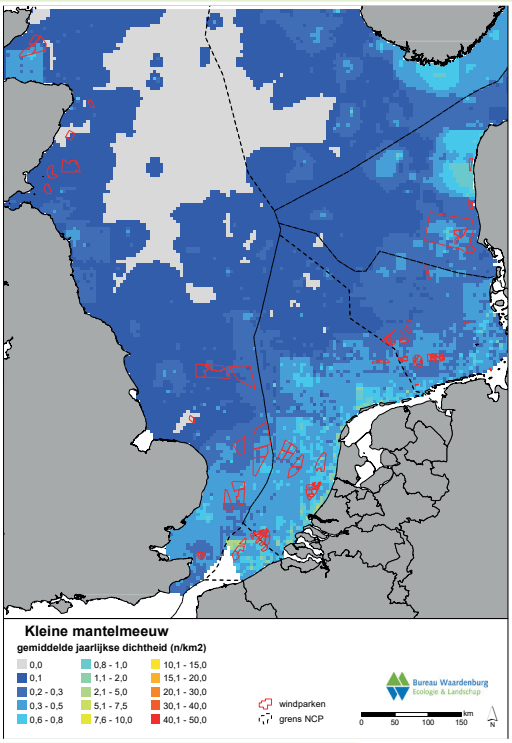
Actualisatie van KEC vogelaanvaring berekeningen volgens Routekaart 2030



A. Gyimesi
J.W. de Jong
A. Potiek
E.L. Bravo Rebolledo

Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Actualisatie van KEC vogelaanvaring berekeningen volgens Routekaart 2030

A. Gyimesi
J.W. de Jong
A. Potiek
E.L. Bravo Rebolledo

Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap

Actualisatie van KEC vogelaanvaring berekeningen volgens Routekaart 2030

dr. A. Gyimesi, ir. J.W. de Jong, dr. A. Potiek, E.L. Bravo Rebolledo MSc

Status uitgave: eindrapport

Rapportnummer:	18-290
Projectnummer:	18-0397
Datum uitgave:	17-12-2018
Projectleider:	dr. A. Gyimesi
Tweede lezer:	R.C. Fijn, MSc
Naam en adres opdrachtgever:	Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving (WVL)
	Postbus 2232, 3500 GE Utrecht
Referentie opdrachtgever:	Bestelnummer: 4500275998
Akkoord voor uitgave:	drs. H.A.M. Prinsen
Paraaf:	

Graag citeren als: Gyimesi, A., J.W. de Jong, A. Potiek & E.L. Bravo Rebolledo 2018. Actualisatie van KEC vogelaanvaring berekeningen volgens Routekaart 2030. Rapportnr. 18-290. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: windenergie, windpark, windgebied, offshore, Noordzee, cumulatie, zeevogels, trekvogels, slachtoffers

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.
Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving (WVL)
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de brancheverenigingNetwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.

Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

In maart 2018 is de Routekaart windenergie op zee 2030 gepubliceerd. Bureau Waardenburg is gevraagd om naar aanleiding hiervan berekeningen uit te voeren van het aantal geschatte vogelslachtoffers door aanvaringen van alle bestaande en geplande windparken uit de routekaart, cf. de methodiek in het rapport Voorziene effecten van Vervolgroutekaart windenergie op zee (2024 – 2030) op enkele vogelsoorten (Gyimesi *et al.* 2018b).

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Abel Gyimesi	berekeningen, rapportage, projectleiding;
Job de Jong	berekeningen, GIS behandelingen;
Astrid Potiek	berekeningen;
Elisa Bravo Rebolledo	rapportage;
Ruben Fijn	kwaliteitscontrole.

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hun uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitshandboek van Bureau Waardenburg. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg is ISO gecertificeerd.

Deze opdracht is begeleid door Martine Graafland van RWS. Suzanne Lubbe en Maarten Platteeuw (beide RWS) hebben inhoudelijke ondersteuning aan het project geboden. Dichtheden van zeevogels en bijhorende (virtuele)populatiegroottes in de Noordzee zijn door Jan-Tjalling van der Wal (WMR) geleverd. Wij danken allen voor de prettige samenwerking.

Inhoud

Voorwoord 3

1 Inleiding 7

2 Materiaal en methoden 9

2.1 Verspreidingsgegevens en fluxen 9

2.1.1 Zeevogels 9

2.1.2 Trekvogels 12

2.2 Slachtofferberekeningen 13

2.2.1 Vogel gerelateerde gegevens 13

2.2.2 Uitwijkingspercentages volgens ORJIP onderzoek 15

2.2.3 Windpark gerelateerde gegevens 15

2.3 Potential Biological Removal (PBR) berekening 16

2.4 Verschillen met het KEC 1.1 18

3 Resultaten aanvaringsslachtoffers 19

3.1 Zeevogels 19

3.1.1 Internationaal scenario 19

3.1.2 Nationaal scenario 20

3.1.3 ORJIP uitwijking 21

3.2 Trekvogels 22

3.3 Vergelijking met PBR 23

3.3.1 Zeevogels 23

3.3.2 Trekvogels 24

4 Discussie 27

5 Conclusies en aanbevelingen 29

5.1 Conclusies 29

5.2 Aanbevelingen 30

6 Literatuur 33

Bijlage A Dichtheidskaarten zeevogels internationaal scenario 35

Bijlage B Dichtheidskaarten zeevogels nationaal scenario 41

Bijlage C Windparkgegevens 47

Bijlage D Slachtoffers zeevogels per windpark internationaal scenario 49

Bijlage E Slachtoffers trekvogels per windpark 51

1 Inleiding

In het kader van het Kavelbesluit voor de uitrol van het SER akkoord zijn binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (verder in het rapport: KEC 1.1; 2015) aantallen aanvaringsslachtoffers berekend voor alle toekomstige windparken in de zuidelijke Noordzee (Rijkswaterstaat 2015). Bij deze exercitie zijn alle windparken toen “gevuld” met een standaard turbine van 3MW, in plaats van de werkelijk geplande turbines. Deze aantallen aanvaringsslachtoffers zijn vervolgens beoordeeld aan de hand van de Potential Biological Removal (PBR) van de betreffende populatie van de soort in de zuidelijke Noordzee. Voor de drie grote meeuwensoorten, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw overschreden de berekende aantallen slachtoffers de PBR. Bij een actualisatie van de berekeningen, met meer realistische windturbinetypes voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee, bleef alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Bovendien is in het kader van verschillende MER-studies duidelijk geworden dat de gecumuleerde aantallen slachtoffers uitsluitend in Nederlandse windenergiegebieden bij alle meeuwensoorten onder de Nederlandse PBR-norm blijven (Gyimesi *et al*. 2018a).

Sinds het voltooien van de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015) zijn echter ook de voorgenomen ontwikkelingen in het Wind op Zee programma in de Nederlandse gebieden van de Noordzee tot 2030 uitgewerkt. Zo zijn in Nederland nieuwe windenergiegebieden gedefinieerd, namelijk IJmuiden Ver, Hollandse Kust West en Ten Noorden van de Waddeneilanden, die in de cumulatieberekeningen van vogelslachtoffers ook meegenomen dienen te worden. Ook zijn sinds het opstellen van het KEC 1.1 (Rijkswaterstaat 2015) de internationale plannen voor windparkontwikkelingen concreter geworden en is ook nieuwe kennis ten aanzien van vlieggedrag van vogels in windparken en vliegroutes over de Noordzee beschikbaar geworden.

Voorliggend rapport heeft als hoofddoel om inzicht te geven in welke veranderingen in aantallen aanvaringsslachtoffers optreden na de actualisatie van het KEC 1.1 volgens het huidige KEC 3.0 scenario: dat wil zeggen volgens de meest recente plannen ten aanzien van windparklocaties en windturbinetypes in de centrale en zuidelijke Noordzee tot 2030. De huidige studie is uitgevoerd voor de soorten waarvan in het KEC 1.1 de aantallen slachtoffers de hoogste fractie van de PBR bereikten : jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, kleine zwaan, rotgans, bergeend, wulp en zwarte stern (Rijkswaterstaat 2015). In de berekeningen zijn zowel de meest recente verspreidingsgegevens (tot 2017), als nieuwe kennis over vlieggedrag en vliegroutes van vogels in offshore gebieden gebruikt. Op basis van de resultaten kon aangegeven worden of de PBR voor betreffende soorten overschreden zal worden uitgaande van de meest recente turbine specificaties in de geplande parken.

2 Materiaal en methoden

2.1 Verspreidingsgegevens en fluxen

Het hoofddoel van voorliggende studie was om met het Band model berekeningen van aanvaringsslachtoffers uit te voeren voor de soorten jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, drieteenmeeuw, kleine zwaan, rotgans, bergeend, wulp en zwarte stern. De basis inputparameter voor het Band model is de windpark-specifieke flux aan vogels die door een bepaald rotoroppervlak vliegt. Deze flux kan:

- gemeten worden, bijvoorbeeld met radar, camera of visueel;
- berekend worden, op basis van dichtheden lokale vogels of;
- geschat worden, op basis van flyway populatiegroottes, zoals bijvoorbeeld voor enkele trekvogels in voorliggende studie.

Voor *zeevogelsoorten* worden fluxen meestal berekend op basis van de lokale dichtheid van een soort, zoals bepaald met gegevens uit scheeps- en/of vliegtuigtellingen. Voor zeevogels zijn deze vogeldichtheden gebaseerd op verspreidingsgegevens ingewonnen tijdens de grote ESAS en MWTL monitoringsprogramma's (zie details hieronder). In voorliggende studie zijn nieuw bepaalde fluxen gebruikt ten opzichte van de KEC 1.1 (2015) berekeningen. De trekroutes van de *trekvogelsoorten* kleine zwaan en rotgans over de Noordzee zijn gebaseerd op GPS tracking data eerder gepubliceerd door Gyimesi *et al.* (2017b) en in dit rapport beschreven in §2.1.2. Specifieke trekroutes van de overige trekvogelsoorten (bergeend, wulp en zwarte stern) waren niet voorhanden. Voor deze soorten zijn de fluxen bepaald op basis van de schattingen van de flywaypopulatiegrootte (zie §2.3).

2.1.1 Zeevogels

De aanvaringsslachtofferberekeningen worden in voorliggende studie voor vijf zeevogelsoorten bepaald, te weten:

1. Grote mantelmeeuw
2. Kleine mantelmeeuw
3. Zilvermeeuw
4. Drieteenmeeuw
5. Grote jager

In de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015) is gewerkt met verspreidingsgegevens van vogels verzameld in de periode 1991 t/m 2014 tijdens de internationale ESAS monitoring (European Seabirds At Sea) en de Nederlandse MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) monitoring. Sinds deze berekeningen in het KEC 1.1 zijn er nieuwe teldata verzameld, die in voorliggende studie zijn opgenomen om de dichtheidsbepalingen van zeevogelsoorten te actualiseren.

Wageningen Marine Research (WMR) heeft voor het KEC 1.1 de ESAS en MWTL data van de periode 1991-2014 als basis gebruikt. Bureau Waardenburg beheert de meest recente data over het voorkomen van zeevogels op de Noordzee in de periode 2014-2017 (MWTL tellingen). Deze twee databases zijn in het kader van de huidige KEC actualisatie door WMR samengevoegd tot één gezamenlijk database om de dichtheden van zeevogels op dezelfde manier te kunnen bepalen.

In het KEC 1.1 zijn verschillende bestanden gebruikt voor verschillende soorten (Rijkswaterstaat 2015). Na de eerste berekeningen met een gecombineerde ESAS/MWTL dataset voor alle soorten, volgden namelijk nog twee iteraties. De eerste iteratie (Leopold *et al.* 2015) is op dezelfde dataset gebaseerd, maar hierin werden grote concentraties van jan-van-genten, noordse stormvogels, drieteenmeeuwen, zilvermeeuwen, grote mantelmeeuwen en kleine mantelmeeuwen achter viskotters in de ruimte verdeeld. De betrouwbaarheid van de analyses werd in de tweede iteratie (van der Wal *et al.* 2015) verder verhoogd door de dichtheidsberekeningen van grote meeuwen in Nederland uitsluitend op de MWTL vliegtuigtellingen te baseren. Schepen, dus ook onderzoekschepen van de tellingen, kunnen namelijk meeuwen aantrekken, en daardoor de dichtheidsbepalingen beïnvloeden.

Tijdens een workshop georganiseerd voor medewerkers van Rijkswaterstaat, Wageningen Marine Research en Bureau Waardenburg is vanwege grote verschillen in het offshore habitatgebruik tussen de soorten besloten om voor de verschillende zeevogelsoorten in het KEC 3.0 weer de verschillende iteratiemethodes van de KEC 1.1 studie te gebruiken bij de dichtheidsbepalingen en niet één bepaalde methode voor alle soorten (Bravo Rebolledo & Gyimesi 2018). Wel zijn de meest recente telgegevens van zeevogels (2014-2017) aan de dataset toegevoegd en is zowel een internationaal als nationaal scenario berekend. De twee scenario's hadden als doel om het effect van het aantal slachtoffers op verschillende deelpopulaties te beschouwen. Zo wordt volgens het internationale scenario het aantal slachtoffers in alle internationale windparken bepaald aan de hand van de dichtheidskaarten en wordt dit aantal slachtoffers afgezet tegen een bepaalde populatiegrootte die aan de hand van dezelfde dichtheidskaarten is berekend voor de zuidelijke en centrale Noordzee. Volgens het nationale scenario wordt het aantal slachtoffers in Nederlandse windparken dan weer afgezet tegen een populatie die aan de hand van de dichtheidskaarten voor het Nederlandse Continentaal Plat (NCP) is bepaald. In zowel het internationale- als het nationale scenario worden de populatiegroottes gebaseerd op een sommatie van tweemaandelijkse dichtheidskaarten (zie §2.3). Deze methode van berekening van populatiegrootte veronderstelt dus dat tijdens de tweemaandelijkse tellingen steeds andere individuen zijn geteld. Dit leidt in de werkelijkheid tot een overschatting van de populatiegrootte omdat individuen van zeevogelsoorten langer dan twee maanden in een bepaald gebied aanwezig kunnen zijn. De gepresenteerde populatiegroottes zijn dus virtueel en betreffen geen werkelijke populatieschattingen. Het doel van het bepalen van deze populatiegroottes was uitsluitend om het effect van het aantal slachtoffers dat gebaseerd was op de

dichtheidskaarten te toetsen op populatiegroottes die op basis van dezelfde dichtheidskaarten berekend waren (zie §2.3).

Internationaal scenario

Voor dichtheidsbepalingen in het internationale scenario zijn de internationale ESAS- en de Nederlandse MWTL-teldata van de zuidelijke- en centrale delen van de Noordzee over de periode 1991-2017 gebruikt. Er werd voor deze periode gekozen omdat ESAS tellingen voor 2000 frequenter zijn uitgevoerd dan daarna. Daarom bood de langere tijdsperiode meer betrouwbaarheid in de berekende gemiddelde dichtheden. In het internationale scenario zijn dichtheden van grote meeuwen in Nederland volgens de tweede iteratie (die beperkt zich tot het gebruik van de Nederlandse MWTL data) berekend (van der Wal *et al.* 2015) en buiten Nederland volgens de eerste iteratie (Leopold *et al.* 2015). Voor drieteenmeeuwen zijn berekeningen volgens de eerste iteratie (Leopold *et al.* 2015) uitgevoerd en voor grote jagers volgens het oorspronkelijke KEC 1.1 aanpak (zie tabel 2.1). De resulterende dichtheidskaarten voor de centrale en zuidelijke Noordzee zijn per zeevogelsoort in Bijlage A opgenomen.

Nationaal scenario

Het nationale scenario beperkt zich tot het Nederlandse deel van de Noordzee. In dit scenario zijn alle iteraties gebaseerd op tellingen (zowel ESAS als MWTL) uitgevoerd in de periode 2000-2017 (zie tabel 2.1). De reden hiervoor was dat de MWTL-tellingen vanaf 2000 uitgebreid zijn, waardoor de telinspanning hoger lag dan in de jaren daarvoor en daarna vrij constant is gebleven. Bovendien geeft deze recentere datareeks een beter beeld van de huidige verspreiding van zeevogels. De resulterende dichtheidskaarten per zeevogelsoort voor de Nederlandse Noordzee zijn in Bijlage B opgenomen.

Tabel 2.1 Samenvattende tabel van de verschillende databestanden, -periodes en -iteraties per zeevogelsoort voor het internationale en nationale scenario (cf. Van der Wal et al. *2018). Dichtheidskaarten zijn volgens onderstaand schema opgesteld door WMR.*

	Internationaal scenario			Nationaal scenario		
	Data	Periode	Iteratie	Data	Periode	Iteratie
Grote jager	ESAS+MWTL	1991-2017	Basis	ESAS+MWTL	2000-2017	Basis
Jan-van-gent	ESAS+MWTL	1991-2017	1ste	MWTL	2000-2017	2de
Drieteenmeeuw	ESAS+MWTL	1991-2017	1ste	MWTL	2000-2017	2de
Grote mantelmeeuw	ESAS+MWTL	1991-2017	1ste	MWTL	2000-2017	2de
Kleine mantelmeeuw	ESAS+MWTL	1991-2017	1ste	MWTL	2000-2017	2de
Zilvermeeuw	ESAS+MWTL	1991-2017	1ste	MWTL	2000-2017	2de

Fluxbepaling

Op basis van bovenstaande scenario's zijn door WMR (van der Wal *et al.* 2018) tweemaandelijkse geïnterpoleerde dichtheden bepaald in een raster van 5 bij 5 km. Hiervan is een langjarig-gemiddelde (over de jaren volgens de twee scenario's; zie tabel 2.1) per tweemaandelijkse periode per rastercel berekend. Over deze dichtheidskaarten met gemiddelde dichtheden per soort zijn de layouts van de

windparken (aangeleverd door RWS) heen gelegd. De gemiddelde dichtheid per windpark is berekend over elke rastercel die het windpark layout raakt.

