaarheid helikopter platforms	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect toekomstig gebruik platforms voor CCS of waterstof	neutraal (0)	neutraal (0)
	effect op exploitatie van de in de grond aanwezige velden	neutraal (0)	neutraal (0)
luchtvaart	burgerluchtvaart	neutraal (0)	neutraal (0)
	helikopterverkeer	neutraal (0)	neutraal (0)
	bereikbaarheid van TenneT- platforms	neutraal (0)	neutraal (0)
	vliegbewegingen van de Kustwacht (SAR)	negatief (-)	negatief (-)
	militaire luchtvaart	neutraal (0)	neutraal (0)
baggerstort	beperkingen baggerstortgebieden	neutraal (0)	neutraal (0)

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief A	Alternatief B
scheeps- wal en luchtvaartradar	effecten op scheeps- wal en luchtvaartradar	neutraal (0)	neutraal (0)
kabels en leidingen	effecten op kabels en leidingen	neutraal (0)	neutraal (0)
NGE	risico op niet gesprongen explosieven	neutraal (0)	licht negatief (0/-)
telecommunicatie	verstoring kabelverbindingen en straalpaden	neutraal (0)	neutraal (0)
militaire activiteiten en munitiestortgebieden	effecten op ruimtegebruik door defensie (luchtmacht, marine) vanwege de aanwezigheid van oefenterreinen en munitiestort-gebieden boven en op zee	neutraal (0)	neutraal (0)
recreatie en toerisme	toegankelijkheid recreatieve vaarroutes	negatief (-)	negatief (-)
	effecten op kusttoerisme	neutraal (0)	neutraal (0)
cultuurhistorie en archeologie	effecten op archeologische waarden, zoals bodemschatten, scheepswrakken, verdrinken landschappen	neutraal (0)	neutraal (0)
schelpdierweek en aquacultuur	effecten op mosselzaad- invanginstallaties en zeewierteelt	neutraal (0)	neutraal (0)
bestaande windparken	effecten elektriciteitsopbrengst bestaande windparken (windafvang)	neutraal (0)	neutraal (0)
elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	elektriciteitsproductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	terugverdientijd energie bouw	positief (+)	positief (+)
	CO ₂ -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	NO _x -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	SO ₂ -emissiereductie	zeer positief (++)	zeer positief (++)
	invloed op klimaatverandering	zeer positief (++)	zeer positief (++)

14.4 Cumulatie

Onderstaand is per aspect beschreven welke cumulatieve effecten kunnen optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit. Het aspect is weergegeven in de eerste kolom, in de tweede kolom is toegelicht welke effecten in cumulatie relevant kunnen zijn en de derde kolom beschrijft hoe dit voor kavel IV uitwerkt.

Tabel 14.12 Relevante cumulatieve effecten

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Morfologie en hydrodynamica	uit recente studies is gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee mogelijk effect kan hebben op (het mengen van) stratificatie (Carpenter, et al., 2016; Deltares, 2021) en de waterbeweging en morfologie (van der Veen, 2008). Uit het onderzoek blijkt dat het gebied waarin IJmuiden Ver ligt (Southern English Coast in volledig is gemixt en dat veranderingen in stratificatie als gevolg van de aanwezigheid van windparken in dit gebied niet optreden. In de studie is echter het cumulatieve effect van alle windparken op stratificatie in beeld gebracht, hier is IJmuiden Ver onderdeel van. Het gebied ten oosten van IJmuiden Ver, meer nabij de kust (Rhine ROFI), is echter wel gevoelig voor de effecten van stratificatie. Dit kan, door de verbeterde menging en de beschikbaarheid van meer voedingsstoffen in de bovenste lagen, leiden tot toename van de primaire productie.. Vanwege de leemte in kennis worden de effecten ten aanzien van cumulatie licht negatief beoordeeld	geen
Vogels en vleermuizen	voor vogels is er geen sprake van significant cumulatieve effecten van Nederlandse offshore windparken Cumulatieve effecten van internationale windparken op de alk en de zeeoet kunnen niet worden uitgesloten. Het is echter aannemelijk dat de beoordeling van internationale windparken tot een andere uitkomst zal leiden als de worst-case aannames beter afgestemd zijn voor de ruige dwergvleermuis kunnen significante cumulatieve effecten niet worden uitgesloten	geen
Onderwaterleven	voor bodemdieren, vissen en zeezoogdieren kunnen cumulatieve effecten worden uitgesloten	geen
Scheepvaartveiligheid	het cumulatieve effect van de verschillende windparken op de mogelijke aanvaringen van schepen op turbines (schip-turbine) aanvaringen is beperkt. De totale verwachte aanvaaren aandrijffrequentie voor het scenario RK2030 is 0,56 , wat gelijk is aan eens per 1,8 jaar. Voor het scenario waarbij de versnelling van de ontwikkeling van windenergie is meegenomen loopt deze frequentie op naar 0,987, wat gelijk is aan eens per jaar	geen
Landschap en zichtbaarheid	op zee zijn nog meer parken gepland. Cumulatie kan optreden door de ontwikkeling van meerdere windparken die van ver als geheel waargenomen worden, waardoor de horizon 'vol' raakt. De windparken kunnen elkaar ook juist afschermen, doordat de windparken achter elkaar liggen. Windpark IJmuiden Ver zal nauwelijks bijdragen aan cumulatie vanwege de zeer geringe zichtbaarheid vanaf de kust	geen
Overige gebruiksfuncties	extra gebiedssluitingen zorgen ervoor dat het areaal voor visserij kleiner wordt, minder locaties zijn om olie- en gas te winnen, bagger te storten of te recreëren. De effecten hiervan zijn gering door de ontwikkeling van kavel IV. Deze cumulatieve effecten hebben geen effect op het kavelbesluit	geen

14.5 Grensoverschrijdende effecten

Met betrekking tot grensoverschrijdende effecten zijn de effecten op vogels en zeezoogdieren van belang. Hier wordt onderstaand op ingegaan.

Vogels

Langs de Britse oostkust bevinden zich kolonies van broedende zeevogels. Een deel van deze broedvogels zou windpark IJmuiden Ver kavel IV tijdens foerageertochten vanuit de kolonies kunnen bereiken. Wanneer deze vogels, na realisatie van het windpark IJmuiden Ver dit gebied voortaan mijdt, is er sprake van habitatverlies. Gezien de ligging van het windpark, ver uit de kust van Engeland, zullen de aantallen broedvogels die het gebied zouden kunnen bezoeken, gering zijn. Voor de Jan-van-gent geldt, dat hoewel vogels tot ruim 200 km van hun kolonie kunnen gaan foerageren, verreweg de meeste vogels dit op veel kleinere afstanden doen, waardoor maar zeer weinig vogels vanuit Britse kolonies het windpark zullen bereiken (Wakefield et al. 2013). Voor deze beide soorten is habitatverlies voor broedvogels door IJmuiden Ver daarom verwaarloosbaar klein. Voor alle andere Britse, Belgische en Duitse broedvogels geldt dat windpark IJmuiden Ver buiten hun foerageerrange ligt. Hierdoor zijn significante effecten op broedvogels van buitenlandse kolonies uit te sluiten.