In de Band model berekeningen worden fluxen van vliegende vogels gebruikt. Echter, door een aantal afspraken binnen de ESAS methodologie, worden tijdens deze tellingen de aantallen vliegende vogels onderschat. Daarom wordt in voorliggende studie de totale dichtheid (zittende en vliegende) aan vogels per windpark gebruikt en deze vermenigvuldigd met een correctiefactor. Deze factor is de fractie van het totale tijdsbudget waarvan de vogel in de lucht is. Voor de jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw zijn correctiefactoren gebruikt zoals bepaald door Bradbury *et al.* (2014) en voor de kleine mantelmeeuw en de zilvermeeuw zoals bepaald door Gyimesi et al. (2017a).

Deze dichtheden worden op basis van soortspecifieke vlieghoogteverdelingen en turbinespecificaties omgerekend naar fluxen op rotorhoogte. De vlieghoogtedata zijn afkomstig van Johnston *et al.* (2014), die op basis van alle beschikbare data ten aanzien van vlieghoogtes van verschillende soorten zeevogels een gemodelleerde vlieghoogteverdeling gepubliceerd hebben. Voor de kleine mantelmeeuw en de zilvermeeuw zijn vlieghoogteverdelingen gebruikt die berekend zijn op basis van metingen op vogels voorzien van GPS-loggers in Nederland, België en Engeland (Gyimesi *et al.* 2017a).

2.1.2 Trekvogels

Naast zeevogelsoorten is er behoefte aan kennis over aanvaringsslachtoffers in offshore windparken onder een aantal trekvogelsoorten. In tegenstelling tot zeevogelsoorten zijn offshore gebieden niet het natuurlijke habitat van deze soorten. Wel kruisen ze tijdens de seizoenstrek de centrale en zuidelijke Noordzee en kunnen daar in aanvaring komen met windturbines in offshore windparken. Als prioritaire soorten zijn de volgende vijf soorten vastgesteld waarop voorliggende studie een actualisatie van het KEC 1.1 uitvoert:

- Kleine zwaan
- Rotgans
- Bergeend
- Wulp
- Zwarte stern

Voor trekvogels op zee bestaat geen systematische monitoring en zijn dus ook geen locatie-specifieke offshore dichtheden of fluxen beschikbaar. Voor deze soorten is in het KEC 1.1 een schatting van het aantal slachtoffers gemaakt op basis van een globale flux over de zuidelijke Noordzee die voor elk windpark werd toegepast (Rijkswaterstaat 2015). Deze fluxen zijn op basis van de procentuele veranderingen in populatieschattingen door BirdLife International (2004; 2015; zie ook §2.3) gecorrigeerd voor voorliggende KEC 3.0 studie. Voor de kleine zwaan en de rotgans zijn recentelijk op basis van GPS-logger gegevens specifieke trekroutes vastgesteld (Gyimesi *et al.* 2017b), waarmee windpark-specifieke fluxen toegepast konden

worden. Voor de overige soorten waren dergelijke gedetailleerde metingen niet voorhanden en zijn daarom weer globale fluxen gebruikt die in alle windparken gebruikt zijn (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Fluxen gebruikt tijdens de Band model berekeningen in de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015) en in de huidige studie.

soort	flux in KEC 1.1 (2015)	actualisatie flux KEC 3.0
bergeend	576	644
wulp	742	645
zwarte stern	674	608

2.2 Slachtofferberekeningen

Tijdens het KEC 1.1 zijn voor de windparken die tot 2023 worden gebouwd aantallen aanvaringsslachtoffers bepaald met het (theoretische) extended Band model (Band 2012). In voorliggende studie zijn de plannen voor windparken op zee tot 2030 ook opgenomen, op basis van de Routekaart Windenergie op Zee 2030 publicatie.

Voor de meeste soorten was een soortspecifieke vlieghoogteverdelingen beschikbaar waardoor de toepassing van het extended Band model (Band 2012) mogelijk was. Voor bergeend, wulp en zwarte stern waren geen soortspecifieke vlieghoogte-verdelingen voorhanden en daarom is het Basic Band model gebruikt (Band *et al.* 2007), conform de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015).

2.2.1 Vogel gerelateerde gegevens

Op basis van soortspecifieke fluxen is per windenergiegebied en per vogelsoort het aantal slachtoffers door aanvaringen voor de hele centrale en zuidelijke Noordzee per twee maanden berekend en daarna gesommeerd. Voor de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, kleine zwaan en rotgans waren nieuwe waardes omtrent vlieggedrag beschikbaar (Gyimesi *et al.* 2017a, b), die in de huidige berekeningen ook toegepast zijn. Ook voor grote mantelmeeuwen zijn recentelijk nieuwe gegevens van GPS-zenders beschikbaar gekomen en uitgewerkt voor broedende vogels in een Zweedse en Deense kolonie (Gyimesi *et al.* 2017b). De data van de twee kolonies leidden echter tot zeer uiteenlopende resultaten. Toepassing van deze niet eenduidige gegevens uit het broedseizoen op overwinterende dieren op de Nederlandse Noordzee is daarom als niet verantwoord beschouwd. Voor deze soort worden daarom dezelfde parameterwaardes aangehouden als in de KEC 1.1 berekeningen (Rijkswaterstaat 2015). Ook voor de overige soorten zijn waardes omtrent vlieggedrag ongewijzigd gebleven ten opzichte van de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015).

In tabel 2.3 zijn alle vogel gerelateerde waardes gebruikt in de berekeningen samengevat. **Vogeldata** als lengte (m) en spanwijdte (m) zijn gebaseerd op Snow & Perrins (1998), waarbij in het geval van rangewaardes het middelpunt is genomen. **Vliegsnelheden** (m/s) zijn bij de meeste soorten gebaseerd op de publicatie van

Alerstam *et al.* (2007), en in het geval van de zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, kleine zwaan en rotgans op werk van Gyimesi *et al.* (2017a, b). Voor zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw zijn ook **nachtactiviteit** en **fractie tijd in vlucht** op deze studies gebaseerd (Gyimesi *et al.* 2017a, b), terwijl bij de andere zeevogelsoorten op aannames van Garthe & Hüppop (2004) wordt voortgebouwd.

Voor de *zeevogelsoorten* jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw zijn in de berekeningen **vlieghoogtes** gebruikt zoals bepaald door Johnston *et al.* (2014). De gemodelleerde vlieghoogteverdeling per meterklassen door Johnston *et al.* (2014) is gebaseerd op de uitwerking van visuele- en radarsurveys ten aanzien van vlieghoogtes van verschillende soorten zeevogels verzameld in 32 potentiele offshore windparklocaties. Voor de kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw zijn, op basis van data afkomstig van GPS-zenders aangebracht aan vogels in Nederlandse, Belgische en Engelse kolonies rondom de Nederlandse Noordzee, expliciet voor het gebruik in aanvaringsmodellen nieuwe waardes bepaald voor vlieghoogte, vliegsnelheid, fractie tijd in vlucht en nachtelijke activiteit (Gyimesi *et al.* 2017a).

Tabel 2.3 Paramaterwaardes gebruikt tijdens de Band model berekeningen in de huidige studie. Nachtactiviteit en vlieghoogteverdeling was niet beschikbaar voor de bergeend, zwarte stern en wulp. Voor deze soorten is het basis Band model gebruikt, met een bepaalde fractie vogels op rotorhoogte. Voor de kleine zwaan en rotgans zijn in het extended Band model concrete fluxen op rotorhoogte gebruikt en zijn deze daarom niet gecorrigeerd voor nachtactiviteit en fractie tijd in vlucht. Dichtheden van zeevogelsoorten zijn wel met deze parameters gecorrigeerd. Gegevensbronnen van de verschillende parameters zijn in de tabel met cijfers aangeduid en onder de tabel weergegeven. Gegevens die geactualiseerd zijn sinds het KEC 1.1 studie zijn vetgedrukt.

Nederlandse naam	lengte (m)[1]	vleugellengte (m)[1]	snelheid (m/s)	nacht-activiteit[5]	uitwijking (%)[6]	fractie op rotor-hoogte[7]	fractie tijd in vlucht[6]
drieteenmeeuw	0,39	1,075	13,1[2]	0,5	99,5		0,6
zilvermeeuw	0,595	1,44	**11,34**[3]	**0,0125**	99,5		**0,3**
grote mantelmeeuw	0,71	1,575	13,7[2]	0,5	99,5		0,4
grote jager	0,555	1,36	14,9[2]	0	99,5		0,8
kleine mantelmeeuw	0,58	1,425	**9,41**[3]	**0,4275**	99,5		**0,4**
jan-van-gent	0,935	1,725	14,9[2]	0,25	99,5		0,6
kleine zwaan	0,121	1,955	**16,16**[4]		98		
rotgans	0,585	1,15	**17,06**[4]		98		
bergeend	0,625	1,215	15,4[2]		98	0,5	
zwarte stern	0,23	0,66	12[2]		98	0,07	
wulp	0,55	0,9	17,69[2]		98	0,75	

[1] Snow & Perrins 1998
[2] Alerstam *et al.* 2007
[3] Gyimesi *et al.* 2017a
[4] Gyimesi *et al.* 2017b
[5] Garthe & Hüppop 2004
[6] Maclean *et al.* 2009
[7] Rijkswaterstaat 2015

Ook voor de *trekvogelsoorten* kleine zwaan en rotgans waren GPS-zender data beschikbaar gekomen (Gyimesi *et al.* 2017b), waarmee vlieghoogte en vliegsnelheid

gecorrigeerd konden worden. Deze gegevens zijn verzameld in offshore gebieden en bevatten echte meetgegevens. Dit in tegenstelling tot eerder gebruikte waardes die deels op aannames gebaseerd waren (bijvoorbeeld nachtelijke activiteit en fractie tijd in vlucht). Bij de trekvogelsoorten bergeend, zwarte stern en wulp waren dergelijke gedetailleerde metingen niet beschikbaar en is een algemeen fractie op rotorhoogte gebruikt, zoals gesteld door Wright *et al.* (2012) en gebruikt in de KEC 1.1 berekeningen (Rijkswaterstaat 2015).

De totale aantallen aanvaringsslachtoffers per soort zijn vervolgens berekend met soortspecifieke waarden voor uitwijking (macro- en micro-uitwijking tezamen). Deze uitwijkingsgetallen komen uit de review van Maclean *et al.* (2009) en ook deze methodologie is conform de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015). Zij concludeerden om uitwijkingspercentages van 99,5% voor jan-van-gent, jagers en meeuwen, totdat betere informatie beschikbaar komt. Voor trekvogelsoorten is een uitwijkings-percentage van 98% gebruikt (cf. Rijkswaterstaat 2015). In voorliggende studie zijn ook berekeningen uitgevoerd met uitwijkingspercentages vastgesteld in het recent afgeronde ORJIP project (zie §2.2.2 hieronder). De resultaten van deze berekeningen worden in een apart hoofdstuk gerapporteerd.

2.2.2 Uitwijkingspercentages volgens ORJIP onderzoek

Sinds het opstellen van het KEC 1.1 zijn ook internationaal belangrijke onderzoeken uitgevoerd. Zo zijn recentelijk resultaten van het ORJIP onderzoek gepresenteerd (Skov *et al.* 2018), waaruit blijkt dat de uitwijking voor offshore windparken door zeevogels sterker is dan voorheen gedacht. Om de impact van een verandering in uitwijkpercentages in beeld te brengen, zijn aanvullende berekeningen met de ORJIP uitwijkingspercentages uitgevoerd. Behalve voor de grote jager, zijn alle andere soorten van voorliggende KEC 3.0 studie in het ORJIP onderzoek ook bestudeerd en een algemeen uitwijkingspercentage is vastgesteld (tabel 2.4). Er is echter nog geen brede internationale acceptatie van deze resultaten.

Tabel 2.4 Uitwijkingspercentages gebruikt tijdens de Band model berekeningen volgens de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015) en volgens de ORJIP studie (Skov et al. *2018).*

soort	Uitwijking (%) KEC 1.1	Uitwijking (%) ORJIP
Drieteenmeeuw	99,5	99,8
Grote mantelmeeuw	99,5	99,6
Jan-van-gent	99,5	99,9
Kleine mantelmeeuw	99,5	99,8
Zilvermeeuw	99,5	99,9

2.2.3 Windpark gerelateerde gegevens

Binnen het KEC 1.1 zijn voor de windparken die tot 2023 worden gebouwd aantallen aanvaringsslachtoffers bepaald (Rijkswaterstaat 2015). In voorliggend rapport zijn de windparken die tot 2030 naar alle waarschijnlijkheid gebouwd gaan worden met zo realistisch mogelijke grootte van de te installeren turbines opgenomen. Ligging en

specificaties van de windparken zijn door opdrachtgever geleverd en zijn samengevat in Bijlage C.

Het Band model gebruikt verder winturbinekarakteristieken. Deze zijn gebaseerd op gegevens geleverd door Rijkswaterstaat voor het KEC 1.1 en voor diverse MER studies voor offshore windparken en het voorliggende project (Rijkswaterstaat 2015; Gyimesi *et al.* 2018a). Sommige vermogens van windturbines zijn nog in ontwikkeling waardoor nog geen exacte gegevens beschikbaar zijn. Voor deze turbines zijn de specificaties op basis van extrapolatie van de waardes van bekende (kleinere) turbines berekend (tabel 2.5).

Tabel 2.5 Gehanteerde parameters voor de verschillende turbinevermogens. Alle berekeningen zijn gebaseerd op driebladige turbines.

Turbine vermogen (MW)	Snelheid (rpm)	Rotor-diameter (m)	Ashoogte (m)	Blad-breedte (m)	Pitch (°)
2	19,11	80	40	3,5	6,1
2,3	16,03	93	46,5	3,3	6,1
3	15,31	100	50	3,5	6
3,3	14,85	112	56	3,6	6,0
3,6	13,06	120	60	3,7	5,9
4	13,94	116	58	3,8	5,9
5	12,96	129	64,5	4,0	5,7
6	12,22	142	71	4,3	5,6
7	11,62	153	76,5	4,6	5,4
8	12,12	164	82	4,9	5,3
8,4	10,95	164	111,5	5,0	5,2
9	10,70	174	87	5,1	5,1
9,5	10,52	164	105	5,3	5,1
10	10,00	221	110,5	5,4	5,0
12	9,75	220	145	5,9	4,7
15	9,06	232	142	6,8	4,3

2.3 Potential Biological Removal (PBR) berekening

De berekende slachtofferaantallen als gevolg van aanvaringen zijn afgewogen tegen de Potential Biological Removal (PBR) van een bepaalde soort. In het KEC 1.1 rapport (Rijkswaterstaat 2015) zijn uitsluitend de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee. In voorliggend document worden ook de cumulatieve slachtoffers in de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie.

Verder zijn voor de PBR berekeningen in het KEC 1.1 onafhankelijke literatuurbronnen voor populatiegroottes geraadpleegd. Om in het huidige KEC 3.0 voor zowel blootstelling (aantal aanvaringsslachtoffers) als effectenbepaling (PBR grenswaarden) dezelfde uitgangspunten te hanteren, zijn de populatiegroottes van zeevogels in de PBR berekeningen gebaseerd op dezelfde dichtheidskaarten als die gebruikt zijn voor de fluxberekeningen in het extended Band model (cf. van der Wal *et al.* 2018). Zo zijn

de slachtofferberekeningen gebaseerd op de tweemaandelijkse telgegevens. De jaarlijkse sterfte is vervolgens de optelsom van de sterfte in de zes tweemaandelijkse periodes. Daarbij biedt het Band model geen ruimte voor correctie dat een vogel maar één keer dood kan gaan. Deze jaarlijkse sterfte is daarom ook vergeleken met een PBR-norm waarbij de gebruikte populatiegrootte de optelsom was van zes populatiegroottes, ieder bepaald aan de hand van de tweemaandelijkse dichtheidskaarten. **De gebruikte populatiegroottes zijn dus nadrukkelijk geen werkelijke populatieschattingen en zijn uitsluitend gebruikt om het relatieve effect van het aantal aanvaringsslachtoffers op de populatie te toetsen.**

Voor trekvogels zijn de populatieschattingen in het KEC 1.1 gebaseerd op gedetailleerde populatiewaardes gepubliceerd door BirdLife International (2004) en voor kleine zwanen door Rees & Beekman (2010). In de KEC 1.1 berekeningen waren specifieke deelpopulaties die in de centrale en zuidelijke Noordzee terecht kunnen komen, gesommeerd tot een bepaalde flyway populatie.

Sinds het uitbrengen van het KEC 1.1 zijn gepubliceerde populatieschattingen uitsluitend op de schaal van Europa beschikbaar gekomen en niet per deelpopulatie (BirdLife International 2015). Om in het voorliggende KEC 3.0 toch een recentere populatieschatting te kunnen gebruiken dan de gegevens uit 2004 (BirdLife International) is er een correctie uitgevoerd. Hierbij zijn op basis van de verhouding tussen de gesommeerde deelpopulaties gebruikt in het KEC 1.1 en de totale Europese populatie in 2004 (cf. BirdLife International) de Europese populatiegroottes van 2015 (cf. BirdLife International) gecorrigeerd om tot een flyway-populatie van de centrale en zuidelijke Noordzee te komen (tabel 2.6).