Zeezoogdieren

Significante effecten van windpark IJmuiden Ver kavel IV en de cumulatie van alle windparken (inclusief internationale windparken) op zeezoogdieren zijn uitgesloten (zie hoofdstuk 9). Dat betekent dat er geen sprake is van wezenlijke grensoverschrijdende effecten.

14.6 Mitigerende maatregelen

Na toetsing kan voor vrijwel elk aspect 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, zoals de (in de effectbeoordeling betrokken) onderwatergeluidsnorm. 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 middel van de maatregelen die worden gepresenteerd in onderstaande tabel. Het zijn dus maatregelen die aanvullend genomen kunnen worden. Besluitvorming over welke mitigerende maatregelen genomen worden vindt plaats in het kavelbesluit.

Tabel 14.13 Mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijk toepasbare mitigerende maatregelen
Morfologie en hydrodynamica	er treden geen wezenlijke effecten op. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig	geen
Vogels en vleermuizen	significant negatieve effecten op vogels kunnen worden uitgesloten, de staat van instandhouding van vogels wordt niet aangetast. Door cumulatie kunnen negatieve effecten op de staat van instandhouding van de ruige dwergvleermuis niet uitgesloten worden	om het aantal vogel aanvaringslachtoffers te beperken zijn diverse mitigerende maatregelen mogelijk. In grote lijnen komen de opties voor mitigatie neer op de volgende maatregelen: 1. verhogen zichtbaarheid van de turbines 2. toepassing slim cameradetectiesysteem gekoppeld aan stilstandvoorziening 3. periodieke stilstandvoorziening in de meest kritische perioden

Aspect	Effect	Mogelijk toepasbare mitigerende maatregelen
		<p>4. keuze turbinetype met gunstiger verhouding tussen energieopbrengst en aantal aanvaringssslachtoffers (tiplaagte)</p> <p>voor vleermuizen is het verhogen van de cut-in speed (de windsnelheid waarbij de turbine gaat draaien) een effectieve vorm van mitigatie. De mogelijkheden en noodzaak van een dergelijke stilstandvoorziening dienen aan de hand van de relatie tussen vliegactiviteit en windsnelheid nader te worden uitgewerkt</p>
Onderwaterleven	er treden geen significant negatieve effecten op onderwaterleven op als gevolg van de aanleg en ingebruikname van voor windpark IJmuiden Ver kavel IV indien de in de beoordeling betrokken onderwatergeluidsnorm en soft/slow start wordt toegepast. Hierdoor zijn geen aanvullende mitigerende maatregelen noodzakelijk. Er zijn mogelijk resterende negatieve effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren	er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken: <ul style="list-style-type: none"> - de oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of - de heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of - het aantal verstoringdagen (= het aantal funderingen) te beperken of - een andere, minder geluid producerende installatietechnieken gebruiken (bijvoorbeeld trillen, blue piling of schroeven)
Scheepvaartveiligheid	er treden geen significant negatieve effecten op scheepvaartveiligheid op als gevolg van de aanleg en ingebruikname van voor windpark IJmuiden Ver kavel IV. Wel zijn er beperkt negatieve effecten te verwachten	de volgende mitigerende maatregelen kunnen worden getroffen om effecten op de scheepvaartveiligheid te beperken: <ul style="list-style-type: none"> - als basis station, radar en VHF antenne - vessel Traffic Management - aanvullende markering en identificatie windturbines - inzet van een Emergency Towing Vessel - extra SAR-capaciteit - oliebestrijdingscapaciteit - fysieke beveiliging windparken
Landschap en zichtbaarheid	er treden geen wezenlijke effecten op. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig	geen
Overige gebruiksfuncties	er treden geen significant negatieve effecten op overige gebruiksfuncties op als gevolg van de aanleg en ingebruikname van voor windpark IJmuiden Ver kavel IV. Wel zijn er beperkt negatieve effecten te verwachten	de volgende mitigerende maatregelen kunnen de negatieve effecten op overige gebruiksfuncties beperken: <ul style="list-style-type: none"> - de onderste vlieghoogte van de helikopteroute verhogen - verleggen helikopteroute - uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie

14.7 Voorkeursalternatief

Op basis van de beoordeling van de alternatieven kan gekomen worden tot een voorkeursalternatief, die vast wordt gelegd in het kavelbesluit. Hiervoor is inzicht nodig in de bandbreedte die is beschouwd en de te nemen mitigerende maatregelen.

Een deel van de te nemen mitigerende maatregelen en/of normen is al bepaald in het KEC 4.0 en tot uitdrukking gebracht in de te hanteren bandbreedte van de alternatieven. Het betreft bijvoorbeeld de norm voor onderwatergeluid. In het MER is het uitgangspunt gehanteerd dat deze maatregelen bindend worden vastgelegd in het kavelbesluit. Op basis van dit MER zijn verder mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen (zie paragraaf 14.6).

Onderstaande tabel geeft aan welke maatregelen genomen moeten worden om tot een toelaatbaar effect te komen van de aanleg en exploitatie en windenergiegebied IJmuiden Ver kavel IV. Deze maatregelen dienen ook vastgelegd te worden in het kavelbesluit.

Tabel 14.14 MER-onderzoek en bepalen uit te geven bandbreedte

Aspect	Effect	Toelaatbaarheid	Maatregelen	Vast te leggen in kavelbesluit
vogels	het aantal aanvaringen per soort per jaar is opgenomen in tabel 8.10	er is geen sprake van een overschrijding van de 1 %-norm	stilstandvoorziening, tiplaaftte verhoging	nee, niet aan de orde want het effect is toelaatbaar en de maatregel heeft drastische gevolgen voor het voornemen
	barrièrewerking met als gevolg dat vogels moeten omvliegen	effect is in casu marginaal en toelaatbaar	aanpassing omtrek windpark	nee, niet aan de orde want het effect is toelaatbaar en de maatregel heeft drastische gevolgen voor het voornemen
vleermuizen	aantal aanvaringen bedraagt 50 per jaar bij alternatief A en 67 per jaar bij alternatief B	er is geen sprake van een overschrijding van de 1 %-norm bij kavel VI, significante effecten in cumulatie kunnen niet worden uitgesloten	verhogen van de cut-in windspeed ¹ in risicoperiode	ja, om effecten zo veel mogelijk te beperken
bruinvissen en zeehonden	aantal dierverstoringsdagen is opgenomen in tabel 9.8, tabel 9.9, tabel 9.10 en tabel 9.11	er is geen sprake van significante effecten op populaties bruinvissen en zeehonden, mits de geluidsnorm, soft start en ADD worden toegepast	maximaal niveau onderwatergeluid van 164 dB μ Pa _{2s} SEL _{ss} (op 750 m van de geluidsbron) bij heien	ja, in de vorm van de geluidsnorm 164 dB μ Pa _{2s} SEL _{ss} (op 750 m van de geluidsbron) bij heien

14.8 Leemten in kennis

Het uitgangspunt voor het MER is dat de meest actuele en best beschikbare kennis ter zake wordt gehanteerd. In deze paragraaf wordt aangegeven welke belangrijke informatie niet beschikbaar is en welke gevolgen dit heeft voor de effectbepaling en -beoordeling. De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van de ontwikkeling van windenergiegebied IJmuiden Ver kavel IV. Het is wel belangrijk om bij de besluitvorming inzicht te hebben in de onzekerheden die een rol hebben gespeeld bij de effectvoorspellingen. Onderstaand wordt dit nader toegelicht per thema.