Tabel 2.6 Populatiegroottes gebruikt in het KEC 1.1 (BirdLife International 2004) en in voorliggend document voor de berekening van PBR grenswaardes.

soort	populatiegrootte in KEC 1.1	populatiegrootte actualisatie KEC 3.0
kleine zwaan	18.000	9.986
rotgans	148.073	199.879
bergeend	65.054	72.775
wulp	61.888	53.779
zwarte stern	5.263	4.751

Sinds de KEC 1.1 studie is de “conservation status” van sommige zeevogelsoorten aangepast door de IUCN (2018). Op basis van de nieuwe IUCN criteria en de huidig geldende populatietrends zijn de waardes van de factor rf in de PBR berekeningen aangepast. Deze factor is gebruikt om het herstelvermogen van een populatie aan te geven. Zo is bij de alk de status veranderd van “Least concern” naar “Near Threatened” (IUCN 2018) en bij de drieteenmeeuw van “Least concern” naar “Vulnerable”, waardoor de rf factor bij deze soorten aangepast is van 0,5 naar 0,1, conform de criteria in het KEC 1.1 document (Rijkswaterstaat 2015). Daarentegen is bij de jan-van-gent, die een status van “Least concern” geniet, een aanhoudende populatiegroei vastgesteld, waardoor de rf waarde is aangepast van 0,5 naar 1,0, ook conform de criteria in het KEC 1.1 document (Rijkswaterstaat 2015). Bij de overige

soorten zijn dezelfde rf waardes gehanteerd als in de KEC 1.1 studie (zie voor gehanteerde rf-waardes tabel 3.5).

2.4 Verschillen met het KEC 1.1

Samenvattend wijkt de aanpak op de volgende punten af van de KEC 1.1 studie:

- Windparkplannen zijn geactualiseerd naar de meest recente kennis;
- Groottes van windturbines zijn in voorliggende berekeningen windpark-specifiek in plaats van een worst-case scenario van 3MW in elk windpark;

- Bij de dichtheden van zeevogels zijn telgegevens van de periode 2014-2017 toegevoegd;
- Dichtheden van zeevogels voor het nationale scenario zijn bepaald over de periode 2000-2017 in plaats van 1991-2014 om de betrouwbaarheid te verhogen;
- Gegevens omtrent vlieggedrag van de kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw zijn geactualiseerd aan de hand van de studie door Gyimesi *et al.* (2017a) binnen het Wozep onderzoeksprogramma;
- Gegevens omtrent vlieggedrag en trekroutes van de kleine zwaan en rotgans zijn geactualiseerd aan de hand van de studie door Gyimesi *et al.* (2017b) binnen het Wozep onderzoeksprogramma;
- Fluxen van de bergeend, wulp en zwarte stern zijn geactualiseerd op basis van populatieontwikkelingen sinds de KEC 1.1 studie (cf. BirdLife International 2004, 2015);
- Slachtofferberekeningen zijn ook uitgevoerd met uitwijkingspercentages bepaald tijdens de recente ORJIP studie (Skov *et al.* 2018);
- In PBR berekeningen zijn populatiegroottes van zeevogels bepaald over dezelfde dichtheidskaarten als de input voor de slachtofferberekeningen;
- In PBR berekeningen zijn waardes voor het herstelvermogen aangepast naar de laatste “conservation status” indeling door de IUCN (IUCN 2018);
- In PBR berekeningen zijn populatiegroottes van trekvogels geactualiseerd op basis van populatieontwikkelingen sinds de KEC 1.1 studie (cf. BirdLife International 2004, 2015).

3 Resultaten aanvaringsslachtoffers

3.1 Zeevogels

De schattingen van het aantal slachtoffers onder jan-van-genten, grote jagers, drieteenmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen zijn in de voorliggende slachtofferberekeningen geactualiseerd op basis van de nieuwe dichtheidsberekeningen en windparkscenario's ten opzichte van het KEC 1.1 document, waarin als *worst-case* scenario de aanname is gedaan dat alle parken in de zuidelijke Noordzee uit 3 MW turbines bestaan (Rijkswaterstaat 2015). In het geval van de kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen zijn in voorliggende berekeningen ook nieuwe waardes voor variabelen omtrent vlieggedrag gebruikt (Gyimesi *et al.* 2017a).

Ten opzichte van de berekeningen voor het KEC 1.1 document zijn in voorliggende berekeningen realistische turbinevermogens (tot 12MW aan toe) gebruikt. In feite zijn van alle windparken slechts zeven gevuld met 3MW turbines en één met 2MW turbines. In alle andere (toekomstige) windparken komen grotere turbines. Opschalen naar grotere windturbinetypen resulteert over het algemeen in een lagere aanvaringsrisico van vogels. Bijvoorbeeld een opschaling van 3MW naar 5MW betekent een daling van 25%-31% in het aantal slachtoffers onder grote meeuwen (Gyimesi & Fijn 2015b). Ook in kavel I en II van windpark Borssele zou het gebruik van 3MW turbines in plaats van 10MW turbines leiden tot vier keer zo veel slachtoffers onder grote meeuwen (Gyimesi & Fijn 2015a). Bovendien wordt in voorliggende berekeningen door het gebruik van grotere turbines ook het totaal aantal turbines waarmee vogels in aanvaring kunnen komen in de centrale en zuidelijke Noordzee lager. Verder blijken de nieuwe dichtheden in het KEC 3.0 bij een aantal soorten beduidend lager uit te vallen dan gebruikt tijdens de KEC 1.1 berekeningen. Deels zou dit veroorzaakt kunnen worden door de verschillende tijdsperiodes, maar een belangrijk verschil in de dichtheidsbepalingen (de manier van IDW interpolatie-berekeningen) leidde in het KEC 3.0 zeker tot beduidend lagere dichtheden (zie bijlage 5 in van der Wal *et al.* 2018).

3.1.1 Internationaal scenario

Als gevolg van de bovenstaande nieuwe inputwaardes laten de nieuwe berekeningen een aanzienlijke daling in het verwachte aantal aanvaringslachtoffers onder de zes onderzochte zeevogelsoorten zien. In alle windparken in de centrale en zuidelijke Noordzee zullen naar verwachting uitsluitend bij de kleine mantelmeeuwen meer dan 1.000 slachtoffers vallen door een aanvaring met een windturbine (i.e. 2.026) en bij de andere soorten ruimschoots minder (tabel 3.1). Voor alle soorten betekent dit een daling van meer dan 60% ten opzichte van de oorspronkelijke KEC 1.1 berekeningen (Rijkswaterstaat 2015) en bij de drie grote meeuwensoorten meer dan 80% daling ten opzichte van de 2de iteratie (van der Wal *et al.* 2015). Het verwachte aantal

aanvaringslachtoffers per windpark volgens het internationale scenario is in Bijlage D opgenomen.

*Tabel 3.1 Geschatte aantal slachtoffers dat jaarlijks zal vallen in bestaande en toekomstige windparken in de **centrale en zuidelijke Noordzee** onder een aantal **zeevogelsoorten**, bepaald met het extended Band Model (Band 2012). Resultaten zijn vergeleken met berekeningen uit het KEC 1.1 (Rijkswaterstaat 2015), waarbij voor de drie grote meeuwensoorten de laagste slachtofferwaarden van de 2de iteratie zijn weergegeven (van der Wal et al. 2015).*

soort	slachtoffers in KEC 1.1 (2015)	slachtoffers KEC 3.0 in alle windparken (incl. NL)	% daling
Grote jager	12	4	66
Jan-van-gent	2.631	211	92
Drieteenmeeuw	5.930	347	94
Grote mantelmeeuw	4.082	781	81
Kleine mantelmeeuw	11.918	1.991	83
Zilvermeeuw	4.274	743	83

3.1.2 Nationaal scenario

Ook voor het nationale scenario in Nederland zijn berekeningen uitgevoerd. Hierbij zijn de bestaande parken Luchterduinen en Gemini meegenomen, en ook de toekomstige Borssele, Hollandse Kust, IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden parken. De bestaande windparken OWEZ en Prinses Amalia zijn in voorliggende berekeningen buiten beschouwing gelaten want naar verwachting worden deze parken tussen 2023 en 2030 buiten werking gesteld, maar worden in een aparte rapportage behandeld (Gyimesi & Leemans 2018). Ten opzichte van eerdere berekeningen voor de Routekaart 2030 (Gyimesi *et al.* 2018b) zijn de windparken doorgerekend met nieuwe vogeldichtheden van de periode 2000-2017, conform afspraken voor voorliggende studie (Bravo Rebolledo & Gyimesi 2018). Verder zijn voor de toekomstige windparken concrete vermogens gebruikt (8, 9,5 of 10MW) in plaats van ranges. Het aantal aanvaringslachtoffers onder een aantal zeevogelsoorten in de bestaande en toekomstige Nederlandse offshore windparken is opgenomen in tabel 3.2.

Naar verwachting zullen bij grote jagers geen slachtoffers in Nederland vallen. Ook bij de jan-van-gent en de drieteenmeeuw zullen minder dan 100 slachtoffers per jaar vallen in de Nederlandse parken. Bij de kleine mantelmeeuw zijn op jaarbasis 547 slachtoffers verwacht. Bij de zilvermeeuw is het aantal slachtoffers minder dan de helft en bij de grote mantelmeeuw minder dan een derde van het aantal bij de kleine mantelmeeuw (tabel 3.2) .

*Tabel 3.2 Geschatte aantal slachtoffers in KEC 3.0 dat jaarlijks zal vallen in bestaande en toekomstige windparken in het **Nederlandse deel van de Noordzee** onder een aantal **zeevogelsoorten**, bepaald met het extended Band Model (Band 2012).*

Nederlandse windparken	Grote jager	Jan-van-gent	Drieteen-meeuw	Grote mantel-meeuw	Kleine mantel-meeuw	Zilver-meeuw
Gemini	0	6	10	18	42	7
Hollandse Kust (West) N	0	1	3	8	28	15
Hollandse Kust (West) Z	0	1	2	7	26	12
Ijmuiden Ver NO	0	1	4	7	44	9
Ijmuiden Ver NW	0	1	3	8	52	7
Ijmuiden Ver ZO	0	1	3	9	39	8
Ijmuiden Ver ZW	0	1	3	11	39	7
Luchterduinen	0	2	2	9	22	10
North of Waddeneilanden	0	1	2	11	23	3
Borssele I en II	0	5	6	12	40	21
Borssele III en IV	0	3	7	10	28	13
Hollandse Kust Zuid I en II	0	2	4	16	55	26
Hollandse Kust Zuid III en IV	0	2	5	15	56	28
Hollandse Kust Noord I en II	0	3	5	22	53	45
Totaal	**0**	**30**	**58**	**164**	**547**	**209**

3.1.3 ORJIP uitwijking

Een van de belangrijkste parameters die een groot invloed heeft op de uitkomst van het Band model is uitwijking. Een paar tiende verschil in uitwijkingspercentages kan in tientallen procenten verschil in het aantal aanvaringsslachtoffers leiden (Cook *et al.* 2018). Ondanks het belang hiervan, is dit ook een van de moeilijkste parameters om betrouwbare metingen over te verzamelen. Recentelijk zijn door radarmetingen en gekoppelde camera-opnames, ondersteund met visuele waarnemingen in het kader van het ORJIP onderzoeksprogramma algemene uitwijkingspercentages voor een aantal zeevogelsoorten gepubliceerd (Skov *et al.* 2018). Behalve de grote jager omvatten de onderzochte soorten in het ORJIP onderzoek dezelfde soorten als in voorliggende studie. Volgens de auteurs kunnen de gepubliceerde uitwijkpercentages rechtstreeks in het Band model gebruikt worden. Ondanks dat er internationaal nog geen brede acceptatie is van de uitwijkingspercentages vastgesteld tijdens de ORJIP studie, zijn de huidige KEC 3.0 berekeningen ook met deze recente gegevens uitgevoerd om het effect van onzekerheid in uitwijkingsgetallen te illustreren. Gezien echter het ontbreken van een brede wetenschappelijke acceptatie wordt voor het huidige KEC 3.0 uitgegaan van de uitwijkpercentages zoals gebruikt in het KEC 1.1 (Rijkswaterstaat 2015).

In het geval van het huidige onderzoek zou het toepassen van de ORJIP uitwijkpercentages een vermindering betekenen tussen de 20% en 80%. De kleinste daling in het aantal slachtoffers zou bij grote mantelmeeuw optreden waar de uitwijkingspercentages maar met een tiende (van 99,5% naar 99,6%) veranderd zijn. Een verhoging van 0,3% van de uitwijkpercentages bij de drieteenmeeuw en kleine mantelmeeuw resulteerde in 60% minder aanvaringsslachtoffers. Bij de jan-van-gent

en zilvermeeuw is de daling in het aantal aanvaringsslachtoffers nog groter (80%) als gevolg van een verhoging van de uitwijkpercentages met 0,4%.

Tabel 3.3 Geschatte aantal slachtoffers dat jaarlijks zal vallen in bestaande en toekomstige windparken in het internationale en nationale scenario onder een aantal zeevogelsoorten bij het gebruiken van uitwijkingspercentages van de ORJIP studie (Skov et al. *2018) in het extended Band Model (Band 2012) en de daling in percentages ten opzichte van de slachtofferaantallen gepresenteerd in tabellen 3.2 en 3.3.*

soort	ORJIP internationaal scenario	ORJIP nationaal scenario	daling (%)
Drieteenmeeuw	139	24	-58
Grote mantelmeeuw	625	125	-24
Jan-van-gent	42	6	-80
Kleine mantelmeeuw	797	221	-60
Zilvermeeuw	149	48	-77

3.2 Trekvogels

Op basis van de nieuwe windparkscenario's zijn ook voor de trekvogelsoorten kleine zwaan, rotgans, bergeend, wulp en zwarte stern nieuwe schattingen voor de aantallen aanvaringsslachtoffers berekend. De nieuwe vliegsnelheid en vlieghoogte waardes op basis van de GPS-data van de **kleine zwaan** en **rotgans** waren lager dan voorheen geschat (Gyimesi *et al.* 2017b). Omdat het aanvaringsrisico dichtbij de gondel het hoogst is, die bij grotere turbines steeds hoger zit, neemt de aanvaringsrisico met toenemende turbinegroottes beduidend af. Dit alles leidde tot een belangrijke daling in het geschatte aantal aanvaringsslachtoffers onder kleine zwanen en rotganzen ten opzichte van de KEC 1.1 studie (tabel 3.4). In feite zouden bij kleine zwanen uitsluitend in de toekomstige IJmuiden Ver windparken jaarlijkse slachtoffers vallen, de resterende slachtoffers zijn een optelsom van kansen op aanvaringen (bijlage E). Vanwege de belangrijke trekroutes van kleine zwanen en rotganzen in het Nederlandse deel van de Noordzee, vallen respectievelijk 41% en 40% van de slachtoffers van deze soorten in Nederlandse offshore windparken (tabel 3.4).

Tabel 3.4 Geschatte aantal slachtoffers dat jaarlijks zal vallen in bestaande en toekomstige windparken in ***de centrale en zuidelijke Noordzee*** *onder een aantal* ***trekvogelsoorten****. De aantallen zijn voor de kleine zwaan en rotgans met het extended Band Model (Band 2012) en voor de overige soorten met het Basic Band model (Band* et al. *2007) bepaald. Resultaten zijn vergeleken met berekeningen uit het KEC 1.1 (Rijkswaterstaat 2015).*

soort	slachtoffers in KEC 1.1 (2015)	slachtoffers in Internationale windparken (incl. NL)	slachtoffers in Nederlandse windparken	% verandering
kleine zwaan	58	6	2	-90
rotgans	155	110	42	-28
bergeend	158	367	63	+134
wulp	543	496	86	-8
zwarte stern	23	38	7	+66

Bij de soorten **bergeend**, **wulp** en **zwarte stern**, waar geen vlieghoogteprofielen beschikbaar waren, worden de vogels in het model gelijkmatig door de luchtkolom verdeeld. Bij een toename van de rotoroppervlakte bij grotere turbines resulteert dit in een hogere vogelflux op rotorhoogte. Dit in tegenstelling tot de soorten waar beschikbare GPS-logger metingen hogere fluxen op lagere hoogtes laten zien. Als gevolg van de aangepaste fluxen ten opzichte van het KEC 1.1 (naar verhouding van de trends in populatieomvang), liepen de berekende aantallen aanvaringsslachtoffers in het KEC 3.0 uiteen. Bij de bergeend en zwarte stern zijn de aantallen slachtoffers fors toegenomen (tabel 3.4) ten opzichte het KEC 1.1 document. Bij de wulp leidde de afgenomen populatie tot minder aanvaringsslachtoffers dan in de KEC 1.1 studie (tabel 3.4). Zonder kennis van de exacte trekroutes van deze soorten, zijn de slachtoffers evenredig verdeeld over alle windturbines van offshore windparken in de centrale en zuidelijke Noordzee. Zo is bij deze soorten het aandeel van de Nederlandse offshore windparken in het totaal aantal slachtoffers even hoog als het aandeel in het totaal aantal turbines (17%; tabel 3.4). Het aantal slachtoffers per windpark is in Bijlage E opgenomen.

3.3 Vergelijking met PBR

3.3.1 Zeevogels

Bij de beoordeling van cumulatieve effecten van alle windparkontwikkelingen in de zuidelijke Noordzee is in de KEC 1.1 studie duidelijk geworden dat er meer kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen slachtoffer zouden worden dan de individuele soorten volgens het Potential Biological Removal (PBR) principe kunnen verdragen (van der Wal *et al.* 2015). De oorspronkelijke berekeningen zijn als *worst-case* scenario met de kleinste 3 MW variant uitgevoerd, die later naar 4MW en 5MW zijn geüpgraded. De huidige berekeningen laten een daling in het aantal aanvaringslachtoffers zien als het turbinevermogen van de parken realistischer wordt geschat (gebruik van grotere turbines).