Morfologie en hydrodynamica

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. De daadwerkelijke impact op de stratificatieprocessen en waterbeweging in de Noordzee van ontwikkelingen op het Nederlands continentaal plat zijn niet eenduidig te benoemen.

¹ De cut-in-windspeed is de gegeven windsnelheid waarbij de turbine begint te produceren. Onder deze snelheid draait de turbine in vrijloop. De cut-in windspeed varieert per turbintype, maar ligt doorgaans rond 3,5 m/s. Met een ingreep kan de cut-in-windspeed verhoogd worden.

Windturbines halen energie uit de wind en reduceren daardoor windsnelheden benedenstreams van de turbines. Het is bekend dat dit een de ontwikkeling van windgolven beperkt (reductie in golfhoogten), met name bij kortere strijklengtes wanneer golven nog niet volledig ontwikkeld zijn. Er is nog weinig bekend over het effect van deze, relatief beperkte, reductie in golfhoogte op de morfologische ontwikkeling van de zeebodem op de Noordzee. Dit is onderwerp van nader academisch onderzoek.

Vogels en vleermuizen

De leemten in kennis die uit voorgaande beoordelingen volgen zijn:

- er spelen onzekerheden ten aanzien van de ontwijkingskansen, i.e. de kans dat een vogel succesvol een turbine weet te ontwijken. Aanvaringsmodellen zijn zeer gevoelig voor de ontwijkingskansen: ter illustratie, een ontwijking van 98 % levert een dubbele mortaliteit op ten opzichte van een ontwijking van 99 %. Onzekerheden hebben onder andere betrekking op verschillen tussen ontwijking buiten het windpark (macro-avoidance) en daarbinnen (meso- en micro-avoidance), verschillen tussen horizontale en verticale ontwijking, de invloed van lokale omstandigheden, etc. Voor een recent overzicht van de leemten in kennis ten aanzien van ontwijking, zie Cook et al. (2018);
- naast de ontwijkingskans is ook de vlieghoogteverdeling een belangrijke parameter die van invloed is op de uiteindelijke mortaliteit. Aangezien veel zeevogels met name in de lagere hoogteklassen vliegen, is het percentage vliegbewegingen rondom de tiplaagte van grote invloed op het aantal berekende aanvarings-slachtoffers. Conform het KEC 4.0 is voor de meeste soorten gebruik gemaakt van de data van Johnston et al. (2014) maar voor jan-van-gent en grote mantelmeeuw zijn aanvullende data gebruikt. Het is niet bekend in hoeverre de gebruikte dataset tot verschuivingen in het berekende aantal slachtoffers heeft geleid;
- in tegenstelling tot windparken op land is het bij offshore windparken niet mogelijk om de aantallen slachtoffers nauwkeurig te monitoren d.m.v. veldonderzoek. Mogelijk kunnen technieken als het gebruik van sensoren en camera's deze kennisleemte de komende jaren verder helpen invullen;
- voor trekvogels ontbreekt soortspecifieke informatie over de trekbewegingen over zee, zoals de exacte routes, herkomst, aantallen en vlieghoogtes;
- op het moment van opstellen van dit MER staat de Acceptable Level of Impact (ALI) ter discussie. Het is mogelijk dat uit nieuwe aanvaringsberekeningen blijkt dat cumulatieve effecten op bepaalde soorten niet kunnen worden uitgesloten;
- in milieueffectrapportages van offshore windparken wordt habitatverlies normaliter gekwantificeerd op basis van de aanname dat 10 % sterfte plaatsvindt onder verstoorde vogels, wat wordt opgeteld bij de sterfte door aanvaringen. De effecten van verstoring zijn echter soortspecifiek en het is onbekend in welke mate deze aanname overeenkomt met de werkelijkheid;
- data ontbreken ten aanzien van verstoring en barrièrewerking tijdens de aanlegwerkzaamheden;
- langetermijneffecten zijn niet bekend, zeker in cumulatie met de realisatie van andere windparken en overige activiteiten op de Noordzee;
- de aanvaringsrisico's onder vleermuizen bij offshore windparken zijn niet goed bekend. Bij windparken op land is in de laatste jaren veel gemonitord op slachtoffers onder vleermuizen, maar dit is niet mogelijk bij windparken op zee (zie boven). De mortaliteit is dus gebaseerd op expert judgement en niet op monitoringsgegevens;
- een wezenlijke kennisleemte heeft betrekking op de aantallen vleermuizen die over de Noordzee trekken. Het gaat hierbij vooral om ruige dwergvleermuis, en in mindere mate om rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis die in veel lagere aantallen offshore worden waargenomen. Vanwege deze kennisleemte is het niet goed mogelijk om de populatiegrootte te duiden waartegen de sterfte kan worden afgezet.

Onderwaterleven

Bodemdieren en vissen

Over de mogelijke gevolgen van de trillingen die ontstaan bij de aanleg van windparken op schelpdieren (zoals de platte oester) is bijvoorbeeld weinig bekend. Het (potentieel) voorkomen van deze soort in en rond het plangebied is uitgesloten, waardoor dit effect nu niet beschouwd is. Voor toekomstige windparken is dit onderwerp mogelijk wel relevant. Het is onzeker of de huidige kennisbasis dan afdoende is om negatieve effecten volledig uit te kunnen sluiten. Ook is de kennis over de effecten van elektromagnetische velden op

zeezoogdieren, vissen en bodemdieren beperkt, hoewel deze effecten in alle waarschijnlijkheid in het geval van de infield kabels klein zullen zijn.