Het geactualiseerde aantal aanvaringsslachtoffers wordt hieronder vergeleken met nieuw bepaalde PBR waardes. Hierbij zijn in de huidige KEC 3.0 PBR-berekeningen de populatiegroottes van zeevogels gebaseerd op dezelfde dichtheidskaarten (cf. van der Wal *et al.* 2018) als die gebruikt zijn voor de berekeningen van het aantal aanvaringsslachtoffers. Zo is de jaarlijkse sterfte bepaald door de sterfte in de zes tweemaandelijkse periodes bij elkaar op te tellen, maar ook de PBR-norm is gebaseerd op de optelsom van zes populatiegroottes, ieder bepaald aan de hand van de tweemaandelijkse dichtheidskaarten. De gebruikte populatiegroottes zijn dus nadrukkelijk geen werkelijke populatieschattingen en zijn uitsluitend gebruikt om het relatieve effect van het aantal aanvaringsslachtoffers op de populatie te toetsen.

In tabel 3.5 is dit gedaan voor het internationale scenario en tabel 3.6 is gefocust op het Nederlandse scenario. De berekeningen laten zien dat bij alle zeevogelsoorten de aantallen aanvaringslachtoffers veilig onder de PBR-norm blijven, bij zowel het

internationale als het nationale scenario (tabel 3.5 en 3.6), vanwege de forse daling in het aantal aanvaringslachtoffers (zie §3.1), maar ook omdat het gehanteerde PBR waardes bij de meeste soorten hoger zijn dan in de KEC 1.1 berekeningen (zie Rijkswaterstaat 2015).

*Tabel 3.5 Aantal slachtoffers onder zeevogels als gevolg van aanvaringen met windturbines in bestaande en toekomstige parken in de centrale en zuidelijke Noordzee, ook uitgedrukt als fractie van de **centrale en zuidelijke Noordzee PBR-populatie**. Gepresenteerde populatiegroottes zijn bepaald voor de PBR berekeningen aan de hand van dichtheidskaarten van de periode 1991-2017 en betreffen geen werkelijke populatieschattingen. rf waardes geven het herstelvermogen van een soort weer, bepaald op basis van de IUCN "conservation status" en huidige populatietrends (IUCN 2018).*

soort	internationale PBR populatie	slachtoffers in Internationale windparken (incl. NL)	rf waarde	PBR	slachtoffers als fractie van PBR
Grote jager	86.392	4	0,5	1.464	0,003
Jan-van-gent	507.215	211	1,0	22.354	0,01
Drieteenmeeuw	830.413	347	0,1	2.373	0,15
Grote mantelmeeuw	434.508	781	0,5	11.799	0,07
Kleine mantelmeeuw	367.543	1.991	0,5	9.481	0,21
Zilvermeeuw	473.144	743	0,1	2.235	0,33

NB: de slachtofferaantallen en PBR populaties mogen niet los van elkaar gebruikt worden.

*Tabel 3.6 Aantal slachtoffers onder zeevogels als gevolg van aanvaringen met windturbines in bestaande en geplande parken op het Nederlandse Continentaal Plaat, ook uitgedrukt als fractie van de **Nederlandse PBR-populatie**. Gepresenteerde populatiegroottes zijn bepaald voor de PBR berekeningen aan de hand van dichtheidskaarten van de periode 2000-2017 en betreffen geen werkelijke populatieschattingen. rf waardes geven het herstelvermogen van een soort weer, bepaald op basis van de IUCN "conservation status" en huidige populatietrends (IUCN 2018).*

soort	Nederlandse PBR populatie	slachtoffers in Nederlandse windparken	rf waarde	PBR	slachtoffers als fractie van PBR
Grote jager	1.633	0,2	0,5	28	0,006
Jan-van-gent	76.338	30	1,0	3.364	0,01
Drieteenmeeuw	124.176	58	0,1	581	0,10
Grote mantelmeeuw	84.326	164	0,5	2.290	0,07
Kleine mantelmeeuw	96.588	547	0,5	2.492	0,22
Zilvermeeuw	91.493	209	0,1	432	0,48

NB: de slachtofferaantallen en PBR populaties mogen niet los van elkaar gebruikt worden.

3.3.2 Trekvogels

De resultaten van de berekeningen over slachtofferaantallen van trekvogelsoorten als gevolg van aanvaringen laten bij de twee soorten (kleine zwaan, rotgans) met een vlieghoogteverdeling een afname zien ten opzichte van de KEC 1.1 resultaten, omdat bij grotere turbines de aanvaringskans en het aandeel vogels op rotorhoogte afneemt.

Daarentegen zijn de aantallen bij de bergeend en zwarte stern juist toegenomen met het gebruik van werkelijke (en grotere) turbines vergeleken met het KEC 1.1.

Als gevolg hiervan is het berekende aantal aanvaringsslachtoffers onder kleine zwanen en rotganzen naar ver onder de PBR-norm gedaald (tabel 3.7) en bereikt niet meer 10% van het PBR niveau. Daarentegen is met het toegenomen aantal slachtoffers de zwarte stern bijna op het niveau van de PBR, terwijl bij de wulp (ondanks een daling in het aantal slachtoffers) ook 64% van PBR-norm is voorspeld om in aanvaring te komen met windturbines in de centrale en zuidelijke Noordzee (tabel 3.7). Volgens de huidige berekeningen bereikt het toegenomen aantal slachtoffers 10% van de PBR-niveau bij de bergeend, ten opzichte van 4,8% volgens het KEC 1.1 (tabel 3.7).

*Tabel 3.7 Aantal slachtoffers onder trekvogels als gevolg van aanvaringen met windturbines in bestaande en toekomstige parken in de centrale en zuidelijke Noordzee, ook uitgedrukt als fractie van de PBR van de **flyway populatie**. Populatiegroottes zijn bepaald aan de hand van populatieschattingen (BirdLife International 2004 en 2015) en de huidige populatietrends (IUCN 2018).*

Soort	PBR internationaal	Slachtoffers als fractie van PBR
kleine zwaan	73	0,08
rotgans	8175	0,01
bergeend	3856	0,10
wulp	783	0,64
zwarte stern	39	0,98

4 Discussie

De huidige KEC 3.0 studie bevat voor de onderzochte soorten de best beschikbare gegevens over verspreiding, vogeldichtheden, vliegsnelheid, vlieghoogte, percentage vliegende vogels en nachtelijke activiteit. De uitkomsten van de berekeningen over aanvaringsslachtoffers zijn dan ook een verbetering ten opzichte van de schattingen van de KEC 1.1 studie. De grootste kennisleemte bij het voorspellen van aantallen slachtoffers bestaat omtrent trekvogels: de zwarte stern, wulp en bergeend. Bij deze soorten ontbreekt zowel kennis over trekroutes als over offshore vlieggedrag. Daarom konden in de Band model berekeningen slechts grove aannames gemaakt worden, zoals dat vogels van deze soorten in elk windpark van de centrale en zuidelijke zee terecht kunnen komen en over percentage vogels op rotorhoogte. Nieuwe inzichten in deze kennisleemtes kunnen tot een verbetering in de berekende slachtoffergetallen leiden.

Het aantal aanvaringsslachtoffers onder zeevogels is in het voorliggend KEC 3.0 getoetst aan populatiegroottes die bepaald zijn aan de hand van dezelfde dichtheidskaarten als die gebruikt zijn voor de fluxberekeningen, om voor zowel blootstelling (aantal aanvaringsslachtoffers) als effectenbepaling (PBR grenswaarden) dezelfde uitgangspunten te hanteren. Volgens het Band model is de jaarlijkse sterfte een optelsom van de sterfte in alle maanden (in voorliggende studie van tweemaandelijkse periodes), waarbij niet voor gecorrigeerd wordt dat een vogel maar één keer dood kan gaan. Daarom kunnen deze slachtofferaantallen als overschatting beschouwd worden, die past in het voorzorgsprincipe. Op vergelijkbare wijze kunnen de populatiegroottes in voorliggend document niet als werkelijke populatieschattingen geïnterpreteerd worden: het zijn optelsommen van zes populatiegroottes, ieder bepaald aan de hand van de tweemaandelijkse dichtheidskaarten. Deze gebruikte populatiegroottes kunnen uitsluitend in samenhang met het berekende aantal slachtoffers gebruikt worden en omvatten nadrukkelijk geen werkelijke populatieschattingen. Voor deze redenen mogen het berekende aantal slachtoffers niet gebruikt worden voor het toetsten aan instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, want in dat geval zouden de aantallen slachtoffers gebaseerd op de dichtheidskaarten van zeevogeltellingen getoetst worden aan een populatie die niet op dezelfde dichtheidskaarten zijn gebaseerd.

Ten slotte moet het benadrukt worden dat het Band model ook maandelijkse vogeldichtheden gebruikt om maandelijkse slachtoffergetallen te berekenen, die daarna gesommeerd zijn tot jaarlijkse slachtofferaantallen. Dit veronderstelt dus dat tijdens de vogeltellingen steeds andere individuen zijn geteld, die in het windpark slachtoffer kunnen worden. Dit leidt waarschijnlijk tot een overschatting van de totale slachtofferaantallen omdat de opeenvolgende maandelijkse dichtheden niet zijn gecorrigeerd met de slachtoffers die in de voorgaande maanden gevallen zijn. In de toekomst zal validatie van de modeluitkomsten met het werkelijke aantal gevallen slachtoffers onder zeevogels uitsluitsel moeten bieden over de foutmarge in het aantal berekende slachtoffers.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Bij het bepalen van het totaal aantal aanvaringsslachtoffers hebben we in dit KEC 3.0 (2018) rapport de meest recente plannen omtrent windparkontwikkelingen en bijhorende windturbines in de zuidelijke en centrale Noordzee meegenomen. Ook is gebruik gemaakt van recente kennis over het vlieggedrag van zilvermeeuwen en kleine mantelmeeuwen in offshore gebieden. Ook zijn van kleine zwanen en rotganzen vergelijkbare gegevens en trekroutes op basis van GPS-gegevens opgenomen in de berekeningen.

Aantallen slachtoffers als gevolg van aanvaringen zijn voor het hele centrale en zuidelijke Noordzeegebied en apart voor het Nederlandse deel berekend. Ondanks het opschalen van windparken is een daling in de aantallen slachtoffers, zowel in het internationale als in het nationale scenario voorzien. In het internationale scenario zijn de slachtofferaantallen tussen de 67 en 94% lager dan volgens de KEC 1.1 berekeningen (Rijkswaterstaat 2015).

Bij de overige trekvogelsoorten bergeend, wulp en zwarte stern waren geen nieuwe gegevens beschikbaar. Zonder bekende trekroutes en vlieghoogteverdelingen van deze soorten resulteerden de grotere rotordiameters van grotere turbines bij de bergeend en zwarte stern in meer slachtoffers: bij de bergeend een ruime verdubbeling in het aantal slachtoffers en bij de zwarte stern anderhalf keer zo veel als volgens het KEC 1.1 document. Nieuwe inzichten in deze kennisleemtes over trekroutes en vlieghoogtes van trekvogels kunnen tot een verbetering in de berekende slachtoffergetallen brengen.

De aantallen slachtoffers zijn ook vergeleken met een PBR-niveau dat geactualiseerd is naar populatiegroottes die bepaald zijn aan de hand van de dichtheidskaarten waarop ook de slachtofferberekeningen gebaseerd zijn. De PBR berekeningen laten zien dat bij alle zeevogelsoorten de aantallen aanvaringsslachtoffers veilig onder de PBR-norm blijven, bij zowel het internationale als het nationale scenario, vanwege de forse daling in het aantal aanvaringslachtoffers en vanwege een hogere PBR-waarde bij de meeste soorten ten opzichte van de KEC 1.1 studie (Rijkswaterstaat 2015). In feite zijn de aantallen slachtoffers in de huidige KEC 3.0 uitsluitend bij de zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw en drieteenmeeuw meer dan 10% van het PBR-niveau (respectievelijk 34%, 21% en 15%). Desalniettemin moet het benadrukt worden dat als er nieuwe populatieschattingen beschikbaar komen, dienen de berekeningen opnieuw uitgevoerd te worden. In toekomstige MER en PB onderzoeken dienen steeds de meest actuele berekeningen gebruikt te worden.

Onder de trekvogelsoorten is ook bij kleine zwanen en rotganzen het aantal slachtoffers ver onder de PBR-norm (respectievelijk 8% en 1%). Daarentegen is met het toegenomen aantal slachtoffers de zwarte stern bijna op het niveau van de PBR,

terwijl bij de wulp 64% en bij de bergeend 10% van PBR-norm is voorspeld om in aanvaring te komen met windturbines in de centrale en zuidelijke Noordzee.

5.2 Aanbevelingen

Van de elf onderzochte soorten hebben bij vier soorten nieuwe gegevens over vlieggedrag specifieke kennis opgeleverd die zeer bruikbaar was om de berekeningen over aantallen aanvaringsslachtoffers in offshore windparken in de centrale en zuidelijke Noordzee betrouwbaarder te maken. Op basis van de toegenomen kennis kan geconcludeerd worden dat met het gebruiken van grotere turbines de aantallen aanvaringsslachtoffers in offshore windparken onder zeevogelsoorten, kleine zwanen en rotganzen onder de PBR-norm blijven. Wel maakt een deel van deze soorten ook gebruik van terrestrische habitats of vliegt ook over land tijdens de seizoenstrek. Hier krijgen deze soorten ook te maken met additionele sterfte door (geplande) windparken, (geplande) hoogspanningslijnen en jachtdruk. Idealiter zou een cumulatieve beoordeling ook deze sterfte omvatten om de effecten op populaties daadwerkelijk in beeld te brengen.

Bij trekvogelsoorten waar geen windpark-specifieke fluxen en vlieghoogteverdelingen beschikbaar zijn, nemen de aantallen aanvaringsslachtoffers als gevolg van de grotere rotoroppervlaktes toe. GPS-logger gegevens bij de trekvogelsoorten kleine zwaan en rotgans hielpen om fluxen langs de trekroutes vast te stellen en vlieghoogtes te bepalen. Hierdoor konden voor alle turbinevermogen varianten nieuwe aanvaringskansen berekend en per windpark toegepast worden. In ieder geval bij de wulp en bergeend zouden dergelijke gegevens ook verzameld kunnen worden om betrouwbaardere schattingen over het aantal aanvaringsslachtoffers te krijgen door middel van het uitrusten van deze soorten met GPS-loggers. De zwarte stern is te licht om met de huidig beschikbare GPS-loggers uitgerust te worden. Desalniettemin zou onderzocht kunnen worden hoe ver de trekroutes specifieker bepaald kunnen worden dan de generieke fluxen gebruikt in de voorliggende KEC 3.0 studie.

De huidige berekeningen over aanvaringsslachtoffers zijn gebaseerd op de best beschikbare schattingen over vliegsnelheid, vlieghoogte, percentage vliegende vogels, nachtelijke activiteit enz. Er bestaat echter een marge van onzekerheid om alle inputparameters en dus om de resultaten. Band (2012) benadrukt het belang van aanduiden van onzekerheden in het Band-model, maar erkent dat dit momenteel grotendeels op deskundig oordeel moet zijn gebaseerd. Recentelijk heeft Marine Scotland een stochastische Collision Risk Model uitgebracht, waarin onzekerheid als structureel onderdeel van de berekeningen opgenomen wordt. Met dit model wordt naast het schatten van de centrale tendens ook mogelijk om de variantie in de eindresultaten in te schatten.

Als laatst was in het huidige KEC 3.0 de intentie om voor zowel blootstelling (aantal aanvaringsslachtoffers) als effectenbepaling (PBR grenswaarden) dezelfde uitgangspunten te hanteren. Daarom zijn de populatiegroottes van zeevogels in de

PBR berekeningen gebaseerd op dezelfde tweemaandelijkse dichtheidskaarten als die gebruikt zijn voor de fluxberekeningen. De jaarlijkse sterfte is in het Band model de optelsom van de sterfte in de verschillende periodes, waarbij geen rekening wordt gehouden met het feit dat een vogel maar één keer dood kan gaan. Dit probleem kan verholpen worden door het gebruik maken van populatiemodellen, waarmee ook het effect van de slachtofferaantallen op de populatie bepaald kan worden. Daarbij zou dan idealiter een realistische populatieschatting gebruikt moeten worden en niet een optelsom van populatiegroottes bepaald in verschillende periodes.

6 Literatuur

Alerstam, T., M. Rosén, J. Bäckman, P.G.P. Ericson & O. Hellgren, 2007. Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects. PLoS Biology 5(8).

Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analystical methods to assess avian collision risk at wind farms. in I.M. de Lucas,G.F.E. Janss &M.F. (eds) (Ed.). *Birds and wind farms. Risk Assessment and Mitigation*. Blz. 275. Quercus. Madrid, Spain. pp 259-275.

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate, London, Uk.

BirdLife International, 2004. Birds in Europe, population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Series No. 12. BirdLife International, Cambridge, UK.

BirdLife International, 2015. European Red List of Birds. BirdLife Conservation Series No. 12. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Bradbury, G., M. Trinder, B. Furness, A.N. Banks, R.W.G. Caldow & D. Hume, 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PloS one 9(9): e106366.

Bravo Rebolledo, E.L. & A. Gyimesi, 2018. Memo workshop 12 juli 2018, Rapport. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Cook, A.S.C.P., E.M. Humphreys, F. Bennet, E.A. Masden & N.H.K. Burton, 2018. Quantifying avian avoidance of offshore wind turbines: Current evidence and key knowledge gaps. Marine Environmental Research in press.

Garthe, S. & O. Hüppop, 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. Journal of Applied Ecology 41(4): 724-734.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.01562. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande of geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A. & J. L. Leemans. 2018. Aanvulling van KEC 3.0 berekeningen met OWEZ en PAWP. Bureau Waardenburg, Culemborg..