Bodemdieren en vissen zijn ook van belang als voedsel voor trofisch hogere soorten. Belangrijke kenniselementen zijn:

- aanwezigheid van zandkokerwormriffen (*Sabellaria*) in het gebied;
- specifieke verandering van vis- en bodemgemeenschappen als gevolg van het gebruik en de aanleg van het windpark;
- bestaande studies geven inzicht in mogelijke veranderingen in soortensamenstelling (Degraer et al., 2018; Leewis et al., 2018; Reubens et al., 2013). Deze zijn slecht met elkaar te vergelijken door verschil in methodiek. Ook blijkt de variatie in de gemeenschappen zeer groot te zijn en over de jaren continu aan verandering onderhevig, waardoor eenduidige conclusies lastig te trekken zijn. Onderzoek naar dit onderwerp zal vooral moeten bijdragen aan wetenschappelijke zekerheid waarmee kan worden gesteld of er een verandering in gemeenschap verwacht mag worden, en wat voor gemeenschap dat dan is;
- (kwantificatie van het) belang van vis- en bodemgemeenschappen voor trofisch hogere soorten en doorwerking van de verandering de gemeenschappen;
- cumulatieve gevolgen van veranderingen in de gemeenschappen van meerdere windparken in de Noordzee;
- effecten van gebruik en aanleg van het windpark op zoöplankton (zowel holoplankton (soorten die altijd planktonisch blijven), als de larven (die uitgroeien tot vissen, bodemdieren of andere organismen);
- eerste modeleringen tonen aan dat op de schaal van de internationale Noordzee bij de aanleg van een groot aantal windparken in 2050, mogelijk een sterke verandering van primaire productie (fytoplankton) kan optreden (van Duren et al., 2021);
- de doorwerking naar de volgende trofische lagen (te beginnen bij zoöplankton) is nog niet nader onderzocht;
- de kans dat een sterke verandering in het Nederlands deel van de Noordzee optreedt is minder groot, omdat de mate van stratificatie beperkt is;
- het potentiële effect is echter zeer groot, aangezien het effect grootschalig is (enkele 100 km²), seizoensgebonden optreedt gedurende het gebruik van het windpark (permanent effect), en aangrijpt aan het fundament van het ecosysteem (primaire productie).

Zeezoogdieren

Bij het bepalen van populatie-effecten voor zeezoogdieren gelden er diverse onzekerheden. Dit kunnen onzekerheden zijn over de aard en het tempo van technische ontwikkelingen. Of het feit dat er over een bepaalde parameter weinig of vrijwel niets bekend is. Onzekerheden bij het bepalen van populatie-effecten gaan over (zie voor nadere toelichting paragraaf 7.8):

- de kwantificering van brongeluid en geluidpropagatie in het Aquarius 4 model;
- dosis-responsrelatie voor verstoring/gedragsverandering;
- nauwkeurige schatting van het aantal verstoorde bruinvissen in verschillende tijden van het jaar;
- nauwkeurige schatting van het aantal verstoorde zeehonden rekening houdend met plaats-trouw;
- doorvertalen van effecten op individuele bruinvissen naar populatie-effecten (iPCoD);
- de omvang van de gevoelige deelpopulatie van bruinvissen (vulnerable subpopulation);
- doorvertaling van bruinvisverstoring naar effecten op vital rates;
- aannames in iPCoD model over populatieontwikkeling en demografische parameters;
- toepassen van Interim PCoD model voor het doorvertalen van effecten op gewone en grijze zeehonden.

Daarnaast zijn er nog overige onzekerheden te benoemen, gerelateerd aan de toepasbaarheid van alternatieve installatietechnieken, het toepassen van andere funderingstypen en continue geluid. Onderstaand wordt hier nader op ingegaan.

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 monopaal 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 trillamers geldt bovendien dat gegevens over de aard van het geproduceerde geluid (frequentie-inhoud en niveaus) nog grotendeels ontbreken. In het SIMOX project (Sustainable Installation of XXL Monopalen) 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 monopalen beschikbaar te hebben.

Continu geluid dat, met name door schepen, wordt geproduceerd tijdens de constructie- en operationele fase

Resultaten van recent onderzoek dat voorafgaand aan de werkelijke heilwerkzaamheden 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 heillocatie 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 als gevolg van (ongemitigeerd) heigeluid. In een zeer recente studie werd gerapporteerd dat scheepsgeluid bij bruinvissen tot verstoringafstanden van circa 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 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).

Verschiedende 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 monopalen op een duurzame en kosteneffectieve manier te verwijderen, worden nieuwe technieken ontwikkeld. Hydraulische extractie van monopalen is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopaal. Hierbij kan al het staal worden teruggewonnen en gerecycled. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase.

Scheepvaartveiligheid

In het kader van de doorgroei van windenergie op zee is in cumulatieve zin gekeken naar scheepvaartveiligheid. Door MARIN is een onderzoek uitgevoerd naar de scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen als gevolg van het gecombineerde effect van de autonome ontwikkeling, en de routekaarten wind op zee 2023 (MARIN, 2019) en inclusief de versnellingsopgave richting 2030 (MARIN, 2022). Naar aanleiding van onder andere deze onderzoeken is besloten een scheepvaart monitorings- en onderzoeksprogramma op te zetten om kennisleemten en hiaten in te vullen.

Mogelijk nader onderzoek dient plaats te vinden naar uitgangspunten wat betreft de uitstroom van bunkerolie van enkel- en dubbelwandige schepen, andere oorzaken van persoonlijk letsel dan een turbine dat op het dek valt, de effectiviteit van de inzet van Emergency Towing Vessels, het bewijkgedrag van de huidige generatie windturbines bij een aanvaring (huidige uitgangspunten zijn gebaseerd op een verouderd onderzoek (Barentse, 2000)) en de inrichting van het Vessel Traffic Management systeem.

Landschap en zichtbaarheid

Er zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd voor het aspect landschap die mogelijkwijs een zorgvuldige belangenafweging in de weg staan.

Overige gebruiksfuncties

Voor overige gebruiksfuncties zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die mogelijk een zorgvuldige belangenafweging in de weg staan. Voor archeologie en niet-gesprongen explosieven wordt in opdracht van de rijksoverheid nog nader onderzoek verricht. Dat is relevant voor de keuze van de exacte turbinelocaties. Voor reddingsoperaties in het kader van Search and Rescue (SAR) is onduidelijk in hoeverre inzet van SAR binnen windparken mogelijk is bij hoge windsnelheden.

14.9 Monitoring en evaluatie

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 verdere 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 Wet Milieubeheer.

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.

Eind 2016 is een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma opgeleverd waarin globaal de onderzoekslijnen voor de periode 2017-2023 zijn geschetst. Keuze van de onderzoekslijnen wordt bepaald door een afweging op twee tijdshorizonten:

- korte termijn (tot 2023): gericht op gebruik van de resultaten in de geplande windparken. Centraal hierin staat het onderzoek naar de aannames die in de ecologische beoordeling voor deze parken zijn gedaan. Daarnaast worden ook nut, noodzaak en effectiviteit onderzocht van de maatregelen die worden opgelegd aan de windsector om ecologische schade te beperken;
- lange termijn (na 2023): welke kennis is nodig om verdere uitbreiding van windparken op zee op een verantwoorde manier te kunnen laten plaatsvinden, wat zijn de te verwachten effecten van het verder uitbreiden van het aantal windparken op de Noordzee, waar precies kunnen ze komen en met welke mogelijke consequenties, hoe kunnen negatieve effecten in voldoende mate worden vermeden, etc.