Gyimesi, A., J.W. de Jong & R.C. Fijn, 2017a. Validation of biological variables for use in the SOSS Band model for Lesser Black-backed Gull *Larus fuscus* and Herring Gull *Larus argentatus*. report nr. 16-042. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A., J.W. de Jong & R.C. Fijn, 2017b. Review and analysis of tracking data to delineate flight characteristics and migration routes of birds over the Southern North Sea. report nr. 16-139. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A., E.L. Bravo Rebolledo, J.C. Kleyheeg-Hartman, J.W.d. Jong, M. Teunis, K. Didderen, M. Boonman, M. Schutter & R.C. Fijn, 2018a. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Hollandse Kust (noord). Kavel V en VI: vogels, vleermuizen, vissen en benthos. Rapportnr. 18-068, Rapport. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A., J.W. de Jong, A. Potiek & R.C. Fijn, 2018b. Voorziene effecten van vervolgroutekaart windenergie op zee (2024-2030) op enkele zeevogelsoorten. Schatting vogelslachtoffers voor verschillende windenergiegebieden. Rapportnr. 17-0109. Bureau Waardenburg, Culemborg.

IUCN, 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. http://www.iucnredlist.org

Johnston, A., A.S.C.P. Cook, L.J. Wright, E.M. Humphreys & N.H.K. Burtan, 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. Journal of Applied Ecology 51: 31-41.

Leopold, M.F., M.P. Collier, A. Gyimesi, R.H. Jongbloed, M.J.M. Poot, v.d.W. J.T. & M. Scholl, 2015. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES Report C166/14 IMARES, Wageningen.

Maclean, I.M.D., L.J. Wright, D.A. Showler & M.M. Rehfisch, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd. BTO

Rees, E.C. & J.H. Beekman, 2010. Northwest European Bewick's Swans: a population in decline. British Birds 103: 640-650.

Rijkswaterstaat, 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee Deelrapport B - Bijlage Imares onderzoek Cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen. Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Skov, H., S. Heinänen, T. Norman, R.M. Ward, S. Méndez-Roldán & I. Ellis, 2018. ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final report - April 2018. The Carbon Trust, United Kingdom.

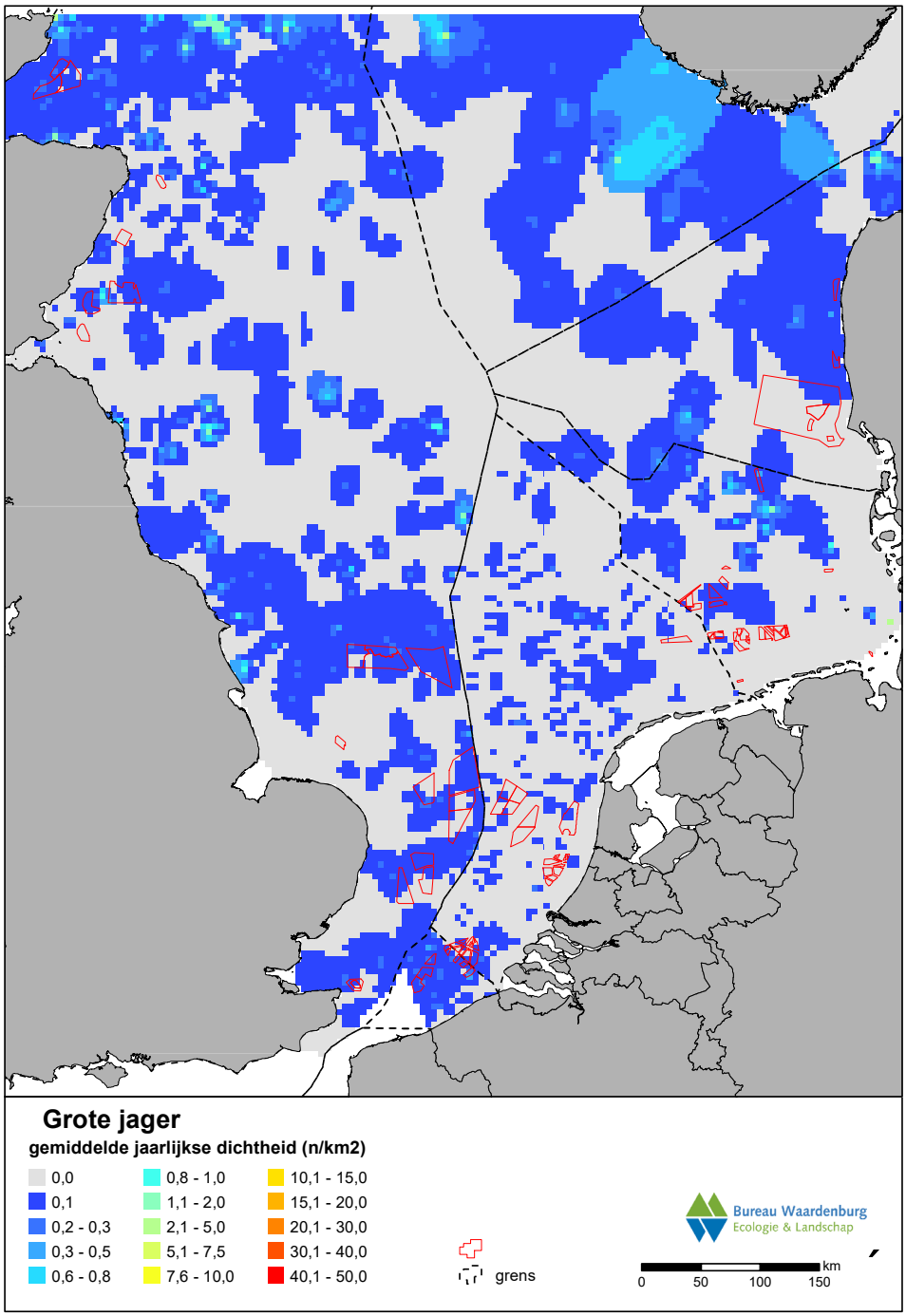
Snow, D.W. & C.M. Perrins, 1998. The Birds of the Western Palearctic. Volume 1 Non-passerines. Oxford University Press, Oxford.

van der Wal, J.T., R.C. Fijn, A. Gyimesi & M. Scholl, 2015. 2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the southern North Sea. Additional note to IMARES Report C166/14 IMARES, Wageningen.

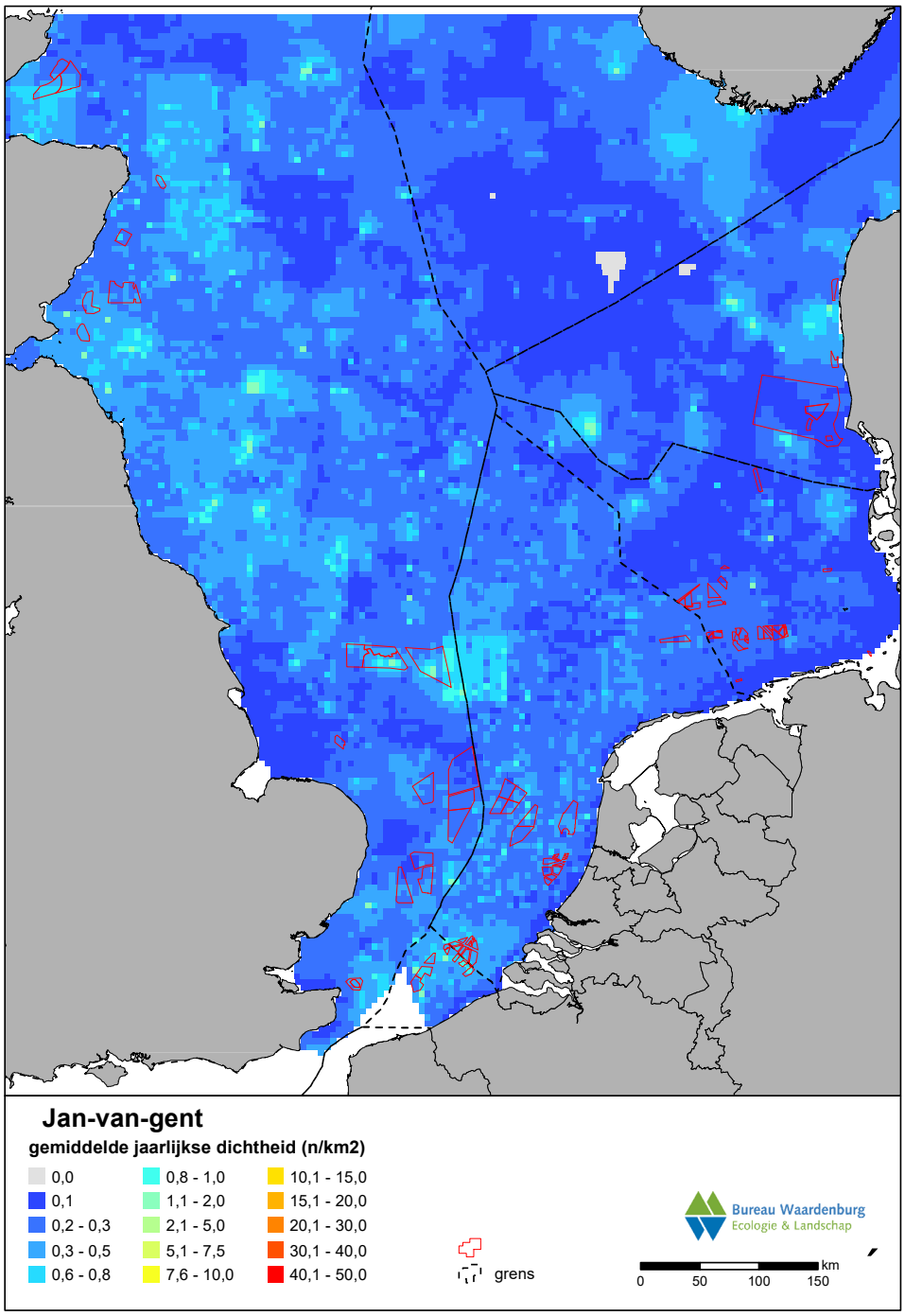
van der Wal, J.T., M.E.B. van Puijenbroek & M.F. Leopold, 2018. Cumulatieve effecten van offshore wind parken: habitatverlies zeevogels. ; Update voor vijf zeevogelsoorten, met vooruitblik tot 2030. Wageningen Marine Research, Wageningen.

Wright, L.J., V.H. Ross-Smith, D. Massimino, D. Dadam, A. Cook & N.H.K. Burton, 2012. Assessing the risk of offshore wind farm development to migratory birds designated as features of UK Special Protection Areas (and other Annex 1 species). BTO Research Report 592. BTO, Norfolk, UK.

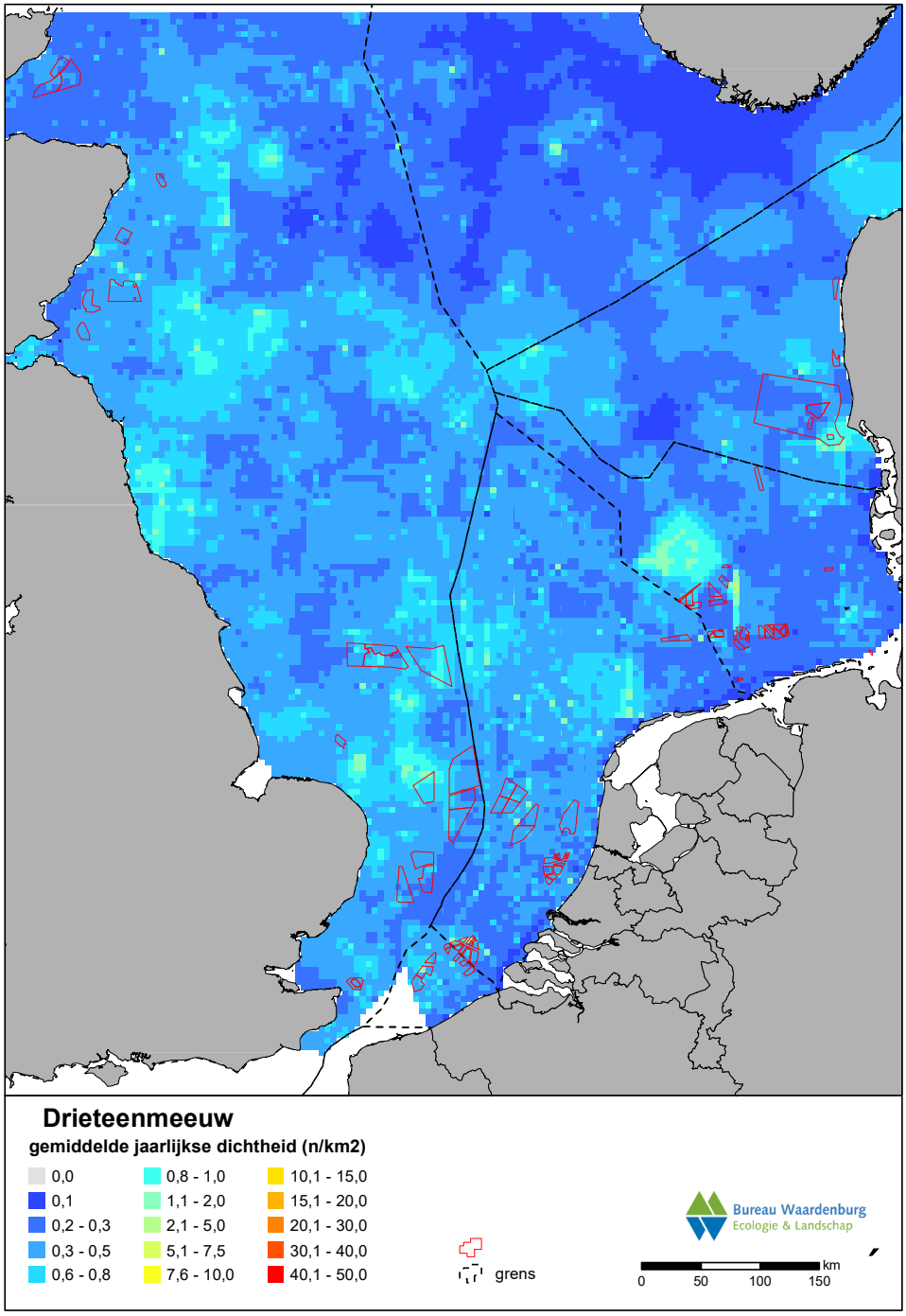
Bijlage A Dichtheidskaarten zeevogels internationaal scenario



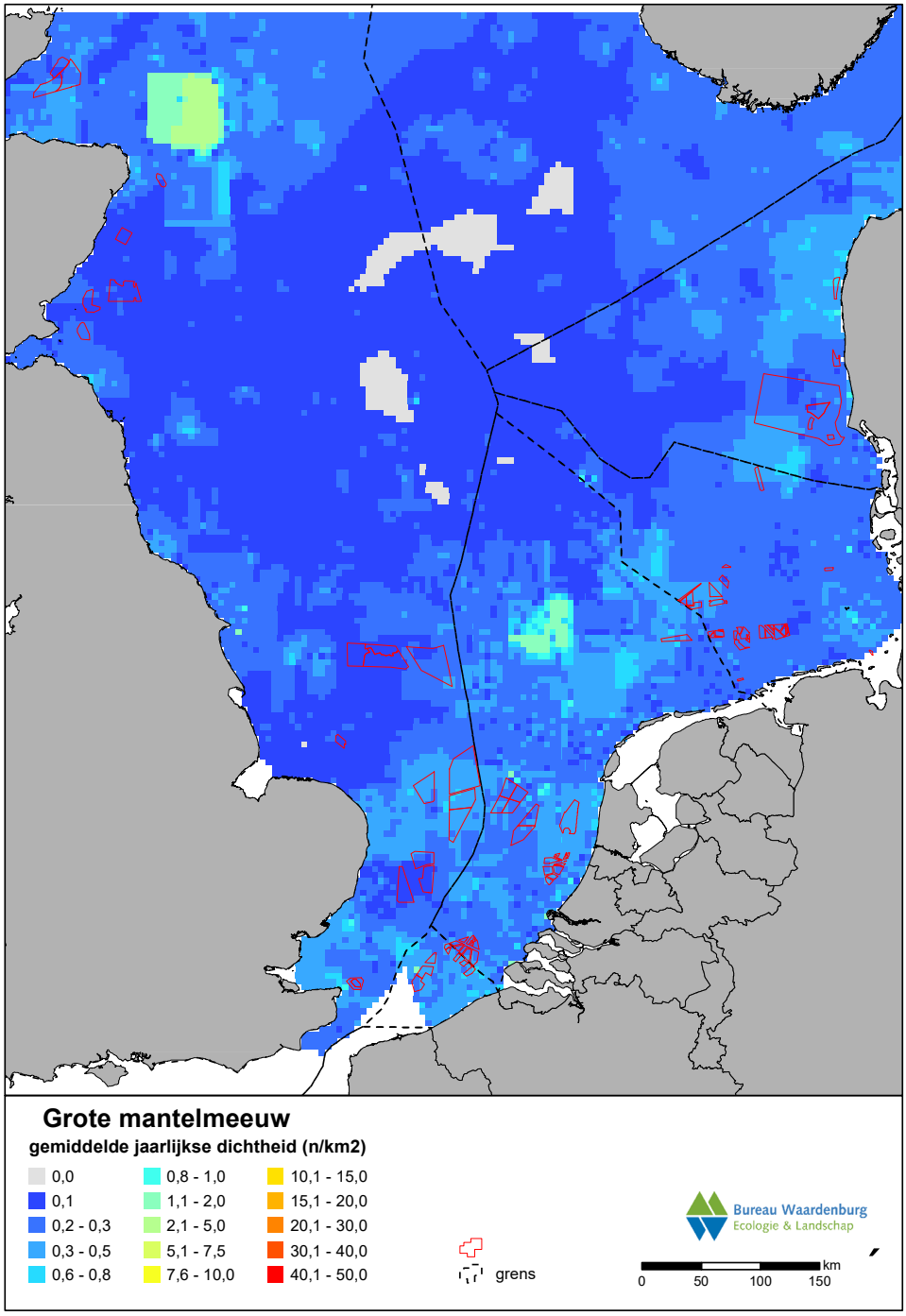
Figuur A.1 Langjarige (periode 1991-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van grote jagers in de centrale en zuidelijke Noordzee in en om offshore windparkgebieden (rode omtrek). Blauwe lijnen geven internationale grenzen aan.