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 hydrodynamica.

REFERENTIES

- ACRB. (2013). *Mogelijke morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark*.
- Albert, L., Deschamps, F., Jolivet, A., Olivier, F., Chauvaud, L., & Chauvaud, S. (2020). *A current synthesis on the effects of electric and magnetic fields emitted by submarine power cables on invertebrates*.
Opgehaald van <http://www.nature.com/articles/srep20540>
- Arcadis. (2019). *Geological Desk Study for the IJmuiden Ver Wind Farm Zone*. Arcadis Nederland B.V. and Geo-Engineering GmbH.
- Baptist, M., Tamis, J., Borsje, B., & Werf, J. (2008). *Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast*. Texel. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/376067>
- Barentse, J. (2000). *Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie*. . Jacobs Comprimio Nederland.
- Barfuss, K., Schulz-Stellenfleth, J., & Lampert, A. (2021). The Impact of Offshore Wind Farms on Sea State Demonstrated by Airborne LiDAR Measurements. *Journal of Marine Science and Engineering*, 644. doi:10.3390/JMSE9060644
Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/151273>
- Batsleer, J., Bleeker, K., Brunel, T., van Hal, R., & Staat, L. (2020). *Overzicht beschikbare gegevens ten behoeve van Nederlandse beleidsdoelen voor haaien en roggen*. IJmuiden. Opgehaald van <https://research.wur.nl/en/publications/7535ad2d-6c5b-46b6-be7d-a77421b86e13>
- Bedore, C. N., & Kajiura, S. M. (2013). Bioelectric fields of marine organisms: voltage and frequency contributions to detectability by electroreceptive predators. *Physiological and biochemical zoology: PBZ*, 298-311.
- Benhemma-Le Gall, A., Graham, I., Merchant, N., & Thompson, P. (2021). Broad-Scale Responses of Harbor Porpoises to Pile-Driving and Vessel Activities During Offshore Windfarm Construction. *Frontiers in Marine Science*. Opgehaald van <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.664724>
- Opgehaald van https://www.natura2000.nl/sites/default/files/gebieden_aanwijzing_en_archief/113/Besluit%20Voordelta.pdf
- Boonman, M., & Japink, M. (2022). *Bat curtailment IJmuiden Ver. Reducing bat mortality in offshore wind farm*. Culemborg: Bureau Waardenburg.
- Bos, O., & Tamis, J. (2020). *Evaluatie van OSPAR aanbevelingen voor bedreigde en/of achteruitgaande soorten en habitats in Nederland*. Den Helder. Opgehaald van <https://research.wur.nl/en/publications/601fcd46-bb2a-4c78-8219-5a35d1951af0>
- Bos, O., Witbaard, R., Lavaleye, M., Van Moorsel, G., Teal, L., Van Hal, R., . . . Nieuwenhuis, I. (2011). Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf A Marine Strategy Framework Directive perspective. *IMARES*. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/174045>
- Brown, C. (2005). *Report of the trials undertaken on March 22nd 2005 by the Maritime and Coastguard Agency and C Flight 22 Squadron Royal Air Force, RAF Valley, Anglesey*. the Maritime and Coastguard Agency.
Opgehaald van <https://www.natura2000.nl/gebieden/noordzee/bruine-bank>

- Carpenter, J. R., Merckelback, L., Callies, U., Clark, S., Gaslikova, L., & Baschek, B. (2016). Potential Impacts of Offshore Wind Farms on North Sea Stratification. *Plos One*. doi:10.1371/journal.pone.0160830
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020, december 29). *Vervijfvoudiging vleermuizen sinds 1986*. Opgehaald van CBS.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/53/vervijfvoudiging-vleermuizen-sinds-1986>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2021, mei 31). *11 procent energieverbruik in 2020 afkomstig uit hernieuwbare bronnen*. Opgehaald van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/22/11-procent-energieverbruik-in-2020-afkomstig-uit-hernieuwbare-bronnen#:~:text=Het%20verbruik%20van%20hernieuwbare%20energie,van%20het%20aandeel%20hernieuwbare%20energie>.
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2021, september 30). *Hernieuwbare Energie in Nederland 2020*. Opgehaald van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/aanvullende-statistische-diensten/2021/hernieuwbare-energie-in-nederland-2020?onepage=true>
- Opgehaald van <https://rugvin.nl/wp-content/uploads/2013/07/Bruinvisbeschermingsplan.pdf>
- Coolen, J. W., Bittner, O., Driessen, F. M., van Dongen, U., Siahaya, M. S., de Groot, W., . . . van der Weide, B. (2020). Ecological implications of removing a concrete gas platform in the North Sea. *Journal of Sea Research*, 101968. doi:10.1016/j.seares.2020.101968
- Dawson, B. (1981). *Fiel experiments on electrically evoked feeding responses in the dogfish, shark, mustelus-canis*. Woods Hole: Woods Hole Oceanographic Institution. doi:10.1575/1912/10254
- de Haan, D., Fosseidengen, J., Fjellidal, P., Burggraaf, D., & Rijnsdorp, A. (2016). Pulse trawl fishing: characteristics of the electrical stimulation and the effect on behaviour and injuries of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *ICES Journal of Marine Science*, 1157-1569. doi:<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw018>
- de la Vega et al, D. (2011). Software tool for the analysis of potential impact of wind farms on radiocommunication services. *2011 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)*, 1-5. doi:10.1109/BMSB.2011.5954959.
- Decisio. (2016). *Regionale effecten windmolenparken op zee: Maatschappelijke effecten en analyse regionaal economische impact*. Ministerie van Economische Zaken.
- Degraer, S., Carey, D. A., Coolen, J. W., Hutchinson, Z. L., Kerckhof, F., Rumes, B., & Vanaverbeke, J. (2020). Offshore Wind Farm Artificial Reefs Affect Ecosystem Structure and Functioning: A Synthesis. *Oceanography*, 48-57. Opgehaald van <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.405>
- Deltares. (2018). *Morphodynamics and scour mitigation for Hollandse Kust (Noord) Wind Farm Zone*. Deltares.
- Deltares. (2020). *Geological- study Hollandse Kust (Zuid) Wind Farm Zone*. Deltares.
- Deltares. (2021). *Ecosystem effects of large upscaling of offshore wind on the North Sea*.
- DHI. (2019). *Meteocean desk study and database for Dutch Wind Farm Zones - Feasibility level study for IJmuiden Ver, Ten Noorden van de Waddeneilanden & Hollandse Kust (west)*.
- Dong, G., Li, Z., Qin, J., & Yang, X. (2022). How far the wake of a wind farm can persist for? *Theoretical and Applied Mechanics Letters*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.taml.2021.100314>
- Duijns, S., Helberg, M., Verstraete, H., Stienen, E., & Fijn, R. (2020). *Origin of large gulls in the North Sea: Analysis based on ring recoveries*. Culemborg: Bureau Waardenburg. Opgehaald van <https://www.walvisstrandingen.nl/soort/dwergvinvis>
- Opgehaald van <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2010.0468>
- EMD - WindPro. (2010). *WindPRO 2.7 User Guide*. Aalborg: EMD International A/S.
- EMD - WindPro. (2019). *KNMI North Sea Wind (KNMI-KNW)*. Opgehaald van WindPro: [https://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=KNMI_North_Sea_Wind_\(KNMI-KNW\)](https://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=KNMI_North_Sea_Wind_(KNMI-KNW))
- Energy Solutions. (2018). *Berekening specifieke magneetveldzone Hollandse Kust (noord) en Hollandse Kust (west Alpha)*. Opgehaald van <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1700564114>

- Fischereit, J., Guo Larsen, X., & Hahmann, A. (2022). Climatic Impacts of Wind-Wave-Wake Interactions in Offshore Wind Farms. *Front. Energy Res.* doi:10.3389/fenrg.2022.881459
- Foxwell, D. (2019, April 18). *Circa 20-MW turbines cleared for use on Dogger Bank*. Opgehaald van Riveira: <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/circa-20-mw-turbines-cleared-for-use-on-dogger-bank-54976>
- Geelhoed, S. C., & Scheidat, M. (2018). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017.
- Geelhoed, S. C., Scheidat, R., van Bemmelen, R. S., & Aarts, G. (2013). Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010-March 2011.
- Geelhoed, S., & van Polanen Petel, T. (2011). *Zeezoogdieren op de Noordzee : achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/189141>
- Geelhoed, S., Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, H. (2020). *Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019*. Den Helder. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/563620>
- GEOxyz. (2021). *Geophysical Survey - IJmuiden Ver Wind Farm Zone*.
- Gill, A., Bartlett, M., & Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of fish biology*, 664-695. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x>
- Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020, 6). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.
- Green Giraffe. (2019). *LCOE impact of seabed fishing in OWFs*.
- Haapala, K. R., & Prempreeda, P. (2014). Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind turbines. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, 170-185.
- Hammond, P. S., Berggren, P., Benke, H., Borchers, D. L., Collet, A., Heide-Jørgensen, M. P., . . . Øien, N. (2002). Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology*, 360-376. Opgehaald van <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2664.2002.00713.x>
- Hansen, S., Höschle, C., Diederichs, A., Nehls, G., Laczny, M., & Piper, W. (2013). *Offshore-Testfeld Alpha ventus Fachgutachten Meeressäugtiere 2*. Untersuchungsjaar Der Betriebsphase. Opgehaald van <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/6/2/025102>
- Helpdesk Water. (2022). Opgehaald van <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/?Bgrldt=183431>
- Herman, P., & van Rees, F. (2021, 12). *Mapping Reef forming North Sea Species*.
- Howard, M., & Brown, C. (2004). MCA and QinetiQ Ltd.
- Hutchison, Z. L., Gill, A. B., Sigray, P., He, H., & King, J. W. (2020). Anthropogenic electromagnetic fields (EMF) influence the behaviour of bottom-dwelling marine species. *Scientific Reports*, 4219. Opgehaald van <https://www.nature.com/articles/s41598-020-60793-x#article-info>
- Hvidt, C., Leonhard, S., Klausstrup, M., & Pedersen, J. (2006). *Fish at the cable trace. Nysted Offshore Wind Farm. Final report 2004*.
- ICAO. (2016). *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation*. Montréal: ICAO.
- IDON. (2004). *Noordzee-atlas* (Vol. ISBN: 90-369-3468-0). Opgehaald van <https://academic.oup.com/icesjms/article/68/1/43/631084>
- Jak, R., & Glorius, S. (2017). *Macrobenthos in offshore wind farms : a review of research, results and relevance for future developments*. Den Helder. Opgehaald van <https://research.wur.nl/en/publications/30bdca91-6754-49ff-9b98-d85eb4b1a0ec>
- Jak, R., Bos, O., & Lindeboom, H. (2009). *Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee*. Den Helder. Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/382504>

- Kalmijn, A. J. (1982). Electric and Magnetic Field Detection in Elasmobranch Fishes. *New Series*, 916-918. Opgehaald van <https://www.jstor.org/stable/1689048>
- Kastelein, R. A., Van de Voorde, S., & Jennings, N. (2018). Swimming Speed of a Harbor Porpoise (*Phocoena phocoena*) During Playbacks of Offshore Pile Driving Sounds. *Aquatic Mammals*, 92-99. doi:10.1578/AM.44.1.2018.92
- Klimaatakkoord. (2021, december 29). *Productie hernieuwbare energie groeit 13 procent*. Opgehaald van KNMI Klimaatsignaal'21
- KNMI. (2021, oktober 25). *KNMI Klimaatsignaal'21*. Opgehaald van KNMI.nl: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21>
- Koldenhof, Y. (2022). *SAMSON analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040*. MARIN.
- Kristensen, S., Deigaard, R., & Christensen, E. (2014). Impact of an offshore wind farm on wave conditions and shoreline development. *34th International Conference on Coastal Engineering*. Seoul: Abstract Book of the 34th International Conference on Coastal Engineering.
- Leemans MSc., J., & Gyimesi, A. (2022). Avoidance rates of northern gannet in offshore wind farms in the southern North Sea. Opgehaald van <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/100124>
- Opgehaald van <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960982221004760>
- MARIN. (2019). *Wind op zee 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen*. MARIN 31132-3-MSCN-rev.1.0. 13 mei 2019. doi:https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/166436/wind_op_zee_2030_gevolgen_voor_scheepvaartveiligheid_en_mogelijke_mitigerende_maatregelen.pdf
- MARIN. (2022). *SAMSON-analyse Wind op Zee; Versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2030*. MARIN, 31797-1-MO-rev.0.2, 7 maart 2022.
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2020). *Nationale Omgevingsvisie*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en .
- Ministerie van Defensie, Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie. (2020, mei 27). *Bathymetrie Nederlands deel van de Noordzee dieper dan 10 m LAT*. Opgehaald van Nationaalgeoregister: <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/a322184d-6285-4856-bb78-f450b30ffc0e?tab=general>
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2022). *Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030*. Den Haag: EZK. Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2022/06/21/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030.pdf>
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2022). *Conceptnotitie reikwijdte en detailniveau milieueffectrapporten kavelbesluiten V en VI windenergiegebied IJmuiden Ver*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Opgehaald van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022-06/C-NRD-milieueffectrapporten-Wind-op-zee-Kavels-V-en-VI-IJmuiden-Ver.pdf>
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022). *Programma Noordzee 2022-2027*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Economische Zaken en Klimaat. (2015). *Nationaal Waterplan 2016-2021*.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (sd). *Winning van zand Noordzee 2018-2027*. Opgehaald van <https://www.platformparticipatie.nl/zandwinningnoordzee/default.aspx>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2004). Opgehaald van https://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Visserij/pdf/schelpd-besl-8-2-07_01.pdf
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2022, november). *Beleid voor mosselzaadinvalinstallaties (MZI's) 2021 t/m 2026*. Opgehaald van open.overheid.nl: <https://open.overheid.nl/repository/roni-63e66edc-995c-43a3-b5f8-32bd2e193f65/1/pdf/20292513%20bijlage%201.pdf>