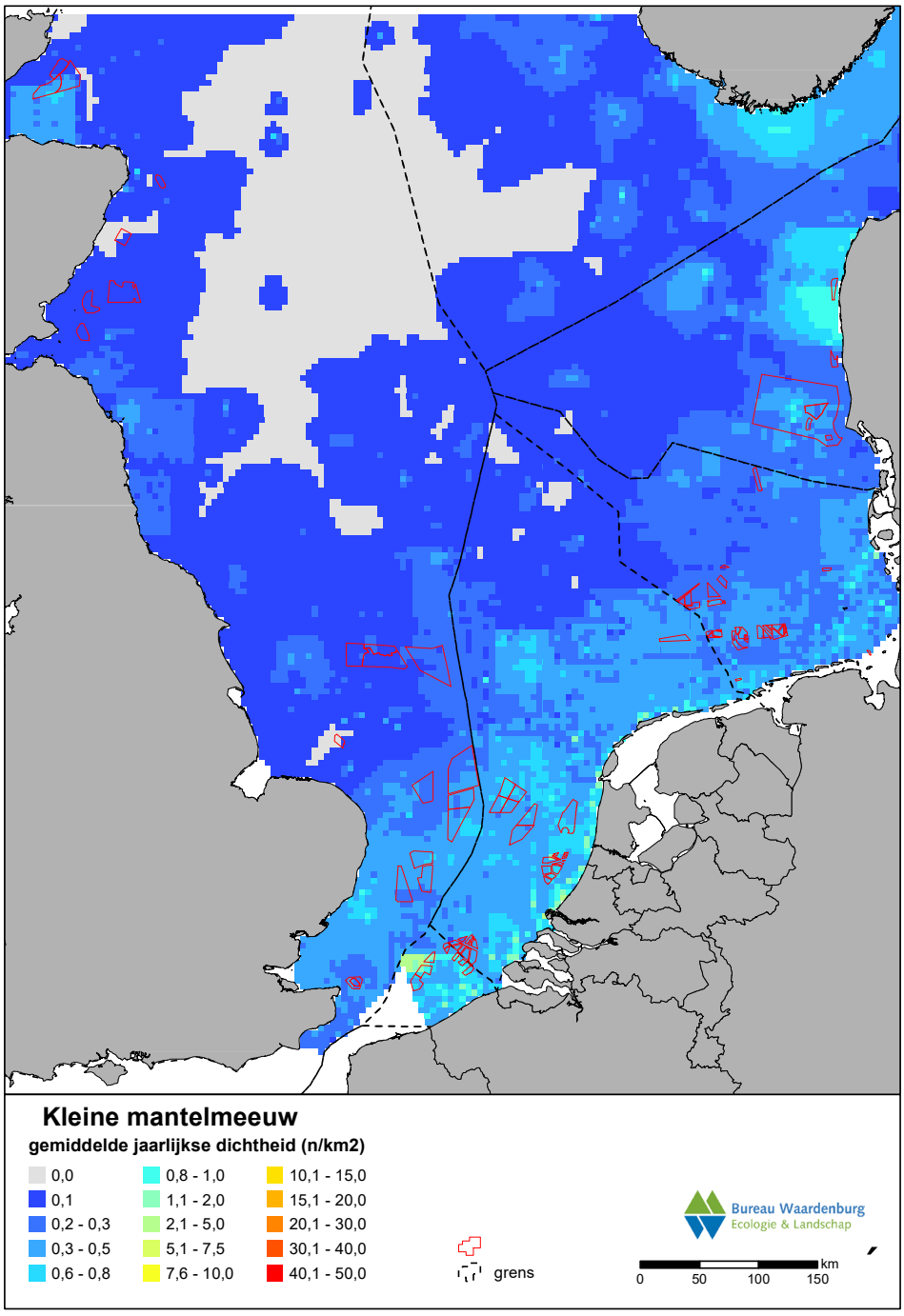
Figuur A.2 Langjarige (periode 1991-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van jan-van-genten in de centrale en zuidelijke Noordzee in en om offshore windparkgebieden (rode omtrek). Blauwe lijnen geven internationale grenzen aan.



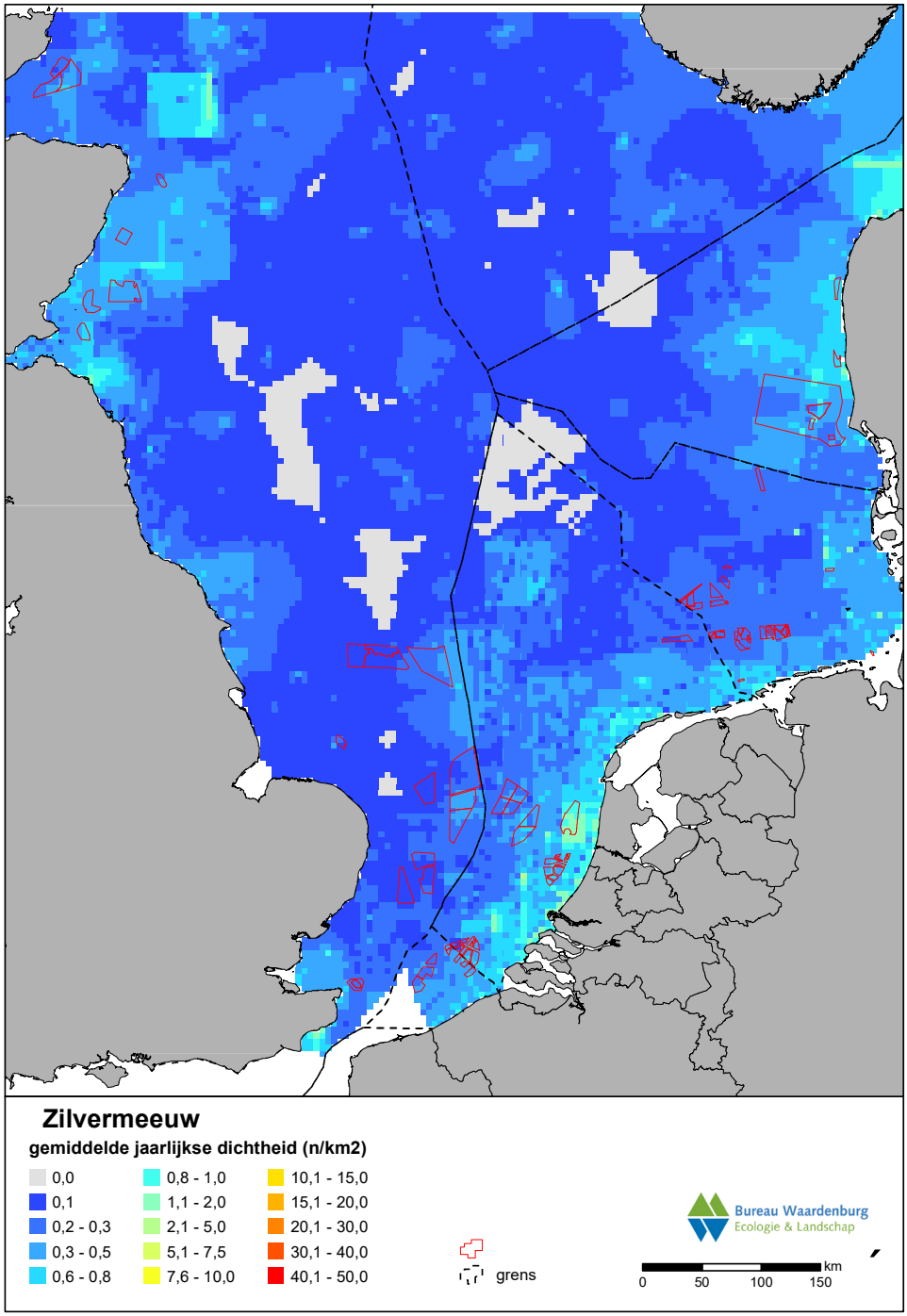
Figuur A.3 Langjarige (periode 1991-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van drieteenmeeuwen in de centrale en zuidelijke Noordzee in en om offshore windparkgebieden (rode omtrek). Blauwe lijnen geven internationale grenzen aan.



Figuur A.4 Langjarige (periode 1991-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van grote mantelmeeuwen in de centrale en zuidelijke Noordzee in en om offshore windparkgebieden (rode omtrek). Blauwe lijnen geven internationale grenzen aan.

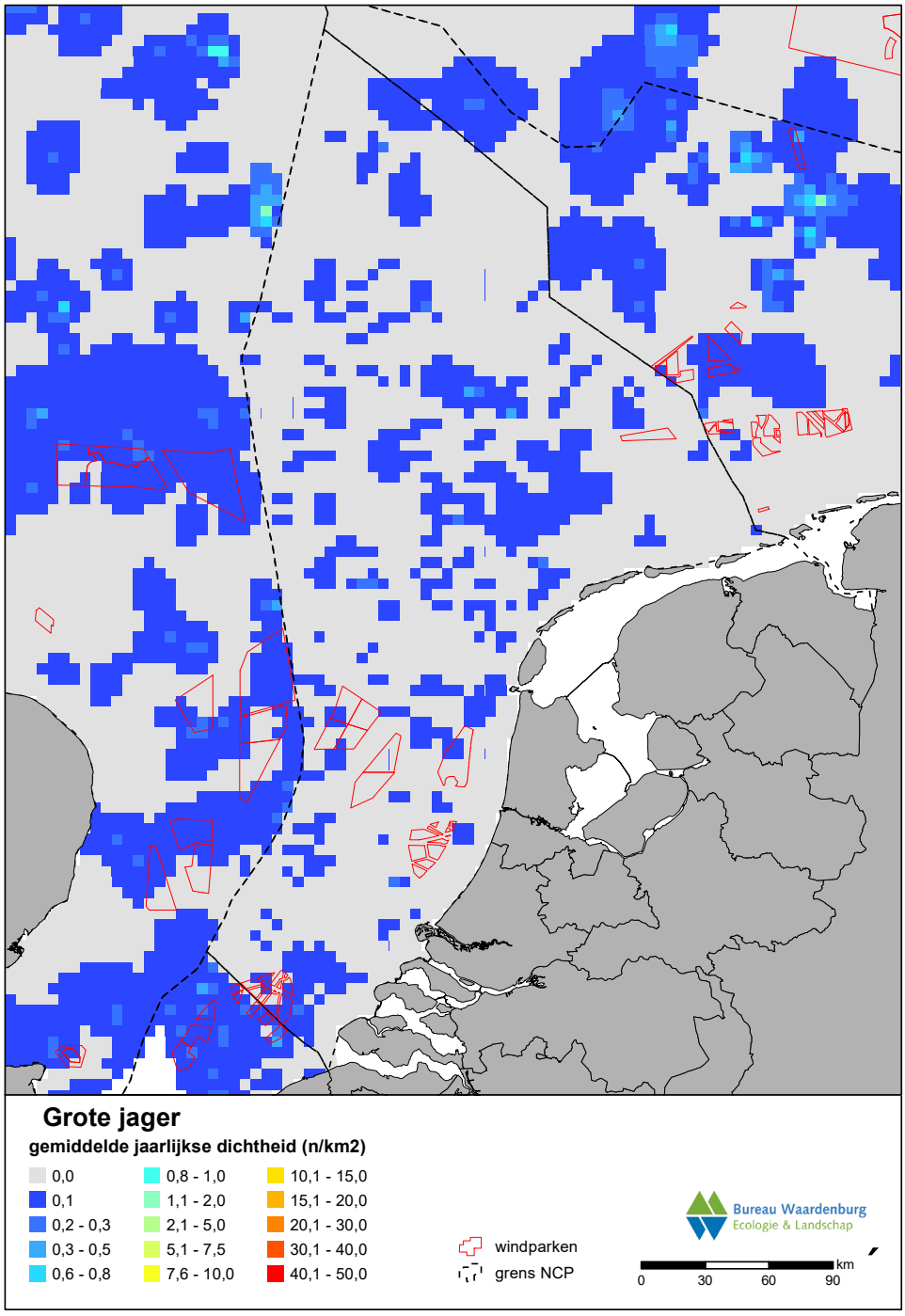


Figuur A.5 Langjarige (periode 1991-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van kleine mantelmeeuwen in de centrale en zuidelijke Noordzee in en om offshore windparkgebieden (rode omtrek). Blauwe lijnen geven internationale grenzen aan.

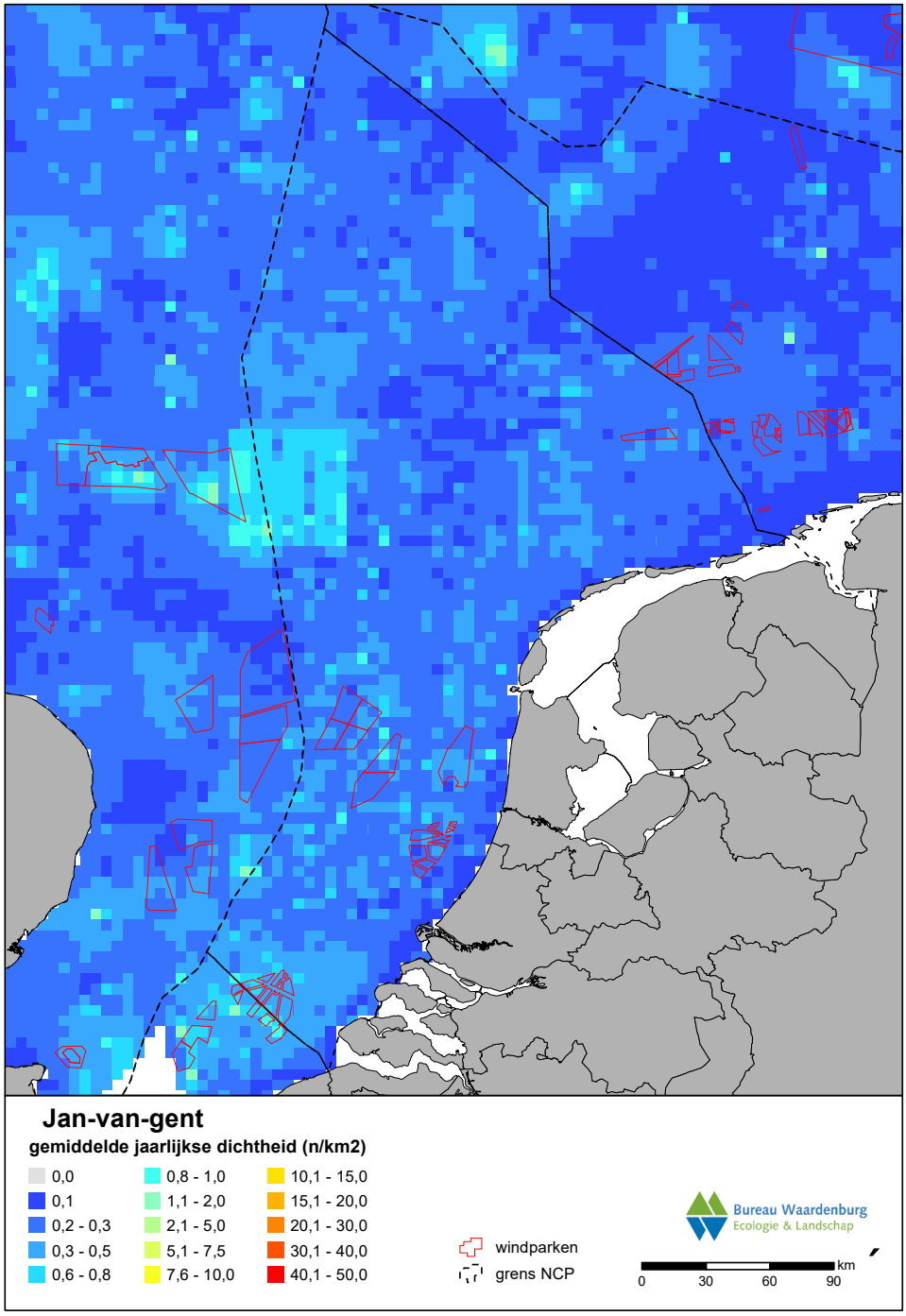


Figuur A.6 Langjarige (periode 1991-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van zilvermeeuwen in de centrale en zuidelijke Noordzee in en om offshore windparkgebieden (rode omtrek). Blauwe lijnen geven internationale grenzen aan.