- Mol, A., van Oostenbrugge, H., & Hintzen, N. (2019). *Wind op Zee; Bepaling van de waarde van geplande windparkgebieden voor de visserij*. LEI Performance and Impact Agrosectors. Wageningen Economic Research.
- Nachtsheim, D. A., Viquerat, S., Ramirez-Martinez, N. C., Unger, B., Siebert, U., & Gilles, A. (2021). *Small Cetacean in a Human High-Use Area: Trends in Harbor Porpoise Abundance in the North Sea Over Two Decades*. *Frontiers in Marine Research*. Opgehaald van <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.606609>
- Naisbett-Jones, L. C., Putman, N. F., Stephenson, J. F., Ladak, S., & Young, K. A. (2017). *A Magnetic Map Leads Juvenile European Eels to the Gulf Stream*. Opgehaald van <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960982217302841>
- Opgehaald van file:///C:/Users/909923/Downloads/natura_2000_beheerplan_voordelta_2015-2021_5002.pdf
- Opgehaald van <https://www.bij12.nl/assets/Noordzeekustzone-beheerplan.pdf>
- Opgehaald van <https://www.bij12.nl/assets/Waddenzee-beheerplan.pdf>
- NLOG. (2022, april). *Bestanden interactieve kaart*. Opgehaald van Nederlands Olie- en Gasportaal: <https://www.nlog.nl/index.php/bestanden-interactieve-kaart>
- NLR. (2016). *Offshore windturbinezog en veilige helikopteroperaties Bepaling veilige afstand helikopters t.o.v. een windturbinepark*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Opgehaald van <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0194174>
- Noordzeeloket. (2022). *Kader Ecologie en Cumulatie*. Opgehaald van noordzeeloket.nl: <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/>
- Normandeau, Tricas, Timothy; Gill, Andrew;. (2011). *EFFECTS OF EMFS FROM UNDERSEA POWER CABLES ON*. Bedford, NH: U.S. Department of the interior. Opgehaald van https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/EMF_from_Undersea_Power_Cables_on_Elasmobranchs.pdf
- Nyqvist, D., Durif, C., Gullikstad Johnsen, M., De Jong, K., Forland, T. N., & Sivle, L. D. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research*, 104888. Opgehaald van <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104888>
- Opgehaald van https://www.natura2000.nl/sites/default/files/gebieden_aanwijzing_en_archief/113/N2K113_OWB_Wijzigingsbesluit_aanwezige_waarden_Voordelta.pdf
- OSPAR. (2008). *OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats*. OSPAR. Opgehaald van <http://www.ospar.org/documents?d=32794>
- Opgehaald van <https://minlnv.nederlandsesoorten.nl/content/ospar-soort-van-initial-ospar-list-threatened-andor-declining-species-and-habitats>
- Opgehaald van <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0079337>
- Periplus Archeomare. (2020). *Archeological Desk Study - Wind Farm Zone IJmuiden Ver.*
- Periplus Archeomare. (2021). *An archaeological assessment of geophysical survey results*. Den Haag: RVO.
- Pondera Consult. (2020). *MER Kavel VII Windenergiegebied Hollandse Kust (West) eindversie*. RVO.
- Primo Marine. (2019). *Consequences of possible sea-bed fishery in future offshore wind farms*. RVO. Opgehaald van https://offshorewind.rvo.nl/file/download/41c7b140-7d17-4738-b424-b330f144d842/1564656645anc_20190801_primo%20marine_consequences%20of%20possible%20sea-bed%20fishery%20in%20future%20offshore%20wind%20farms-f.pdf
- Radio Holland. (2012). *Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee: Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee*. Prinses Amaliawindpark en Noordzeewind.
- REASeuro. (2020). *Desk Top Study Unexploded Ordnance (UXO) Wind Farm Zone IJmuiden Ver.* RVO. Opgehaald van <https://offshorewind.rvo.nl/file/download/80c86486-dae1-4a26->

- 9b95-b743a9cc4576/1589543199ijv_20200515_reaseuro_uxo%20desk%20study_report-f.pdf
- Opgehaald van <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141113613001050>
- Richardson, W., Jr, C., Malme, C., & Thomson, D. (2013, 10). *Marine Mammals and Noise*. Academic Press.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2013, november 21). *Protocol monitoring hernieuwbare energie*. Opgehaald van RVO.nl: <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/beleid-duurzame-energie/protocol-monitoring-hernieuwbare-energie>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2018, augustus 27). *Windparken op de Noordzee*. Opgehaald van <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/windenergie-op-zee/actieve-windparken>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019, november 6). *Net op zee - IJmuiden Ver Alpha*. Opgehaald van RVO.nl: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-alpha>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019, november 7). *Net op zee - IJmuiden Ver Beta*. Opgehaald van RVO.nl: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-beta>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2021, januari 27). *Wind op zee - Kavels VI en VII Hollandse Kust (west) - fase 1*. Opgehaald van RVO.nl: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hollandse-kust-%28west%29-kavels-vi-en-vii/fase-1>
- Rijksoverheid. (2022). *Aanvullend ontwerp Programma Noordzee 2022-2027*. Opgehaald van open.overheid.nl: <https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/198522/programma-noordzee-2022-2027-web-toegankelijk.pdf>
- Rijksoverheid. (sd). *Windenergie op zee*. Opgehaald van [https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie-op-zee#:~:text=Toekomstige%20windparken%20\(ongeveer%2010%20GW\)&text=Hollandse%20Kust%20\(west\)%20\(1400,IV%20Vattenfall%20\(760%20MW\)%3B](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie-op-zee#:~:text=Toekomstige%20windparken%20(ongeveer%2010%20GW)&text=Hollandse%20Kust%20(west)%20(1400,IV%20Vattenfall%20(760%20MW)%3B)
- Rijkswaterstaat. (2018). *Gedragscode voor veilig varen door windparken*. Opgehaald van <http://waterrecreatienederland.nl/content/uploads/2018/03/gedragscode-doorvaart-windparken.pdf>
- Rijkswaterstaat. (2019). *Kader Ecologie en Cumulatie 3.0: Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de routekaart windenergie op zee tot 2030*.
- Rijkswaterstaat. (2022). *Framework for Assessing Ecological and Cumulative Effects (KEC) 4.0 for the roll-out of offshore wind energy and wind farm zones (Éxtra Task 2030+)*.
- Rijkswaterstaat Zee en Delta. (2015). *Uitwerking besluit doorvaart en medegebruik van windparken op zee in het kader van Nationaal Waterplan 2016 - 2021*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Royal Haskoning. (2005). *EIS, SEA and Habitat Assessment for BritNed Interconnector*. BritNed Development Limited. Opgehaald van https://www.eib.org/attachments/pipeline/20070229_nts_en.pdf
- Scheidat, M., Aarts, G., Bakker, A., Brasseur, S., Carstensen, J., van Leeuwen, P., . . . Verdaat, H. (2012). *Assessment of the Effects of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ) for Harbour Porpoise (comparison T0 and T1)*. Wageningen: IMARES. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/255165>
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J., & Reijnders, P. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research*, 025102. doi:10.1088/1748-9326/6/2/025102
- Opgehaald van <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v538/p185-195/>
- Snoek, R., Böhm, C., Didden, K., Lengkeek, W., Driessen, F., & Maathuis, M. (2020). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea - Phase 2 - Pilot field study*.
- Snoek, R., de Swart, R., Didden, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea - Phase 1 - Desk Study*.

- Sociaal Economische Raad. (sd). *Wat is het Energieakkoord?* Opgehaald van ser.nl: <https://www.ser.nl/nl/thema/energie-en-duurzaamheid/energieakkoord/wat>
- Opgehaald van <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/400306>
- Sweco. (2017). *MER winning suppletiezand Noordzee 2018 tot en met 2027*. Rijkswaterstaat.
- Taormina, B., Bals, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 380-391.
- Taormina, B., Quillien, N., Lejart, M., & et al. (2020). *Characterisation of the potential impacts of subsea power cables associated with offshore renewable energy projects*.
- Thal, J., Feldmann, S., & Brock, J. (2019). *Geological Desk Study for the IJmuiden Ver Wind Farm Zone*. RVO.
- The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. (2020). *Nature-Inclusive Design: a catalogue for offshore wind infrastructure*. The Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/518699>
- Opgehaald van <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0185353>
- Opgehaald van <https://link.springer.com/10.1007/s00227-020-03763-1>
- Thomsen, F., Gill, A., Kosecka, M., Andersson, M., André, M., Degraer, S., . . . Wilson, B. (2016, 4). *MaRVEN – Environmental Impacts of Noise, Vibrations and Electromagnetic Emissions from Marine Renewable Energy*.
- TNO. (sd). *INNOVATION TOWARDS 10-20 MW OFFSHORE WIND TURBINES*. Opgehaald van TNO.nl: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/energy-transition/roadmaps/renewable-electricity/wind-energy/cost-effective-windturbines-sea/10-20-mw-offshore-wind-turbines/>
- To70. (2020). *Effect of wind turbine wake turbulence on offshore helicopter operations in and around wind farms*. RVO. Opgehaald van https://www.heliservice.de/wp-content/uploads/2020/20200414_To70_Effect%20wind%20turbine%20wake%20turbulence%20on%20offshore%20helicopters%20in%20and%20around%20wind%20farms-F.pdf
- Tougaard, J., Carstensen, J., Wisz, M., Jespersen, M., Teilmann, J., Isted Bech, N., & Skov, H. (2006). *Harbour Porpoises on Hors Reef-Effects of the Hors Reef Wind Farm*.
- Tougaard, J., Hermannsen, L., & Madsen, P. T. (2020). How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2885-2893. Opgehaald van <https://doi.org/10.1121/10.0002453>
- Tricas, T. C., & Carlson, B. A. (2012). Electoreceptors and Magnetoreceptors. In *Cell Physiology Source Book (Fourth Edition)* (pp. 705-725). Elsevier. Opgehaald van <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387738-3.00041-X>
- Tweede Kamer der Staten-Generaal. (2011, december 22). *BRIEF VAN DE STAATSSECRETARIS VAN ECONOMISCHE ZAKEN, LANDBOUW EN INNOVATIE*. Opgehaald van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-29675-140.html>
- van Bemmelen, R. S., Leopold, M. F., & Arts, F. A. (2013).
- van Bemmelen, R., Leopold, M., & Arts, F. (2013). *Alken en zeekoeten op het Friese Front*. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/279480>
- van de Velde, I., Oei, A., & de Korte, T. (2019). *Kansen, risico's en kosten voor de visserij bij toestaan sleepnetvisserij in windenergiegebieden*. Ecorys.
- Van Der Reijden, K. J., Koop, L., O'flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., . . . Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Reserach*, 85-94. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008>
- van der Reijden, K., Hintzen, N., Govers, L., Rijnsdorp, A., & Olf, H. (2018). North Sea demersal fisheries prefer specific benthic habitats. *Plos One*. doi:10.1371/journal.pone.0208338
- van der Steen, A. (2017, september 2017). *NAM K17-FA-1*. Opgehaald van [werkenindeoffshore.nl: https://werkenindeoffshore.nl/nam-k17fa/](https://werkenindeoffshore.nl/nam-k17fa/)
- van der Steen, A. (2018, juni 28). *Wintershall P6-A*. Opgehaald van [werkenindeoffshore.nl: https://werkenindeoffshore.nl/wintershall-p6-a/](https://werkenindeoffshore.nl/wintershall-p6-a/)

- van der Veen, H. (2008). Natural and human induced seabed evolution. The occurrence of large-scale bed patterns and the effects of human activities on the North Sea seabed. *PhD*.
- van Oostveen, M. (2013). *Evaluatie Natura 2000-beheerplan: Voordelta 2008-2014*. Opgehaald van <https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/00000977.pdf>
- van Polanen Petel, T., Geelhoed, S., & Meesters, E. (2010). *Harbour porpoise occurrence in relation to the Prinses Amaliawindpark*. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/245231>
- Vanermen, N., Duijns, S., Bravo Rebolledo MSc, E., Buijs, i.-J., Courtens, W., Engels BSc, B., . . . Stienen, d. (2020). *Tracking lesser black-backed and herring gulls in the Dutch Delta and data on breeding success and foraging ecology*. Culemborg: Bureau Waardenburg.
- Wageningen University & Research. (2019). *Geschiktheid zeewindparken voor maricultuur en passieve visserij*. Wageningen Marine Research. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/475934>
- Wageningen University & Research. (2021). *Agrimatie*. Opgehaald van <https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&themaID=2286%20&>
- Wageningen University and Research. (2021, mei 4). *Ruige dwergvleermuis steekt in één nacht de Noordzee over*. Opgehaald van Wageningen University and Research: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/ruige-dwergvleermuis-steekt-in-een-nacht-de-noordzee-over.htm>
- Wagner, H.-J., Baack, C., Eickelkamp, T., Epe, A., Lohmann, J., & Troy, S. (2011). Life cycle assessment of the offshore wind farm alpha ventus. *Energy*, 2459-2464.
- Wang, H.-Y., Fang, H.-M., & Chiang, Y.-C. (2021). Study on the Coexistence of Offshore Wind Farms and Cage Culture. *Marine Fisheries and Ecosystem Modeling*. doi:10.3390/w13141960