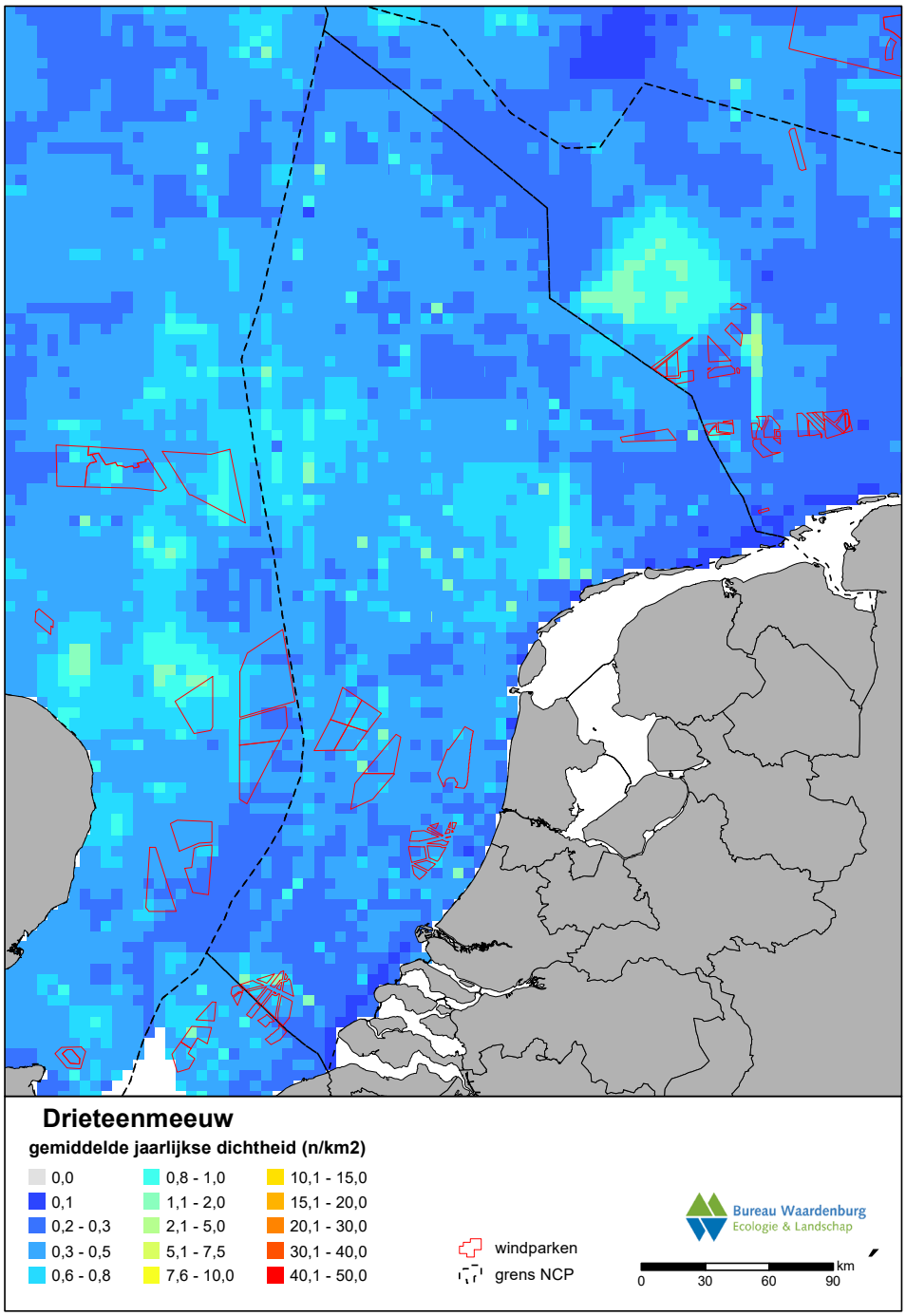
Bijlage B Dichtheidskaarten zeevogels nationaal scenario



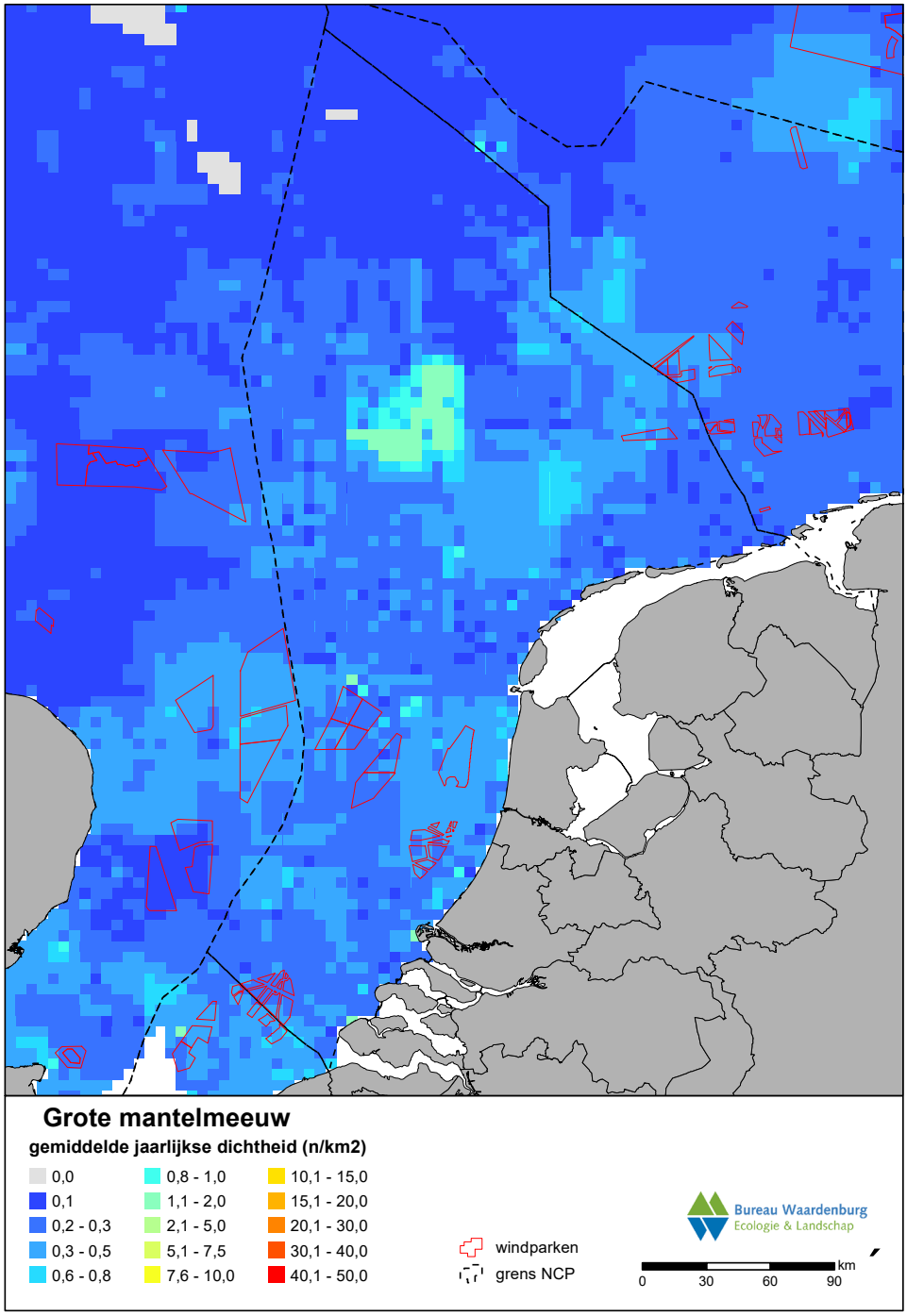
Figuur B.1 Langjarige (periode 2000-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van grote jagers in de Nederlandse Noordzee in en om offshore windparkgebieden.



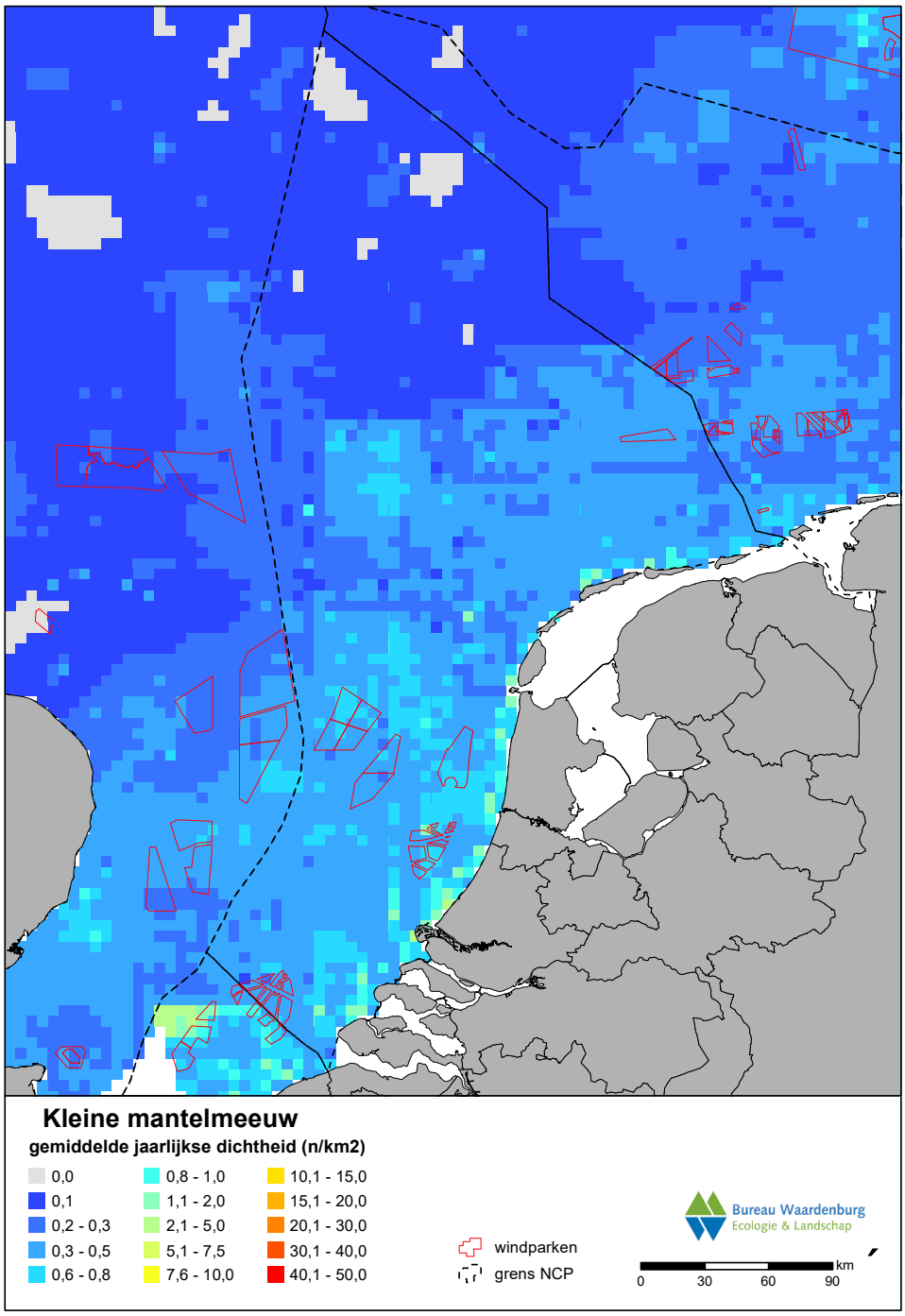
Figuur B.2 Langjarige (periode 2000-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van jan-van-genten in de Nederlandse Noordzee in en om offshore windparkgebieden.



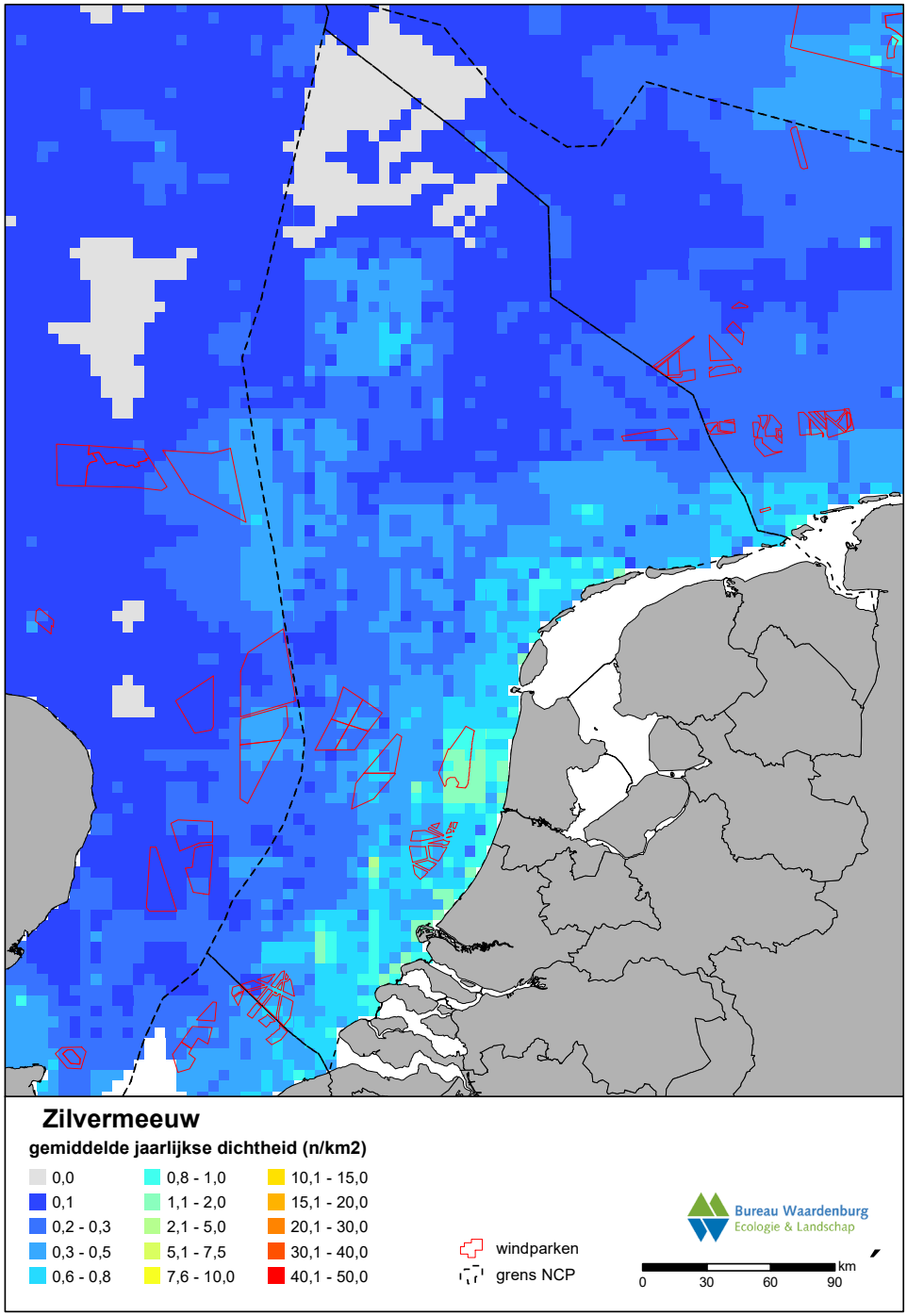
Figuur B.3 Langjarige (periode 2000-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van drieteenmeeuwen in de Nederlandse Noordzee in en om offshore windparkgebieden.



Figuur B.4 Langjarige (periode 2000-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van grote mantelmeeuwen in de Nederlandse Noordzee in en om offshore windparkgebieden.



Figuur B.5 Langjarige (periode 2000-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van kleine mantelmeeuwen in de Nederlandse Noordzee in en om offshore windparkgebieden.



Figuur B.6 Langjarige (periode 2000-2017) seizoensgemiddelde dichtheden van zilvermeeuwen in de Nederlandse Noordzee in en om offshore windparkgebieden.

Bijlage C Windparkgegevens

Naam	Land	Geschat aantal turbines	MW turbines
Belwind	België	55	3
Fairy Bank 1	België	70	10
Fairy Bank 2	België	58	12
Fairy Bank 3, N2000	België	47	15
Mermaid	België	31	8
Mermaid Same area as above	België	150	10
Nobelwind	België	50	3,3
Norther	België	29	8
Northwester	België	24	9,5
Northwind	België	72	3
Rentel	België	44	7
Seastar	België	31	8
Thorton Bank	België	54	6
Horns Rev 3	Denemarken	49	8
Tender 2019	Denemarken	80	10
Vesterhavet Nord/Syd	Denemarken	41	8
Albatros (ID N-8.3)	Duitsland	16	7
Amrumbank West (ID N-4.3)	Duitsland	80	3,6
BARD Offshore 1	Duitsland	80	5
Borkum Riffgrund 1 (ID N-2.4)	Duitsland	78	4
Borkum Riffgrund II (ID N-2.5)	Duitsland	56	8
Borkum Riffgrund West I (ID N-1.3)	Duitsland	24	10
Borkum Riffgrund West II (ID N-1.2)	Duitsland	24	10
Butendiek (ID N-5.2)	Duitsland	80	3,6
DanTysk (ID N-5.1)	Duitsland	80	3,6
Deutsche Bucht (ID N-6.3)	Duitsland	31	8,4
Deutsche Bucht Pilot (ID N-6.3-P)	Duitsland	2	8,4
EnBW He dreiht (ID N-7.1)	Duitsland	90	10
EnBW Hohe See (ID N-8.2)	Duitsland	71	7
GlobalTech I (ID N-8.1)	Duitsland	80	5
Gode Wind 01 (ID N-3.1)	Duitsland	55	6
Gode Wind 02 (ID N-3.2)	Duitsland	42	6
Gode Wind 04 (ID N-3.7)	Duitsland	13	10
Gode Wind III (ID N-3.4)	Duitsland	11	10
KASKASI II (ID N-4.4)	Duitsland	33	10
Meerwind Süd/Ost (ID N-4.1)	Duitsland	80	3,6
Merkur Offshore (ID N-2.6)	Duitsland	66	6
N-3.5	Duitsland	25	12
N-3.6	Duitsland	63	12
N-3.7 (except Gode Wind 04)	Duitsland	19	12
N-3.8	Duitsland	29	12
N-6.6	Duitsland	45	15
N-6.7	Duitsland	23	12
N-7.2	Duitsland	90	10
NOR 0-1 Riffgat	Duitsland	30	3,6
NOR 0-2 Nordergründe	Duitsland	19	6
NOR 2-1 Alpha ventus	Duitsland	12	5
Nordsee One (ID N-3.3)	Duitsland	55	6
Nordsee Ost (ID N-4.2)	Duitsland	49	6
OWP West (ID N-1.1)	Duitsland	24	10
Sandbank (ID N-5.3)	Duitsland	72	4
Trianel Windpark Borkum (ID N-2.2)	Duitsland	40	5
Trianel Windpark Borkum Bauphase 2 (ID N-2.3)	Duitsland	33	6
Veja Mate (ID N-6.2)	Duitsland	67	6
Gemini	Nederland	150	4
Hollandse Kust (West) N	Nederland	76	10
Hollandse Kust (West) Z	Nederland	76	10
Ijmuiden Ver 1	Nederland	100	10
Ijmuiden Ver 2	Nederland	100	10
Ijmuiden Ver 3	Nederland	100	10
Ijmuiden Ver 4	Nederland	100	10
Luchterduinen	Nederland	43	3
North of Waddeneilanden	Nederland	76	10

Naam	Land	Geschat aantal turbines	MW turbines
Tender 2015 (1)- Borssele I en II	Nederland	94	8
Tender 2016 (3) - Borssele III en IV	Nederland	77	9,5
Tender 2017 (5) - Hollandse Kust Zuid Holland I en II	Nederland	94	8
Tender 2018 (7)- Hollandse Kust Zuid Holland III en IV	Nederland	94	8
Tender 2019 (9) - Hollandse Kust Noord Holland I en II	Nederland	95	8
Beatrice BOWL	Verenigd Koninkrijk	84	7
Dudgeon	Verenigd Koninkrijk	67	6
East Anglia 1	Verenigd Koninkrijk	102	7
East Anglia 1 North	Verenigd Koninkrijk	80	10
East Anglia 2	Verenigd Koninkrijk	80	10
East Anglia 3	Verenigd Koninkrijk	150	8
Galloper	Verenigd Koninkrijk	59	6
Greater Gabbard	Verenigd Koninkrijk	140	3,6
Gunfleet Sands Demonstration Project	Verenigd Koninkrijk	2	6
Gunfleet Sands I + II	Verenigd Koninkrijk	48	4
Hornsea Project One	Verenigd Koninkrijk	174	7
Hornsea Project Three	Verenigd Koninkrijk	300	8
Hornsea Project Two	Verenigd Koninkrijk	173	8
Humber Gateway	Verenigd Koninkrijk	73	3
Hywind Scotland Pilot Park	Verenigd Koninkrijk	5	6
Inch Cape	Verenigd Koninkrijk	131	7
Inner D, Racebank, Lincs, S. Shoal	Verenigd Koninkrijk	349	3,6
Kentish Flats 1	Verenigd Koninkrijk	30	3
Kentish Flats 2	Verenigd Koninkrijk	15	3
Kincardine	Verenigd Koninkrijk	6	8,4
London Array	Verenigd Koninkrijk	175	3,6
Lynn	Verenigd Koninkrijk	27	4
MORAY West	Verenigd Koninkrijk	75	10
MORL – Stevenson, Telford, Macoll (Moray)	Verenigd Koninkrijk	110	10
Neart na Gaoithe	Verenigd Koninkrijk	54	8
Norfolk Boreas	Verenigd Koninkrijk	180	10
Norfolk Vanguard	Verenigd Koninkrijk	180	10
Repsol – Inchcape	Verenigd Koninkrijk	79	10
Scroby Sands	Verenigd Koninkrijk	30	2
Seagreen – Alpha en Bravo	Verenigd Koninkrijk	105	10
Thanet	Verenigd Koninkrijk	100	3
Thanet extension	Verenigd Koninkrijk	34	10
Triton Knoll	Verenigd Koninkrijk	143	6
Westermost Rough	Verenigd Koninkrijk	35	6

Bijlage D Slachtoffers zeevogels per windpark internationaal scenario

Windpark	Drieteen-meeuw	Grote jager	Grote mantel-meeuw	Jan-van-gent	Kleine mantel-meeuw	Zilver-meeuw
Albatros (ID N-8.3)	1	0	1	0	2	1
Amrumbank West (ID N-4.3)	2	0	8	2	16	20
BARD Offshore 1	6	0	18	2	15	6
Beatrice BOWL	4	0	6	3	9	6
Belwind	3	0	11	5	28	7
Borkum Riffgrund 1 (ID N-2.4)	2	0	7	2	18	4
Borkum Riffgrund II (ID N-2.5)	2	0	5	1	13	4
Borkum Riffgrund West I (ID N-1.3)	1	0	2	0	7	1
Borkum Riffgrund West II (ID N-1.2)	1	0	2	0	7	1
Butendiek (ID N-5.2)	6	0	7	6	23	7
DanTysk (ID N-5.1)	5	0	18	1	21	5
Deutsche Bucht (ID N-6.3)	1	0	4	1	6	2
Deutsche Bucht Pilot (ID N-6.3-P)	0	0	0	0	0	0
Dudgeon	4	0	3	2	0	2
East Anglia 1	5	0	5	4	35	3
East Anglia 1 North	2	0	5	1	30	3
East Anglia 2	2	0	2	1	20	2
East Anglia 3	8	0	32	3	60	16
EnBW He dreiht (ID N-7.1)	2	0	13	1	14	6
EnBW Hohe See (ID N-8.2)	4	0	7	2	11	3
Fairy Bank 1	2	0	8	2	30	8
Fairy Bank 2	2	0	8	4	46	6
Fairy Bank 3, N2000	3	0	8	3	61	5
Galloper	3	0	7	2	20	3
Gemini	12	0	18	5	41	8
GlobalTech I (ID N-8.1)	3	0	7	1	10	3
Gode Wind 01 (ID N-3.1)	2	0	4	1	16	6
Gode Wind 02 (ID N-3.2)	1	0	3	1	12	4
Gode Wind 04 (ID N-3.7)	0	0	1	0	4	1
Gode Wind III (ID N-3.4)	0	0	1	0	3	1
Greater Gabbard	6	0	14	7	52	7
Gunfleet Sands Demonstration Project	0	0	0	0	1	0
Gunfleet Sands I + II	3	0	9	1	15	5
Hollandse Kust (West) N	3	0	8	1	26	14
Hollandse Kust (West) Z	2	0	6	1	25	12
Horns Rev 3	2	0	4	1	14	9
Hornsea Project One	12	0	7	14	12	4
Hornsea Project Three	27	0	32	15	47	25
Hornsea Project Two	11	0	6	5	13	2
Humber Gateway	5	0	2	1	5	1
Hywind Scotland Pilot Park	0	0	0	0	0	1
Ijmuiden Ver 1	4	0	7	1	42	30
Ijmuiden Ver 2	3	0	8	1	48	8
Ijmuiden Ver 3	4	0	9	1	35	9
Ijmuiden Ver 4	3	0	9	1	37	8
Inch Cape	6	0	8	8	3	24
Inner D, Racebank, Lincs, S. Shoal	21	0	10	5	13	6
KASKASI II (ID N-4.4)	1	0	2	0	6	8
Kentish Flats 1	1	0	8	0	9	5
Kentish Flats 2	1	0	4	0	5	3
Kincardine	0	0	0	0	0	1
London Array	13	0	22	6	48	17
Luchterduinen	6	0	24	5	59	27
Lynn	2	0	1	0	1	0
Meerwind Süd/Ost (ID N-4.1)	3	0	11	4	17	15
Merkur Offshore (ID N-2.6)	2	0	5	1	18	4
Mermaid	2	0	5	2	11	4
MORAY West	2	0	7	2	21	7

Windpark	Drieteen-meeuw	Grote jager	Grote mantel-meeuw	Jan-van-gent	Kleine mantel-meeuw	Zilver-meeuw
MORL – Stevenson, Telford, Macoll (Moray)	2	0	10	2	23	13
N-3.5	0	0	1	0	6	3
N-3.6	1	0	3	1	16	5
N-3.7 (except Gode Wind 04)	0	0	1	0	5	2
N-3.8	0	0	1	0	7	3
N-6.6	2	0	6	1	12	3
N-6.7	1	0	2	1	4	2
N-7.2	2	0	10	1	20	6
Neart na Gaoithe	3	0	4	2	4	11
Nobelwind	3	0	10	6	29	7
NOR 0-1 Riffgat	1	0	3	0	14	6
NOR 0-2 Nordergründe	0	0	2	0	6	5
NOR 2-1 Alpha ventus	0	0	1	0	3	1
Nordsee One (ID N-3.3)	2	0	5	1	14	7
Nordsee Ost (ID N-4.2)	2	0	5	2	13	11
Norfolk Boreas	5	0	24	1	51	11
Norfolk Vanguard	8	0	28	2	48	11
North of Waddeneilanden	2	0	9	1	20	4
Norther	1	0	8	2	20	6
Northwester	1	0	4	1	9	4
Northwind	4	0	18	8	47	14
OWP West (ID N-1.1)	1	0	2	0	6	1
Rentel	2	0	9	4	29	10
Sandbank (ID N-5.3)	4	0	13	1	9	5
Scroby Sands	3	0	7	1	7	1
Seagreen – Alpha en Bravo	3	0	4	2	2	18
Seastar	2	0	7	2	22	6
Tender 2015 (1)- Borssele I en II	7	0	12	4	41	19
Tender 2016 (3) - Borssele III en IV	5	0	15	3	37	22
Tender 2017 (5) - Hollandse Kust Zuid Holland I en II	4	0	15	2	57	24
Tender 2018 (7)- Hollandse Kust Zuid Holland III en IV	4	0	12	2	61	32
Tender 2019	2	0	5	0	21	11
Tender 2019 (9) - Hollandse Kust Noord Holland I en II	6	0	19	3	62	37
Thanet	7	0	15	5	22	7
Thanet extension	1	0	3	1	7	3
Thorton Bank	3	0	11	4	43	7
Trianel Windpark Borkum Bauphase 2 (ID N-2.3)	2	0	3	1	10	2
Triton Knoll	12	0	7	3	6	1
Veja Mate (ID N-6.2)	5	0	13	2	14	5
Vesterhavet Nord/Syd	2	0	13	1	37	10
Westermost Rough	2	1	4	1	2	2

Bijlage E Slachtoffers trekvogels per windpark

windpark	kleine zwaan	rotgans	bergeend	wulp	zwarte stern
Albatros (ID N-8.3)	0,00	0,1	0,77	1,05	0,08
Amrumbank West (ID N-4.3)	0,09	0,5	3,25	4,37	0,33
BARD Offshore 1	0,02	0,0	3,51	4,74	0,36
Beatrice BOWL	0,00	0,0	4,05	5,49	0,42
Belwind	0,01	1,4	2,16	2,90	0,22
Borkum Riffgrund 1 (ID N-2.4)	0,05	0,5	3,26	4,38	0,33
Borkum Riffgrund II (ID N-2.5)	0,05	0,4	2,91	3,93	0,30
Borkum Riffgrund West I (ID N-1.3)	0,03	0,2	1,38	1,87	0,14
Borkum Riffgrund West II (ID N-1.2)	0,03	0,2	1,38	1,87	0,14
Butendiek (ID N-5.2)	0,05	0,0	3,25	4,37	0,33
DanTysk (ID N-5.1)	0,05	0,0	3,25	4,37	0,33
Deutsche Bucht (ID N-6.3)	0,01	0,0	1,57	2,14	0,17
Deutsche Bucht Pilot (ID N-6.3-P)	0,00	0,0	0,10	0,14	0,01
Dudgeon	0,00	0,4	3,09	4,18	0,32
East Anglia 1	0,06	3,8	4,92	6,67	0,51
East Anglia 1 North	0,07	3,2	4,59	6,22	0,48
East Anglia 2	0,07	3,2	4,59	6,22	0,48
East Anglia 3	0,37	1,0	7,79	10,53	0,81
EnBW He dreiht (ID N-7.1)	0,11	0,6	5,17	7,00	0,54
EnBW Hohe See (ID N-8.2)	0,06	0,5	3,43	4,64	0,36
Fairy Bank 1	0,03	2,3	4,02	5,44	0,42
Fairy Bank 2	0,03	1,9	3,51	4,79	0,37
Fairy Bank 3, N2000	0,02	2,0	3,03	4,16	0,33
Galloper	0,02	2,1	2,72	3,67	0,28
Gemini	0,03	0,9	6,26	8,42	0,64
GlobalTech I (ID N-8.1)	0,06	0,5	3,51	4,74	0,36
Gode Wind 01 (ID N-3.1)	0,04	0,4	2,54	3,43	0,26
Gode Wind 02 (ID N-3.2)	0,03	0,3	1,94	2,62	0,20
Gode Wind 04 (ID N-3.7)	0,02	0,1	0,76	1,03	0,08
Gode Wind III (ID N-3.4)	0,01	0,1	0,63	0,85	0,07
Greater Gabbard	0,03	4,4	5,69	7,64	0,58
Gunfleet Sands Demonstration Project	0,00	0,1	0,09	0,12	0,01
Gunfleet Sands I + II	0,01	1,5	1,95	2,62	0,20
Hollandse Kust (West)	0,51	6,0	8,73	11,81	0,90
Horns Rev 3	0,04	0,0	2,54	3,44	0,26
Hornsea Project One	0,00	0,0	8,40	11,38	0,88
Hornsea Project Three	0,00	2,0	15,57	21,06	1,61
Hornsea Project Two	0,00	0,0	8,99	12,16	0,93
Humber Gateway	0,00	0,0	2,87	3,85	0,29
Hywind Scotland Pilot Park	0,00	0,0	0,23	0,31	0,02
Ijmuiden Ver	1,34	15,9	22,96	31,09	2,38
Inch Cape	0,00	0,0	6,32	8,57	0,66
Inner D, Racebank, Lincs, S. Shoal	0,00	0,0	14,17	19,04	1,45
KASKASI II (ID N-4.4)	0,07	0,2	1,87	2,53	0,19
Kentish Flats 1	0,01	0,9	1,18	1,58	0,12
Kentish Flats 2	0,00	0,5	0,61	0,82	0,06
Kincardine	0,00	0,0	0,30	0,41	0,03
London Array	0,04	5,5	7,11	9,55	0,73
Luchterduinen	0,02	1,8	4,72	6,32	0,48
Lynn	0,00	0,0	1,10	1,47	0,11
Meerwind Süd/Ost (ID N-4.1)	0,09	0,5	3,25	4,37	0,33
Merkur Offshore (ID N-2.6)	0,05	0,4	3,05	4,12	0,32
Mermaid	0,01	1,0	1,60	2,16	0,17
Mermaid Same area as above	0,07	5,0	8,61	11,66	0,89
MORAY West	0,00	0,0	4,31	5,83	0,45
MORL – Stevenson, Telford, Macoll (Moray)	0,00	0,0	6,31	8,55	0,65
N-3.5	0,03	0,2	1,50	2,05	0,16
N-3.6	0,07	0,4	3,76	5,13	0,40
N-3.7 (except Gode Wind 04)	0,02	0,1	1,15	1,57	0,12
N-3.8	0,03	0,2	1,75	2,39	0,19

N-6.6	0,02	0,0	2,90	3,99	0,31
N-6.7	0,01	0,0	1,40	1,92	0,15
N-7.2	0,11	0,6	5,17	7,00	0,54
Neart na Gaoithe	0,00	0,0	2,80	3,79	0,29
Nobelwind	0,01	1,3	2,05	2,74	0,21
NOR 0-1 Riffgat	0,03	1,1	1,22	1,64	0,12
NOR 0-2 Nordergründe	0,02	0,0	0,85	1,15	0,09
NOR 2-1 Alpha ventus	0,01	0,1	0,54	0,73	0,06
Nordsee One (ID N-3.3)	0,04	0,4	2,56	3,45	0,26
Nordsee Ost (ID N-4.2)	0,06	0,3	2,27	3,07	0,24
Norfolk Boreas	0,08	1,2	10,33	13,99	1,07
Norfolk Vanguard	0,60	1,2	10,33	13,99	1,07
North of Waddeneilanden	0,03	0,5	4,36	5,91	0,45
Norther	0,01	1,0	1,49	2,02	0,15
Northwester	0,01	0,8	1,23	1,68	0,13
Northwind	0,01	1,8	2,83	3,79	0,29
OWP West (ID N-1.1)	0,03	0,0	1,38	1,87	0,14
Rentel	0,01	1,4	2,13	2,89	0,22
Repsol – Inchcape	0,00	0,0	4,54	6,14	0,47
Sandbank (ID N-5.3)	0,05	0,0	3,01	4,04	0,31
Scroby Sands	0,04	0,2	1,18	1,59	0,12
Seagreen – Alpha en Bravo	0,00	0,0	6,03	8,16	0,62
Seastar	0,01	1,0	1,60	2,16	0,17
Tender 2015 (1)- Borssele I en II	0,03	3,2	4,88	6,60	0,50
Tender 2016 (3) - Borssele III en IV	0,03	2,7	4,01	5,49	0,43
Tender 2017 (5) - Hollandse Kust Zuid Holland I en II	0,06	3,8	4,88	6,60	0,50
Tender 2018 (7)- Hollandse Kust Zuid Holland III en IV	0,06	3,8	4,88	6,60	0,50
Tender 2019	0,10	0,0	4,59	6,22	0,48
Tender 2019 (9) - Hollandse Kust Noord Holland I en II	0,24	3,8	4,93	6,67	0,51
Thanet	0,02	3,1	3,93	5,27	0,40
Thanet extension	0,02	1,4	1,95	2,64	0,20
Thorton Bank	0,02	1,6	2,49	3,37	0,26
Trianel Windpark Borkum (ID N-2.2)	0,03	0,2	1,76	2,37	0,18
Trianel Windpark Borkum Bauphase 2 (ID N-2.3)	0,03	0,2	1,54	2,08	0,16
Triton Knoll	0,00	0,0	6,62	8,95	0,69
Veja Mate (ID N-6.2)	0,01	0,0	3,09	4,18	0,32
Vesterhavet Nord/Syd	0,00	0,0	2,13	2,88	0,22
Westermost Rough	0,00	0,0	1,62	2,18	0,17

Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl