Dispersie, sterfte en terreingebruik van Nederlandse zeearenden



deltamilieu PROJECTEN

WERKGROEP ZEEAREND

Dispersie, sterfte en terreingebruik van Nederlandse zeearenden

Status uitgave:	Definitief	
Rapport nr.:	2026-07	
Datum uitgave:	29-5-2026	
Auteurs:	S. van Rijn, K.D. van Straalen, J. Dekker, R. de Ruiter, P. de Boer, R. Kleefstra, S. Deuzeman, A. van den Berg, N. Bennink	
Projectleider:	S. van Rijn	
Email:	stef@deltamilieu.nl	
Telefoon:	00 31 6 5361 6778	
Naam en adres opdrachtgever:	Provincie Zuid-Holland Postbus 90602 2509 LP Den Haag	Provincie Zeeland Postbus 6001 4330 LA Middelburg
Contactpersoon opdrachtgever:	D. van Bentum (ZH)	M. Struik (ZL)
Akkoord voor uitgave:	Directie Deltamilieu Projecten	
Paraaf:	P.S. Roege	



Foto voorpagina: Adult paar zeearenden uit de noordelijke IJsseldelta, 12 januari 2025. © Arend Jan Maatkamp

Citeren als: Van Rijn, S., K.D. van Straalen, J. Dekker, R. de Ruiter, P. de Boer, R. Kleefstra, S. Deuzeman, A. van den Berg & N. Bennink 2026. Dispersie, sterfte en terreingebruik van Nederlandse zeearenden. Deltamilieu Projecten rapportnummer 2026-07.

© Deltamilieu Projecten/Werkgroep Zeearend Nederland

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Deltamilieu Projecten, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Postal address
Postbus 315
4100 AH Culemborg
The Netherlands
info@deltamilieu.nl
deltamilieuprojecten.nl

Bezoekadres
Edisonweg 53D
4382 NV Vlissingen
The Netherlands
T: 0118 466 280

Inhoudsopgave

Samenvatting *Summary* 5

1. Inleiding 9

2. Methoden 11

2.1 Projectopzet 11

2.2 Monitoring broedpopulatie en dieet 11

2.3 GPS-zenders 11

2.4 Terreinkeuze en verstoring 12

2.5 Vlieggedrag en aanvaringsrisico's windturbines 13

3. Resultaten 17

3.1 Broedbiologie en dieet 17

3.2 Dispersie en sterfte 19

3.3 Homerange en terreingebruik 23

3.4 Habitatvoorkeur 27

3.5 Verstoringsgevoeligheid 31

3.6 Aanvaringsrisico's windturbines 36

4. Discussie 49

4.1 Broedpopulatie, broedsucces en dieet 49

4.2 Overleving, dispersie en homerange 51

4.3 Terreinkeuze 52

4.4 Verstoring 54

4.5 Vlieggedrag en aanvaringsrisico's windturbines 55

4.6 Consequenties voor beleid en beheer 57

4.7 Conclusies 59

Literatuur 61

Bijlagen 64



Zeearendpaar van de Oude Maas, met het zendermannetje uit de Brabantse Biesbosch, 29 januari 2025 (Foto: Marian Le Pair). *White-tailed eagle pair of the Oude Maas, with tagged male from the Brabantse Biesbosch, January 29, 2025 (photo: Marian Le Pair).*

Samenvatting *Summary*

Dit rapport beschrijft de dispersie, sterfte en het terreingebruik van Nederlandse zeearenden. De studie heeft als doel inzicht te verkrijgen in het ruimtegebruik, vlieggedrag en de belangrijkste risicofactoren gedurende de eerste levensjaren en vanaf vestigen als broedvogel. Aanleiding voor dit onderzoek is de behoefte om beschermingsmaatregelen te onderbouwen. De studie is gebaseerd op GPS-telemetrie van vijftien nestjonge zeearenden, afkomstig uit twaalf nesten verspreid over Nederland uit de periode 2019-2021. De zenders genereren gedetailleerde driedimensionale gegevens over de bewegingen, het vlieggedrag en terreingebruik, en identificeren de sterftefactoren. Aangevuld met informatie over broedbiologie en dieet zijn de resultaten in de context van de groeiende Nederlandse populatie geplaatst met inzichten over hoe het landschap de arenden beïnvloed.

De resultaten tonen aan dat de sterfte onder zeearenden in de eerste levensjaren aanzienlijk is. Binnen vier jaar stierf 47% van de gezenderde vogels, waarbij het merendeel van de sterfte werd veroorzaakt door onnatuurlijke factoren, waaronder aanvaringen met windturbines, vergiftiging en infrastructuur. Tegelijkertijd wist ruim de helft van de vogels zich succesvol te vestigen als broedvogel, voornamelijk in Nederland en deels in Duitsland.

In de onvolwassen periode maken zeearenden gebruik van uitgestrekte leefgebieden, waarbij kerngebieden zoals de Oostvaardersplassen en de Biesbosch een cruciale rol spelen. Deze gebieden functioneren als centrale knooppunten binnen het Noordwest-Europese verspreidingsgebied. Vanaf vestiging als broedvogels neemt de omvang van het leefgebied sterk af en is het ruimtegebruik geconcentreerd in een broedterritorium. De terreinkeuze laat zien dat zeearenden een duidelijke voorkeur hebben voor rustige, grootschalige natuurgebieden waaronder moerassen, grote wateren en bosrijke gebieden. De meeste gebieden die langdurig door zeearenden worden gebruikt betroffen N2000-gebieden. Intensief gebruikte recreatiegebieden en opengestelde terreinen worden daarentegen juist vermeden, als ook parken, steden, industrie en wegen. Dit benadrukt het belang van rust en beperkte menselijke verstoring voor het duurzaam functioneren van leefgebieden.

Aanvaringen met windturbines vormen een belangrijke risicofactor. Zowel uit registratie van sterfgevallen als modelberekeningen blijkt dat het aanvaringsrisico sterk varieert per regio en afhankelijk is van factoren zoals vlieggedrag, gebruik van foerageergebieden en de ruimtelijke configuratie van windparken. In Nederland is met name de regio Flevoland als risicogebied geïdentificeerd vanwege de combinatie van een groot aantal vliegbewegingen en een hoge dichtheid aan windturbines. Een mitigerende maatregel die wordt toegepast om aanvaringen met windturbines te beperken is cameradetectie van vogels en het tijdelijk stop zetten van de rotoren in een windpark. Voor windpark Krammer in het Krammer-Volkerak is met zendergegevens bepaald of vluchten in de gevarenzone van turbines samenvallen met een door een detectiesysteem geïnitieerde stop. Van de 41 vluchten in de omgeving van het park (1 km rond de turbines), kwamen er 39 niet in het rotorbereik van een turbine. Twee vluchten waren wel binnen rotorbereik, waarvan één tijdens een stopmoment van die turbine. De meeste zeearenden die binnen het windpark vlogen vermeden de rotoren, zowel in hoogte als in het horizontale vlak.

Concluderend benadrukt het rapport dat zeearenden grootschalige (N2000) gebieden nodig hebben waarbinnen voldoende ruimte is voor rust. De zendergegevens laten zien waar de belangrijkste rust- en foerageergebieden liggen. Deze gebieden kunnen in toekomstige beheerplannen worden aangewezen ten behoeve van bescherming. Bestaande en nieuwe recreatiezonering kan daarbij een rol spelen voor verbetering van inrichting en beheer van wetlands en bosgebieden. De studie bevestigt

dat, ondanks de positieve populatieontwikkeling, de zeearend een kwetsbare soort blijft door de relatief hoge onnatuurlijke sterfte, vooral als gevolg van aanvaringen met windturbines. Studie van aanvaringsrisico's met windturbines laat zien dat er in Nederland een aantal knelpunten zijn waarbij door de frequentie van vliegbewegingen en ligging van bestaande windparken schade wordt toegebracht aan de populatie onvolwassen zeearenden. Ook voor volwassen vogels die in een broedgebied leven is dergelijke extra sterfte te verwachten, als is dat op basis van de zenders in Nederland nog niet bewezen. In Duitsland stierf één gezenderde broedvogel door aan aanvaring met een windturbine. De verwachte verdere groei van zowel de populatie als het aantal windparken maakt het aannemelijk dat het aantal slachtoffers zal toenemen. In sommige windparken zijn detectiesystemen geplaatst om de sterfte te beperken. Omdat huidige detectiesystemen niet altijd volledig voldoen en de technieken van detectie (AI) voortdurend ontwikkelen, is het verstandig om de meeste geavanceerde detectiesystemen te gebruiken. Uit voorzorg kunnen gebieden en regio's met het drukste vliegverkeer van onvolwassen vogels en belangrijke broedgebieden zoveel mogelijk worden ontzien bij de planning van nieuwe windparken. De gebieden en regio's met de meeste vliegbewegingen zijn op basis van de zendergegevens in kaart gebracht.

This report describes the dispersal, habitat use, and mortality of Dutch white-tailed eagles. The study aims to gain insight into spatial use, behavior, and the main mortality risk factors during the first years of life and after settlement as breeding birds. Reason for the study is the need for information that can be used to take conservation measures. The study is based on GPS tracking data of fifteen white-tailed eagles that were equipped with a GPS logger just before fledging. They were tagged at twelve nests across the Netherlands during the period 2019–2021. The transmitters provided detailed three-dimensional spatial data from which flight behavior, habitat use, and mortality factors could be derived. Supplemented with information on breeding biology and diet, the results are placed in the context of the growing population, offering insights into how the landscape influences the white-tailed eagles.

The results show that mortality among white-tailed eagles in their first years of life is considerable. Within four years, 47% of the tagged birds died, with the majority of deaths caused by human activity, through collisions with wind turbines or vehicles and poisoning. At the same time, more than half of the birds successfully established themselves as breeding pairs, mainly in the Netherlands but also in Germany.

During the immature phase, white-tailed eagles use extensive home ranges, with certain core areas such as the Oostvaardersplassen and the Biesbosch. These areas function as central hubs within the Northwest European distribution range. After the birds settle, the size of the home range decreases significantly, and spatial use becomes concentrated within a breeding territory. The analysis of habitat use shows that white-tailed eagles have a clear preference for quiet, large-scale natural areas such as wetlands, large water bodies, and forested areas. Intensively used recreational areas and accessible open landscapes are avoided. This underscores the importance of quietness and limited human disturbance of a good and sustainable habitat.

Collisions with wind turbines constitute a significant risk factor. Both field data and model analyses indicate that collision risk varies strongly by region and individual and depends on factors such as flight behavior, use of foraging areas, and the spatial configuration of wind farms. Particularly the region of Flevoland is identified as a high-risk area due to the combination of a high number of flight movements and a high density of wind turbines. It is to be expected that with expansion of wind parks and the replacement with larger turbines, this risk will increase. A mitigation measure that is applied is the detection of birds and the temporary shutdown of the rotors in a wind farm.

For the Krammer wind farm, it was determined whether flights in which animals approach turbines closely coincide with a stop initiated by the detection system. Of the 41 flights observed in the vicinity of the wind farm (within 1 km of the turbines), 39 did not enter the danger zone of a turbine; six subsequently flew over the wind farm. Two flights occurred at rotor height, one of which took place during a standstill of that turbine. A positive finding is that many eagles at this location appear to avoid wind turbines both in terms of altitude and in the horizontal plane.

The study confirms that, despite the positive population trend, the white-tailed eagle remains a vulnerable species due to relatively high levels of unnatural mortality. The expected further growth of both the population and the number of wind farms make it likely that the number of casualties will increase.

In conclusion, the report emphasizes that white-tailed eagles require large-scale (N2000) areas with sufficient space for rest. Tracking data reveals the location of the most important resting areas, which can be designated in future management plans. Existing and new recreational zoning can play a role here by improving the design and management of wetlands and forested areas. A study of collision risks with wind turbines shows that there are several bottlenecks in the Netherlands where the frequency of flight movements and the location of existing wind farms cause harm to the population of immature white-tailed eagles. Detection systems have been installed in some wind farms to limit mortality. As a precaution, areas and regions with the heaviest flight traffic of immature birds can be avoided as much as possible when planning new wind farms. Since current detection systems are not always fully adequate and detection technologies (AI) are constantly evolving, it is advisable to use the most advanced detection systems available.



Zeearend in de Gelderse Poort, 6 september 2024 (Foto: Luc Oteman). *White-tailed eagle in the area of Gelderse Poort, September 6, 2024 (Photo: Luc Oteman).*



Juveniele zeearend, 5 november 2025 (Foto: Merijn Loeve). *Juvenile white-tailed eagle, november 5, 2025 (Photo: Merijn Loeve).*

1. Inleiding

In de groeiende Nederlandse broedpopulatie zijn tussen 2019 en 2021 vijftien nestjonge zeearenden uitgerust met GPS-zenders, afkomstig van twaalf verspreid over het land liggende nesten. De zenders verzamelen driedimensionale locatie- en bewegingsdata met intervallen van 5 of 30 minuten. De gegevens geven inzicht in overleving, sterftefactoren, terreinkeuze, dispersie en vlieggedrag van de eerste levensjaren tot in de geslachtsrijpe fase. De gegevens zijn gebruikt om habitatgeschiktheid en verstoringgevoeligheid te analyseren. Dergelijke kennis kan worden ingezet voor verbetering van inrichting en beheer van moerassen, grote wateren en bossen. Daarnaast verzamelen de zenders gedetailleerde vlieggegevens in hoge-resolutie met intervallen van drie seconden. Op basis van deze gegevens zijn aanvaringsrisico's met windturbines in kaart gebracht. De kennis kan worden gebruikt voor beschermingsmaatregelen.

Binnen het project zijn in afstemming met de opdrachtgevers de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Waar liggen de foerageer- en rustgebieden van Nederlandse zeearenden?
- Welke kenmerken hebben foerageer- en rustgebieden (denk aan schaal, vegetatie, beheer, menselijk gebruik en voedselaanbod)?
- Welke vliegroutes kiezen de vogels om tussen foerageergebieden te navigeren (bijvoorbeeld: volgen ze structuren zoals rivieren of vliegen ze rechtlijnig tussen gebieden)?
- Wat is de invloed van menselijke activiteiten op het gebruik van leefgebieden en in hoeverre worden de vogels daarbij belemmert in hun keuze? Mijden de dieren drukke gebieden?
- Hoe groot is de overleving van jonge vogels in de fase van uitvliegen tot vestiging in een eigen broedterritorium? Als er sterfte wordt vastgesteld, wat was dan de oorzaak?
- Hoe groot zijn aanvaringsrisico's in bestaande windturbineparken?

Projectverantwoording

Het project is uitgevoerd door de Werkgroep Zeearend Nederland en gefinancierd door de Provincie Zuid-Holland, Provincie Zeeland, Provincie Flevoland, het Prins Bernhard Cultuurfonds en het Bettie Wiegman fonds. De werkgroep werkt voor windturbinevraagstukken samen met Wageningen Environmental Research (WENR). De zenderstudie aan zeearenden is uitgevoerd met een vergunning in het kader van de Wet op de Dierproeven verleend aan Sovon Vogelonderzoek Nederland door de Centrale Commissie Dierproeven, vergunning nummer AVD25000202010465. Het project loopt van 2019 tot 2026.

Dankwoord

Staatsbosbeheer (Lauwersmeer, Oostvaardersplassen, Flevoland, Eemmeer, Zuid-Hollandse Delta, Biesbosch en Betuwe), Het Flevo-landschap (Lepelaarplassen), It Fryske Gea (Makkum), een particuliere beheerder in de regio Zuid-Veluwe en Natuurmonumenten (Haringvliet) worden bedankt voor de toestemming voor het ring- en zenderonderzoek. Willem van Manen, Jacco Moleman, Kees Boxhoorn, Warner Jan de Wilde en Pepijn Calle klommen in de nestbomen. Gerard Müskens maakte harnassen voor het bevestigen van de zenders en bracht de zenders aan bij de jongen in het Eemmeer. Binnen het project werd samengewerkt met WENR (Ralph Buij en Sander Moonen) en zijn zendergegevens gebruikt voor opdrachten van de Provincie Flevoland. Zendergegevens werden gebruikt voor het project Niewhol van LVVN waarbij de Werkgroep Zeearend Nederland samenwerkte met WENR en Sovon. Gijs van Hout en Leonardo Geelhoed leverden de informatie over het DTBird detectiesysteem in het Windpark Krammer.



Zeearend in de Oostvaardersplassen, 9 oktober 2022. (Foto: Larry Jansen). *White-tailed eagle in the Oostvaardersplassen area, October 9, 20222 (Photo: Larry Jansen).*

2. Methoden

2.1 Projectopzet

Met GPS-zenders zijn vliegbewegingen en ruimtegebruik van onvolwassen en adulte zeearenden uit Nederland in kaart gebracht. Het onderzoek is tweeledig; het verkrijgen van ecologisch inzicht in terreinkeuze, dispersie en vestigingspatroon en inzicht in (onnatuurlijke) sterfte en de factoren die daarop van invloed zijn. Om een representatief beeld van Nederlandse vogels te krijgen zijn de zenders op vogels uit verschillende jaren en delen van het land geplaatst. In 2019-2021 zijn daarvoor vijftien nestjongen van zo'n zender voorzien.

2.2 Monitoring broedpopulatie en dieet

De Werkgroep Zeearend Nederland monitort jaarlijks alle bezette zeearendnesten en broedsucces, in samenwerking met terreinbeherende organisaties en vele waarnemers. Uit zichtwaarnemingen is afgeleid of nesten door gevestigde paren in gebruik (bezet) zijn en op welke daarvan met zekerheid is gebroed. Alleen nesten met vogels in broedhouding of waar met zekerheid sprake is van eileg zijn als broedgeval gekwalificeerd. Overige bezette nesten vallen onder de noemer 'niet broedend waargenomen'. Van alle succesvolle nesten is het aantal jongen bepaald door zichtwaarnemingen of door ringonderzoek. Van gevestigde paren zijn in de meeste gevallen de leeftijden geschat. In een aantal gevallen is de exacte leeftijd (en afkomst) bekend op basis van gelezen ringcodes of GPS-zenders.

Jaarlijks is van ruwweg de helft van de nesten, in samenwerking met terreinbeherende instanties, eenmalig nestbezoek uitgevoerd voor ringonderzoek. Nestbezoeken zijn altijd gedaan in de latere jongenfase, bij een jongenleeftijd van 4-8 weken. De nestjongen worden gemeten, gewogen en geringd, zowel met een oranje geverfde stalen ring van het Vogeltrekstation als met een zwarte metalen kleurring met inscriptie op basis van het Europese kleurringschema (ringcode). Verzamelde biometrische gegevens betreffen onder andere gewicht (conditiemaat), vleugellengte (leeftijdsmaat) en tarsus-index (geslachtsbepaling) (van Rijn *et al*. 2019). Tijdens de nestbezoeken ten behoeve van ring- en zenderonderzoek in de periode 2007-2025 zijn alle prooien en prooiresten systematisch verzameld en gedetermineerd. Deze prooien representeren het dieet van opgroeiende nestjongen in de maanden mei-juni.

Voor de documentatie van de ontwikkeling van de Nederlandse populatie en het dieet is vanuit de Werkgroep Zeearend Nederland gekozen om het land op te delen in regio's. Dit betreft het Deltagebied, Hollands Veenweidegebied, IJsselmeergebied, Noord-Nederland, Randmeren, Rivierengebied en Veluwe-IJsseldal.

2.3 GPS-zenders

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van Ornitela, OrniTrack-50 GPS-GSM-zenders. Deze zenders wegen 50 gram, wat neerkomt op ca. 1-1.5% van het lichaamsgewicht van een volgroeide vogel. Deze zijn met een teflon harnas bij de nestjonge vogels aangebracht, op een leeftijd van minimaal 50 dagen. Voor deze wijze van bevestiging is gekozen omdat uit verschillende publicaties is gebleken dat dit de minste risico's voor de vogel met zich meebrengt. Bij het aanbrengen van het harnas is rekening gehouden met de conditie van de vogels, zodat ze geen hinder van het

harnas ondervinden in perioden van goede of slechte conditie. Het aanbrengen van het harnas met zender neemt ongeveer 30 minuten per vogel in beslag en is steeds gecombineerd met het ringen en meten van de jongen, om herhaaldelijke verstoring bij het nest te beperken. De zenders sturen, via een 3G verbinding, tweemaal daags gegevens. De gegevens bevatten posities op basis van 5 minutenintervallen of 30 minutenintervallen als de accuspanning van de batterij lager is dan 50% (vaak in de winter). Naast de positie wordt ook hoogte, snelheid, richting en temperatuur geregistreerd. Daarnaast bevat de zender een accelerometer, die per positie 20 metingen uitvoert van driedimensionale versnelling gedurende 1 seconde. Hiermee kan het gedrag worden afgeleid, bijvoorbeeld of het dier zit en of dat het tijdens vluchten glijdt, cirkelt, of actief vliegt.

Voor het in beeld brengen van vlieggedrag en aanvaringsrisico's met windturbines zijn hoge-resolutie gegevens verzameld met nauwkeurige driedimensionale posities per drie seconden. Deze zijn verzameld in windparken die in de zenders zijn geprogrammeerd als zogenaamde 'geofences' waarbinnen de zender automatisch per drie seconden gaat loggen, en random in blokken van één à vijf uur op dagen met voldoende batterijspanning.

Omdat het systeem van de GPS-zenders het toelaat om elke dag te kunnen zien waar de vogels verblijven, is het ook mogelijk sterfte van een individuele zeearend direct te registreren. Bij sterfte is in de meeste gevallen binnen 24 uur uitgerukt om het gestorven dier op te halen voor sectie en vaststellen doodsoorzaak. Omdat de zenders voor meer dan zeven jaren meegaan en ze zijn aangebracht bij nestjonge vogels, zijn individuen die overleefden tot in de adulte levensfase als broedvogel gevolgd. Van deze groep zijn daarom ook GPS-gegevens beschikbaar die in de analyses voor dit rapport zijn meegenomen.

2.4 Terreinkeuze en verstoring

Om terreinkeuze en verstoringseffecten van zeearenden te bepalen zijn de basisresolutie GPS-data gebruikt (5-30 minuten intervallen), met posities van de daglichtperiode. Voor elk individu is uit de periode van voor en vanaf vestigen als broedvogel de 90% Kernel Homerange bepaald. Het berekenen van de 90% kernels is gedaan in R (versie 4.0.5) en RStudio (1.4.1106) met behulp van onder andere de volgende pakketten: adehabitatHR, sp, rgdal en rgeos. Voor de periode voor vestigen is in R het volgende gevraagd: UD <- kernelUD (coords_utm, h = 3000, # smoothing in meters, grid = 1000 # resolutie in meters), # % kernel [individu/fase] <- getverticeshr(UD, 90), plot [individu/fase]. Voor de periode vanaf vestigen: UD <- kernelUD(coord, grid = 500, h = "href"), [individu/fase] <- getverticeshr(UD,90), plot([individu/fase]).

Om de habitatkeuze van zeearenden te bepalen is de CORINE Land Cover (CLC) gebruikt (https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover). Een deel van de eenheden uit CLC zijn samengevoegd tot hoofdklassen (zie bijlage 2). De op basis daarvan gegenereerde kaarten staan in bijlage 3 en 4. Binnen elke homerange van de individuen in de onvolwassen periode (voor vestigen als broedvogel) en vanaf vestigen (broedvogels) is voor elk habitattype uit CLC de totale oppervlakte bepaald als maat voor beschikbaar habitat. De gekozen habitats van de individuele vogels met zenders is bepaald door de posities te koppelen aan de CLC-klassen. Op basis daarvan is per individu uit de onvolwassen periode en de periode vanaf vestigen als broedvogel de mate van selectie of vermijding van habitattypen berekend volgens de Ivlev's electivity index (*s*) (Ivlev 1961, Jacobs 1974), met: $s = (a - b) / (a + b)$, waarin *a* de waargenomen habitatkeuze is (percentage punten in bepaald habitattype) en *b* het beschikbare percentage van de habitat. Voor het bepalen van gebruik en beschikbaarheid van habitattypen is gebruik gemaakt van ArcGIS pro (3.2.1). Voor het verwerken van de GIS bestanden en berekenen van de Ivlev's electivity index is Excel gebruikt.

Het mogelijke verstoringseffect van recreatie is gekwantificeerd voor onvolwassen zeearenden door van vijf belangrijke Nederlandse gebieden (Terschelling, Lauwersmeer, Oostvaardersplassen, Biesbosch en Veluwe) ruimtegebruik van gezenderde vogels te vergelijken met recreatiedruk. Voor de Biesbosch is daarvoor een recreatiezoneringkaart beschikbaar gesteld door Staatsbosbeheer. Voor de Veluwe is gebruik gemaakt van de recreatiezoneringskaart voor N2000 gebied Veluwe uit het recreatie-zoneringsplan van de Provincie Gelderland: (https://experience.arcgis.com/experience/e55c698c0d5843d3b77da444762adbfd/page/Pagina-1). Voor Terschelling, het Lauwersmeer en de Oostvaardersplassen bestaat er geen recreatiezoneringskaart maar is een bronbestand van Staatsbosbeheer gebruikt met daarin de ligging van afgesloten, tijdelijk opengestelde en permanent opgestelde gebieden. Voor Terschelling en het Lauwersmeer is van het permanent opengestelde deel een onderverdeling gemaakt tussen terreindelen die in de praktijk niet of nauwelijks door recreanten worden gebruikt door de mate van onbereikbaarheid (onder andere de Ballastplaat, Blikplaat en Zoutkamperplaat in het Lauwersmeer en de Berkenvallei op Terschelling) en terreindelen die veel door recreanten worden gebruikt, waaronder de omgeving van fiets- en wandelpaden, routes naar observatiepunten, vogelkijkhutten e.d. (expert judgement SBB). Voor het Lauwersmeer is de door Staatsbosbeheer aangeven zone “beleefbaar” uitgebreid rond de onbereikbare platen, waar veel (recreatief) vaarverkeer is. De gebruikte kaarten voor deze gebieden staan in bijlage 7 tot en met 9. De mate van voorkeur of vermijding van terreinen met verschillende recreatiezonerings-klassen en klassen van openstelling is berekend volgens de Ivlev’s electivity index (s) (Ivlev 1961, Jacobs 1974).

Voor gebieden met veel (water)recreatie is voor onvolwassen zeearenden gekeken naar effecten van drukke perioden waaronder vakantieperioden en dagen van de week. Hiervoor zijn naast voor Terschelling, Lauwersmeer, Oostvaardersplassen, Biesbosch en Veluwe, de voor zeearenden belangrijkste waterrijke N2000 gebieden onder de loep genomen vanwege mogelijke effecten van recreatiedruk (oever gebonden en vaarbewegingen). Deze betreffen Rijkswateren met grootschalig open water: Waddenzee, IJsselmeer, Markermeer & IJmeer, Ketelmeer & Vossemeer, Zwarte Meer, Veluwe Randmeren, Eemmeer & Gooimeer Zuidoever, Haringvliet, Hollandsch Diep, Grevelingen, Krammer-Volkerak, Zoommeer, Markiezaat en de Rijntakken. Voor de waterrijke gebieden is een bufferzone van 100 m om het N2000 gebied gebruikt omdat rustende zeearenden zich vaak in en achter de oeverzone ophouden, onder de aanname dat terreindelen van meer dan 100 meter van de oeverzone geringe effecten van verstoring van zeearenden ondervinden. Om mogelijke verstoring in deze gebieden te analyseren is het gebruik van de gebieden binnen vakantieperioden vergeleken met de week voor en na de vakantieperioden en zijn doordeweekse dagen met weekenden vergeleken.

2.5 Vlieggedrag en aanvaringsrisico’s windturbines

Vlieggedrag

Om vlieggedrag te onderzoeken is voor GPS-posities uit de lage-resolutie gegevens (5-30 minuten intervallen) een drempel van >8.5 km/u gebruikt voor selectie van vliegende individuen. Van deze set gegevens is voor onvolwassen vogels de dichtheid van het aantal posities in vlucht per kilometerhok op een kaart geplot om de drukte van vliegverkeer op landelijke schaal te visualiseren. Deze kaart is te interpreteren als risicokaart voor aanvaringen met windturbines.

Op basis van deze gegevens is voor individuen in de onvolwassen periode en in periode vanaf vestigen de vliegtijd per dag als percentage van de daglichtperiode berekend. Daarvan zijn maandgemiddelden genomen. Voor gevestigde individuen is hetzelfde gedaan voor vogels die niet tot broeden kwamen, vogels die broeden maar mislukten en vogels die succesvol jongen grootbrachten.

Voor GPS-posities uit de gesampelde hoge-resolutie gegevens (3 seconden intervallen) is een drempel van >1.11 m/s gebruikt voor selectie van vliegende individuen. Vlieghoogte is alleen gebruikt voor de gesampelde hoge-resolutie gegevens omdat daarvan zowel snelheid als vlieghoogte heel nauwkeurig is. De vlieghoogte boven maaiveld is berekend aan de hand van door de GPS-zender geregistreerde hoogte boven zeeniveau in combinatie met het SRTM DEM terreinhoogte model.

Aanvaringrisico broedvogels

Op basis van de gesampelde hoge-resolutie gegevens is de vlieghoogte verdeling voor onvolwassen en gevestigde individuen berekend. Hieruit is af te leiden voor welk deel van de vliegtijd de vogels op algemene rotorhoogte (30-200 m boven maaiveld) vliegen. Voor de broedvogel "Spijk 2019" (gevestigd in de Gelderse Poort) en "Brabantse Biesbosch" (gevestigd in de regio Oude Maas) is gekeken naar het vlieg- en vermijdingsgedrag gedrag van windturbines omdat deze individuen frequent windparken doorkruisen. Over aanvaringsrisico's van onvolwassen individuen is uitgebreid gerapporteerd binnen opdrachten voor de Provincie Flevoland (Buij *et al*. 2023) en binnen het project Niewhol.

Niewhol

Het Rijk, provincies, NWEA, TenneT, Vogelbescherming Nederland, Natuur- en Milieufederaties en de Zoogdiervereniging werken samen aan het traject Natuur Inclusieve Energietransitie voor Wind en Hoogspanning op Land (Niewhol). Binnen het traject wordt gewerkt aan bescherming van soorten, door verminderen van negatieve effecten van windturbines en hoogspanningslijnen op kwetsbare vogels en vleermuizen. Als start is voor het perceel "vogels" met diverse onderzoeksorganisaties gekeken naar de additionele sterfte door de windenergie-infrastructuur. Hiervoor is een selectiecriterium gekozen van drie vogelsoorten waarvan gegevens van vlieggedrag beschikbaar zijn (Stahl *et al*. 2025). Één van die soorten is de zeearend waarvoor Wageningen Environmental Research, Sovon Vogelonderzoek Nederland en de Werkgroep Zeearend Nederland samenwerken. Vooralsnog is alleen de additionele sterfte van onvolwassen zeearenden binnen Nederland in beeld gebracht. Voor additionele sterfte van adulte individuen en van Nederlandse vogels die buiten Nederland opereren is aanvullende modelstudie nodig.

Voor bepalen van de additionele sterfte die optreedt door windturbines is het Flux Collision Model (FCM; Kleyheeg-Hartman *et al*. 2018) gebruikt. Op basis van de zendergegevens van onvolwassen zeearenden is met empirische informatie over het aantal vogels dat interacteert met een windpark, de kenmerken van het windpark en het aantal slachtoffers dat via zenderonderzoek in het windpark is aangetroffen, voor andere windparken geschat wat het aantal slachtoffers is.
Binnen het FCM is het aantal vogelslachtoffers van een referentiewindpark (windpark met een bekend aantal slachtoffers) gerelateerd aan het aantal vogels dat interacteert met dit referentiewindpark (de "*flux*"), rekening houdend met de kenmerken van het referentiewindpark (waaronder aantal turbines, afstand tussen turbines en rotordiameter). Voor de zeearend is daarvoor windpark Zeewolde gebruikt omdat daar op basis van gezenderde individuen het enige aanvaringsslachtoffer in Nederland is geregistreerd.

Om Nederlandse windparken te definiëren zijn alle turbines geclusterd waarbij turbines maximaal 1500 van elkaar liggen om een windpark te vormen. Alleen turbines met een ashoogte van meer dan 20 meter zijn gebruikt. De windparkkenmerken zijn vervolgens per windpark bepaald (situatie 2023).

De flux is een maat voor de hoeveelheid vogels dat interacteert met de respectievelijke windparken in vlucht. Voor de toepassing van het FCM is het van belang dat de flux van het referentiewindpark vergelijkbaar is met die in de andere windparken. Daarom is het van belang dat de flux van een soort voor zowel het referentiewindpark als de andere windparken met

dezelfde methode wordt bepaald. De 15 gezenderde juveniele zeearenden vormen in 2022 en 2023 ongeveer 10% van de onvolwassen Nederlandse populatie zeearenden (vogels jonger dan 5 jaar). Met de aanname dat het gedrag van deze 15 onvolwassen zeearenden representatief is voor het gedrag van de hele populatie onvolwassen zeearenden binnen Nederland, is de flux van de onvolwassen, nog niet als broedvogel gevestigde zeearenden herleid uit de GPS-data van de zenders door het aantal GPS-punten binnen elk windpark te berekenen (GPS-locatie binnen 4 maal de rotorlengte). Daarvoor zijn alleen de GPS-gegevens uit 2022 en 2023 gebruikt, omdat de omvang en samenstelling van windparken in ruimte en tijd verandert. Op basis van de relatieve kenmerken van alle Nederlandse windparken is de jaarlijkse mortaliteit voorspelt.

Cameradetectie

In 2016 werd in windpark Krammer, op de gelijknamige Krammersluizen een pilot gestart met het vogeldetectiesyteem DTBird. In 2019 werd zowel het windpark als het detectiesysteem geheel operationeel. Hierbij speelden diverse natuurorganisaties een rol bij de invulling van het detectiesysteem. Het DTBird-systeem detecteert met 360-gradencamera's naderende vogels op 600m afstand en stopt in reactie daarop turbines in het park bij dreigende aanvaring. Er zijn zeven detectiecamera's geïnstalleerd. Hierbij zijn turbines geclusterd in een groep die gelijktijdig stopt en niet het gehele windpark in één keer. De camera op WT04 is geclusterd aan WT02, die op WT15 aan WT06, WT07, WT12, WT13 en WT14, die op WT35 aan WT32, WT33 en WT34 en die op WT28 aan WT29, WT30 en WT31 (zie bijlage 10). Het detectiesysteem is alleen operationeel in het deel van het windpark aan de zijde van het Krammer-Volkerak, met uitzondering van WT01, WT26 en WT27 aan de zijde van de Oosterschelde. Deze camera's zijn daarbij ook niet geclusterd aan andere windturbines. De ondergrens van de detectie van vogels ten opzichte van het maaiveld is 20m en de bovengrens is 180m. Vogels die op 250-300m vliegen worden wel gedetecteerd, maar genereren geen stop. Het systeem zorgt ervoor dat de snelheid van de rotoren, afhankelijk van de rotorsnelheid van dat moment, er binnen 7-15 seconden uit is. De windturbine staat gedurende anderhalve minuut stil vanaf het moment dat de vogel uit de detectiezone is.

Voor analyse leverde windpark Krammer een bestand met momenten van detectie, de turbine waarop de detectie is gedaan, datum-tijd en de duur van de stilstand voor de dagen dat één van de gezenderde zeearenden in hoge-resolutie binnen een buffer van 1 km rond het windpark navigeerde. Bij vluchten in lage resolutie (interval 5-30 minuten) is de stopduur van de windturbines korter dan het interval tussen vliegposities van de zeearenden waardoor vergelijken van een geforceerde stop met een passage door het windpark niet betrouwbaar genoeg om te analyseren. Alleen de stops die geïnitieerd zijn door detectie van een zeearend (volgens het systeem) zijn geleverd. Met de hoge-resolutie tracks is bekeken of het systeem een geforceerde stop heeft gegenereerd op de momenten dat een vogel in de afgebakende gevarenzone van het detectiesysteem vloog.

Van de hoge-resolutie tracks is van elke positie bepaald of deze wel of niet binnen het bereik van de rotoren lag. Daarvoor is de tiphoogte en tiplaagte genomen (64-180 meter boven het maaiveld) plus 10 meter marge in verband met onnauwkeurigheid van de GPS-metingen en de mogelijke effecten van turbulentie en onderdruk nabij het rotorblad. Vogels kunnen in principe door meerdere clusters turbines vliegen. Hierbij kunnen ze tijdens een vlucht door het windpark op verschillende hoogtes vliegen, waardoor dit voor het ene cluster binnen en het andere cluster buiten een stopmoment kan liggen. Vervolgens is bepaald of deze vluchten samenvielen met een start-stop periode van geclusterde turbines, op het moment dat de zeearend binnen het bereik van de rotoren kwam.



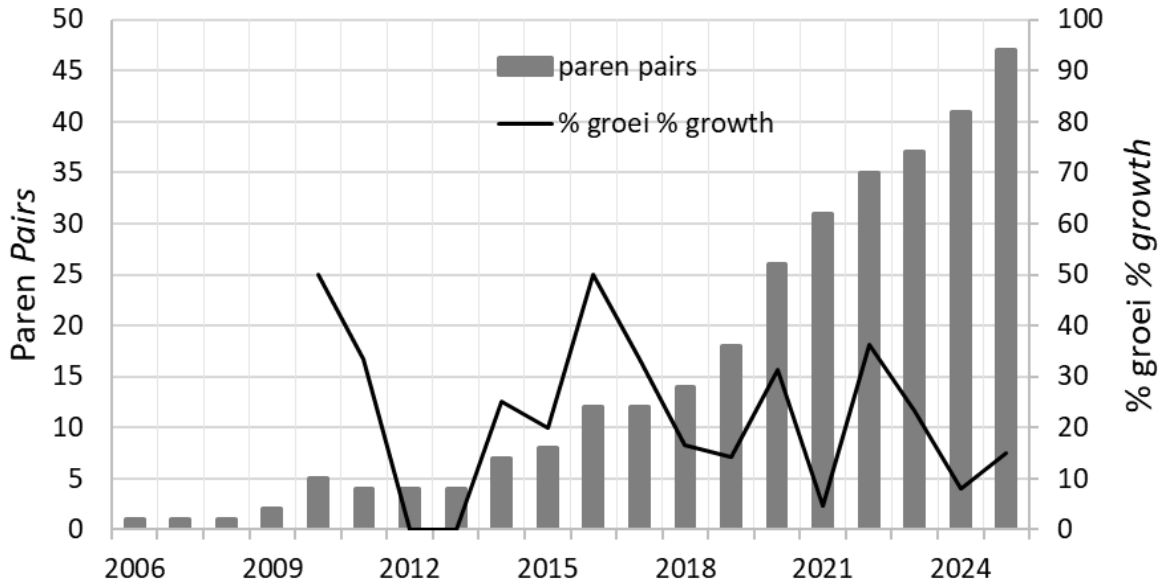
Zeearend mannetje van de Hellegatsplaten in broedterritorium, Wageningen 12 april 2023 (Foto: alex Bos).
White-tailed eagle male of Hellegatsplaten in breeding area, Wageningen April 12, 2023 (Photo Alex Bos).

3. Resultaten

3.1 Broedbiologie en dieet

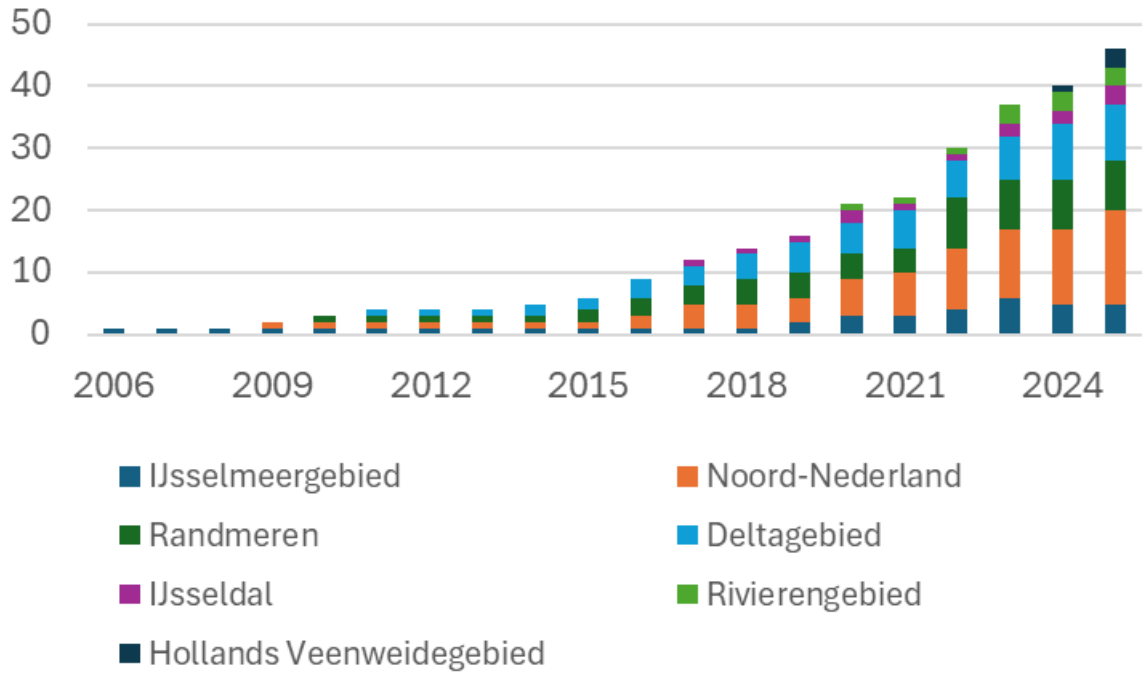
Broedbiologie

Sinds vestigen van het eerste Nederlandse broedpaar in 2006 nam het aantal sterk toe tot bijna 50 nesten in 2025. Tussen 2014 en 2025 groeide de populatie jaarlijks met gemiddeld 23% (figuur 1). In de periode 2006-2009 is alleen in de Oostvaardersplassen gebroed. Vanaf 2010 volgde de vestigingen in het Lauwersmeer en Zwarte Meer en vanaf 2012 in de Brabantse Biesbosch en in de IJsselmonding/Roggebotzand. Sinds 2014 vestigde zich een tweede paar in de Biesbosch aan de Dordtse zijde. Daarna volgde expansie in de regio Flevoland en Randmeren, in Noord-Nederland en in de omgeving van de zoete wateren in het Deltagebied (Krammer-Volkerak, Markiezaat, Haringvliet). Vanaf 2020 begon ook expansie in nieuwe regio's zoals het Rivierengebied, als eerste in het rivierdal van de IJssel, daarna de Waal en recenter het Hollands Veenweidegebied (figuur 2).



Figuur 1. Aantal paren en jaarlijkse groei van de Nederlandse broedpopulatie zeearenden in 2006-2025. *Number of pairs and annual growth of the Dutch breeding population of white-tailed eagles in 2006-2025.*

In de periode 2006-2025 zijn in Nederland 278 nest-jaarcombinaties geregistreerd, waarvan er 35% mislukten en waarbij er sinds 2014 gemiddeld genomen geen trendmatig patroon zit in het aandeel mislukkingen. Van de mislukte nesten werd bij 14% geen broeden waargenomen, kreeg 17% van de broedparen geen jongen en vlogen van 5% van de nesten met jongen geen jongen uit. De Nederlandse populatie bracht gemiddeld 1.1 jong per paar groot met in de hele periode geen toe- of afnemende trend. Per geslaagd broedgeval brachten de paren gemiddeld 1.6 jong per nest groot met in de hele periode 2006-2025 gemiddeld een toename. Vanaf 2021 nam het broedsucces per geslaagd nest sterk toe tot 1.9 jongen per geslaagd broedgeval in 2025. Het broedsucces per geslaagd nest varieerde per regio; het Rivierengebied heeft het hoogste broedsucces (1.9), gevolgd door Veluwe & IJsseldal (1.5), IJsselmeergebied (1.4), Deltagebied (1.3), Noord-Nederland (1.2) en Randmeren (1.1). In het Hollands Veenweidegebied is tot in 2025 nog niet succesvol gebroed.



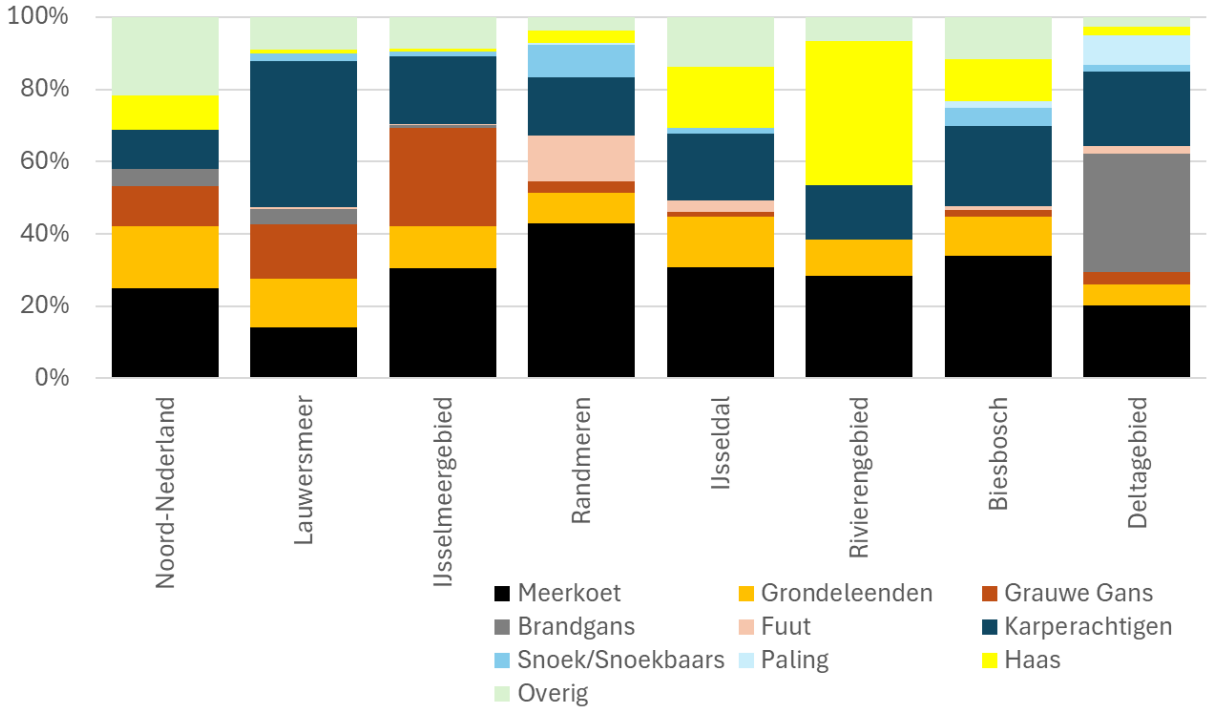
Figuur 2. Aantal bezette nesten in de Nederlandse broedpopulatie zeearend per regio in de periode 2006-2025. *Number of occupied nests of the Dutch breeding population of white-tailed eagles per region in 2006-2025.*

Dieet

In de periode 2007-2025 zijn in totaal 1.150 prooiresten op nesten van zeearenden verzameld, verdeeld over 50 verschillende soorten. Het dieet bestaat in de nestjongenperiode hoofdzakelijk uit vogels (65%, n=751), vissen (26%, n=306) en in mindere mate zoogdieren (7%, n=85). Onder overig dieet (n=8) valt aas en ree (n=3). Het vogeldeel in het dieet bestaat grotendeels uit verschillende soorten watervogels, waarvan meerkoet verreweg de meest geconsumeerde soort is (n=314, 27%). Grauwe gans (11%, n=128) en brandgans (8%, n=89) volgen op afstand op de tweede en derde plaats. Bij grauwe gans en brandgans betreft de meerderheid van de gevonden individuen adulte vogels, deels ruiend. Grondeleenden vormen 11% van het dieet (n=121), waarbij wilde eend (n=36) en krakeend (n=30) de belangrijkste soorten zijn. Naast meerkoeten, ganzen en eenden is de fuut (n=30) een soort die regelmatig in het dieet zit. Op een totaal van 306 vissen zijn 13 verschillende soorten aangetroffen. Karperachtigen maken daar als familie het leeuwendeel van uit, met brasem en karper als voornaamste soorten; zeelt, roofblei, rietvoorn en blankvoorn behoren tot schaarsere prooisoorten onder de karperachtigen. Roofvissen (n=32) zijn beperkt vertegenwoordigd, waarbij snoekbaars (n=14) en snoek (n=10) het meest zijn gegeten. Paling (n=22) vormt gemiddeld een klein deel van het dieet.

Er zijn een aantal opvallende verschillen in de diëten tussen regio's. De meerkoet is in alle regio's een belangrijke prooi (gemiddeld 28%) en in vijf regio's zelfs de voornaamste, waarbij het aandeel varieert van 25-43%. In Noord-Nederland vormen na meerkoet (25%), grondeleenden (17%) de belangrijkste prooigroep. Onder grondeleenden vallen in deze regio wilde eend, krakeend, wintertaling, smient en slobeend. Overige prooidieren die hier werden gevangen zijn o.a. muskusrat, fazant, kokmeeuw en regenwulp.
Het dieet in het Lauwersmeer bestaat voor een belangrijk deel uit karperachtigen (40%, voornamelijk brasem). Zowel in het Lauwersmeer als in het IJsselmeergebied zijn karperachtigen, grauwe gans, meerkoet en verschillende grondeleenden de belangrijkste prooisoorten. In het Deltagebied is brandgans met 32% de belangrijkste prooisoort, gevolgd door karperachtigen en meerkoet (beide met 20%). Onder vissen is paling hier veel vaker geregistreerd (8%) dan in de andere regio's (gemiddeld 0.4%).

In het Rivierengebied zijn opvallend veel hazen (40%) aangetroffen en daarmee de belangrijkste prooisoort. Ook in het IJsseldal (17%) en de Biesbosch (12%) ligt het aandeel hazen in het dieet duidelijk boven het aandeel in de andere regio's. In deze regio's zijn naast het grote aandeel hazen meerkoeten en karperachtigen steeds de meest voorkomende prooien. In de Randmeren bestond het dieet uit een fors aandeel meerkoet (42%). Karperachtigen (16%) speelden hier een verhoudingsgewijs bescheiden rol. Fuut nam de derde plaats in het dieet in (12%) (figuur 3). De prooidieren muskusrat en overige ratten zijn met name aangetroffen in de Oostvaardersplassen en het Lauwersmeer.



Figuur 3. Verdeling van tien belangrijkste prooisoorten/soortgroepen op nesten van zeearenden in Nederland in 2007-2025 per regio. *Distribution of the ten most numerous prey species or groups found on nests of white-tailed eagles in the Netherlands in 2007-2025, per region.*

3.2 Dispersie en sterfte

In 2019-2021 zijn vijftien nestjonge zeearenden met GPS-zenders uitgerust; zes dieren in de regio Flevoland, drie in Friesland, vier in de regio van de Zuidwestelijke Delta, één in de Betuwe en één in Oost-Nederland. Daarvan betroffen elf vogels mannetjes en vier vogels vrouwtjes. De vogels vlogen tussen 18 juni en 21 juli uit (tabel 1).
De vogel uit de Dordtse Biesbosch (2019) stierf op 24 februari 2021 als gevolg van een aanvaring met de rotoren van een windturbine in de regio Bremen (van Rijn 2021). De vogel uit de Betuwe (2021) stierf net na uitvliegen op 6 juli 2021 door een passerende trein (Werkgroep Zeearend Nederland 2022). De vogel uit Spijk-Bremerberg (2020) verongelukte op 31 januari 2022 als gevolg van een aanvaring met de rotoren van een windturbine in Flevoland (van Rijn *et al.* 2022). De vogel uit het Lauwersmeer (2020) stierf op 26 maart 2023 in Friesland als gevolg van het eten van vergiftigd aas (de Boer & van Rijn 2025). Een vogel uit het Eemmeer stierf op 12 april 2023 op zijn slaapplaats in het Harderbos, waarschijnlijk door een gevecht met een soortgenoot (Werkgroep Zeearend 2024). Deze vijf vogels stierven allen voordat ze zich als broedvogel konden vestigen; één net na uitvliegen, twee binnen twee jaar en twee binnen drie jaar (33% van het totaal). Naast de 33% uitval van jonge, nog niet gevestigde individuen in de eerste drie jaar, stierven in 2024 twee adulte en gevestigde broedvogels. Op 23 maart 2024 stierf de vogel van de Zuid-Veluwe (2020) als gevolg van een aanvaring met een windturbine in Ost-Friesland (D) met een vrouw op eieren (van Rijn & de Boer 2025). Op 25

maart 2024 stierf de vogel uit de Oostvaardersplassen (2020) in de regio Alpen (D) waarschijnlijk als gevolg van een conflict met een soortgenoot, op het moment dat er net een jong was geboren (Werkgroep Zeearend 2024). Dat betekent dat er naast de 33% sterfte van 1-4 kalenderjaar vogels, nog eens 13% stierf in het 5e kalenderjaar. De totale sterfte is daarmee 47% in de eerste vier jaar (1-5 kalenderjaar; tabel 2). Vijf van de zeven sterfgevallen waren het gevolg van onnatuurlijke oorzaken; drie door aanvaringen met windturbines, één door een aanvaring met een trein en één door opzettelijke vergiftiging.

Tabel 1. Individuen (naar geboorteplaatsen) van met GPS-zenders uitgeruste jonge zeearenden uit 2019-2021, geslacht, datum van aanbrengen van de zender, uitvliegdatum, vestigingsjaar en sterfdatum. † = gestorven. *Individuals (birth location) of the white-tailed eagles equipped with a GPS-logger in 2019-2021, sex, start of deployment, fledging date, year of settlement and mortality date.* † = died.

Jaar	Individu (geboorteplaats)	Geslacht	Datum zender	Uitvlieg-datum	Vestigings-jaar	Sterfdatum
2019	Spijk-Bremerberg	Man	23 mei	21 juni	2023	-
	Dordtse Biesbosch †	Vrouw	27 mei	29 juni	-	24 feb 2021
	Lepelaarplassen	Man	28 mei	18 juni	2024	-
	Hellegatsplaten	Man	21 juni	16 juli	2023	-
2020	Spijk-Bremerberg †	Man	29 mei	27 juni	-	31 jan 2022
	Brabantse Biesbosch	Man	4 juni	26 juni	2024	-
	Oostvaardersplassen †	Man	5 juni	1 juli	2023	25 mrt 2024
	Zuid-Veluwe †	Man	5 juni	12 juli	2024	23 mrt 2024
	Lauwersmeer †	Man	10 juni	14 juli	-	26 mrt 2023
	Eemmeer-1 †	Man	10 juni	6 juli	-	12 apr 2023
	Eemmeer-2	Vrouw	10 juni	14 juli	2024	-
2021	Betuwe †	Man	1 juni	6 juli	-	6 jul 2021
	Haringvliet	Man	10 juni	7 juli	2024	-
	Makkum-1	Man	11 juni	5 juli	2025	-
	Makkum-2	Vrouw	11 juni	21 juli	2024	-

Tussen 2023 en 2025 vestigden tien vogels zich in een eigen broedterritorium, inclusief de vogel van de Hellegatsplaten uit 2019 waarvan de zender in het tweede jaar stuk ging. Zeven individuen vestigden zich op Nederlandse bodem en drie in Duitse gebieden. Mannetjes hadden een dispersieafstand van gemiddeld 85 km (19-204, n = 8) en vrouwtjes gemiddeld 132 km (52-212, n = 2).

Tabel 2. Overleving van 15 gezenderde nestjonge zeearenden uit 2019-2021, jaarlijks en totaal. *Survival rate of the GPS-tagged white-tailed eagles in this study, by age and in total.*

	Aantal vogels in leven				*Overleving (%)*	
Geboortejaar	*2019*	*2020*	*2021*	Totaal	*jaarlijks*	*totaal*
Jaar/aantal	4	7	4	15		
1e jaar	4	7	3	14	*93*	*93*
2e jaar	4	7	3	14	*100*	*93*
3e jaar	3	6	3	12	*86*	*80*
4e jaar	3	4	3	10	*83*	*67*
5e jaar	3	2	3	8	*80*	*53*
6e jaar	3	2			*100*	
7e jaar	3				*100*	
Overleving (%)	*75*	*29*	*75*			

De vogels uit ZW-Nederland hadden een kleine dispersieafstand (19-86 km) omdat ze vooral in de regio van afkomst vestigden. De vogels uit Makkum vestigden zich in de geboorteprovincie Friesland waardoor de dispersieafstanden ook relatief klein waren. De vogels uit Flevoland hadden een grotere dispersieafstand (64-212 km). De vogel van de Zuid-Veluwe had ook een grotere dispersieafstand (tabel 3). Het mannetje uit de Lepelaarplassen en het vrouwtje uit Makkum vormen een paar dat zich in Oost-Friesland vestigde. De meeste gevestigde vogels kwamen na nestbouw in het eerste broedseizoen niet tot broeden of kregen geen jongen. Bij vorderende leeftijd en ervaring werden in opvolgende jaren vaker jongen grootgebracht (tabel 4).

Tabel 3. Afkomst, geboortejaar, geslacht, land van vestiging in broedgebied, regio broedgebied en dispersieafstand van tien als nestjong gezenderde zeearenden uit Nederland. *Origin, birth year, sex, country and region where animals settled, and dispersal distance (km) of the GPS-tagged white-tailed eagles in this study.*

Afkomst (individu)	Geboorte jaar	Geslacht	Land broedgebied	Regio broedgebied	Dispersie-Afstand (km)
Hellegatsplaten	2019	man	Nederland	Waal	86
Brabantse Biesbosch	2020	man	Nederland	Oude Maas	19
Haringvliet	2021	man	Nederland	Sliedrechtse Biesbosch	38
Lepelaarplassen	2019	man	Nederland	Oost-Friesland	109
Makkum	2021	vrouw	Nederland	Oost-Friesland	52
Makkum	2021	man	Nederland	Terschelling	40
Spijk-Bremerberg	2019	man	Nederland	Gelderse Poort	64
Oostvaardersplassen	2020	man	Duitsland	NSG Bislicher Insel	119
Eemmeer	2020	vrouw	Duitsland	Dümmer See	212
Zuid-Veluwe	2020	man	Duitsland	Ost-Friesland	204



Copulatie van het gezenderde Zeearendpaar (Lepelaarplassen man en Makkum vrouw) op het nest in Oost-Friesland, 16 februari 2026 (Foto: Geert Sijtsma). *Copulation of the tagged white-tailed eagle pair (Lepelaarplassen male and Makkum female) on the nest of Oost-Friesland, February 16, 2026 (Photo: Geert Sijtsma).*

Tabel 4. Afkomst, geboortejaar, geslacht, vestigingsperiode en broedsucces van tien als nestjong gezenderde zeearenden uit Nederland. *Origin, birth year, sex, month of settlement, and breeding success in 2023, 2024 and 2025 of the GPS-tagged white-tailed eagles in this study.*

Afkomst (individu)	Geboorte jaar	Geslacht	Vestigings-periode	2023	2024	2025
Hellegatsplaten	2019	man	2023	1	3	2
Brabantse Biesbosch	2020	man	Mei 2023	-	0	1
Haringvliet	2021	man	Mei 2024	-	-	0
Lepelaarplassen	2019	man	Dec 2024	-	-	0
Makkum	2021	vrouw	Dec 2024	-	-	0
Makkum	2021	man	Jul 2025	-	-	-
Spijk-Bremerberg	2019	man	Feb 2023	0	0	2
Oostvaardersplassen	2020	man	Sep 2022	0	(1)	-
Eemmeer	2020	vrouw	Mei 2024	-	-	2
Zuid-Veluwe	2020	man	Sep 2023	-	0	-



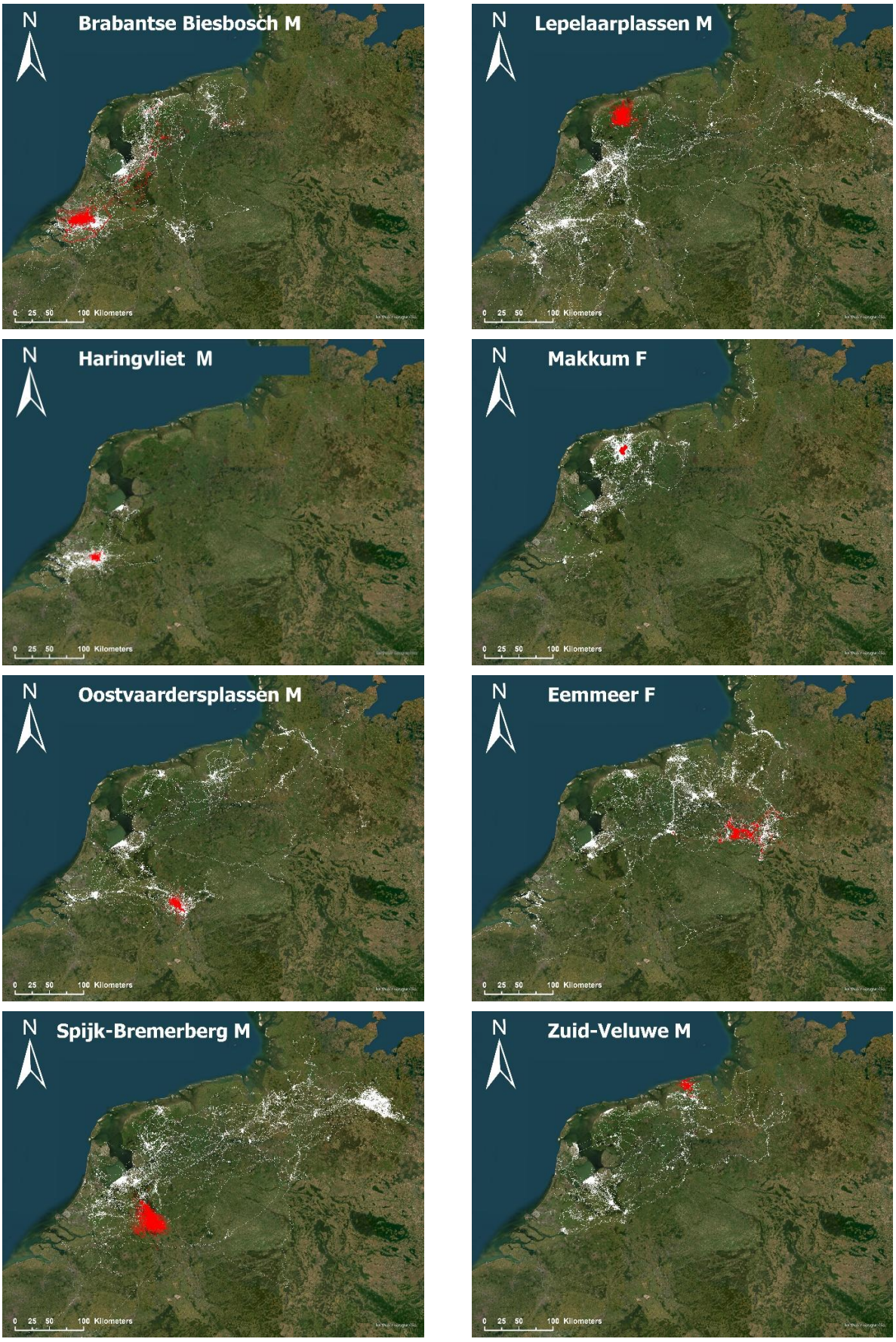
Nest van zendervogel Eemmeer vrouw in de regio Dümmer See (D) met twee pullen, 23 mei 2026 (Foto: Bernhard Hülsmann en Werner Brinkschröder). *Nest of tagged white-tailed eagle Eemmeer female in the Dümmer See region (Germany) with two chicks, May 23, 2026 (Photo: Bernhard Hülsmann and Werner Brinkschröder).*

3.3 Homerange en terreingebruik

De vliegbewegingen van onvolwassen individuen uit Nederland strekken zich uit tot in Denemarken, Noord-Duitsland en Noordoost-Frankrijk. De patronen van de vliegbewegingen laten zien dat er verbindingen zijn tussen de meest belangrijke gebieden waarbij het arend-vliegverkeer zich sterk kan concentreren. Op internationale schaal concentreren de meeste bewegingen zich tussen laag Nederland en het Deense en Duitse Waddengebied, en in Duitsland het stroomgebied van de Elbe, grote delen van Ost-Friesland en de Nederrijn (benedenstrooms van het Ruhrgebied). Pendelvluchten tussen Nederlandse en Duitse gebieden gaan vooral door Noord- en Midden-Nederland en er is een belangrijke verbinding tussen het rivierengebied en de Duitse Nederrijn. Verblijfgebieden van onvolwassen zeearenden verschilden enorm per individu. Sommige vogels vlogen regelmatig naar gebieden die ver weg lagen, zoals de Elbe (vogels uit Spijk-Bremerberg en de Lepelaarplassen, beide mannetjes) en naar de regio Grand-Est in Noordoost-Frankrijk (Lepelaarplassen). Sommige vogels bezochten regelmatig de Veluwe, zoals de individuen uit Spijk-Bremerberg, Oostvaardersplassen, Lepelaarplassen en Zuid-Veluwe terwijl anderen de Veluwe juist leken te vermijden. Een deel van de vogels bezocht rivierengebieden waaronder Duitse Nederrijn, de Gelderse Poort en de Waal, zoals de vogels uit de Oostvaardersplassen, Lepelaarplassen en de Brabantse Biesbosch. De grote gemene deler van het gebruik van gebieden in periode voor vestigen betrof nadrukkelijk de Oostvaardersplassen, waar alle vogels vaak lange perioden doorbrachten. Daarnaast bezochten de meeste vogels Zuidwest-Nederland, met name het Haringvliet en de Biesbosch. Vanaf het 3de kalenderjaar, verbleven vogels steeds langduriger in vaste gebieden, waarschijnlijk als gevolg van vestigingspogingen (Werkgroep Zeearend 2024). Vanaf vestigen bewogen de vogels niet of nauwelijks op interregionale schaal (figuur 4).

Tabel 5. Omvang leefgebieden (op basis van kernels in km^2) van individuele zeearenden in de zwerffase en vanaf vestigen. *Home range size (km^2) of individual white-tailed eagles during dispersal and settled phase: birth year, name, sex, breeding area, and surface during dispersal (zwerffase) and settled phase (gevestigde fase).*

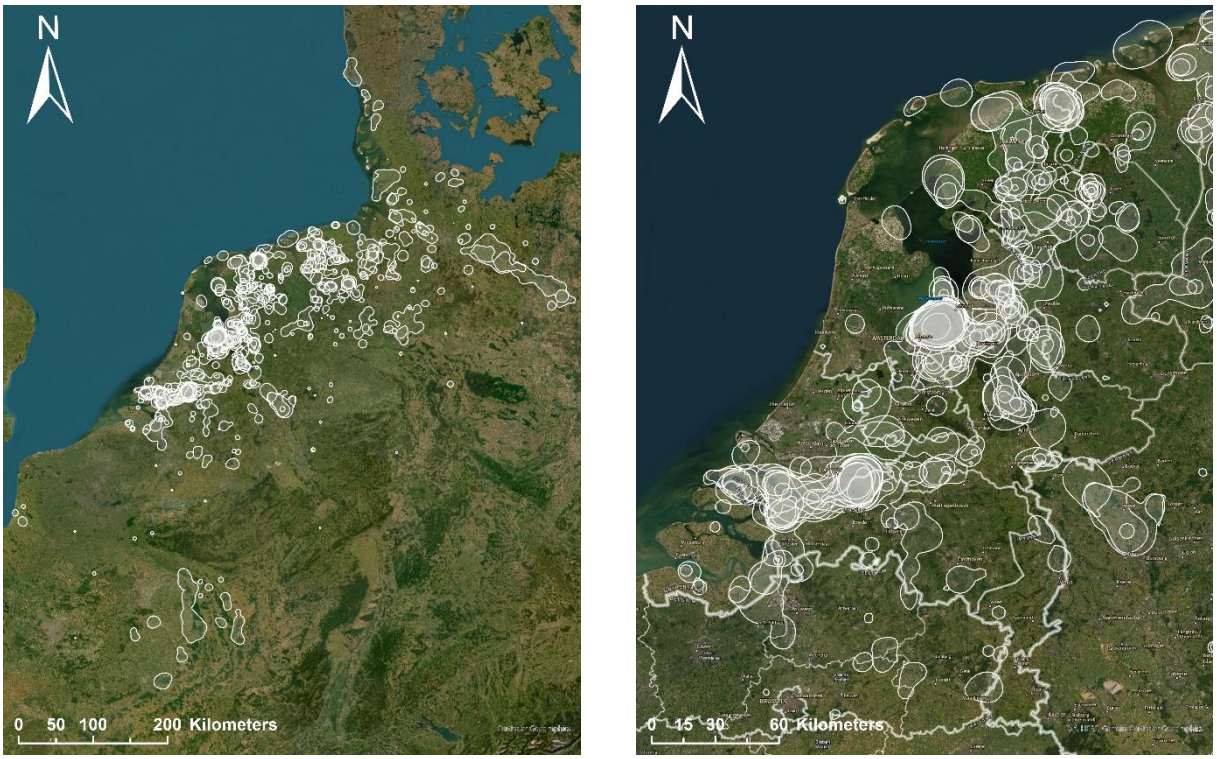
Geboortejaar	Individu	Geslacht	Broedgebied	Omvang leefgebied (km^2)	
				zwerffase	*gevestigde fase*
2019	*Spijk-Bremerberg*	Man	Gelderse Poort	10.509	117
	Dordtse Biesbosch	Vrouw	-	5.078	-
	Lepelaarplassen	Man	Oost-Friesland	18.067	75
	Hellegatsplaten	Man	Waal	3.401	?
2020	*Spijk-Bremerberg*	Man	-	2.033	-
	Brabantse Biesbosch	Man	Oude Maas	5.040	126
	Oostvaardersplassen	Man	NSG Bislicher Insel (D)	4.236	39
	Zuid-Veluwe	Man	Ost-Friesland (D)	3.840	141
	Lauwersmeer	Man	-	7.708	-
	Eemmeer-1	Man	-	2.622	-
	Eemmeer-2	Vrouw	Dümmer See (D)	11.580	413
2021	*Betuwe*	Man	-	-	-
	Haringvliet	Man	Sliedrechtse Biesbosch	1.017	19
	Makkum-1	Man	Terschelling	4.630	23
	Makkum-2	Vrouw	Oost-Friesland	3.224	65



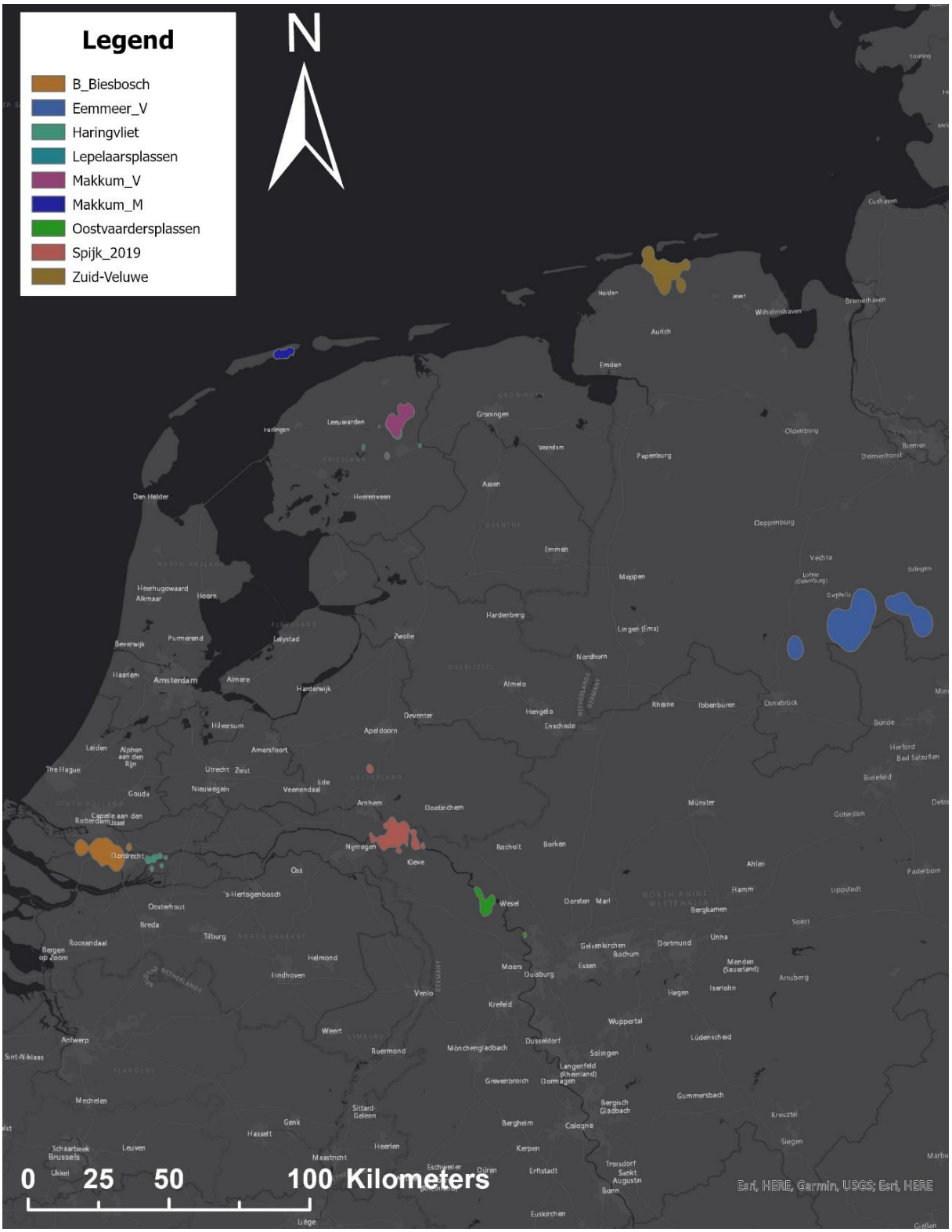
Figuur 4. Ruimtegebruik van gezenderde zeearenden die zich in broedterritoria vestigden, wit = periode voor en rood = periode vanaf vestigen. *Space use of the GPS-tagged white-tailed eagles in this study that settled in a breeding territory. White = period before, red =period since settlement.*

Leefgebieden en homeranges

De gebieden waar onvolwassen zeearenden verbleven concentreerden zich binnen Nederland in Noord-Nederland, de regio Flevoland en de Delta. In het buitenland concentreerden de gebieden zich met name in de Duitse deelstaat Nedersaksen, vooral de regio Ost-Friesland (figuur 4). De omvang van leefgebieden van individuen in de zwerffase liep uiteen van 1.107 - 18.067 km^2, gemiddeld 5.928 km^2. Vooral de mannetjes uit Spijk-Bremerberg (2019) en de Lepelaarplassen (2019) en het vrouwtje uit het Eemmeer (2020) gebruikten grote leefgebieden. De homeranges van gevestigde broedvogels hadden een omvang van 19-413 km^2, gemiddeld 113 km^2. De vogels die in NSG Bislicher Insel (D), op Terschelling en in de Sliedrechtse Biesbosch vestigden hadden veel kleinere homeranges dan andere individuen. De vogels in de Gelderse Poort, Oude Maas, Ost-Friesland (D) en vooral in de Dümmer See (D) hadden grote homeranges van 100 tot meer dan 400 km^2. De vogels van het gezenderde paar in Oost-Friesland hadden gemiddelde homeranges die vergelijkbaar waren; 65 km^2 voor het vrouwtje en 75 km^2 voor het mannetje (tabel 5, ligging zie figuur 5 en 6).



Figuur 5. Leefgebieden (90% kernels) van 14 individuele onvolwassen zeearenden, rechts ingezoomd op Nederland. *Home range (90% kernel density estimators) of 14 individual white-tailed eagles in the dispersal phase. Right: details for the Netherlands.*



Figuur 6. Homeranges (op basis van 90% Kernels) van negen individuele zeearenden vanaf vestigen in broedgebied. De homeranges van de vogels in Oost-Friesland (individuen Lepelaarplassen en Makkum) overlappen omdat deze een paar vormen. *Home range sizes of nine individual white-tailed eagles during the settlement in breeding territories. The home ranges of the birds in North-Friesland (animals 'Lepelaarplassen' and "Makkum" overlap because they are a breeding pair).*

3.4 Habitatvoorkeur

Onvolwassen vogels

In de onvolwassen periode gebruikten de vogels uiteenlopende habitats. De belangrijkste habitats waren bos, zoetwatermoeras, grootschalig graslandgebied en stagnante grote wateren. Daarnaast werden grootschalige akkergebieden en grazige gebieden met natuurbestemming gebruikt. Veel minder gebruikte habitats waren zeeën, estuaria, intergetijdengebieden, kwelders, stranden/duinen/stuifzanden, heide, hoogveen en kleinschalig agrarisch gebied. De vogels uit de Dordtse Biesbosch, Haringvliet, Lepelaarplassen en Spijk (2019 en 2020), verbleven een belangrijk deel van de tijd in bossen, terwijl de vogels uit de Brabantse Biesbosch, Hellegatsplaten, Oostvaardersplassen, Makkum (man en vrouw), Lauwersmeer en Zuid-Veluwe juist substantieel in moerassen verbleven. Het mannetje uit het Eemmeer gebruikte veel stagnante grote wateren en het vrouwtje uit het Eemmeer relatief veel hoogveen (tabel 6).

Tabel 6. Habitatgebruik in % van de tijd (gebaseerd op Corine) van onvolwassen zeearenden (heel Europa). *Habitat use in % of the time (based on Corine) of white-tailed eagles in the dispersal phase.*

Habitat/Individu	*B. Biesbosch*	*D. Biesbosch*	*Hellegatsplaten*	*Haringvliet*	*Oostvaardersplassen*	*Lepelaarsplassen*	*Eemmeer_M*	*Eemmeer_V*	*Spijk_2019*	*Spijk_2020*	*Makkum_M*	*Makkum_V*	*Lauwersmeer*	*Zuid-Veluwe*
Stad, industrie en infrastructuur	1,4	0,5	1,3	1,3	2,0	2,7	2,5	0,6	0,8	0,9	0,5	2,5	0,4	0,3
Park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,2	5,2	6,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Zee	0,0	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,7	0,0
Estuaria	0,0	0,1	2,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Strand, duin- en stuifzand	0,0	5,8	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,6	0,8
Kwelders	0,2	7,2	0,5	0,0	0,5	0,2	0,0	3,0	0,0	0,0	0,3	3,1	2,4	1,8
Intergetijdengebied	0,2	7,5	0,7	0,0	0,6	0,2	0,0	2,5	0,1	0,0	0,8	5,9	8,4	1,6
Droge en natte heide	0,4	0,4	0,1	0,0	0,2	1,0	0,7	0,2	1,2	3,6	0,5	0,3	0,4	1,0
Hoogveen	0,4	3,9	0,8	0,0	0,7	0,5	0,1	11,4	1,5	0,6	1,0	0,5	1,5	7,2
Kleinschalig grasland/akker/ boomgaard	0,7	0,5	0,9	0,7	0,7	3,0	1,0	0,5	1,0	0,8	1,9	1,2	0,6	2,1
Grootschalig akkergebied	9,4	4,4	6,8	4,1	3,0	9,2	4,8	8,2	10,2	2,8	2,2	1,7	4,3	4,1
Grazige gebieden met natuurbestemming	7,1	7,7	8,5	7,7	4,7	4,6	4,9	9,7	5,9	6,0	8,4	5,8	4,4	14,2
Bos	17,7	25,8	17,5	26,1	6,9	27,0	18,8	10,4	28,7	39,5	10,0	5,7	16,2	12,3
Grote rivieren en stagnante grote wateren	18,3	9,7	14,0	24,1	17,5	22,2	30,9	18,3	11,9	14,8	17,3	14,2	7,4	10,7
Moeras (zoet)	33,4	15,4	32,5	23,0	28,4	14,0	24,6	17,9	14,7	24,7	48,1	48,5	36,8	31,3
Grootschalig graslandgebied	10,6	10,9	13,6	12,7	34,4	14,8	6,3	10,6	23,6	4,9	8,3	10,5	15,6	12,8

Onvolwassen vogels toonden overwegend sterke vermijding van steden/industrie/wegen, parken/ stadsbossen/recreatie-/golfterreinen, zee, kleinschalig gebied met grasland/akker/boomgaarden en grootschalige akkergebieden. Estuaria, stranden/duinen/stuifzanden, intergetijdengebieden, droge en natte heide en grootschalig graslandgebied werden overwegend vermeden tot sterk vermeden. Kwelders werden door sommige individuen vermeden en anderen lieten een voorkeur tot sterke voorkeur zien. Grazige gebieden met natuurbestemming, bossen, grote rivieren/stagnante grote wateren en moerassen hadden overwegend een voorkeur tot sterke voorkeur (tabel 7).

Tabel 7. Ivlev's electivity index van 14 individuen in de zwerffase (onvolwassen) in 2019-2025 in 15 habitattypen (Corine) (Ivlev, 1961). Rood/oranje markeringen duiden op vermijding, groene markeringen op voorkeur. Kleurintensiteit in twee klassen; zeer sterk >0.5, sterk 0.1-0.5. *Ivlev's electivity index of 14 white-tailed eagles during dispersal phase in 2019-2025 in 15 habitat types (based on Corine). Red/orange indicate avoidance, green indicates preference.*

Habitat/Individu	B. Biesbosch	D. Biesbosch	Hellegatsplaten	Haringvliet	Oostvaardersplassen	Lepelaarsplassen	Eemmeer_M	Eemmeer_V	Spijk_2019	Spijk_2020	Makkum_M	Makkum_V	Lauwersmeer	Zuid-Veluwe
Stad, industrie en infrastructuur	-0,77	-0,85	-0,79	-0,81	-0,68	-0,46	-0,63	-0,84	-0,78	-0,82	-0,87	-0,39	-0,85	-0,91
Park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen	-0,72	-0,79	-0,62	-0,89	-0,83	-0,67	0,50	0,82	-0,57	-0,84	-0,63	-0,90	-0,66	-0,89
Zee	-0,78	-0,96	-0,57		-0,92	-0,47	-0,31	-0,91	-0,95		-0,74	-0,96	-0,79	-0,98
Estuaria		-0,80	-0,12		-0,79	-0,59		-0,70	-0,32		-0,23	-0,91	-0,70	
Strand, duin- en stuifzand	-0,26	0,68	-0,37		-0,16	-0,34	-0,21	-0,20	-0,36	0,38	-0,76		0,21	0,56
Kwelders	0,88	0,69	0,23		-0,10		-0,95	0,52	-0,71	0,70	0,61	0,65	0,21	0,43
Intergetijdengebied	-0,24	-0,31	-0,31		-0,52	-0,32		-0,20	-0,70	0,30	-0,60	-0,14	-0,14	-0,44
Droge en natte heide	-0,11	-0,13	-0,26		-0,66	-0,16	-0,63	-0,13		-0,16	-0,59	-0,44	-0,49	-0,46
Hoogveen	-0,31	0,33			0,35	0,25	0,28	0,60	0,17				0,44	0,56
Kleinschalig grasland/akker/boomgaard	-0,71	-0,55	-0,69	-0,61	-0,72	-0,43	-0,67	-0,61	-0,50	-0,76	-0,49	-0,71	-0,39	-0,53
Grootschalig akkergebied	-0,45	-0,69	-0,59	-0,79	-0,80	-0,53	-0,71	-0,64	-0,46	-0,78	-0,78	-0,85	-0,67	-0,69
Grazige gebieden met natuurbestemming	0,67	0,55	0,68	0,39	0,53	0,70	0,56	0,83	0,79	0,59	0,66	0,57	0,63	0,87
Bos	0,42	0,76	0,46	0,69	-0,15	0,15	0,19	0,11	0,26	0,33			0,55	
Grote rivieren en stagnante grote wateren	0,12		0,13		0,13	0,51	0,25	0,42	0,33					
Moeras (zoet)	0,78	0,70	0,87	0,50	0,80	0,83	0,75	0,88	0,77	0,72	0,88	0,82	0,88	0,87
Grootschalig graslandgebied	-0,48	-0,23	-0,35		0,18	-0,20	-0,38	-0,41	-0,19	-0,45	-0,57	-0,47	-0,39	-0,39

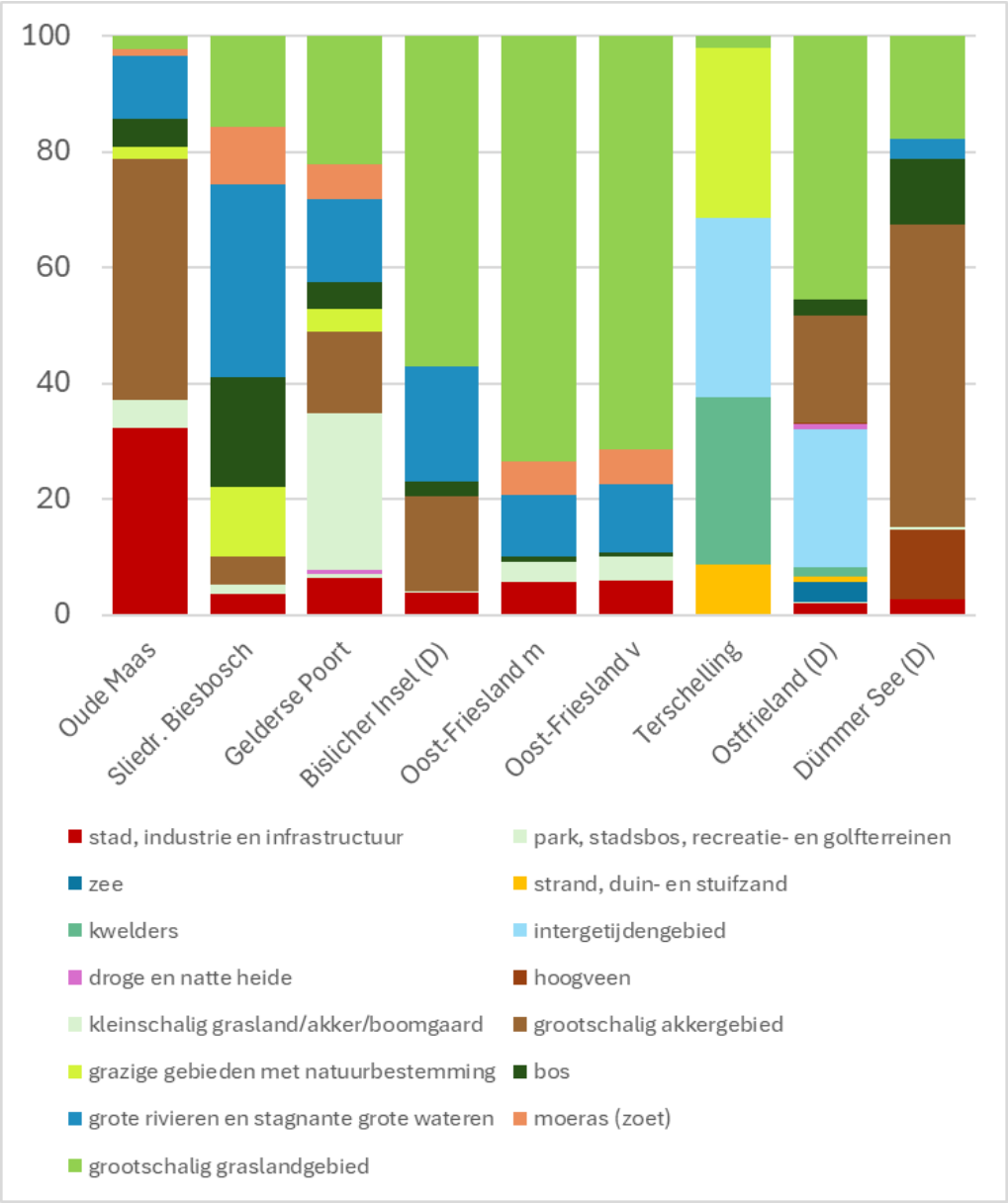
Broedvogels (vanaf vestigen)

Vanaf vestigen als broedvogel gebruikten de individuen met name de habitats in de regio van het nest. De belangrijkste habitats waren grootschalig grasland gebied, moeras en stagnante grote wateren en grote rivieren. De vogels in de territoria van Ost-Friesland (D), Bislicher Insel (D), de Sliedrechtse Biesbosch en het paar in Oost-Friesland gebruikten voornamelijk grootschalig graslandgebied. De vogels in de Gelderse Poort, de Oude Maas en het paar in Oost-Friesland gebruikten veel moeras. De vogel in Bislicher Insel (D) en het paar in Oost-Friesland verbleven veel in gebieden met stagnante grote wateren en grote rivieren dan de andere individuen. De vogels in de Sliedrechtse Biesbosch en de Dümmer See (D) verbleven veel in bos. Andere individuen gebruikten specifieke in de territoria beschikbare habitats, zoals de vogel in Ost-Friesland (D) die intergetijdengebied gebruikte, de vogel in de Dümmer See met veel hoogveen en de vogel op Terschelling die veel in grazige gebieden met een natuurbestemming verbleef (tabel 8).

Tabel 8. Habitatgebruik (gebaseerd op Corine) van als broedvogel gevestigde zeearenden (% tijd).
Habitat use (based on Corine) of settled white-tailed eagles (% time).

Habitat/individu	*Br. Biesbosch*	*Eemmeer_v*	*Haringvliet*	*Lepelaarsplassen*	*Makkum_m*	*Makkum_v*	*Oostvaardersplassen*	*Spijk 2019*	*Zuid-Veluwe*
Stad, industrie en infrastructuur	1,9	0,1	0,8	0,9	0,0	0,6	0,6	4,4	0,2
Park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen	0,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Zee	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Estuaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strand, duin- en stuifzand	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,4
Kwelders	0,0	0,0	0,0	0,0	20,9	0,1	0,0	0,0	3,3
Intergetijdengebied	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,4	0,0	0,0	11,9
Droge en natte heide	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,5	0,2
Hoogveen	0,0	22,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Kleinschalig grasland/akker/boomgaard	0,1	0,0	0,1	0,5	0,0	0,3	0,1	7,0	0,0
Grootschalig akkergebied	18,1	10,5	0,9	0,2	0,0	0,2	1,9	2,7	6,4
Grazige gebieden met natuurbestemming	3,2	0,0	3,1	0,0	54,2	0,0	0,0	15,6	0,0
Bos	14,1	41,4	38,9	1,1	0,1	0,9	1,4	3,1	1,1
Grote rivieren en stagnante grote wateren	11,1	11,6	16,2	29,6	0,0	27,1	51,4	4,6	0,0
Moeras (zoet)	29,9	0,0	7,8	28,0	0,0	30,2	0,0	54,1	0,0
Grootschalig graslandgebied	21,0	13,7	32,1	39,4	0,7	40,0	44,6	7,9	75,4

Broedvogels vestigden zich in de verschillende regio's met alle een kenmerkende verdeling van habitattypen in de homeranges. In de regio van de Nederlandse Delta beschikte de vogel van de Oude Maas over een groot aandeel stedelijk gebied en grootschalig akkergebied en de vogel in de Sliedrechtse Biesbosch vooral over grote rivieren en stagnante grote wateren en bos. In de regio van het Rivierengebied had de vogel in de Gelderse Poort substantieel kleinschalig gebied met grasland/akkers beschikbaar, terwijl de vogel in de Bislicher Insel (D) vooral grootschalig graslandgebied binnen de homerange had liggen. Het paar in de regio Oost-Friesland had met name grootschalig grasland beschikbaar. Vogels uit de regio met marine habitats op Terschelling en in Ost-Friesland (D) hadden beide intergetijdengebied tot hun beschikking. De vogel op Terschelling beschikte over een groot aandeel kwelders en grazige natuurgebieden en de vogel in Ost-Friesland vooral grootschalige grasland- en akkergebieden. Opvallend is het geringe aandeel moerasgebied binnen homeranges van individuele broedvogels; alleen in de Sliedrechtse Biesbosch, de Gelderse Poort en in Oost-Friesland was er een noemenswaardig aandeel moeras beschikbaar (figuur 7).



Figuur 7. Verdeling van habitattypen (% op basis van Corine) binnen de homeranges (op basis van 90% kernels) van als broedvogel gevestigde individuen. *Composition of habitat types (% based on Corine) within the home ranges (90% kernels) of settled white-tailed eagles.*

Broedvogels toonden sterke vermijding van steden/industrie/wegen en parken/stadsbossen/ recreatie-/golfterreinen. Kleinschalige graslanden/akkers/boomgaarden en grootschalig akkergebied werden vermeden of sterk vermeden. De vogels in het Deltagebied (Oude Maas, Sliedrechtse Biesbosch) hadden voorkeur voor bos en grootschalige grasland. Van de vogels in het rivierengebied had de vogel uit de Gelderse Poort voorkeur voor grazige gebieden met natuurbestemming en moeras en de vogel uit de Bislicher Insel (D) voor grote rivieren en stagnante grote wateren. Beide vogels in Oost-Friesland hadden een sterke voorkeur voor moeras en voorkeur voor bos en stagnante grote wateren. De vogel uit de Dümmer See (D) had sterke voorkeur voor bos en stagnante grootschalige wateren. Van de vogels in maritieme regio's had de vogel op Terschelling voorkeur voor grazige gebieden met natuurbestemming en de vogel in Ost-Friesland (D) voor kwelders, hoogveen en grootschalig graslandgebied. In het algemeen hadden de broedvogels vooral voorkeur voor bos, grote rivieren en stagnante grote wateren en voor moeras (tabel 9).

Tabel 9. Ivlev's electivity index van negen als broedvogel gevestigde zeearenden (2022-2025) in 15 habitattypen (Corine) (Ivlev, 1961). Rood/oranje markeringen duiden op vermijding, groene markeringen op voorkeur. Kleurintensiteit in twee klassen; zeer sterk >0.5, sterk 0.1-0.5. *Ivlev's electivity index of 9 white-tailed eagles during settled phase (2022-2025) in 15 habitat types (based on Corine). Red/orange indicate avoidance, green indicates preference.*

Habitat / territorium	*Oude Maas*	*Sliedr. Biesbosch*	*Gelderse Poort*	*Bislicher Insel (D)*	*Oost-Friesland m*	*Oost-Friesland v*	*Terschelling*	*Ost-Friesland (D)*	*Dümmer See (D)*
Stad, industrie en infrastructuur	-0,89	-0,63	-0,20	-0,72	-0,72	-0,83		-0,83	-0,91
Park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen	-0,82	-0,93	-0,56	-0,55	-0,71	-0,87			-0,71
Zee								-0,75	
Strand, duin- en stuifzand							-0,09	-0,34	
Kwelders							-0,16	0,33	
Intergetijdengebied							-0,32	-0,33	
Droge en natte heide			-0,16					-0,75	-0,59
Hoogveen								0,38	0,31
Kleinschalig grasland/akker/boomgaard	-0,38		-0,59		-0,70	-0,86			-0,98
Grootschalig akkergebied	-0,39	-0,67	-0,67	-0,79				-0,48	-0,67
Grazige gebieden met natuurbestemming	0,23	-0,59	0,60				0,29		-0,84
Bos	0,49	0,34	-0,21	-0,27	0,06	0,05		-0,44	0,57
Grote rivieren en stagnante grote wateren	0,01	-0,34	-0,52	0,44	0,48	0,39			0,55
Moeras (zoet)	0,93	-0,13	0,80		0,65	0,67			
Grootschalig graslandgebied	0,80	0,35	-0,47	-0,12	-0,30	-0,28	-0,48	0,25	-0,13

3.5 Verstoringsgevoeligheid

Lauwersmeer, Oostvaardersplassen en Terschelling

Het Lauwersmeer is bezocht door 11, de Oostvaardersplassen door 14 en Terschelling door vijf individuele onvolwassen zeearenden. Zeearenden hebben in het Lauwersmeer een sterke voorkeur voor afgesloten gebieden en een zeer sterke vermijding van permanent opengestelde gebieden. De vogels verblijven ongeveer 72% van de tijd in afgesloten gebied. De openstellingszone "beleefbaar" wordt vermeden. In de Oostvaardersplassen verblijven zeearenden voor ongeveer 98% van de tijd in het afgesloten gebied. Tijdelijk afgesloten gebied wordt vermeden en permanent opengesteld gebied sterk vermeden. De gegevens over verstoringsgevoeligheid op Terschelling bevatten grotendeels posities van het mannetje uit Makkum die sinds het voorjaar van 2024 voor een groot deel van de tijd op het eiland verblijft. Op Terschelling verblijft de vogel voor ongeveer 80% van de tijd in tijdelijk opengestelde gebieden (Boschplaat) en nog eens ongeveer 18% van de tijd in de Berkenvallei, waar niet of nauwelijks sprake is van recreatief gebruik. Deze gebieden hebben een sterke voorkeur terwijl de permanent opgestelde gebieden zeer sterk zijn vermeden (tabel 10).

Tabel 10. Oppervlakte (%), gebruik door zeearenden (%) en Ivlev's electivity index voor verschillende zones van openstelling in Lauwersmeer, Oostvaarderplassen en Terschelling. *Percentage of surface, usage by white-tailed eagles and Ivlev's electivity index for different zones of public access in areas Lauwersmeer, Oostvaardersplassen and Terschelling.*

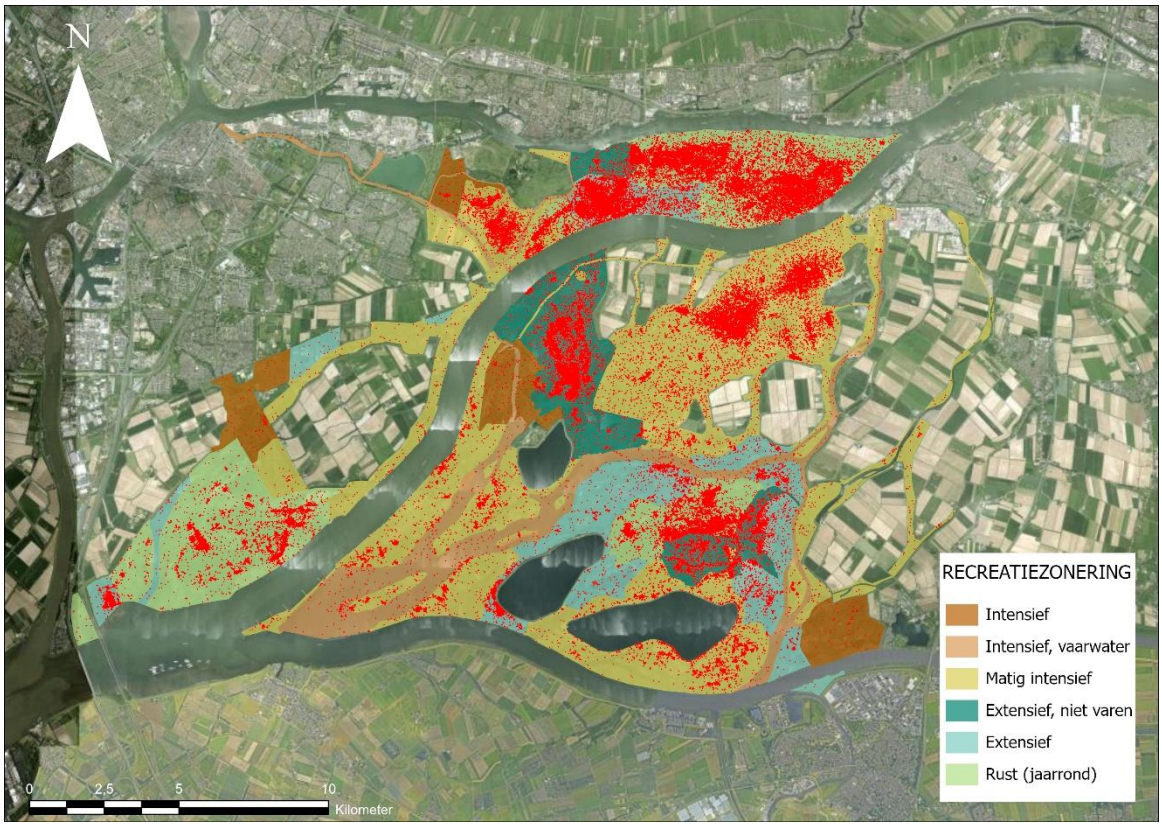
Gebied	Openstelling	Afgesloten	Tijdelijk open	Permanent open	Beleefbaar	Berkenvallei
Lauwersmeer	Opp (%)	36,30	-	29,83	33,87	-
	Gebruik (%)	71,79	-	6,26	21,95	-
	Ivlev's index	0,33	-	-0,65	-0,21	-
Oostvaardersplassen	Opp (%)	91,23	4,73	4,04	-	-
	Gebruik (%)	97,71	2,19	0,10	-	-
	Ivlev's index	0,03	-0,37	-0,95	-	-
Terschelling	Opp (%)	-	30,85	67,95	-	1,09
	Gebruik (%)	-	79,83	2,57	-	17,57
	Ivlev's index	-	0,44	-0,93	-	0,88

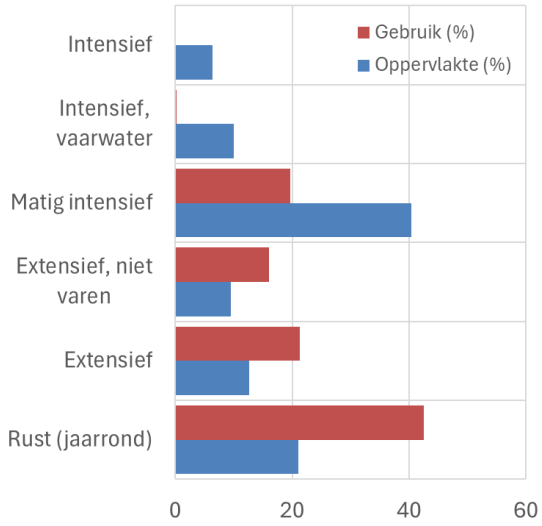
Biesbosch

De Biesbosch is bezocht door 13 van de 15 zendervogels. Op basis van recreatiezonering in gebieden van Staatsbosbeheer in de Biesbosch blijkt dat zeearenden een sterke voorkeur hebben voor afgesloten gebieden. Gebieden met extensieve recreatie hebben ook een sterke voorkeur, terwijl gebieden met intensief en matig intensief recreatief gebruik sterk worden vermeden. De gebieden die jaarrond ontoegankelijk zijn en die met extensief recreatief gebruik zijn erg belangrijk voor zeearenden; zo'n 80% van de tijd verbleven ze daar. Drukke gebieden zijn dermate sterk vermeden dat ze voor zeearenden onaantrekkelijk zijn (figuur 8).



Juveniele zeearend, 5 november 2025 (Foto: Merijn Loeve). *Juvenile white-tailed eagle, november 5, 2025 (Photo: Merijn Loeve).*





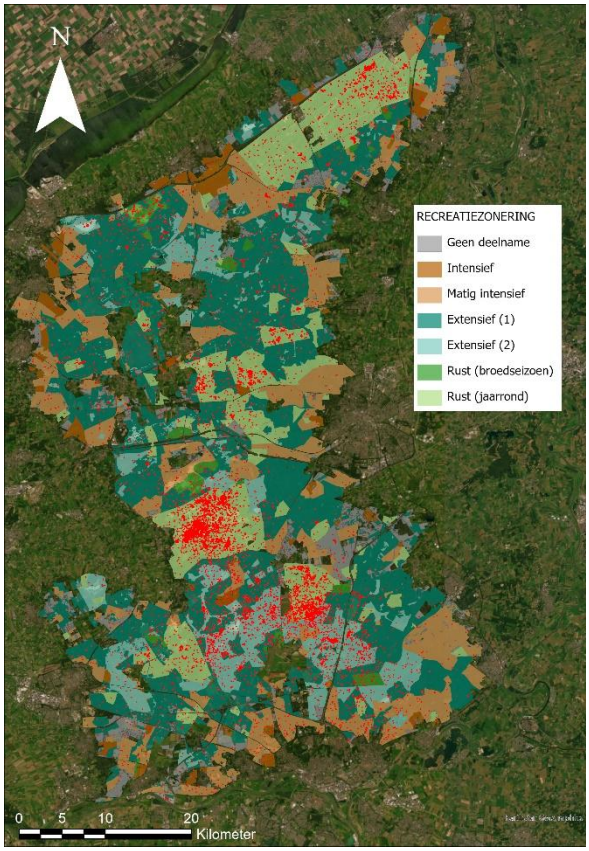
Recreatiezone	Oppervl (%)	Gebruik (%)	Ivlev's index
Intensief	6,40	0,17	-0,95
Intensief, vaarwater	10,06	0,24	-0,95
Matig intensief	40,34	19,63	-0,35
Extensief, niet varen	9,55	16,08	0,25
Extensief	12,62	21,33	0,26
Rust (jaarrond)	21,02	42,56	0,34

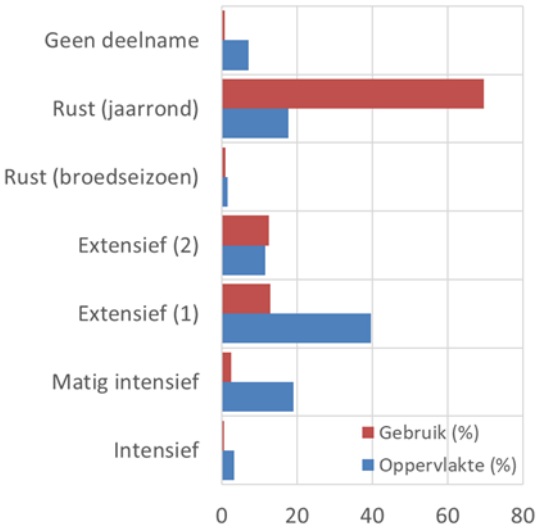
Figuur 8. Posities van gezenderde zeearenden in de Biesbosch en recreatiezonering (boven), verdeling oppervlakte recreatiezones, gebruik door zeearenden en Ivlev's electivity index (onder). *Locations of GPS-tagged white-tailed eagles in the Biesbosch and recreation zone (above), distribution of surface of recreation zones, usage by the bids and Ivlev's electivity index (below).*

Veluwe

De Veluwe is door alle 14 zendervogels bezocht. Op basis van recreatiezonering in N2000 gebied Veluwe blijkt dat zeearenden een sterke voorkeur hebben voor afgesloten gebieden (Rust jaarrond). Hieronder vallen met name defensieterreinen, wildrustgebieden en enkele afgesloten terreindelen in particulier eigendom. Gebieden met intensief recreatief medegebruik, matig intensief recreatief medegebruik en extensief recreatief medegebruik (1) worden sterk vermeden. Gebied met extensief recreatief medegebruik (2) heeft een lichte voorkeur. In de zoneringsmethodiek is onderscheid gemaakt tussen extensief recreatief medegebruik zone 1 en zone 2. In zone 2 bevinden zich soorten die nog verstoringsgevoeliger zijn dan in zone 1, waardoor in zone 2 gestreefd wordt naar een lagere dichtheid aan paden (Provincie Gelderland, 2022). De gebieden met extensief recreatief medegebruik (2) hebben vanwege een lagere dichtheid aan paden mogelijk een lagere recreatiedruk met lichte

voorkeur van zeearenden tot gevolg. De sterke voorkeur voor gebieden die jaarrond ontoegankelijk zijn voor recreanten zijn erg belangrijk voor zeearenden; zo'n 70% van de tijd verbleven ze daar. Drukke gebieden zijn dermate sterk vermeden dat ze voor zeearenden onaantrekkelijk zijn (figuur 9).



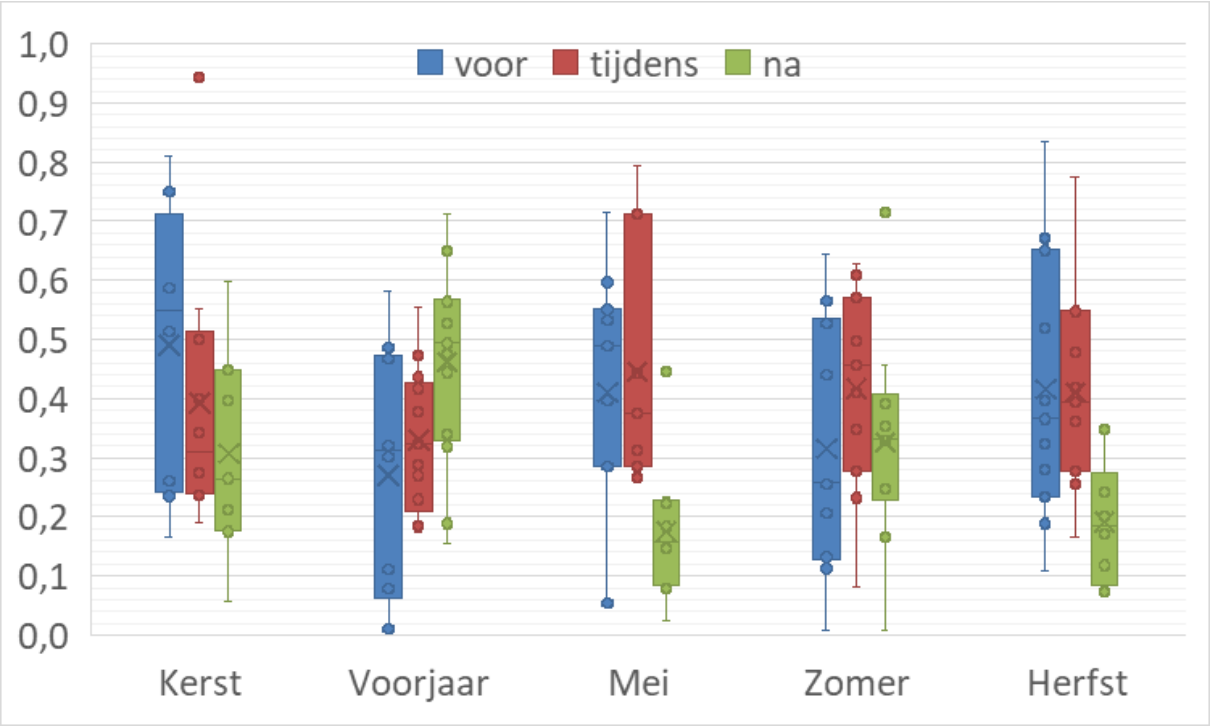


Recreatiezone	Oppervl (%)	Gebruik (%)	Ivlev's index
Intensief	3,30	0,66	-0,67
Matig intensief	18,98	2,51	-0,77
Extensief (1)	39,61	12,85	-0,51
Extensief (2)	11,65	12,61	0,04
Rust (broedseizoen)	1,67	1,03	-0,24
Rust (jaarrond)	17,72	69,56	0,59
Geen deelname	7,08	0,77	-0,80

Figuur 9. Posities van gezenderde zeearenden in N2000 gebied Veluwe en recreatiezonering (links), Verdeling oppervlakte recreatiezones, gebruik door zeearenden en Ivlev's electivity index (rechts). *Locations of GPS-tagged white-tailed eagles in Natura 2000 area Veluwe and recreation zones (above), distribution of surface of recreation zones, usage by the birds and Ivlev's electivity index (below).*

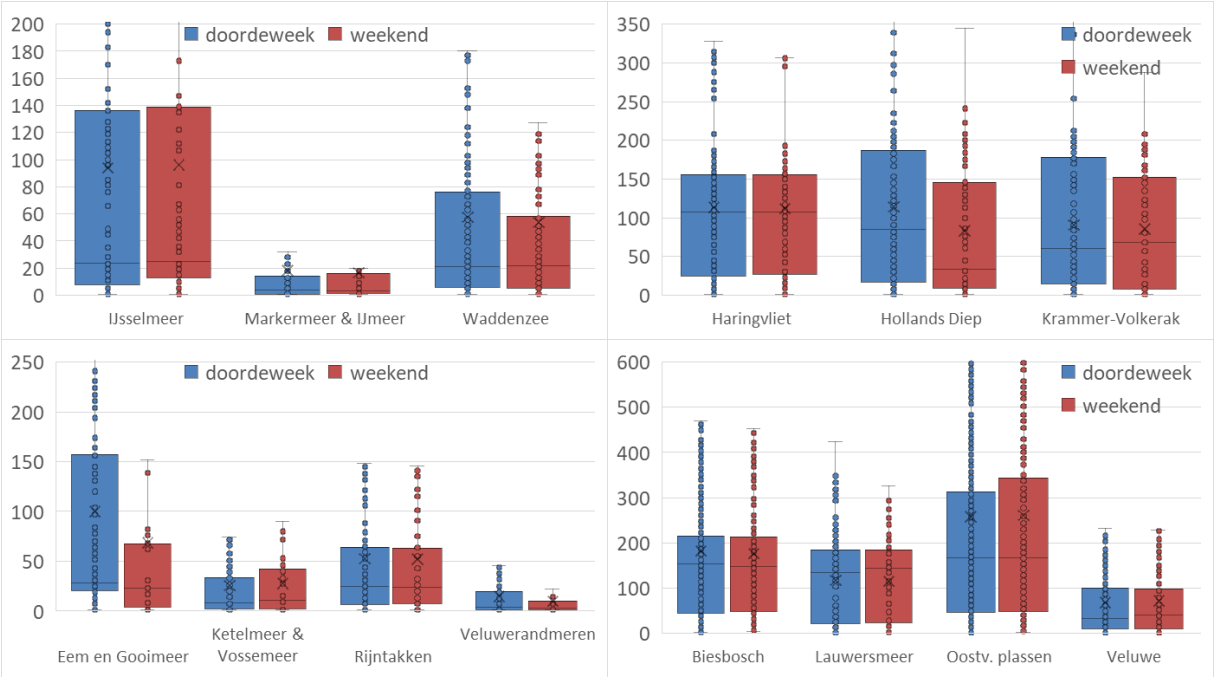
Vakanties en weekenden

In de omgeving van de grote Rijkswateren (N2000 gebieden) hebben vakantieperioden gemiddeld genomen effect op het ruimtegebruik van zeearenden. Voor de meeste vakantieperioden is het gebruik door zeearenden in de week na de vakanties afgenomen. Dat patroon is vooral aanwezig voor de kerst-, mei-, zomer- en herfstvakantie en niet voor de voorjaarsvakantie (figuur 10). Het is aannemelijk dat de drukte in de gebieden, waaronder oever gebonden recreatie en drukte op het water (vaarbewegingen, kitesurfen, etc.) hieraan debet is.



Figuur 10. Boxplot van relatief gebruik door onvolwassen zeearenden van de belangrijkste grote Rijkswateren (allen N2000 gebieden) in percentage van het aantal posities per dag in de week voor, tijdens en in de week na vakantieperioden (gebieden: Eemmeer & Gooimeer Zuidoever, Haringvliet, Hollandsch Diep, IJsselmeer, Ketelmeer & Vossemeer, Krammer-Volkerak, Markermeer & IJmeer, Markiezaat, Rijntakken, Veluwerandmeren, Waddenzee, Zoommeer en Zwarte Meer). Box is middelste 50% van de punten (interquartile range IQR), lijn is mediaan, kruis is gemiddelde, minimum en maximum whisker is laagste en hoogste punt binnen 1.5 keer de IQR vanaf de box. *Boxplot of relative use of large waterbodies by juvenile white-tailed eagles in percentage of the number of positions in the week before (blue), during (red) and the week after (green) vacation periods (of the areas Eemmeer & Gooimeer Zuidoever, Haringvliet, Hollandsch Diep, IJsselmeer, Ketelmeer & Vossemeer, Krammer-Volkerak, Markermeer & IJmeer, Markiezaat, Rijntakken, Veluwerandmeren, Waddenzee, Zoommeer en Zwarte Meer).*

Het verschil in ruimtegebruik door zeearenden tussen doordeweekse dagen en weekenden lijkt in grote lijnen ook aan te geven dat er effecten zijn van drukte in de grote wateren. Voor de grootste gebieden gebruiken de vogels de Waddenzee in weekenden minder. Voor IJsselmeer en Markermeer & IJmeer is er geen zichtbaar effect. In de Delta is het gebruik door zeearenden in de weekenden geringer in het Hollandsch Diep en mogelijk in het Krammer-Volkerak, maar niet in het Haringvliet. In de regio Randmeren (Flevoland) is het gebruik door zeearenden in weekenden beperkter dan op doordeweekse dagen in de Veluwerandmeren en in het Eemmeer & Gooimeer Zuidoever kleiner. In het Ketelmeer & Vossemeer en in de Rijntakken is er geen zichtbaar effect. Voor moerasgebieden (Lauwersmeer, Oostvaarderplassen, Biesbosch) en bos (Veluwe) is er geen verschil in gebruik door zeearenden tussen de weekenden en doordeweekse dagen (figuur 11). Dat geeft aan hoe groot het belang is van ontoegankelijke gebieden waarvan blijkt dat de vogels die bij voorkeur gebruiken.

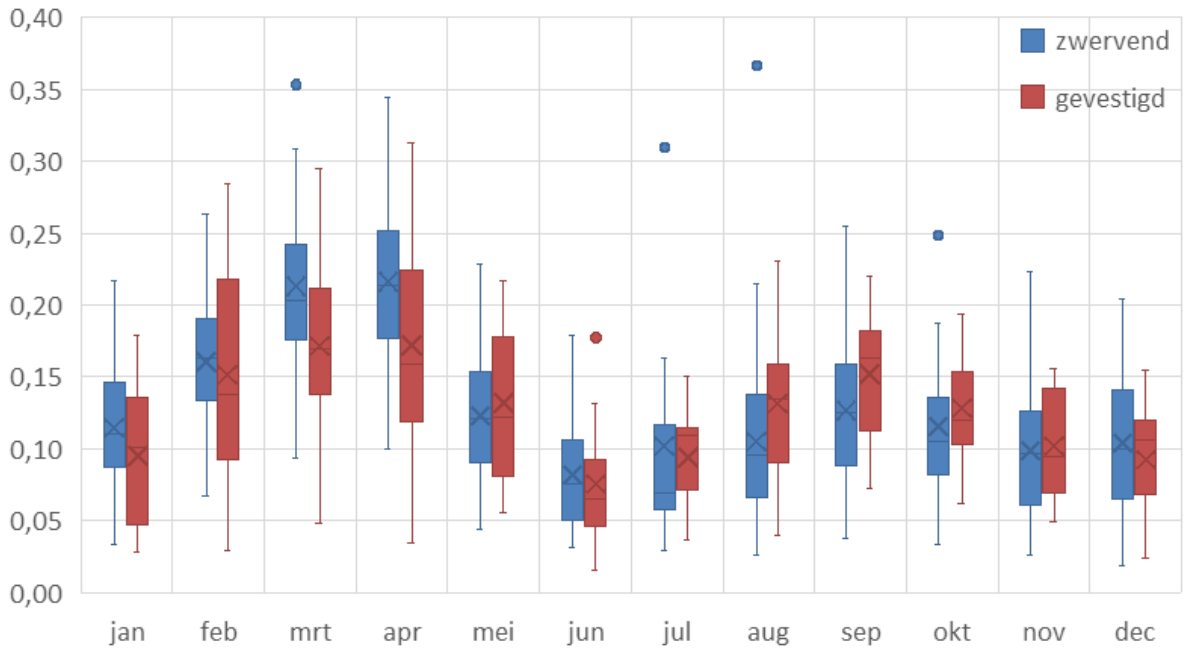


Figuur 11. Boxplot van gebruik door onvolwassen zeearenden (aantal posities per dag) op doordeweekse dagen en in weekenden in een aantal belangrijke N2000-gebieden. Box is middelste 50% van de punten (interquartile range IQR), lijn is mediaan, kruis is gemiddelde, minimum en maximum whisker is laagste en hoogste punt binnen 1.5 keer de IQR vanaf de box. *Boxplot of the usage (number of positions per day) of important Natura 2000 areas by juvenile white-tailed eagles during weeks (blue) and in the weekends (red).*

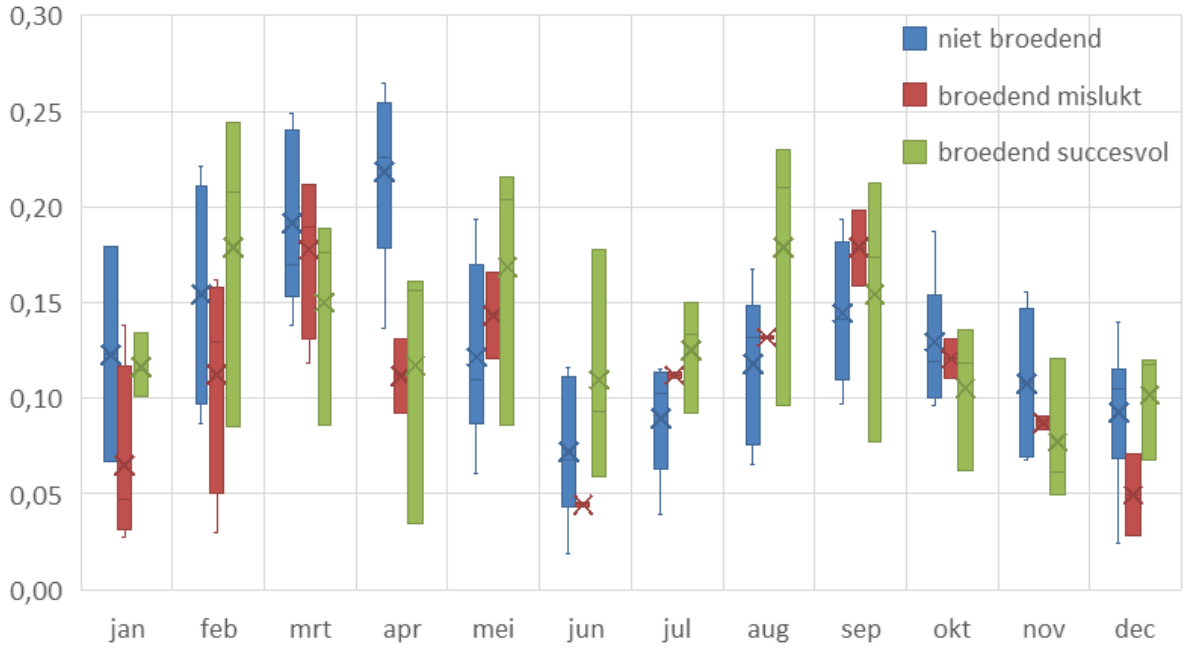
3.6 Aanvaringsrisico's windturbines

Vlieggedrag

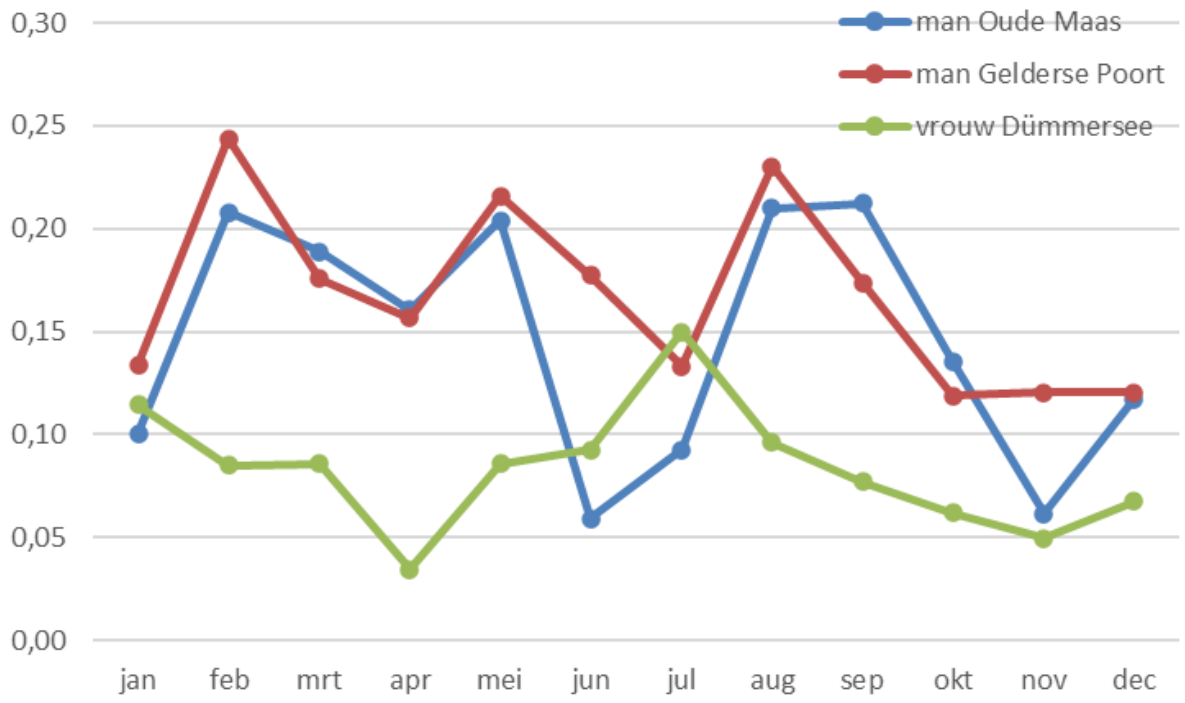
De vliegtijd van zeearenden laat een duidelijk seizoenspatroon zien waarbij in het voorjaar (februari-mei) meer is gevlogen dan in de rest van het jaar. In de zomer (juni-juli) is de vliegtijd gering. Onvolwassen (zwervende) individuen vlogen in het voorjaar (maart-april) meer en in de nazomer en najaar minder dan gevestigde vogels (figuur 12). Van de gevestigde individuen vlogen niet broedende vogels in de periode oktober–april vaker en in jul-september minder vaak dan broedende vogels. Broedvogels die jongen grootbrachten vlogen in de periode mei-augustus meer dan niet-broedvogels en individuen met mislukte broedsels (figuur 13). Twee succesvol broedende mannetjes vlogen veel meer dan een succesvol broedend vrouwtje. Vooral in de periode februari-mei en augustus-oktober vlogen de mannetjes veel meer dan het vrouwtje (figuur 14). Onvolwassen vogels vlogen gemiddeld op 253 m hoogte en gevestigde vogels op 256 m hoogte. Gevestigde vogels vlogen gemiddeld 35.7% (range 21.1-45.3%) en zwervende vogels 34.5% (range 24.9-41.5%) van de tijd op algemene rotorhoogte 30-200 meter (figuur 15 en tabel 11).



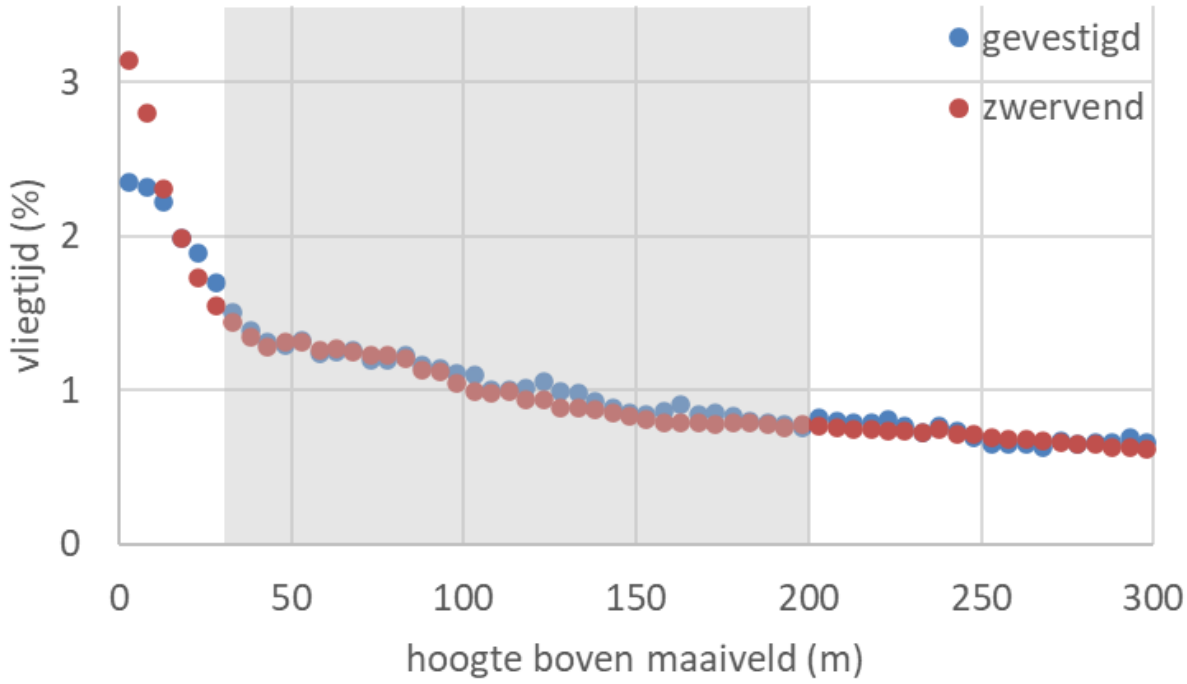
Figuur 12. Boxplot van vliegtijd van zeearenden in de zwerffase en in de gevestigde fase, als fractie van de daglichtperiode (1= 100%). Box is middelste 50% van de punten (interquartile range IQR), lijn is mediaan, kruis is gemiddelde, minimum en maximum whisker is laagste en hoogste punt binnen 1.5 keer de IQR vanaf de box. *Boxplot of the time white-tailed eagles spend flying in the dispersal and settled phase, as fraction of the daylight time (1=100%).*



Figuur 13. Boxplot van vliegtijd van gevestigde zeearenden ingedeeld in paren die niet tot broeden kwamen, paren die wel broeden maar geen jongen hadden en paren die succesvol jongen grootbrachten, als fractie van de daglichtperiode (1= 100%). Box is middelste 50% van de punten (interquartile range IQR), lijn is mediaan, kruis is gemiddelde, minimum en maximum whisker is laagste en hoogste punt binnen 1.5 keer de IQR vanaf de box. *Boxplot of the time white-tailed eagles spend flying in the dispersal and settled phase, as fraction of the daylight time (1=100%).*



Figuur 14. Vliegtijd van drie succesvol broedende zeearenden in 2025 als fractie van de daglichtperiode (1= 100%). Vogel Oude Maas afkomstig uit Brabantse Biesbosch, vogel uit Gelderse Poort afkomst uit boswachterij Spijk Bremerberg en vogel Dümmersee (D) afkomstig uit het Eemmeer. *Flight time of three breeding adult white-tailed eagles over the year, as fraction of the daylight time (1=100%).*



Figuur 15. Verdeling van vlieghoogte op basis van hoge-resolutie GPS-posities tijdens vliegbewegingen van gevestigde vogels en zwervende vogels (2019 t/m 2025 heel Europa). Voor gevestigde vogels 35.7% en voor zwervende vogels 34.5% van alle vliegposities op risicohoogte voor aanvaringen met windturbines (bij algemene rotorhoogte 30-200 meter). *Distribution of flight height (above ground), based on high-resolution GPS-positions during flights of dispersing and settled birds. 35.7% of all flying positions of settled individuals, and 34.5% of flying positions of dispersing birds was within a risk zone, i.e. between 30-200 meters general rotor range.*

Tabel 11. Gemiddelde vlieghoogte en % vliegtijd op algemene rotorhoogte RH (30-200m) op basis van hoge-resolutie gegevens. *Average flight height and % flying time a general rotor height (30-200 meters) based on high-resolution GPS data.*

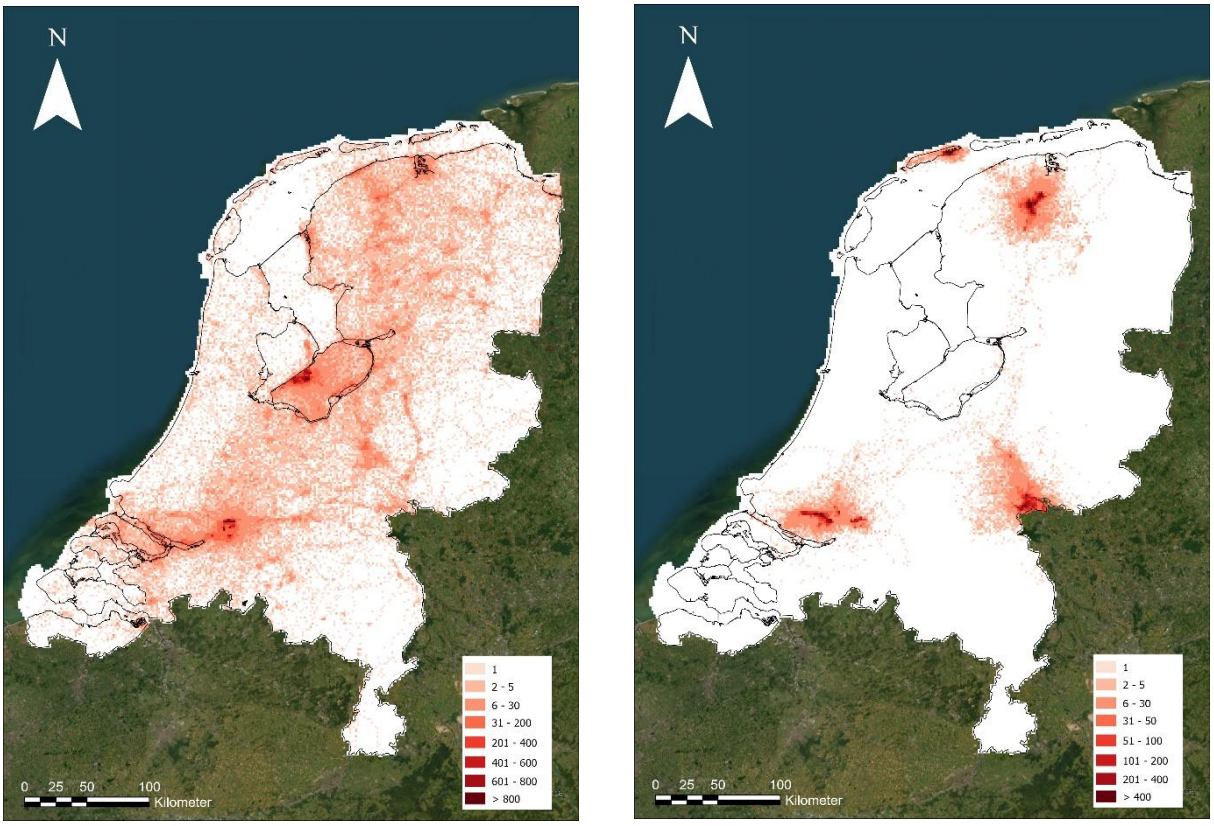
Individu	Zwervend		Gevestigd	
	gem. (m)	*RH (%)*	*gem. (m)*	*RH (%)*
B. Biesbosch	249	38,2	301	38,1
D. Biesbosch	277	31,2	-	-
Hellegatsplaten	213	37,7	-	-
Haringvliet	199	33,9	-	-
Oostvaardersplassen	242	35,3	155	45,3
Lepelaarsplassen	242	41,5	242	40,5
Eemmeer_M	265	35,4	-	-
Eemmeer_V	256	37,6	252	35,1
Spijk_2019	275	33,3	358	27,1
Spijk_2020	265	39,1	-	-
Makkum_M	266	27,0	193	29,4
Makkum_V	330	24,9	294	34,5
Lauwersmeer	224	37,4	-	-
Zuid-Veluwe	233	30,3	-	-

Aanvaringsrisico's onvolwassen vogels

Onvolwassen (zwervende) vogels vlogen door een groot deel van laag Nederland. De dichtheid van vlieglocaties was laag in de randstad, het zoute deel van de Delta en in een groot deel van Oost- en Zuid-Nederland. In Noord-Nederland, Flevoland, de Veluwe, de Delta (inclusief Biesbosch) en het rivierengebied was de dichtheid van vliegende onvolwassen zeearenden groot. Daarbij is sprake van veel vliegbewegingen tussen de belangrijke gebieden. De belangrijkste verbindingen liggen verspreid over Noord-Nederland (met name in Friesland), in Flevoland (met name tussen de Oostvaarderplassen en de Randmeren), de Delta (met name tussen de Biesbosch en Haringvliet/Hollandsch Diep en Krammer-Volkerak), de Veluwe (met name de verbindingszone met Flevoland) en binnen het rivierengebied. Tussen Flevoland (Oostvaarderplassen) en de Delta (Biesbosch) ligt een brede verbindingszone die een groot deel van het Groene Hart beslaat (figuur 16 links). Deze gebieden en de verbindingszones omvatten een relatief groot aanvaringsrisico.

Aanvaringsrisico's broedvogels

Broedvogels hebben een grote dichtheid aan bewegingen in de omgeving van het nest met uitstraling naar gebieden binnen de homeranges op afstanden tot tientallen kilometers rond het nest (figuur 16 rechts). Donkerrode gebieden hebben een relatief groot aanvaringsrisico. Zeearenden uit het IJsselmeergebied hebben gemiddeld veel meer windturbines in een straal van 10 km rond de nesten dan in andere regio's. Een nest in de gemeente Zeewolde heeft de meeste windturbines in de omgeving, 255 stuks. Ook in andere regio's zijn nesten met veel windturbines in de omgeving, waaronder het nest in het Eemmeer (Randmeren; 136 stuks). In de regio's Noord-Nederland, Randmeren en de Delta staan gemiddeld tientallen windturbines binnen 10 km van nesten. In het Rivierengebied (inclusief IJsseldal) en het Hollands Veenweidegebied is het aantal windturbines in de omgeving van nesten veel kleiner (tabel 12). Het enige zeearendnest in Nederland zonder windturbines binnen een straal van 10 km ligt in de Gelderse Poort in het Rivierengebied.



Figuur 16. Aantal posities in vlucht van individuen in de zwerffase (links) en in de gevestigde fase (rechts) op basis van continue lage-resolutie gegevens (5-30 minuten intervallen). *Number of positions in flight of individuals in dispersal (left) and settled phase (right), based on low-resolution GPS-logger data.*

Tabel 12. Verdeling van totaal aantal windturbines rond zeearendnesten per regio in 2025, r=10 km. *Distribution of the total number of wind turbines per region within 10 km of the nests of white tailed eagle pairs in 2025.*

Regio	Bereik	Gemiddeld	Aantal nesten
IJsselmeergebied	11-255	105	5
Randmeren	3-136	52	8
Delta	6-71	39	8
Noord-Nederland	4-96	30	15
Rivierengebied en IJsseldal	0-18	11	6
Hollands Veenweide	1-12	8	3
Totaal	*0-255*	*40*	*45*

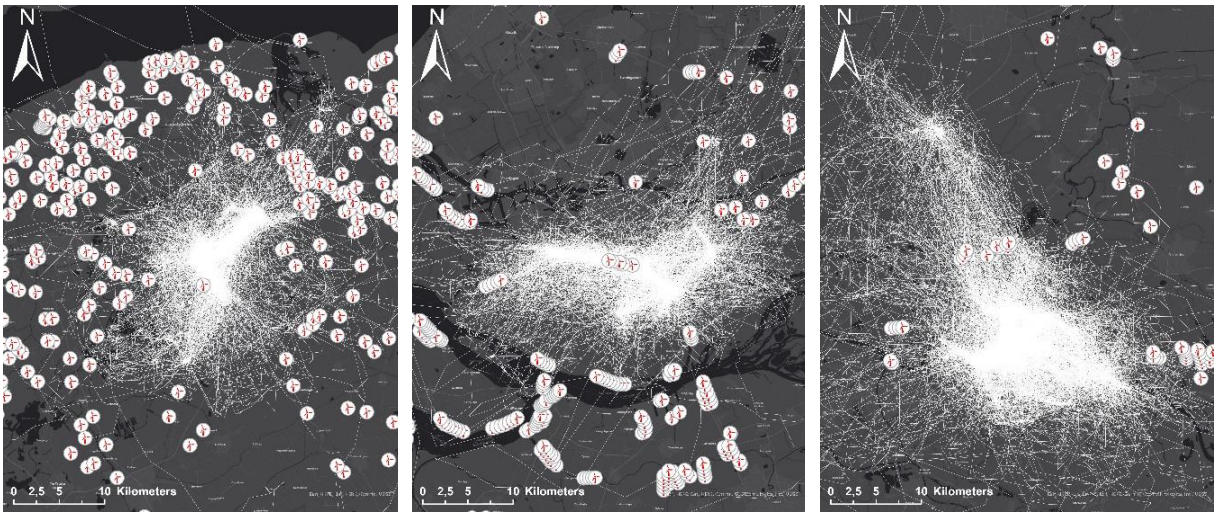
Van zes Nederlandse gevestigde vogels met zenders uit vijf territoria is het ruimtegebruik in de leefgebieden te vergelijken met de ligging van windturbines. De vogel uit de Sliedrechtse Biesbosch vloog erg weinig in windparken. De vogel van Terschelling vloog regelmatig door windparken op het vaste land (vooral tussen maart en oktober), tijdens periodieke zwerftochten door o.a. Noord-Nederland en Flevoland. De vogel uit de Oude Maas vloog het meest frequent door windparken (vooral maart-oktober). De broedvogels uit Friesland en de Gelderse Poort vlogen vooral in het voorjaar en de nazomer door windparken (tabel 13).

De vogels van het paar in Oost-Friesland, hebben naast een kleine turbine op een boerenerf geen grote windturbines of windparken in de directe omgeving van hun homerange. De vogels doorkruisen met name windparken tijdens pendelvluchten richting het Lauwersmeer. De vogel uit de Gelderse Poort doorkruist regelmatig een windpark in de gemeente Arnhem en in de gemeente Duiven. Deze vogel passeert de windparken tijdens pendelvluchten tussen de Gelderse Poort en de Veluwe. De vogel van de Oude Maas doorkruist regelmatig een windpark in de gemeente Hoeksche Waard dat in de zone van het foerageergebied ligt (figuur 17).
Van de vogels uit de Oude Maas en de Gelderse Poort zijn veel hoge-resolutie gegevens verzameld van vluchten door vaak doorkruiste windparken. De gegevens laten zien dat de vogels vaak op grote hoogte boven de windturbines vliegen. De posities van vluchten op rotorhoogte laten vermijding van de turbines binnen rotorbereik zien. De posities van de vogel uit de Gelderse Poort in het windpark Arnhem liggen op relatief veilige afstand van het rotorbereik in vergelijking met de vluchten in de Duivense windparken. Posities van vluchten op rotorhoogte door windpark Duiven en Hoeksche Waard liggen relatief veel dichter bij het rotorbereik en voor een klein deel binnen het rotorbereik (figuur 18). Dat geeft aan dat individuen in deze windparken permanente aanvaringsrisico's lopen.

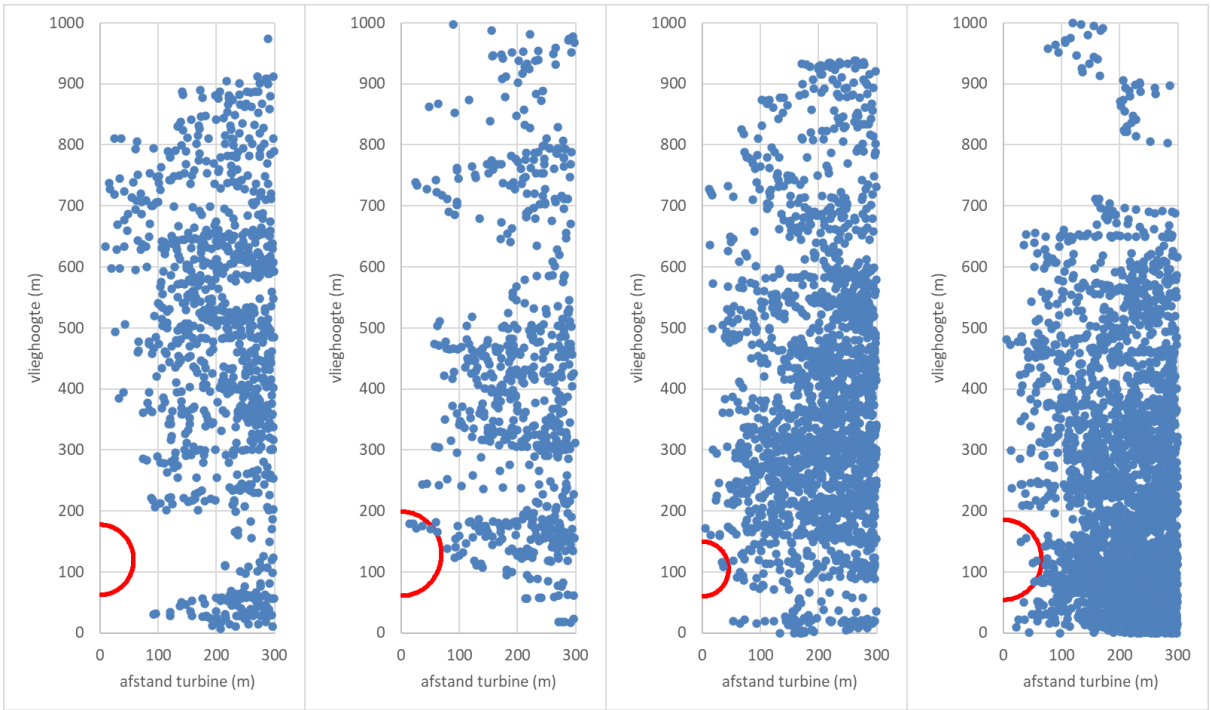
Tabel 13. Gemiddelde vliegtijd per maand (uren) van broedvogels in Nederlandse windparken geschat op basis van lage-resolutie gegevens (in een buffer van 500 m rond turbines). *Average time (hours) spend flying in wind parks per month based on the low-resolution dataset (in a buffer of 500 meter around turbines).*

Maand/broedlocatie	Friesland V	Friesland M	Terschelling M	Oude maas M	Sliedr. Biesbosch V	Gelderse Poort M
jan	0,0	0,0	0,0	1,3	-	0,3
feb	0,9	0,4	0,3	2,2	-	0,4
mrt	3,3	0,6	0,5	4,4	-	0,2
apr	1,7	1,3	2,0	7,9	-	0,7
mei	0,0	1,2	1,1	6,9	0,8	0,9
jun	0,0	0,4	0,3	7,2	0,0	0,2
jul	0,0	0,3	0,9	6,4	0,2	0,3
aug	1,5	1,6	1,4	10,2	0,0	0,5
sep	1,7	1,3	0,7	7,1	0,1	0,7
okt	0,4	1,1	0,5	5,4	0,0	0,2
nov	0,6	0,3	0,3	2,2	0,0	0,0
dec	1,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,2
Gem	0,67	0,71	0,90	5,15	0,14	0,38





Figuur 17. Bewegingen van broedvogels op basis van lage-resolutie gegevens (5-30 minuten intervallen) en ligging windturbines. Links: gezenderd paar Oost-Friesland (bewegingen vogel Lepelaarplassen en Makkum M), midden: Zenderman Oude Maas (vogel Brabantse Biesbosch) en rechts: Gelderse Poort (vogel Spijk 19). *Movements of breeding white-tailed eagles, from low resolution data (5-30-minute intervals) and locations of wind turbines. Left: tagged pair Oost-Friesland (birds Lepelaarplassen and Makkum M), middle: breeding male of Oude Maas (individual Brabantse Biesbosch) and right: Gelderse Poort (individual Spijk 19).*



Figuur 18. Posities van vlieghoogte op basis van hoge-resolutie gegevens van broedvogels en afstand tot turbine, voor het mannetje uit de Gelderse Poort (Spijk 19) in windparken in de gemeente Arnhem (links) en Duiven (middelste twee) en voor het mannetje uit de Oude Maas (Brabantse Biesbosch 2020) in een windpark in de gemeente Hoeksche Waard (rechts). Rode cirkel = rotorhoogte en rotorbereik. Arnhem - 4 turbines, Duiven - 2+4 turbines met verschillende dimensies en Hoeksche Waard - 5 turbines. *Locations of height above ground level during flight, and distance to turbine, for the GPS-tagged male of the Gelderse Poort (Spijk 19) in wind parks in the city of Arnhem (left) and Duiven (middle two). Right: male of Oude Maas (individual Brabantse Biesbosch 2020) in a wind park in the Hoekse Waard. Red circle: rotor height and range. Arnhem: 4 turbines, Duiven: 2+4 turbines and Hoekse Waard: 5 turbines.*

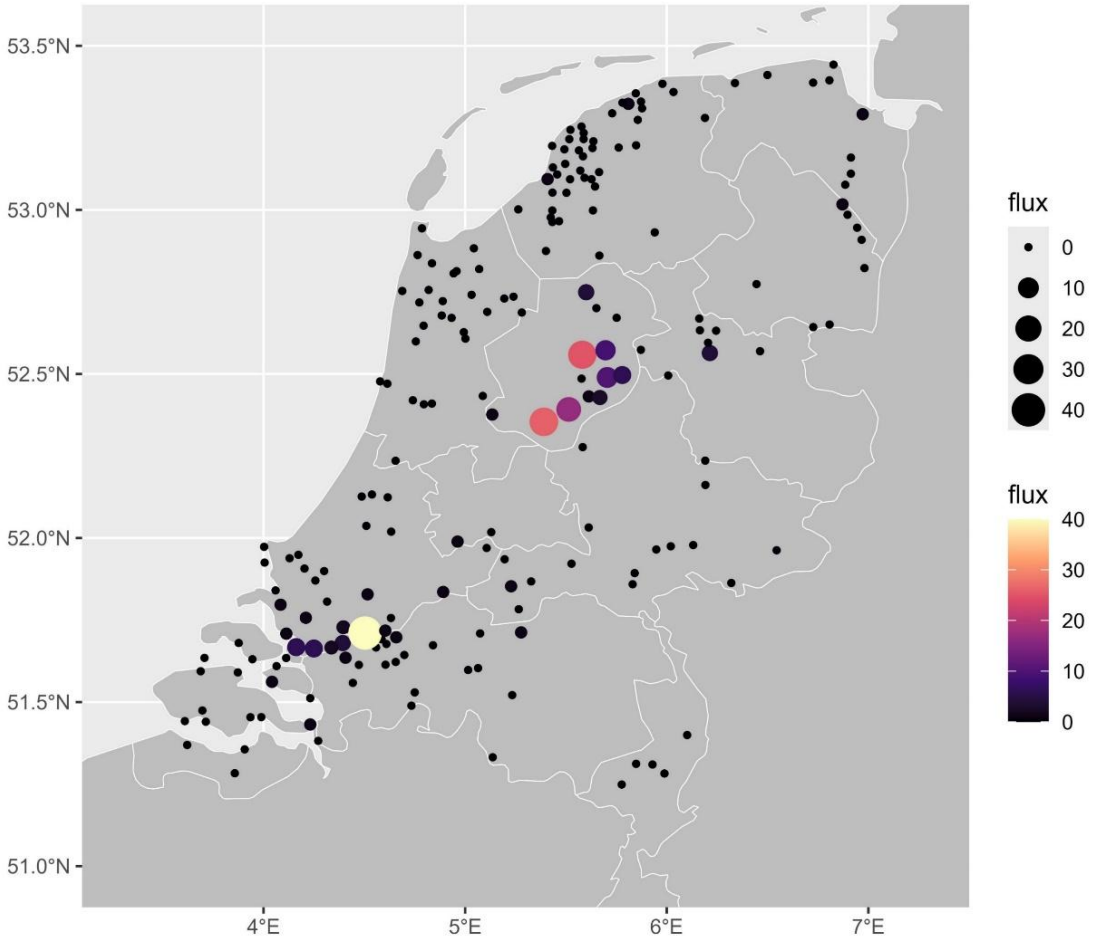
Niewhol

Voor gebruik van het Flux Collision Model (FCM) binnen Niewhol is in de studieperiode 2022-2023 één van de 15 gezenderde zeearenden gestorven door een aanvaring met een turbine (in windpark Zeewolde). Dit was het enige in Nederland geregistreerde aanvaringsgeval uit de groep onvolwassen zeearenden met zenders. Windpark Zeewolde is daarom als referentiewindpark voor FCM gebruikt. In de studieperiode zijn 26 vluchten van gezenderde juveniele zeearenden door het windpark vastgesteld. Deze informatie is als input voor het model gebruikt, waarbij het sterfgeval als mortaliteitsparameterwaarde is meegenomen in de berekening. Het aantal vluchten door Nederlandse windparken (Flux) kent hoge waarden in de regio Biesbosch en Flevoland. De bolwerken van onvolwassen zeearenden in de Oostvaardersplassen en de Biesbosch komen hierbij nadrukkelijk naar voren (figuur 20).

Hoewel de flux een belangrijke component is bij het bepalen van het uiteindelijke aantal slachtoffers, spelen ook de windpark-kenmerken een belangrijke rol. Dat blijkt uit de verschillen tussen de flux en het ingeschatte aantal slachtoffers, waarbij het zwaartepunt van het geschat aantal slachtoffers in drie windparken in Flevoland ligt (figuur 20). Met de aanname dat windparken tussen 2022 en 2023 onveranderd zijn berekende het model 1,195 aanvaringsslachtoffers per jaar. Met de aanname dat de groep onvolwassen zeearenden met zenders representatief is voor de Nederlandse situatie en de schatting dat de groep ongeveer 10% van de populatie onvolwassen individuen in Nederland betreft, sterven er dus naar schatting 11,95 dieren per jaar door aanvaringen met Nederlandse turbines.

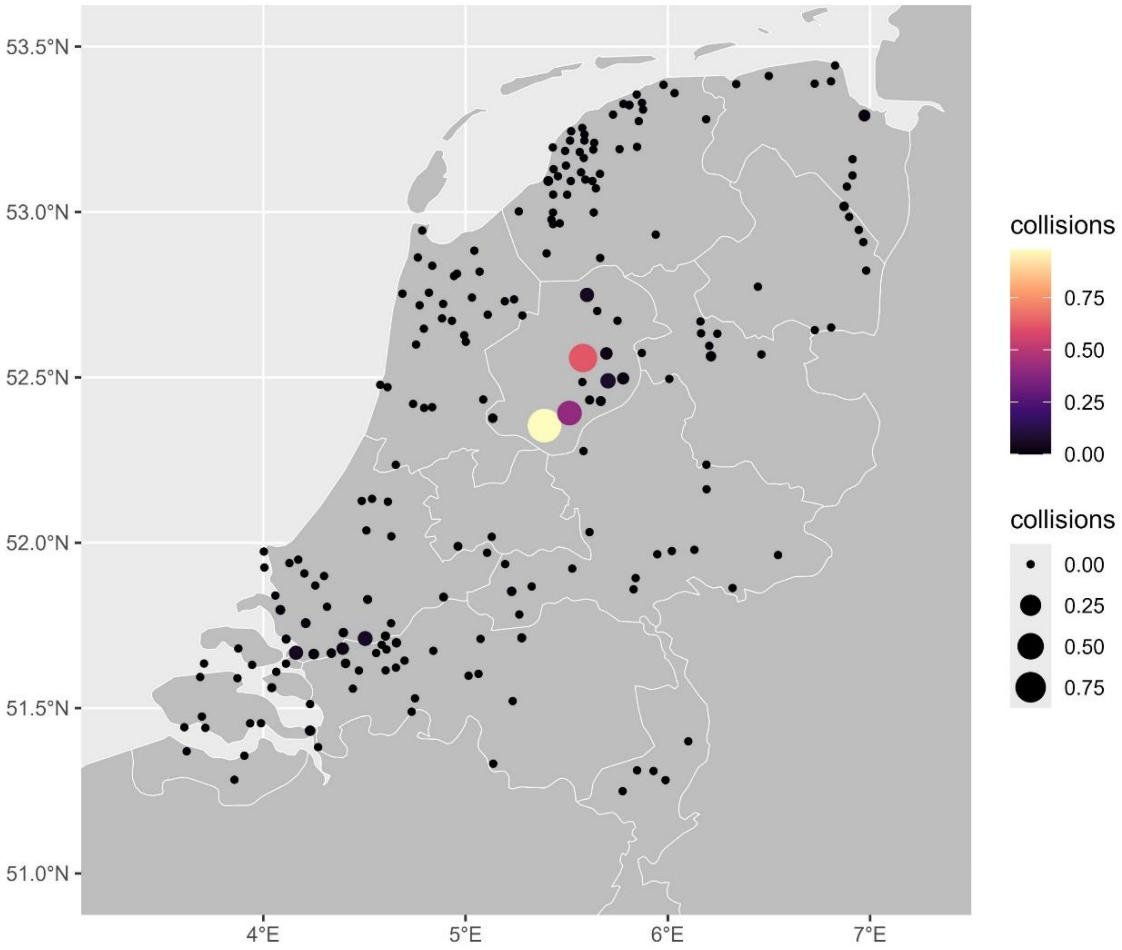


Gestorven onvolwassen gezenderde zeearend (Spijk-Bremerberg 2020) door aanvaring met windturbine in windpark Zeewolde, 31 januari 2022 (Foto: Mennobart van Eerden). *Subadult tagged white-tailed eagle (Spijk-Bremerberg 2020), dead from a collision with a wind turbine in wind park Zeewolde, January 21, 2022 (Photo: Mennobart van Eerden).*

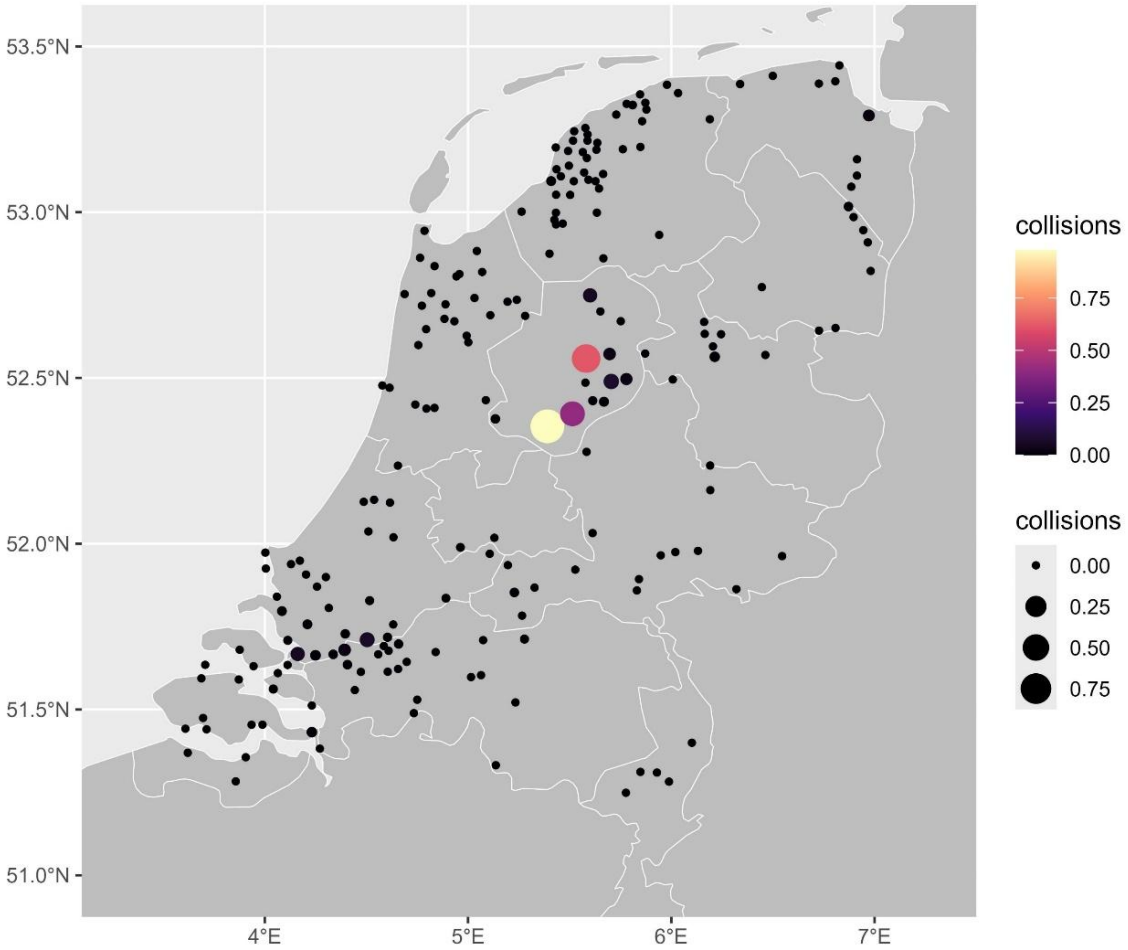


Figuur 19. De berekende flux per windpark voor onvolwassen zeearenden (bron: WENR). *The calculated flux per wind park for juvenile white-tailed eagles (source: WENR).*

Voor volwassen zeearenden zijn GPS-gegevens uit de periode 2023-2024 (periode vestigen als broedvogel) gebruikt, maar is de geschatte sterfte door aanvaringen met windturbines complexer omdat er geen sterfgevallen van broedvogels in Nederlandse windparken is vastgesteld waardoor er geen referentiewaarde is. Van vier individuen uit de periode vanaf vestigen als broedvogel is de dichtheid van GPS-posities in vlucht in bufferzones van 1 km tot 50 km rond het nest berekend. Op basis daarvan is de dichtheid per vierkante kilometer per bufferzone van de vier individuen gemiddeld en toegepast op alle nesten uit 2023 om de Flux in Nederlandse windparken te genereren. Met de aanname dat de sterftekans vergelijkbaar is als die van onvolwassen vogels, berekend het model 0,94 aanvaringsslachtoffers per jaar, net als voor onvolwassen individuen grotendeels als gevolg van aanvaringen met windturbines in windparken uit Flevoland (figuur 21).



Figuur 20. Voorspeld aantal aanvaringen per windpark op basis van FCM voor onvolwassen zeearenden (bron: WENR). *Predicted number of collisions per wind park based on FCM of juvenile white-tailed eagles (source: WENR).*

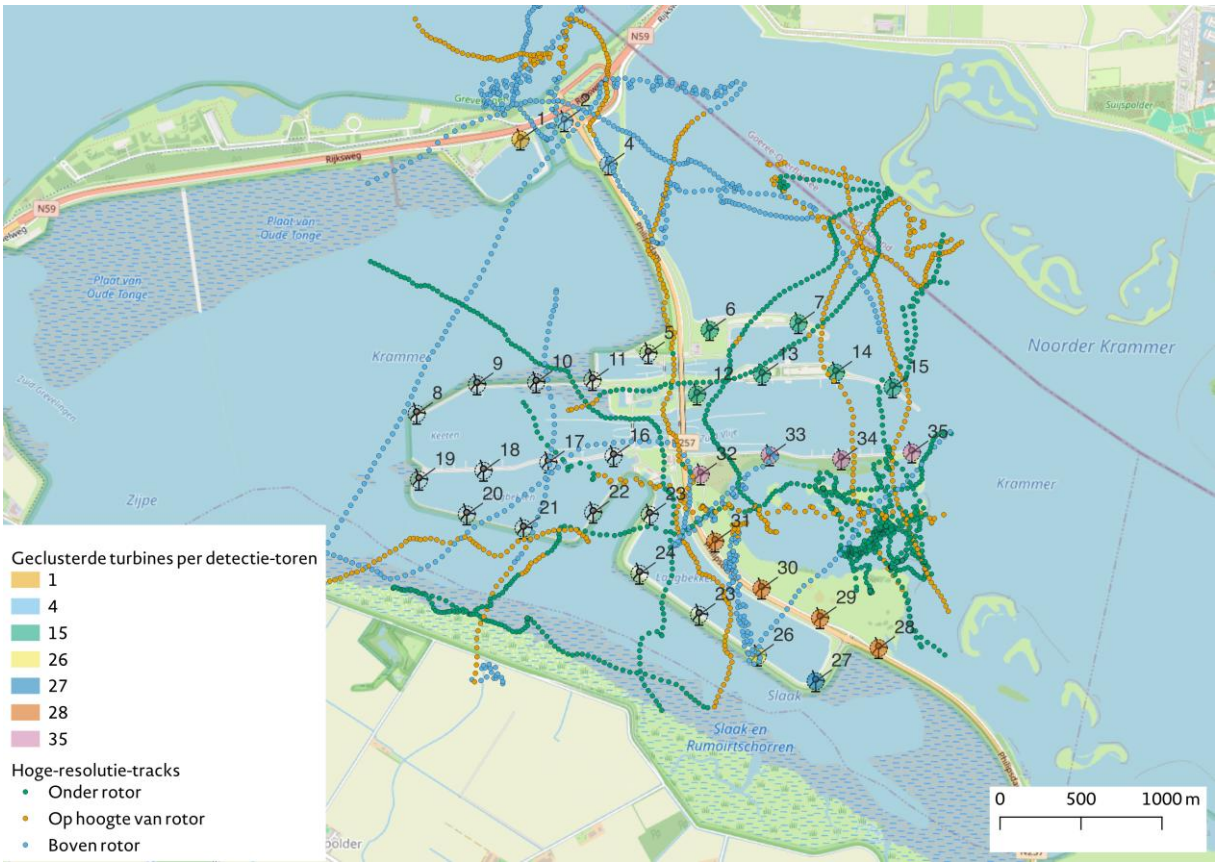


Figuur 21. Voorspeld aantal aanvaringen per windpark op basis van FCM voor broedende zeearenden, op basis van berekende flux rond nest (bron: WENR). *Predicted number of collisions per wind park based on FCM for breeding white-tailed eagles, based on the calculated flux around nests. (Source: WENR).*

Cameradetectie windpark Krammer

In de periode maart 2020 - mei 2023 zijn van acht individuele gezenderde zeearenden in totaal 41 vluchten in hoge resolutie binnen 1 km van de turbines van windpark Krammer verzameld (figuur 22, bijlage 11). In totaal zijn er op de dagen dat gezenderde zeearenden in de buurt van het windpark vlogen 334 door zeearenden getriggerde stopmomenten geweest. Een stop duurde gemiddeld 194 seconden (range: 183-506 seconden).

Van de 41 vluchten in de omgeving van het park lijken er zeven langs een turbine te vliegen, maar vijf daarvan vlogen op dat moment onder of (hoog) boven rotorhoogte (figuur 23, tabel 14). Twee van die zeven vluchten kwamen wél in de gevarenzone, waarvan één tijdens een stopmoment en één zonder stopmoment. De meeste zeearenden die binnen het windpark Krammer vlogen vermeden zowel in hoogte als en in het horizontale vlak de gevarenzone van de rotoren.



Figuur 22. Vliegbewegingen en gebruikte buffers. Groen: posities onder rotorhoogte, oranje: posities op rotorhoogte, blauw: posities boven rotorhoogte. Cirkels: 62 m buffer om turbines, kleur geeft de geclusterde turbines per detectiecamera weer. *Flight movements and used buffers. Green: positions under rotor height, orange: positions at rotor height, blue: above rotor height. circles: 62-meter buffer around turbines, colour indicates clusters attached to visual sensor.*

Tabel 14. Het aantal hoge resolutie vluchten binnen 1000 meter van windpark Krammer. Opgedeeld in aantal turbines waarvan het rotorbereik in horizontaal vlak is doorkruist en of dit bij tenminste één van deze kruisingen binnen rotorbereik in verticale vlak was. *The number of high-resolution flights within 1000 meters of wind farm Krammer, broken down by the number of turbines whose rotor range was crossed in the horizontal plane, and whether this occurred within rotor range in the vertical plane at at least one of these crossings.*

Aantal doorkruiste turbinezones	Hoogte in rotorbereik?	Aantal vluchten
0	N.v.t.	34
1	Ja	2
1	Nee	4
2	Nee	2



Hellegatsplaten 2019 vloog op 24-3-2020 om 11:07 langs turbine 32 (cluster 35 geen stop); Lepelaarsplassen 2019 vloog op 9 oktober 2021 rond 6:57 langs turbines 34 (cluster 35) en 14 (cluster 15). Deze passage viel samen met een stopmoment in cluster 35 (waar het dier op wat grotere afstand bleef dan 62 meter) maar genereerde geen geforceerde stop in het cluster 15.



Figuur 23. Vluchten met hoge-resolutie die op rotorhoogte 1 of meerdere turbines op meer dan 115 meter afstand passeerden. *Flights with high-resolution that passed one or more turbines at rotor height and closer than 115 meters.*

4. Discussie

4.1 Broedpopulatie, broedsucces en dieet

Prognose en broedsucces

Sinds vestigen van de eerste in Nederland broedende zeearend in 2006 neemt het aantal broedparen sterk toe. De vestiging en groei van de Nederlandse populatie is een gevolg van dispersie vanuit Duitse broedgebieden, die relatief dichtbij Nederland lagen (van Rijn *et al*. 2018). De recente toename is vooral veroorzaakt door vestiging van broedvogels die in Nederland zijn geboren met verdichting in bestaande broedgebieden en expansie in nieuwe regio's waaronder het rivierengebied en de Hollandse laagveenregio als gevolg. Vanaf 2014, toen de toename en expansie vorm begon te krijgen, is de jaarlijkse groei gemiddeld 23%. Als die groei de komende periode onverminderd voortzet, zou dat betekenen dat de populatie rond 2030 is toegenomen tot boven de 100 nesten. In Denemarken vestigden zeearenden sinds 1993 (13 jaar eerder dan in Nederland) en groeide het aantal op vergelijkbare wijze, tot 37 paren in het 18^{e} jaar na vestigen (Ehmsen *et al*. 2011). In Nederland zijn in het 18^{e} jaar (2023) precies evenveel nesten geregistreerd (van Rijn *et al*. 2024). In Denemarken is in 2022 (het 30ste jaar na vestigen) een maximum van 161 nesten bereikt (Skelmose & Larsen 2023), daarna stabiliseerde het aantal tot ruwweg 150-160 nesten (webpagina DOF). Als het verdere verloop van de groei in Nederland vergelijkbaar blijft met die in Denemarken, dan zouden we in 2035 het maximumaantal bereiken. De vraag is of het realistisch is dat het aantal in Nederland doorgroeit tot 150-160 nesten zoals in de Deense populatie. Nederland is ongeveer even groot als Denemarken maar heeft een bevolkingsdichtheid die ruim 3x groter is (bron: Wikipedia). Denemarken heeft een veel groter areaal geschikt natuurgebied, met veel zoetwatermeren. Het is waarschijnlijk dat de Nederlandse populatie minder groot wordt in vergelijking met Denemarken en ruwweg 100-120 nesten zal bereiken.

De Nederlandse populatie bracht gemiddeld 1.1 jong per paar groot met in de periode 2006-2025 geen toe- of afnemende trend. Per geslaagd broedgeval brachten de paren gemiddeld 1.6 jong per nest groot met in de periode 2006-2025 gemiddeld een toename. Sinds 2021 nam het broedsucces per geslaagd paar sterk toe tot 1.9 jongen per geslaagd broedgeval in 2025. Deze toename is waarschijnlijk veroorzaakt door de vordering van de leeftijd van broedvogels.

Dieet

In het dieet van Nederlandse zeearenden in de nestjongenperiode domineren vogels met een aandeel van 65% op aantalsbasis, opgesplitst 61% watervogels en 4% overige vogelsoorten. Vissen vormen 26% van het dieet, gevolgd door 7% zoogdieren. Tussen acht onderscheiden regio's in Nederland doen zich grote verschillen voor in dieet. In het Lauwersmeer is het aandeel karperachtigen met 40% fors hoger dan andere regio's. Optimaal habitat van karperachtigen als brasem bestaat uit ondiep, voedselrijk en stilstaand of langzaam stromend water: zowel geschikt om te leven als voort te planten. Dergelijk habitat komt in het moerassysteem van het Lauwersmeer op grote schaal voor. Dat geldt echter ook voor het IJsselmeergebied, Noord-Nederland en de Randmeren, terwijl het aandeel karperachtigen in het dieet in die gebieden veel lager ligt.

In de Delta ligt het aandeel brandgans in het dieet op 32%: veel hoger dan in alle andere regio's. De in kolonies broedende brandganzen hebben in het noordelijke Deltagebied, met name in Krammer-Volkerak en Haringvliet, de hoogste dichtheden in Nederland (Sovon 2018). Die hoge dichtheid zorgt ervoor dat in de jongenfase veel ruiende adulte en jonge brandganzen beschikbaar zijn. Het late legbegin van zeearenden in de Delta (16 maart) lijkt afgestemd te zijn op het relatief late legbegin van brandgans, gemiddeld 26 april (n=95, Sovon). Ter vergelijking; het legbegin van grauwe gans ligt met een gemiddelde op 24 maart een maand later dan dat van brandganzen (n=839, Sovon).

In tabel 15 is het gemiddelde legbegin van zeearenden per regio naast het aandeel van brandgans, grauwe gans en karperachtigen in het dieet gezet. De hoogste aandelen brandgans worden gevonden

bij zeearenden met het meest late legbegin, namelijk 16 maart in het Deltagebied. Het hoogste aandeel karperachtigen van 40% is van zeearenden in het Lauwersmeer met een laat legbegin van gemiddeld 11 maart. Een groot aandeel vroeg broedende grauwe ganzen betekent kennelijk niet dat broedvogels gemiddeld eerder starten (tabel 5).

Tabel 15. Gemiddeld legbegin van zeearend en aandeel prooisoorten in dieet per regio. *Average start of egg laying of a pair and the fraction of graylag geese, barnacle geese and carp-like fish (Cypriniformes).*

Gebied	Gem. legdatum	Grauwe Gans	Brandgans	Karper-achtigen
Biesbosch	27-feb	1,94%	0,00%	22,33%
Rivierengebied (Waal)	2-mrt	0,00%	0,00%	15,00%
Veluwe & IJsseldal	2-mrt	1,54%	0,00%	18,46%
IJsselmeergebied	4-mrt	27,11%	0,70%	18,66%
Randmeren	6-mrt	3,21%	0,00%	16,03%
Noord-Nederland	9-mrt	10,94%	4,69%	10,94%
Lauwersmeer	11-mrt	15,05%	4,30%	40,32%
Deltagebied	16-mrt	3,45%	32,76%	20,69%

Grauwe ganzen komen in bijna geheel Nederland voor; hoge dichtheden worden vooral in grote natte natuurgebieden als de Oostvaardersplassen, Lauwersmeer, Biesbosch, Randmeren en het rivierengebied gevonden (Sovon 2018). Deze hoge dichtheden van zowel broedvogels als ruiconcentraties zijn goed terug te zien in relatief hoge aandelen in het dieet van zeearenden in het IJsselmeergebied, Lauwersmeer en Noord-Nederland. Het dieet in de Randmeren, rivierengebied en Biesbosch laat echter nauwelijks of geen grauwe ganzen zien. In deze gebieden worden hoger dan gemiddelde aandelen hazen (vooral rivierengebied met 40%), grondeleenden en meerkoet gevangen. De dieetverschillen tussen regio's zijn deels terug te voeren op lokale beschikbaarheid van prooisoorten. Voorkeur voor prooisoorten of prooigroepen houdt waarschijnlijk verband met zowel de beschikbaarheid als het jaagrendement.

Voedselstudies van zeearenden in omringende landen laten geheel andere samenstellingen van het dieet zien dan in Nederland. In Duitsland, met de grootste nabije broedpopulatie zeearenden, is het dieet samengesteld uit 65% vissen, 27% vogels en 13% zoogdieren (Nadjafzadeh *et al*. 2013). In Noord-Finland bestaat het dieet uit 64% vissen, 28% vogels en 7% zoogdieren (Ekblad *et al*. 2020). In Litouwen is de voedselkeuze van zeearend voor 62% uit vissen, 24% watervogels, 10% overige vogels en 4% zoogdieren (Dementavičius *et al*. 2020). Nederlandse zeearenden consumeren substantieel meer watervogels (61%) waaronder met name de sleutelsoorten grauwe gans, brandgans en meerkoet maar ook veel meer hazen zoals in het rivierengebied.
In Duitsland is een verband aangetoond tussen seizoensvariaties in de relatieve beschikbaarheid van voedsel en het dieet van zeearenden (Nadjafzadeh *et al*. 2013). In het voorjaar (maart - mei) zijn karperachtigen gedurende de paaiperiode in ondiepe oeverzones in hoge aantallen beschikbaar. Na april neemt het aandeel vissen af en wordt gecompenseerd met watervogels. Een reden voor het prefereren van vissen boven watervogels is de kortere 'handling time' van vissen, omdat deze niet geplukt hoeven te worden (Nadjafzadeh *et al*. 2013). Dat is waarschijnlijk één van de redenen dat karperachtigen in het Lauwersmeer veel meer gevangen worden dan watervogels. Het geringe aandeel grauwe ganzen (15%) in het dieet in relatie met een grote broedpopulatie grauwe ganzen (ongeveer 1000 broedparen, Sovon), bevestigd dat de arenden daar op karperachtigen selecteren boven grauwe ganzen. In Finland bestaat een positief verband tussen de oppervlakte meren (open water) en moeras en het aandeel snoek en karperachtigen in het dieet (Ekblad *et al*. 2020). Het aandeel zoogdieren bleek juist negatief gecorreleerd met moeras en open water.

Zeearenden blijken gezien de verschillen in dieet tussen verschillende regio's veelzijdige generalisten te zijn, zoals in Finland (Sulkava *et al*. 1997) en Duitsland is aangetoond (Nadjafzadeh *et al*. 2013). Op lokaal grote beschikbaarheid van prooisoorten wordt ingespeeld (karperachtigen in Lauwersmeer; brandgans in de Delta en haas in rivierengebied), maar niet overal. Het ondanks het talrijke voorkomen nagenoeg ontbreken van grauwe gans in het dieet langs de IJssel, in het benedenrivierengebied en Biesbosch suggereert selectie en voorkeur op met name hazen en vissen.

4.2 Overleving, dispersie en homerange

Van de vijftien in 2019-2021 als nestjong met GPS-zenders uitgeruste Nederlandse zeearenden stierven er zeven binnen vier jaar, waarvan vijf door niet natuurlijke oorzaken (3x aanvaring windturbine, 1x aanvaring trein, 1x opzettelijke vergiftiging) en twee als gevolg van interacties met soortgenoten. Vijf individuen stierven in de onvolwassen periode en twee als broedvogel. De twee gestorven broedvogels stierven beide in Duitsland, waaronder één door een aanvaring met een windturbine en een andere als gevolg van een interactie met een soortgenoot. Na de sterfte in de eerste vier jaar was er tot en met 2025 geen nieuwe sterfte. Acht van de vijftien vogels (53%) overleefden (tot in hun 5^{e}-7^{e} kalenderjaar).

De Sterfte is hoger dan bij zeearenden die in Oostenrijk als nestjong werden gezenderd. Uit het onderzoek naar Oostenrijkse zeearenden (2015-2022) bleek dat van de 38 als nestjong gezenderde vogels er tien in de onderzoeksperiode stierven (26%). Vier vogels stierven in hun eerste kalenderjaar, vier in hun tweede kalenderjaar en twee in hun derde kalenderjaar. Zeven van de tien sterfgevallen betroffen niet natuurlijke oorzaken (1x illegaal afschot, 1x aanvaring windturbine, 2x elektrocutie en 3x vergiftiging). Bij deze vergelijking moet worden opgemerkt dat het aantal gestorven Oostenrijkse arenden mogelijk hoger ligt, omdat van de 38 vogels in totaal vijf vogels vroegtijdig hun zender verloren en nog eens vijf vogels met zender verdwenen zonder dat kon worden vastgesteld of deze vogels nog in leven waren (Probst *et al*. 2024). In elk geval kan worden geconcludeerd dat onnatuurlijke sterfte onder gezenderde Europese zeearenden substantieel is, waarbij vergiftiging (vooral dieren uit Oostenrijk) en aanvaringen met windturbines (vooral dieren uit Nederland) de meest voorkomende onnatuurlijke doodsoorzaken zijn.

Onvolwassen zeearenden gebruikten nadrukkelijk de regio Flevoland (Nationaal Park Nieuw Land en de Randmeren) vooral als gevolg van de aantrekkingskracht van de Oostvaardersplassen. Naast Flevoland werd vooral de Biesbosch veel bezocht waarbij de vogels ook het Haringvliet, Krammer-Volkerak en andere grotere zoete watergebieden in die regio bezochten. De Oostvaardersplassen en de Biesbosch waren de belangrijkste gebieden voor onvolwassen arenden binnen heel Noordwest-Europa. De vogels bezochten binnen Nederland daarnaast vooral Friesland (waaronder Lauwersmeer), de Veluwe en het rivierengebied. Buiten Nederland werden vooral Duitse gebieden bezocht, waarbij het dal van de Elbe één van de meest bezochte gebieden was. Vanaf het einde van het 4de kalenderjaar kwamen de vogels niet of nauwelijks terug naar deze gebieden en begonnen ze zich te concentreren in potentiële broedgebieden (Werkgroep Zeearend 2025). Vanaf 2023 vestigden zich tien individuen als broedvogel (waaronder één vogel met kapotte zender) waarvan zeven in Nederland en drie in Duitsland. De vogels in Nederland vestigden zich op Terschelling, in Oost-Friesland (paar), de Oude Maas, de Sliedrechtse Biesbosch, in het stroomgebied van de Waal en in de Gelderse Poort. In Duitsland vestigden vogels zich langs de Nederrijn (1) en in Nedersaksen (2).

Mannetjes hadden een dispersieafstand van gemiddeld 85 km (19-204, n=8) en vrouwtjes van gemiddeld 132 km (52-212, n=2). De vogels uit ZW-Nederland hadden een kleine dispersieafstand (19-86 km) omdat ze vooral in de geboorteregio vestigden. De vogels uit Makkum vestigden zich in de geboorteprovincie Friesland waardoor de dispersieafstanden ook relatief klein waren. De vogels uit

Flevoland hadden een grotere dispersieafstand (64-212 km). De vogel van de Zuid-Veluwe had een relatief grote dispersieafstand van 204 km (tabel 3). Zeearenden die tussen 2016 en 2019 in Hongarije, Tsjechië en Oostenrijk als nestjong werden gezenderd kenden gemiddeld genomen een grotere dispersieafstand dan de Nederlandse vogels. De gemiddelde dispersieafstand was bij centraal Europese vogels 217 km bij mannetjes (n=14) en 200 km bij vrouwtjes (n=13) (Rymešová *et al*. 2021). De vestigingen van zendervogels in Nederland betreffen allen nieuwe nestlocaties. Het mannetje uit de Lepelaarplassen en het vrouwtje uit Makkum vormen een paar. De groei van de Nederlandse broedpopulatie wordt dus in recente jaren gestimuleerd door aanwas van Nederlandse bodem. Dat blijkt ook uit identificaties op basis van kleurringen (WZN ongepubliceerde gegevens). Daarnaast functioneert de Nederlandse reproductie als bron voor gebieden in Duitsland, waaronder de vestigingen van gezenderde broedvogels in de regio Nederrijn in Noordrijn-Westfalen (1) (waar in recente jaren sprake is van toename van de broedpopulatie) en in Neder-Saksen (2).

Onvolwassen vogels gebruikten grote delen van Noordwest-Europa waarbij leefgebieden in de meeste gevallen erg groot waren, gemiddeld bijna 6.000 km^2. De homeranges van gevestigde broedvogels hadden een omvang van 19-413 km^2, gemiddeld 113 km^2. De vogels die in NSG Bislicher Insel (D), Terschelling en de Sliedrechtse Biesbosch vestigden hadden veel kleinere homeranges dan andere individuen. De vogels in de Gelderse Poort, Oude Maas, Ost-Friesland (D) en vooral in de Dümmer See (D) hadden grote homeranges van 100 tot meer dan 400 km^2. De vogel van het gezenderde paar in Oost-Friesland hadden gemiddelde homeranges die vergelijkbaar waren; 65 km^2 voor het vrouwtje en 75 km^2 voor het mannetje.

Dat onvolwassen zeearenden veel zwerven en grote leefgebieden gebruiken blijkt ook uit een Poolse studie, waar vijf jonge zeearenden en twee broedende zeearenden enkele jaren zijn gevolgd. In de onvolwassen periode varieerde de omvang van homeranges tussen 2.893 en 63.838 km^2, gemiddeld 18.514 km^2 (op basis van een 90% kernel) (Mirski & Anderwald, 2023). Een verklaring voor de kleinere homeranges en lagere dispersieafstanden van onvolwassen vogels uit Nederland zou kunnen zijn dat de Nederlandse arenden vergeleken met de Poolse, Tsjechische, Hongaarse en Oostenrijkse vogels relatief gezien een groter aanbod aan geschikt grootschalig moerasgebied hebben, zoals de Oostvaardersplassen en de Biesbosch, waar jaarlijks gelijktijdig tot tientallen zeearenden verblijven. Daarnaast is het goed mogelijk dat in de nog groeiende broedpopulatie in Nederland vanwege nog onbezette gebieden op potentieel geschikte broedplekken arenden minder genoodzaakt zijn om ver te vliegen opzoek naar geschikt leefgebied. De Poolse broedvogels hebben homeranges van 21-203 km^2 met een gemiddelde van 102 km^2 (op basis van een 90% kernel) dat vergelijkbaar is als die van Nederlandse broedvogels (Mirski & Anderwald, 2023).

4.3 Terreinkeuze

Vrijwel de meeste gebieden die veel zowel door onvolwassen vogels als door broedvogels werden gebruikt betroffen grote beschermde N2000 gebieden. Dat de arenden een voorkeur hebben voor deze N2000 gebieden lijkt geen toeval en komt overeen met het terreingebruik van in Oostenrijk gezenderde zeearenden, die ook voornamelijk N2000 gebieden gebruikten (Probst *et al*. 2024). In Nederland en Oostenrijk zijn onvolwassen en broedende arenden sterk afhankelijk van deze gebieden om te foerageren, rusten, slapen en broeden, wat maakt dat ze waarschijnlijk een sleutelrol hebben gespeeld in het succes van de bescherming van zeearenden in Nederland en Europa. Vanwege de cruciale rol die grote water- en moerasgebieden voor zeearenden, maar ook voor veel andere kwetsbare vogelsoorten, vervullen is uitbreiding van het huidige areaal en een betere bescherming van bestaande gebieden gewenst. De focus zou bij bestaande gebieden voornamelijk moeten liggen op zonering, waarbij grotere oppervlaktes rustgebied kunnen worden gecreëerd.

Zowel onvolwassen vogels als broedvogels vermeden stedelijke gebieden, kleinschalige gebieden met graslanden/akkers/boomgaarden en grootschalige akkergebieden. Bossen, grote rivieren/stagnante grote wateren en moerassen hadden veelal een voorkeur tot sterke voorkeur. Onvolwassen vogels vermeden estuaria, stranden/duinen/stuifzanden, intergetijdengebieden, droge en natte heide en grootschalig graslandgebied. Kwelders werden door sommige onvolwassen individuen vermeden en anderen lieten een voorkeur tot sterke voorkeur zien. Van broedvogels in maritieme habitats had de vogel in Ost-Friesland (D) voorkeur voor kwelders maar de vogel op Terschelling lichte vermijding. Grootschalig graslandgebied werd door onvolwassen vogels veelal licht vermeden. Van de broedvogels had de vogel van de Oude Maas juist een sterke voorkeur voor grootschalig grasland en de vogels uit de Sliedrechtse Biesbosch en Ost-Friesland (D) een lichte voorkeur. Ondanks dat grootschalig graslandgebied voor onvolwassen vogels en de meeste broedvogels geen voorkeur had, werd het habitat wel veel gebruikt, gemiddeld 14% van de tijd door onvolwassen vogels (range 4.9-34.4%) en 31% van de tijd door broedvogels (range 0.7-75.4%). Vooral broedvogels in de Sliedrechtse Biesbosch, Ost-Friesland (D) en het paar in Oost-Friesland maakten substantieel gebruik van grootschalig grasland. Voor grootschalig akkergebied was dat niet het geval want deze werden door zowel onvolwassen vogels als broedvogels slechts 4-5% van de tijd gebruikt.
Uit de sterke voorkeur voor moeras door zowel onvolwassen vogels als broedvogels, blijkt dat moeras als component binnen leefgebieden cruciaal is, zoals ook blijkt uit andere studies waarbij is gekeken naar het terreingebruik van gezenderde zeearenden (onder andere Bragin *et al*. 2018, Probst *et al*. 2024.). Dat wordt bevestigd door de eigenschappen van de belangrijkste Nederlandse gebieden Lauwersmeer, Oostvaardersplassen en Biesbosch. Deze gebieden trokken substantieel onvolwassen arenden aan en waren gezien de schaal en kwaliteit ook de gebieden waar in het verleden de meeste vogels overwinterden (van Rijn *et al*. 2010). In deze gebieden vestigden zich ook de eerste broedvogels (van Rijn *et al*. 2018) en herbergen tegenwoordig allen 2 à 3 broedparen in de directe omgeving. Waarschijnlijk is niet alleen de schaal en de moerascomponent de verklarende factor maar is de samenhang met andere habitattypen in de gebieden van belang. Dat blijkt uit de arealen van de andere interessante habitats voor zeearenden. Naast een grote moerascomponent binnen homeranges van honderden tot duizenden hectaren bevatten de gebieden o.a. bos, een groot areaal grote rivieren en/of grote stagnante wateren en een groot areaal grazige gebieden met natuurbestemming of grootschalig graslandgebied. Een mooi voorbeeld is de Noordwaard in de Biesbosch, welke tussen 2010 en 2015 is ontpolderd als onderdeel van het programma 'Ruimte voor de Rivier'. De zendergegevens laten zien dat dit gebied sterk toelevert aan geschikte habitats voor zeearenden (tabel 16).

Tabel 16. Oppervlakten van belangrijke habitats (ha) voor zeearenden in de belangrijkste gebieden in Nederland.
Areas (ha) of important habitat types for white tailed eagles in the most important sites in the Netherlands.

Habitat	***Biesbosch***	***Noordwaard***	***Lauwersmeer***	***Oostvaardersplassen***
bos	2083	39	67	32
moeras (zoet)	1815	755	2316	2712
grote rivieren en stagnante grote wateren	4378	57	2395	1412
grazige gebieden met natuurbestemming	334	590	639	1322
grootschalig graslandgebied	531	0	318	0



Zeearendpaar in de Sliedrechtse Biesbosch (met zenderman Haringvliet) in hoogspanningsmast, 2025 (Foto: Jan Bezemer). *White-tailed eagle pair in the Sliedrechtse Biesbosch (with tagged male Haringvliet) in a high-voltage mast, February 6, 2026 (Photo: Jan Bezemer).*

4.4 Verstoring

Informatie over recreatiezonering van de N2000 gebieden Veluwe en Biesbosch illustreert dat zeearenden een zeer sterke voorkeur hebben voor afgesloten gebiedsdelen. Gebieden met extensief recreatief medegebruik hebben op één zone op de Veluwe na geringe voorkeur. Gebieden met intensieve recreatie worden sterk vermeden. Op Terschelling, in het Lauwermeer en in de Oostvaardersplassen hebben de ontoegankelijke gebieden een sterke voorkeur en gebieden die permanent toegankelijk zijn worden vermeden. De permanent toegankelijke zone betreft in het algemeen gebiedsdelen die toegankelijk zijn door wegen, fiets- en wandelpaden, vogelkijkhutten en bezoekerscentra en dergelijke. De afgesloten en ontoegankelijke terreinen in deze gebieden zijn veelal grootschalig en zeearenden gebruiken er een substantieel deel van de tijd. Dat geeft aan hoe groot het belang is van grootschalige gebieden zonder verstoring. In het Lauwersmeer wordt de klasse “beleefbaar” licht vermeden. Dit betreft een zone van het open water langs de oeverzone van begroeide platen met rietmoeras (bijlage 7). Omdat met deze zone “de beleving” van het gebied voor recreatievaart vanaf het water is bedoeld, is het aannemelijk dat in de voor waterrecreatie toegankelijke gebieden sprake is van verstoringseffecten, met als gevolg dat arenden de zone licht vermeden.
In de grote Rijkswateren (allen N2000 gebieden) is een negatief effect van vakantieperioden en van dagen in het weekend ten opzichte van doordeweekse dagen vastgesteld. Tijdens en direct na vakantieperioden en in weekenden is het gebruik van deze gebieden door zeearenden geringer voor vakantieperioden en op doordeweekse dagen. De vogels wijken dus waarschijnlijk uit naar minder verstoringgevoelige gebieden. Het effect van verstoring door oeverrecreatie en recreatievaart is waarschijnlijk het grootst in de gebieden met de grootste drukte. De aanwezigheid van afgesloten en ontoegankelijke gebieden en andere rustgebieden is daarom belangrijk. Of er in de omgeving van de toegankelijke gebieden voldoende alternatieven zijn is onbekend.

Dat gezenderde zeearenden drukke gebieden vermijden is geen toeval. De zeearend is een zeer verstoringsgevoelige soort en wordt gerekend tot de meest gevoelige soorten, met een vluchtafstand van 250-500 m (Krijgsveld *et al*. 2008). Op basis van 'expert judgement' is binnen Europa een verstoringsafstand van gemiddeld 510 m geschat voor zowel de eifase als de jongenfase (Whitfield *et al*. 2008). De voorgestelde bufferzone t.a.v. werkzaamheden en activiteiten is 500 m in Nederland (Krijgsveld *et al*. 2008). De zeearend kent een lange broedperiode, met nestbouw vanaf november, gevolgd door eileg vanaf 10 februari en het uitvliegen van de jongen medio augustus. De periode 1 februari-15 augustus wordt als sterk verstoringsgevoelige periode voor activiteiten in de nestomgeving aangemerkt (de Boer & van Rijn 2023). Zenderonderzoek in Duitsland laat zien dat jonge zeearenden na het uitvliegen nog geruime tijd terugkeerden naar het nest en directe omgeving, waaruit dringend advies volgde om sterk verstorende activiteiten als bosbouw en jacht uit te stellen tot eind september (Engler & Krone 2021). In Duitsland werd recent onderzocht of menselijke verstoring, met name door de nabijheid van wegen en paden, leidt tot stress bij broedende zeearenden. Stress werd gemeten via glucocorticoïde metabolieten in urinemonsters onder nesten. Uit het onderzoek kwam naar voren dat menselijke verstoring stress bij zeearenden veroorzaakt en negatieve gevolgen kan hebben op de voortplanting (Lind *et al*. 2020).

Wandelende mensen verstoren zeearenden meer dan mensen in auto's of boten. Zo hervatten Amerikaanse zeearenden bij verstoring door wandelaars pas na vier uur hun foerageeractiviteiten, terwijl bij een passerende boot het foerageren al werd hervat na 36 min. Amerikaanse zeearenden jagen na verstoringen vroeg op de dag snel verder, maar naarmate het aantal verstoringen in de loop van de dag toenam, wachtten ze steeds langer alvorens de jacht weer te hervatten. 's Ochtends is de motivatie om te foerageren groter, en namen de vogels grotere risico's (Stalmaster & Kaiser 1997). Gezien de sterk nadelige effecten die recreatie op zeearenden heeft is het aan te bevelen om nestbescherming als beheermaatregel op nemen, waarbij recreatieve activiteiten, zoals het gebruik van wandelpaden en vaarwateren in de nabijheid van een nest moeten worden teruggedrongen tot buiten de verstoorbare afstand (tot wel 500 m). Dit vraagt om maatwerk waarbij de Werkgroep Zeearend Nederland een adviserende rol kan vervullen.

4.5 Vlieggedrag en aanvaringsrisico's windturbines

Dat zeearenden steeds vaker het slachtoffer worden van aanvaringen met turbines is in Duitsland aangetoond. Zowel het aantal broedparen als het aantal windparken is daar immers sterk gegroeid. In Duitsland zijn tussen 1980 tot 2026 al 334 zeearenden als windturbineslachtoffer gerapporteerd, in heel Europa waren dit er 612 (Dürr 2026). Omdat de gevonden kadavers in de meeste gevallen bij toeval zijn gevonden betreft het een geschatte sterfte en een minimumaantal. Het werkelijke aantal slachtoffers zal daarom veel hoger liggen.

De resultaten van het zenderonderzoek in Nederland laten zien dat potentiële aanvaringsrisico's voor onvolwassen (zwervende) en gevestigde (broedende) zeearenden in Nederland sterk ruimtelijk variëren. Met name in het IJsselmeergebied (Flevoland en de regio van de Randmeren), en delen van Noord-Nederland en Zuidwest-Nederland bevinden zich aanzienlijk meer windturbines dan in andere regio's waar zeearenden broeden. Dit suggereert dat broedvogels in deze gebieden in potentie vaker worden blootgesteld aan turbines en daarmee een verhoogd risico lopen. Tegelijkertijd blijkt dat de aanwezigheid van turbines alleen geen directe maat is voor het daadwerkelijke risico; ook het gedrag en ruimtegebruik van individuen spelen een rol. Sommige vogels, zoals die uit de Sliedrechtse Biesbosch, bezoeken windparken vrijwel niet, terwijl andere individuen, zoals de vogel uit de Oude Maas en de Gelderse Poort, frequenter door windparken vliegen. Factoren zoals ligging van foerageergebieden, pendelroutes en seizoensgebonden vlieggedrag zijn hierop van invloed.

Het Flux Collision Model dat voor het Niewhol project werd gebruikt om aanvaringsrisico's bij onvolwassen zeearenden te onderzoeken voorspelde dat er in Nederland per jaar 11.95 zeearenden sterven door aanvaringen met windturbines. In het model is het aantal windmolenslachtoffers gerelateerd aan het aantal windparkinteracties (rekening houdend met kenmerken van het windpark) zodat het aantal voorspelde slachtoffers kan worden berekend. De berekende flux van vliegbewegingen van onvolwassen arenden door windparken benadrukt dat gebieden zoals de Biesbosch en Flevoland belangrijke kerngebieden zijn voor onvolwassen zeearenden. De hoge activiteit in deze regio's vertaalt zich echter niet direct door naar het hoogste aantal slachtoffers. Dit verschil benadrukt dat naast blootstelling (flux) ook windpark-specifieke kenmerken, zoals turbine-opstelling, dichtheid en landschappelijke context, een belangrijke rol spelen in het daadwerkelijke aanvaringsrisico. Het zwaartepunt van de geschatte sterfte in Flevoland suggereert dat de combinatie van hoge vogelactiviteit en ongunstige windparkkenmerken hier leidt tot een verhoogd risico. Omdat de voorspelling zich baseert op slechts één sterfgeval en 26 vluchten door het referentiegebied vormt dit een methodologisch kwetsbare basis voor modellering. Hoewel het model waardevolle inzichten biedt, is het de vraag in hoeverre één enkel sterfgeval representatief is voor totale sterfte van onvolwassen zeearenden in Nederland.

Van de vijftien in Nederland gezenderde vogels zijn in de eerste vier levensjaren drie vogels (20%) gestorven door aanvaringen met windturbines, één in Nederland en twee in Duitsland (van Rijn & de Boer 2025). In de periode dat vijftien Nederlandse nestjongen een GPS-zender meekregen (2019-2021) vlogen er in heel Nederland 51 jonge zeearenden uit. Als de 20% uitval door turbines representatief is voor de sterfte van Nederlandse vogels, dan zouden er van de jongen uit deze jaren naar schatting al tien zijn gesneuveld. Dat zou kunnen betekenen dat er totaal in alle jaren dat er Nederlandse zeearenden uitvlogen (296 individuen in 2006-2024), al tientallen zijn gestorven door aanvaringen met turbines. Deze ruwe schatting ligt in de orde van grootte van de resultaten van het Flux Collision Model (Niewhol).

Dat Flevoland een gevaarlijk gebied is voor zeearenden blijkt ook uit (veelal op toeval beruste) doodsvondsten. Voor zover bekend stierven er tot en met 2025 in deze provincie tenminste één subadulte en drie juveniele zeearenden na een aanvaring met een windturbine: langs de Ellerweg in Biddinghuizen in november 2008 (De Roder en Bijlsma, 2009), langs de Reigerweg in maart 2018 (Buij en Jansman, 2019), langs de Ibisweg/Vogelweg in 31 januari 2022 (zendervogel, van Rijn *et al*. 2022) en langs de Biddingweg in februari 2025 (van Rijn & de Boer 2025). Daarnaast sneuvelde in 2022 een zeearend als gevolg van een aanvaring met een windturbine ter hoogte van de Kreekraksluizen in Rilland (mond. meded. R.J. Buijs). In april 2026 kwamen er in Nederland nog eens vier nieuwe turbineslachtoffers bij, twee in Flevoland, één in de Hoeksche Waard (ZH) en één in Rilland (ZL) (ongepubliceerde gegevens). Dat is een indicatie dat door de groei van de Nederlandse broedpopulatie en de toename van het aantal windparken er in de toekomst vaker gaan zeearenden sneuvelen door aanvaringen met windturbines, zoals in recente decennia in Duitsland is vastgesteld. De ruwe schattingen van het aantal turbineslachtoffers op basis van de 20% uitval van zendervogels en het berekende aantal slachtoffers op basis van het Flux Collision Model (Niewhol) geven waarschijnlijk een juiste orde van grootte van de sterfte weer. Het model is daarom een bruikbare tool om het jaarlijkse aantal slachtoffers te schatten. Omdat het model alleen het aantal slachtoffers in Nederland berekende, is het zinvol om ook het aantal slachtoffers buiten Nederland te onderzoeken. Twee van de drie door turbines gesneuvelde zendervogels stierven immers in Duitse windparken, waardoor het aannemelijk is dat de sterfte van Nederlandse arenden als gevolg van aanvaringen met winturbines veel groter is dan de geschatte jaarlijkse sterfte van c. 12 individuen in Nederland uit het model. Om het effect van de additionele sterfte op populatieniveau te schatten zijn modellen nodig waarin ook rekening wordt gehouden met de populatieontwikkeling, de reproductie en totale sterfte.

Vanuit de beschermingsplicht zal de vraag naar maatregelen ter voorkoming van aanvaringen met windturbines toenemen. Net zoals in Duitsland geven de gebieden met grote windparken en veel zeearenden de meeste problemen door aanvaringen. In het geval van Flevoland komt dat voornamelijk door de Oostvaardersplassen als één van de belangrijkste kerngebieden van Noordwest-Europa. Dat gebied heeft een enorme aantrekkingskracht op onvolwassen zeearenden maar ook de grootste windparken in de omgeving.

Van twee gezenderde broedvogels zijn veel hoge-resolutie gegevens verzameld van vluchten door een viertal windparken (ZH en Gld). De gegevens laten zien dat de vogels vermijdingsgedrag vertonen bij naderen van de rotoren. Een klein deel van de posities ligt binnen rotorbereik wat aangeeft dat de vogels risico's lopen.

Mitigatie door middel van een reactieve stilstandvoorziening, waarbij risicosoorten worden gedetecteerd en een geforceerde stop van windturbines genereerd is een veel genoemde maatregel. Windturbines kunnen energie blijven opwekken, zolang er geen vogels binnen de risicovolle detectiezone komen. In de hier gepresenteerde verkennende analyse is van vluchten van gezenderde zeearenden die in de gevarenzone door het windpark Krammer navigeerden bepaald of deze in een door DTbird gegenereerd stopmoment vielen. In de periode dat er onvolwassen zeearenden door NW Europa zwierven zijn 41 hoge resolutietracks in de omgeving van het windpark verzameld. Twee hiervan kwamen binnen de gevarenzone van de windturbines. Van deze twee vluchten viel er één in een door DTbird geïnitieerd stopmoment. Op basis van deze twee vluchten door het windpark Krammer zijn de uitkomsten van de analyse niet betrouwbaar genoeg om concluderende uitspraken te doen. Voor betere conclusies kunnen de overige 39 hoge resolutie tracks onderzocht worden door te zien in welke situaties DTbird deze vluchten wel of niet detecteerde. Het systeem heeft in de studieperiode meerdere keren geforceerde stops gegenereerd. Dit betreft waarschijnlijk stops veroorzaakt door niet gezenderde zeearenden. Het bleek in aanloop van deze rapportage niet mogelijk om andere windparken met detectiesystemen mee te nemen in deze analyse, waardoor vergelijking niet mogelijk is. Tijdens slachtofferonderzoek in de windparken Oostflakkee en Krammer zijn geen grote (roof)vogels als slachtoffer aangetroffen, echter er zijn geen openbare bronnen van dit onderzoek. Ondanks dat er in deze windparken geen zeearenden als slachtoffer zijn geregistreerd kan hieruit niet worden geconcludeerd dat de detectiesystemen wel of niet functioneren. Om echt uitspraken te doen over het functioneren van detectiesystemen is meer hoge resolutie zenderdata van vluchten door windparken met een detectiesysteem nodig. Dit vraagt om een verdiepende analyse, waarbij wordt bepaald of, en van welke afstand gezenderde zeearenden die windturbines naderden wel of niet zorgden voor een stopmoment. Detectiesystemen zijn momenteel de beste manier om het aantal slachtoffers onder grote (roof)vogels sterk te reduceren, zonder dat windparken langdurig stil komen te staan.

4.6 Consequenties voor beleid en beheer

Zeearenden zijn in Nederland beschermd en zijn op de Rode Lijst opgenomen als "gevoelig". Ondanks dat het goed gaat met het aantal zeearenden in Nederland & Europa blijft de soort kwetsbaar en gevoelig voor verstoring, illegale vervolging zoals afschot en vergiftiging, en aanvaringen met windturbines en in het verkeer. In Nederland is de zorgplicht voor de natuur vastgelegd in de wet, eerst onder de Wet Natuurbescherming, sinds 2024 onder de Omgevingswet. Voor zeearenden moet 'opzettelijk doden' worden voorkomen en onbedoelde sterfte zoveel mogelijk worden beperkt.
Deze verplichting biedt kansen voor een betere bescherming. Maatregelen om aanvaringen van kwetsbare vogels met windturbines te minimaliseren worden in Nederland vooralsnog weinig toegepast. Om het aantal slachtoffers van windturbines te beperken zijn detectiesystemen ontwikkeld dat naderende vogels, waaronder zeearenden, kan registeren en waarbij afwerend geluid of een stilstandvoorziening van de windturbine wordt gebruikt. Zo'n systeem wordt al jaren toegepast

in windpark Krammer en kreeg navolging in de windparken Oostflakkee en Kroningswind op Goeree-Overflakkee. Op basis van een risicoanalyse voor Windpark Zeewolde, zijn detectiesystemen geplaatst die de sterfte van zeearenden in dit deel van Flevoland moet beperken (Buij *et al*. 2023). Deze mitigerende maatregel lijkt op dit moment het meest efficiënt om slachtoffers onder grote (roof)vogels te reduceren zonder dat windparken langdurig stilstaan.
Bij onderzoek in Noorwegen leidde het zwart verven van één rotorblad (wiek) van een windturbine tot een sterke reductie van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vogels, waaronder zeearenden (May *et al*. 2020). Een soortgelijk experiment in een windpark in de Eemshaven leidde niet tot reductie van slachtoffers (Kleyheeg-Hartman *et al*. 2025). Een mogelijke oorzaak van dit verschil is de kleine steekproef van vier turbines met zwartgeverfde rotorbladen turbines en vier turbines met niet geverfde rotorbladen als controle. Bij de turbines werden te weinig slachtoffers gevonden voor een goede statistische berekening. Een ander mogelijk verschil is het landschap, waarbij de Eemshaven een industrieel karakter heeft en het Noorse gebied natuurlijker en uniform is. Daarbij is de locatie in Noorwegen delen van het jaar bedekt met sneeuw, waardoor zwarte wieken beter contrasteren. Over deze maatregel is momenteel onvoldoende bewijs om toe te passen als effectieve mitigatie in de Nederlandse situatie. Een andere mogelijke maatregel is het periodiek stilzetten van windparken in de periode waarin de kans op aanvaringen het grootst is. Dit is een effectieve methode om door het windpark vliegende vogels en vleermuizen te beschermen.

Bij toekomstige windenergie initiatieven dient (tijdens de planfase) goed rekening te worden gehouden met vliegbewegingen van zeearenden. Zoals het zenderonderzoek duidelijk weergeeft komen zeearenden bijna door het hele land voor en zal deze aanwezigheid alleen maar toenemen. In toekomstige natuurtoetsingen van nieuw te realiseren windparken zal de zeearend dan ook altijd beoordeeld moeten worden. Door aan de voorkant rekening te houden met het terreingebruik van zeearenden (en andere kwetsbare roofvogelsoorten zoals rode wouw en visarend) kunnen windparken met de meest effectieve specificaties worden aangelegd op de minst risicovolle locaties. Een effectievere manier is het aanwijzen van gebieden waar uit voorzorg geen windparken mogen worden gepland. Hierbij moet gedacht worden aan zones in en rondom N2000-gebieden, maar ook ‘groene’ corridors tussen de belangrijkste leefgebieden van zeearenden, met druk vliegverkeer (zie figuur 16). Door radarsystemen en GPS-zenders weten we steeds meer over vogeltrek en vliegbewegingen van vogels, waardoor we steeds beter in staat zijn om dergelijke gebieden aan te wijzen.

Uit het terreingebruik van de in Nederland gezenderde zeearenden blijkt dat vooral grote, rustige en afgesloten bos-, moeras- en wetlands worden gebruikt. Drukke gebieden met veel (water)recreatie en permanente openstelling worden sterk vermeden. Deze uitkomsten komen overeen met de terreinkeuze en het gedrag van zeearenden elders in Europa (Probst *et al*. 2024, Lind *et al*. 2020). Terreinbeherende organisaties als Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Rijkswaterstaat en provinciale landschappen hebben wat dat betreft als eigenaren van de meeste Nederlandse broed-, rust- en verblijfgebieden een bovengemiddelde verantwoordelijkheid als het gaat over de bescherming van zeearenden. Het is aan te bevelen om huidige recreatieve openstellingen in leefgebieden van zeearenden meer af te stemmen op de verstoringsgevoeligheid, met als doel om meer rustgebieden te creëren. Daarbij is het belangrijk om in ieder geval in de broedperiode (1 februari-15 augustus) verstoringsvrije zones van 500 m rond nestlocaties in te stellen. Door meer areaal natuur of grotere kerngebieden in natuurgebieden als rustgebied in te richten ontstaat er meer geschikt leefgebied voor zeearenden. Door het areaal rustgebied uit te breiden zal naar verwachting ook het aantal watervogels in deze gebieden toenemen, waardoor foerageergelegenheid voor zeearenden zal verbeteren. Veel grote natuurgebieden zijn nu dooradert met paden, vaar- en fietsroutes of worden voor diverse commerciële doeleinden gebruikt zonder gunstige zonering van recreatief gebruik. Door het menselijke gebiedsgebruik in natuurgebieden anders in te richten wordt meer rust voor natuur gecreëerd.

Nederland behoort inmiddels met alle grootschalige wateren en moerassen tot één van de bolwerken voor zeearenden in Europa, wat vraagt om een nationale aanpak als het gaat om keuzes die gericht zijn op de bescherming van zeearenden.

4.7 Conclusies

Op basis van de met de opdrachtgevers afgestemde onderzoeksvragen zijn onderstaande conclusies getrokken:

Waar liggen de foerageer- en rustgebieden van Nederlandse zeearenden?
Onvolwassen zeearenden maken gebruik van uitgestrekte leefgebieden, waarbij kerngebieden de Oostvaardersplassen en de Biesbosch een cruciale rol spelen. Deze gebieden fungeren als centrale knooppunten binnen het Noordwest-Europese verspreidingsgebied. Daarnaast bezochten de meeste vogels gebieden in Noord-Nederland, Zuidwest-Nederland (waaronder Krammer-Volkerak en Haringvliet) en he rivierengebied. De vliegbewegingen strekken zich uit tot in Denemarken, Noord-Duitsland en Noordoost-Frankrijk. Uit de sterke voorkeur voor moeras door zowel onvolwassen vogels als broedvogels, blijkt dat moeras als component binnen leefgebieden cruciaal is.

Welke kenmerken hebben foerageer- en rustgebieden (denk aan schaal, vegetatie, beheer, menselijk gebruik en voedselaanbod)?*
De analyse van habitatgebruik laat zien dat zeearenden een duidelijke voorkeur hebben voor rustige, grootschalige natuurgebieden zoals moerassen, grote wateren en bosrijke gebieden. De meeste gebieden die langdurig door zeearenden zijn gebruikt betroffen N2000-gebieden. Intensief gebruikte recreatiegebieden en opengestelde terreinen worden daarentegen juist vermeden. De vogels tonen een sterke vermijding van steden/industrie/wegen en parken/ stadsbossen/recreatie-/golfterreinen. De omvang van leefgebieden van onvolwassen individuen loopt uiteen van 1.107 - 18.067 km^2, gemiddeld 5.928 km^2. De homeranges van broedvogels hebben een omvang van 19-413 km^2, gemiddeld 113 km^2.
In het dieet van Nederlandse zeearenden in de nestjongenperiode domineren watervogels met een aandeel van 61% op aantalsbasis. Vissen vormen 26% van het dieet. Ander voedsel bestaat uit overige vogelsoorten, zoogdieren en aas. Het dieet verschilt per regio in relatie tot het aanbod.

Welke vliegroutes kiezen de vogels om tussen foerageergebieden te navigeren? (Bijvoorbeeld: volgen ze structuren zoals rivieren of vliegen ze rechtlijnig tussen gebieden)
De patronen van de vliegbewegingen laten zien dat er verbindingen zijn tussen de meest belangrijke gebieden waarbij het arend-vliegverkeer zich sterk kan concentreren. Op internationale schaal concentreren de meeste bewegingen zich tussen laag Nederland en het Deense en Duitse Waddengebied, het stroomgebied van de Elbe, grote delen van Ost-Friesland en de Duitse Nederrijn (benedenstrooms van het Ruhrgebied). Pendelvluchten tussen Nederlandse en Duitse gebieden gaan vooral door Noord- en Midden-Nederland en er is een belangrijke verbinding tussen de Gelderse Poort en het Duitse deel van de Nederrijn.
Onvolwassen (zwervende) vogels vliegen door een groot deel van laag Nederland. De dichtheid van vlieglocaties was laag in de randstad, het zoute deel van de Delta en een groot deel van Oost- en Zuid-Nederland. In Noord-Nederland, Flevoland, de Veluwe, de Delta (inclusief Biesbosch) en het rivierengebied was de dichtheid van vliegende zeearenden groot. Daarbij is sprake van veel vliegbewegingen tussen de belangrijke gebieden. De belangrijkste verbindingen liggen verspreid over Noord-Nederland (met name in Friesland), in Flevoland (met name tussen de Oostvaarderplassen en de Randmeren), de Delta (met name tussen de Biesbosch en Haringvliet/Hollandsch Diep en Krammer-Volkerak), de Veluwe (met name de verbindingszone met Flevoland) en binnen het rivierengebied. Tussen Flevoland (met name Oostvaarderplassen) en de Delta (met name Biesbosch) ligt een brede verbindingszone die een groot deel van het Groene Hart beslaat.

Broedvogels hebben een grote dichtheid aan bewegingen in de omgeving van het nest met uitstraling naar gebieden binnen de homeranges op afstanden tot tientallen kilometers rond het nest.

Wat is de invloed van menselijke activiteiten op het daadwerkelijke gebruik van leefgebieden en in hoeverre worden de vogels daarbij belemmert in hun ruimtegebruik? Mijden de dieren locaties met veel menselijke activiteiten en is er een opvallende voorkeur voor rustige grootschalige gebieden?
Vogels tonen een sterke vermijding van steden/industrie/wegen en parken/ stadsbossen/recreatie-/golfterreinen. Voor de belangrijkste gebieden vermijden zeearenden opengestelde delen en concentreren ze hun activiteiten in gesloten delen. Vakantieperioden hebben gemiddeld genomen effect op het ruimtegebruik van zeearenden in de omgeving van grote wateren. Voor de meeste gebieden is het gebruik door zeearenden in de week na vakantieperioden afgenomen. Dat patroon is vooral aanwezig voor de kerst-mei-, zomer- en herfstvakantie en niet voor de voorjaarsvakantie. Het verschil in ruimtegebruik door zeearenden tussen doordeweekse dagen en weekenden lijkt in grote lijnen ook aan te geven dat er effecten zijn van drukte in grootschalige gebieden. Dat geeft aan hoe groot het belang is van ontoegankelijke gebieden waarvan blijkt dat de vogels die bij voorkeur gebruiken.

Hoe groot is de overleving van jonge vogels in de fase van uitvliegen tot vestiging in een eigen broedterritorium? Als er sterfte wordt vastgesteld, wat was dan de oorzaak?
Van de vijftien als nestjong met GPS-zenders uitgeruste Nederlandse zeearenden (uit 2019-2021) stierven er zeven binnen vier jaar, waarvan vijf door niet natuurlijke oorzaken (3x aanvaring windturbine, 1x aanvaring trein, 1x opzettelijke vergiftiging) en twee als gevolg van interacties met soortgenoten. Van de zeven gevallen stierven er vijf in de onvolwassen periode. In 2024 stierven er twee als broedvogel (beide in Duitsland), waaronder één door een aanvaring met een windturbine en een andere als gevolg van een interactie met een soortgenoot. Na de sterfte in de eerste vier jaar was er tot en met 2025 geen nieuwe sterfte. Acht van de vijftien vogels (53%) overleefden (tot in hun 5^{e}-7^{e} kalenderjaar).

Hoe groot zijn aanvaringsrisico's bij bestaande windturbineparken?
De ruwe schattingen van het aantal turbineslachtoffers op basis van de 20% uitval van zendervogels en het berekende aantal slachtoffers op basis van het Flux Collision Model (Niewhol) geven waarschijnlijk een juiste orde van grootte van de sterfte weer. Het Flux Collision Model dat voor het Niewhol project is gebruikt om op basis van de zenderdata uit 2022-2023 aanvaringsrisico's bij onvolwassen zeearenden te onderzoeken voorspelt dat er in Nederland per jaar 11.95 onvolwassen zeearenden sterven. Het model is een bruikbare tool om het jaarlijkse aantal slachtoffers te schatten. Omdat de schatting alleen het aantal slachtoffers in Nederland betreft, is het zinvol om ook het aantal slachtoffers buiten Nederland te onderzoeken. Twee van de drie door turbines gesneuvelde Nederlandse zendervogels stierven in Duitse windparken, waardoor het aannemelijk is dat de totale sterfte veel groter is dan de jaarlijkse sterfte in Nederland. Sterfte van adulten is vooralsnog onbekend omdat er in Nederland geen adulte zendervogels stierven waarmee betreffend windpark als referentie kan worden gebruikt voor het model. De voorlopige schatting geeft aan dat er in windparken jaarlijks 0,94 adulten sterven waarbij vooral Flevoland als knelpunt is aangegeven. Omdat er in de omgeving van de meeste zeearendnesten vaak tientallen windturbines staat, is sterfte van adulten aannemelijk. In Ost-Friesland (D) stierf een Nederlandse broedvogel door een aanvaring met een turbine op 2.8 km van het nest in een windpark waardoor de vogel regelmatig naar foerageergebieden navigeerde (van Rijn & de Boer 2025). Waarschijnlijk zijn de risico's het grootst voor broedvogels die om te foerageren door windparken moeten vliegen, zoals voor de gezenderde mannetjes uit de Oude Maas en de Gelderse Poort geïllustreerd is. Vier andere gezenderde broedvogels in Nederland vliegen niet of zeer onregelmatig door windparken. Van alle andere broedvogels is onbekend in hoeverre ze door windparken moeten vliegen om te foerageren. Voor veel broedvogels die in de omgeving van windparken broeden, zoals in Noord-Nederland, Flevoland en de Delta, is dat wel waarschijnlijk.

Literatuur

Boer P. de & van Rijn S. 2023. Advies werkprotocol K3 voor perceel Rozendaal rond nestlocatie Zeearend. Werkgroep Zeearend Nederland.

Boer P. de & van Rijn S. 2025. Zeearend Haliaeetus albicilla vergiftigd in Friesland in 2023. De Takkeling 33: 65-72.

Bragin, E. A., Poessel, S. A., Lanzone, M. J., & Katzner, T. E. (2018). Post-fledging movements and habitat associations of white-tailed sea eagles (Haliaeetus albicilla) in Central Asia. The Wilson Journal of Ornithology, 130(3), 784–788. https://doi.org/10.1676/17-055.1

Buij, R. & Jansman, H. 2019. Wederom een dode Zeearend Haliaeetus albicilla door een aanvaring met een windturbine en Flevoland. De Takkeling 27: 138-145.

Buij R., Moonen S., van Rijn S., van Straalen D. & Dekker J. 2023. Vliegbewegingen van jonge zeearenden in Windpark Zeewolde (Flevoland) in 2019-2022; variatie in ruimte en tijd van vliegbewegingen door het windpark. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3242.

Dahl, E.L., May, R., Hoel, P.L., Bevanger, K., Pedersen, H.C., Røskaft, E. and Stokke, B.G., 2013. White-tailed eagles Haliaeetus albicilla at the Smøla windpower plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. Wildlife Society Bulletin, 37(1), pp.66-74.

Dementavičius D, Rumbutis S., Virbickas T., Vaitkuvienė D., Dagys M. & Treinys R. 2020. Spatial and temporal variations in the White-tailed Eagle Haliaeetus albicilla breeding diet revealed by prey remains, Bird Study 67:2, 206-216.

Dürr, T. 2022. Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at wind turbines in Europe. Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Stand Juni 2022.

Dürr, T. 2026. Vogelverluste an Windenergieanlagen / bird fatalities at wind turbines in Europe. Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg. Stand Februari 2026.

Ehmsen E., L Pedersen, H. Meltofte, T. Clausen & T. Nyegaard 2011. The occurrence and reestablishment of White-tailed Eagle and Golden Eagle as breeding birds in Denmark. Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 105 (2011): 139-150.

Ekblad C., Tikkanen H., Sulkava S. & Laaksonen T. 2020. Diet and breeding habitat preferences of White-tailed Eagles in a northern inland environment. Polar Biology (2020) 43: 2071–2084.

Engler M. and Krone O. "Movement patterns of the White-tailed Sea Eagle (Haliaeetus albicilla): Post-fledging behavior, natal dispersal onset and the role of the natal environment." Ibis 164.1 (2022): 188-201.

Kleyheeg-Hartman, J.C., S.K. Jeninga, E.F. Kappers & E. Klop, 2025. Onderzoek ‘zwarte wiek’ Eemshaven. Eindrapport van onderzoek naar effectiviteit van ‘zwarte wiek’ en aanvullend onderzoek ZWEMT. Rapport 24-465. Waardenburg Ecology, Culemborg & Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Krijgsveld KL, B Klaassen & J van der Winden (2022). Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen. Uitgave Vogelbescherming Nederland, Zeist.

Lind, C. M., Fritsch, C., Cipriano, C., Rülicke, T., & Krone, O. (2020). Monitoring corticoid metabolites in urine of white-tailed sea eagles: Negative effects of road proximity on breeding pairs. General and Comparative Endocrinology, 287, 113223. https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2019.113223.

May, R., Nygård, T., Falkdalen U., Åström J., Hamre Ø. & Stokke B.G. 2020. Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. Ecology and Evolution: Volume 10, Issue 16: 8927-8935.

Mirski, P. & Anderwald, D. Ranging Behavior of Non-Breeding and Breeding Adult White-Tailed Eagles. Diversity 2023, 15, 1208. https://doi.org/10.3390/d15121208.

Nadjafzadeh M., Hofer H. & Krone O. 2013. The link between feeding ecology and lead poisoning in white-tailed eagles. J Wildl Manage 77:48–57.
Nygård, T., Bevanger, K., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Hoel, P.L., May, R. en Reitan, O., 2010. A study of White-tailed Eagle Haliaeetus albicilla movements and mortality at a wind farm in Norway. BOU Proceedings-Climate Change and Birds. British Ornithologists' Union. http://www.bou.org.uk/bouproc-net/ccb/nygard-etal.pdf.
Provincie Gelderland Recreatiezoneringsplan Veluwe, 2022.https://media.gelderland.nl/Recreatie-zoneringsplan_Veluwe_1afb3b4293.pdf.
Probst R.; Schmidt, M.; McGrady, M.; Pichler, C. GPS Tracking Reveals the White-Tailed Eagle Haliaeetus albicilla as an Ambassador for the Natura 2000 Network. Diversity, 2024, 16, 145. https://doi.org/10.3390/d16030145.
Rijn S. van, Zijlstra M. & Bijlsma R.G. 2010. Wintering White-tailed Eagles Haliaeetus albicilla in The Netherlands: aspects of habitat scale and quality. ARDEA 98 (3): 373 - 382.
Rijn S. van & Dekker J.J.A. 2016. Zeearenden in Nederland. Een kennisoverzicht van de verzamelde gegevens tot en met 2016 en een onderzoeksplan. Rapport 2016-03. Jasja Dekker Dierecologie & Delta Milieu, Arnhem/Culemborg.
Rijn S. van, van den Berg A., de Boer P., Dekker J., Deuzeman S., van Straalen D. & Kleefstra R. 2018. Broedende Zeearenden in Nederland in 2006-2018. Limosa 92: 3-15.
Rijn S. van, van den Berg A., de Boer P., Dekker J., Deuzeman S., Kleefstra R. & van Straalen D. 2019. Broedende Zeearenden Haliaeetus albicilla in Nederland in 2019. De Takkeling 27: 204-209.
Rijn S. van, de Boer P., Buij R., Dekker J., Deuzeman S. & van Straalen D. 2019. Eerste stappen van jonge Nederlandse Zeearenden Haliaeetus albicilla met GPS-GSM- zenders. De Takkeling 28: 55-61.
Rijn S. van, van den Berg A., de Boer P., Dekker J., Deuzeman S., Kleefstra R. & van Straalen D. 2021. Broedende Zeearenden Haliaeetus albicilla in Nederland in 2020. De Takkeling 29: 54-60.
Rijn S. van 2021. In Nederland gezenderde Zeearend omgekomen door windturbine in Duitsland. Nature Today, 28 februari 2021.
Rijn S. van, van den Berg A., de Boer P., Dekker J., Deuzeman S., Kleefstra R. & van Straalen D. 2022. Broedende Zeearenden Haliaeetus albicilla in Nederland in 2021. De Takkeling 30: 50-54.
Rijn, S. van, van Straalen, D. en Buij, R., 2022. Opnieuw in Nederland gezenderde Zeearend omgekomen door windturbine. Nature Today, 3 februari 2022.
Rijn S. van, van den Berg A., de Boer P., Dekker J., Deuzeman S., Kleefstra R. & van Straalen D. 2023. Broedende Zeearenden Haliaeetus albicilla in Nederland in 2022. De Takkeling 31: 55-60.
Rijn S. van, van den Berg A., de Boer P., Dekker J., Deuzeman S., Kleefstra R. & van Straalen D. 2024. Broedende Zeearenden Haliaeetus albicilla in Nederland in 2023. De Takkeling 32: 68-72.
Rijn S. van & de Boer P. 2025. Opnieuw gezenderde Zeearend Haliaeetus albicilla gedood door een aanvaring met een windturbine. De Takkeling 33: 73-81.
Roder F.E. de & Bijlsma R.G. 2009. Zeearend Haliaeetus albicilla in Oostelijk Flevoland gedood door windturbine. De Takkeling 17: 68-73.
Rymešová, D., Raab, R., Machálková, V., Horal, D., Dorňáková, D., Rozsypalová, L., Spakovszky, P., & Literák, I. (2021). First-year dispersal in white-tailed eagles (Haliaeetus albicilla). European Journal of Wildlife Research, 67, 1–10. https://doi.org/10.1007/s10344-021-01490-6.
Schwinum, I., M. M. Jöbges & S. Krüßmann 2017. Erfolgreiche Ansiedlung und Reproduktion des Seeadlers (Haliaeetus albicilla) 2017 in Nordrhein-Westfalen. Charadrius 53: 155-161.
Schwinum, I. 2023. Neuigkeiten von den Seeadlern am Niederrhein in Nordrhein-Westfalen. In: Großvogelschutz im Wald. Jahresbericht 2023 Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein e. V. (22-23).
Skelmose, K. & Larsen, O.F. Projekt Orn—Arsrapport 2022; DOF BirdLife Danmark: Copenhagen, Denmark, 2023.
Sovon Vogelonderzoek Nederland 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos Uitgevers, Utrecht/Antwerpen.

Stahl, J., Gallego Zamora J. & Boom, C. 2025. Natuurinclusieve Energietransitie Wind en Hoogspanning op Land NIE WHOL- Onderzoek naar populatie effecten op vogels - Sovon rapport 2025/34, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Stalmaster, M.V. & J.L. Kaiser, 1997. Effects of recreational activity on wintering bald eagles. Wildlife Monographs 137: 1-46.

Sulkava, S., R. Tornberg, and J. Koivusaari. 1997. Diet of the white-tailed eagle Haliaeetus albicilla in Finland. Ornis Fennica 74:65–78.

Wellmann S., Jöbges M.M., & Schwinum I. 2024. Aktuelles zur Seeadler-Brutsaison 2024 in Nordrhein -Westfalen. Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein.

Werkgroep Zeearend Nederland, 2020. Terreingebruik, dispersie en sterfte van jonge Zeearenden uit Nederland. Voortgangsrapport 2019.

Werkgroep Zeearend Nederland, 2021. Terreingebruik, dispersie en sterfte van jonge Zeearenden uit Nederland. Voortgangsrapport 2020.

Werkgroep Zeearend Nederland, 2022. Terreingebruik, dispersie en sterfte van jonge Zeearenden uit Nederland. Voortgangsrapport 2021.

Werkgroep Zeearend Nederland, 2023. Terreingebruik, dispersie en sterfte van jonge Zeearenden uit Nederland. Voortgangsrapport 2022.

Werkgroep Zeearend Nederland, 2024. Terreingebruik, dispersie en sterfte van jonge Zeearenden uit Nederland. Voortgangsrapport 2023.

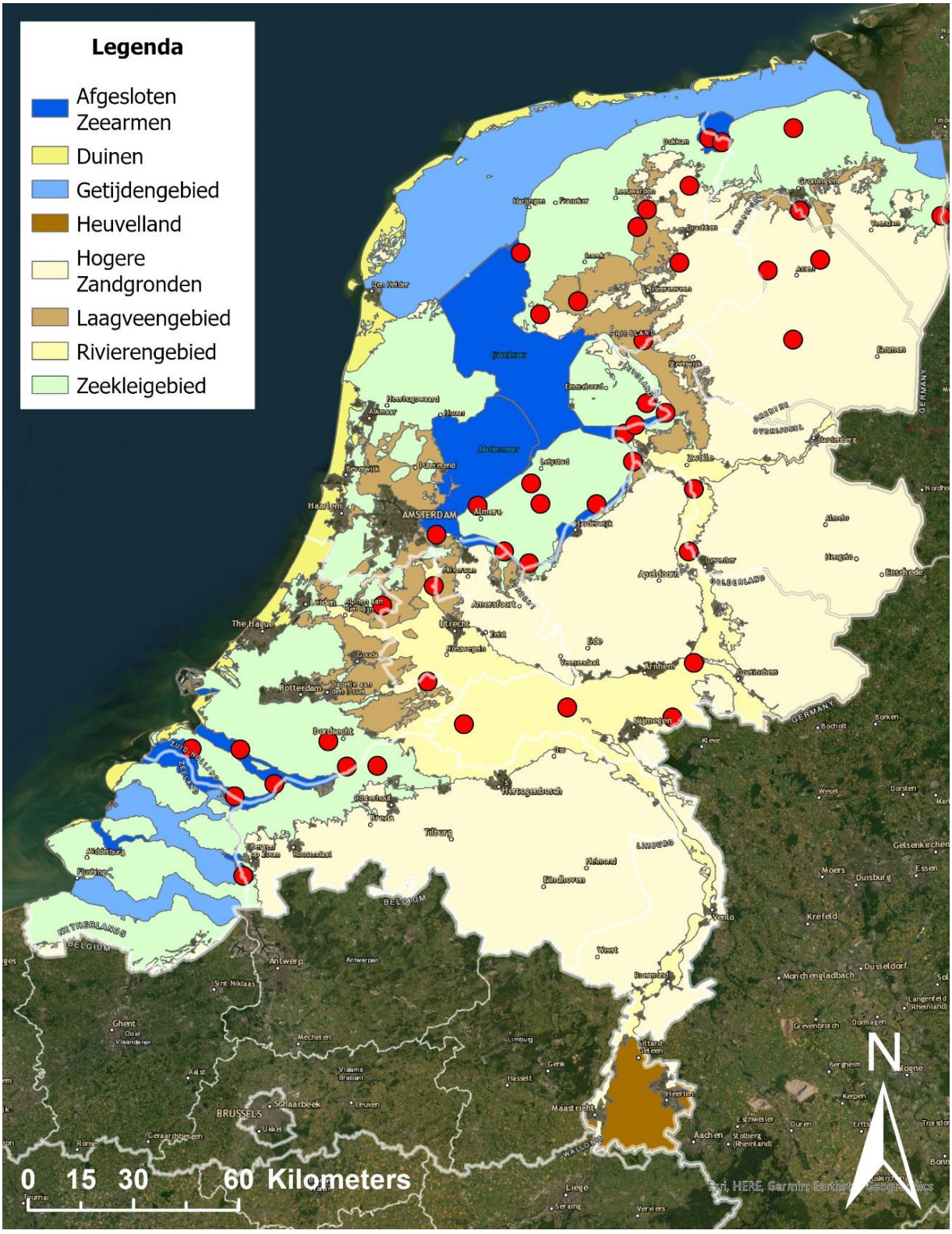
Werkgroep Zeearend Nederland, 2025. Terreingebruik, dispersie en sterfte van jonge Zeearenden uit Nederland. Voortgangsrapport 2024.

Whitfield, D. P., Ruddock, M., & Bullman, R. (2008). Expert opinion as a tool for quantifying bird tolerance to human disturbance. Biological Conservation, 141(11), 2708-2717.

Zawadzki G., Zawadska D., Soltys A. & Drozdowski S. 2020. "Nest-site selection by the white-tailed eagle and black stork–implications for conservation practice." Forest Ecosystems 7.1 (2020): 59.

Bijlagen

Bijlage 1. Ligging van nesten van zeearenden in 2025 in de fysisch geografische regio's van Nederland.



Bijlage 2. Indeling in habitattypen met aangepaste klassen op basis van CORINE landcover (CLC).

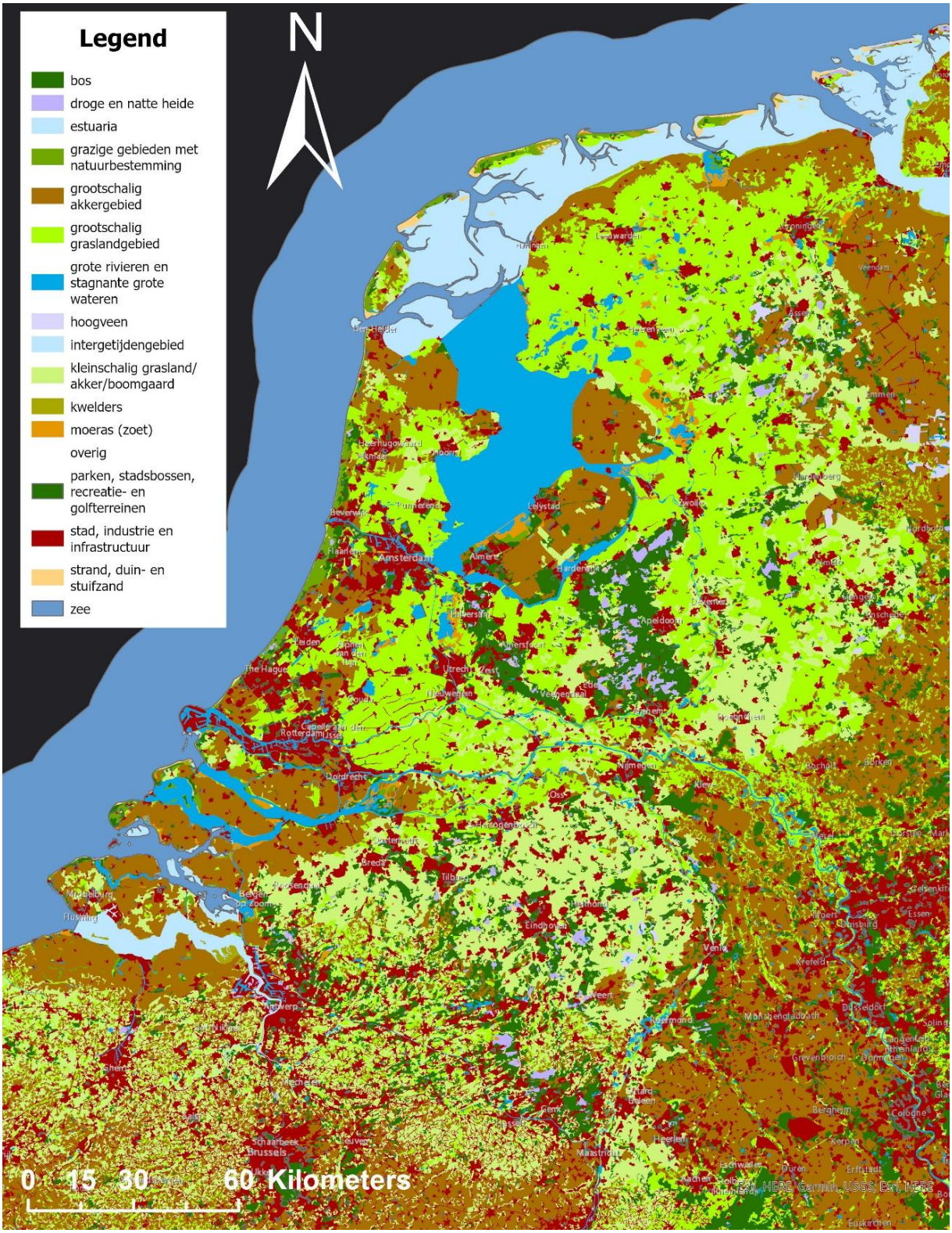
CLC_ CODE	LABEL1	LABEL2	LABEL3	Indeling zeearendrapport
311	Forest and semi natural areas	Forests	Broad-leaved forest	bos
312	Forest and semi natural areas	Forests	Coniferous forest	bos
313	Forest and semi natural areas	Forests	Mixed forest	bos
324	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Transitional woodland-shrub	bos
322	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Moors and heathland	droge en natte heide
522	Water bodies	Marine waters	Estuaries	estuaria
321	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Natural grasslands	grazige gebieden met natuurbestemming
211	Agricultural areas	Arable land	Non-irrigated arable land	grootschalig akkergebied
231	Agricultural areas	Pastures	Pastures	grootschalig graslandgebied
511	Water bodies	Inland waters	Water courses	grote rivieren en stagnante grote wateren
512	Water bodies	Inland waters	Water bodies	grote rivieren en stagnante grote wateren
521	Water bodies	Marine waters	Coastal lagoons	grote rivieren en stagnante grote wateren
412	Wetlands	Inland wetlands	Peat bogs	hoogveen
423	Wetlands	Maritime wetlands	Intertidal flats	intergetijdengebied
222	Agricultural areas	Permanent crops	Fruit trees and berry plantations	kleinschalig grasland/akker/boomgaard
242	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Complex cultivation patterns	kleinschalig grasland/akker/boomgaard
243	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	kleinschalig grasland/akker/boomgaard
421	Wetlands	Maritime wetlands	Salt marshes	kwelders
411	Wetlands	Inland wetlands	Inland marshes	moeras (zoet)
999	NODATA	NODATA	NODATA	overig
990	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED LAND SURFACE	UNCLASSIFIED LAND SURFACE	overig
995	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED WATER BODIES	UNCLASSIFIED WATER BODIES	overig
990	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	UNCLASSIFIED	overig

141	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Green urban areas	parken, stadsbossen, recreatie- en golfterreinen
142	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Sport and leisure facilities	parken, stadsbossen, recreatie- en golfterreinen
111	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	stad, industrie en infrastructuur
112	Artificial surfaces	Urban fabric	Discontinuous urban fabric	stad, industrie en infrastructuur
121	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	stad, industrie en infrastructuur
122	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Road and rail networks and associated land	stad, industrie en infrastructuur
123	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Port areas	stad, industrie en infrastructuur
124	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Airports	stad, industrie en infrastructuur
131	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Mineral extraction sites	stad, industrie en infrastructuur
132	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Dump sites	stad, industrie en infrastructuur
133	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Construction sites	stad, industrie en infrastructuur
331	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands	strand, duin- en stuifzand
523	Water bodies	Marine waters	Sea and ocean	zee

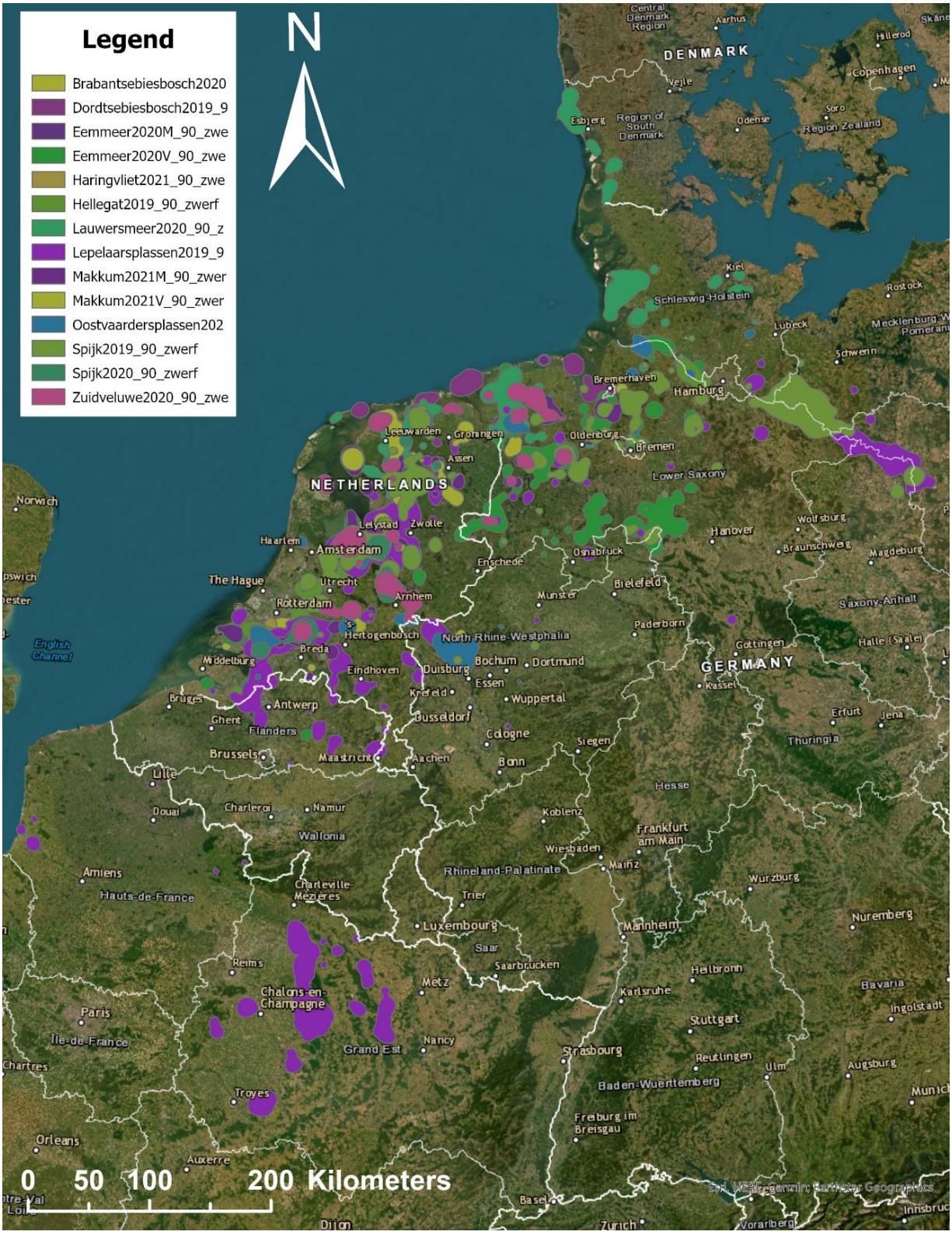
Bijlage 3. Habitatkaart met aangepaste klassen op basis van CORINE landcover (CLC) voor Noordwest-Europa.



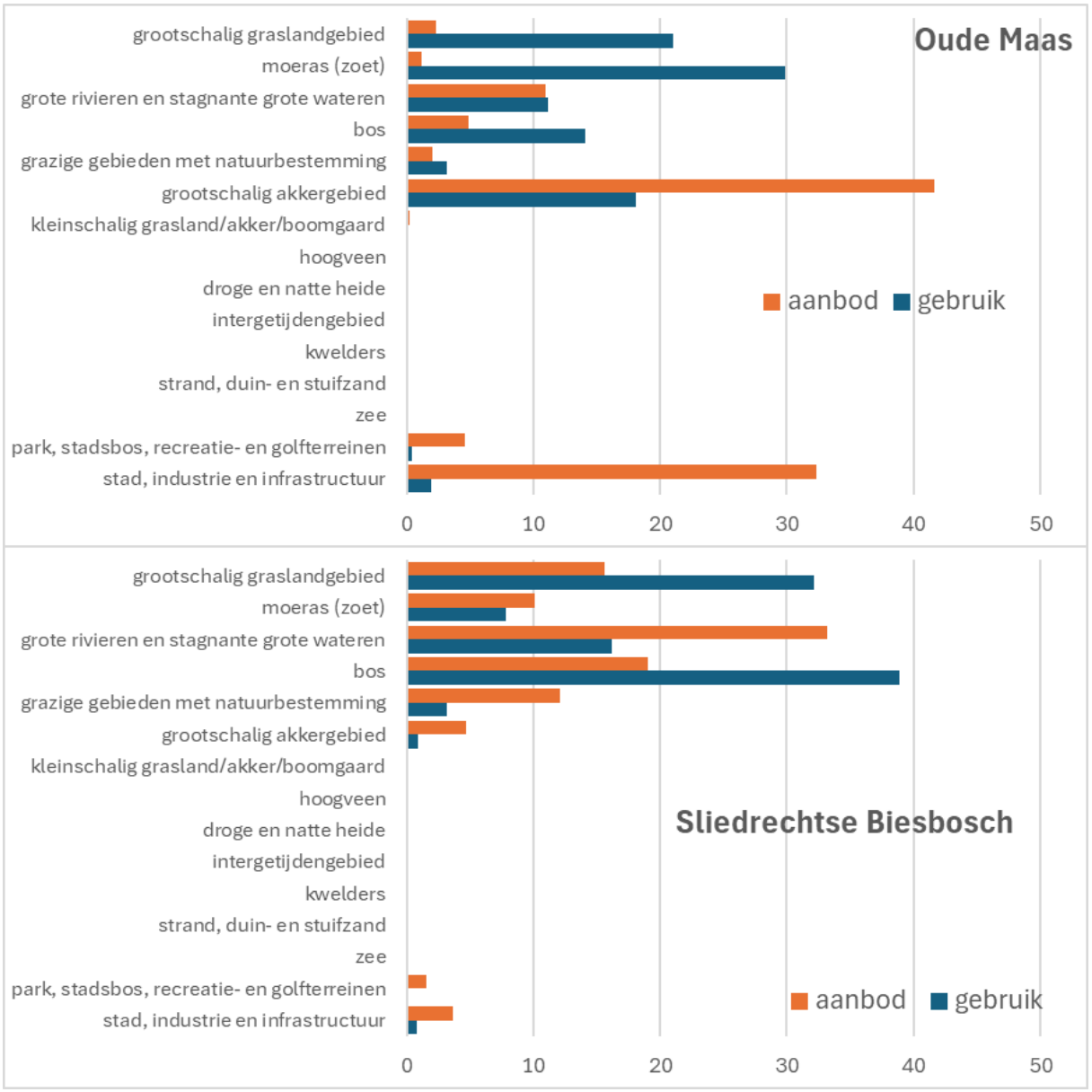
Bijlage 4. Habitatkaart met aangepaste klassen op basis van CORINE landcover (CLC) ingezoomd op Nederland.

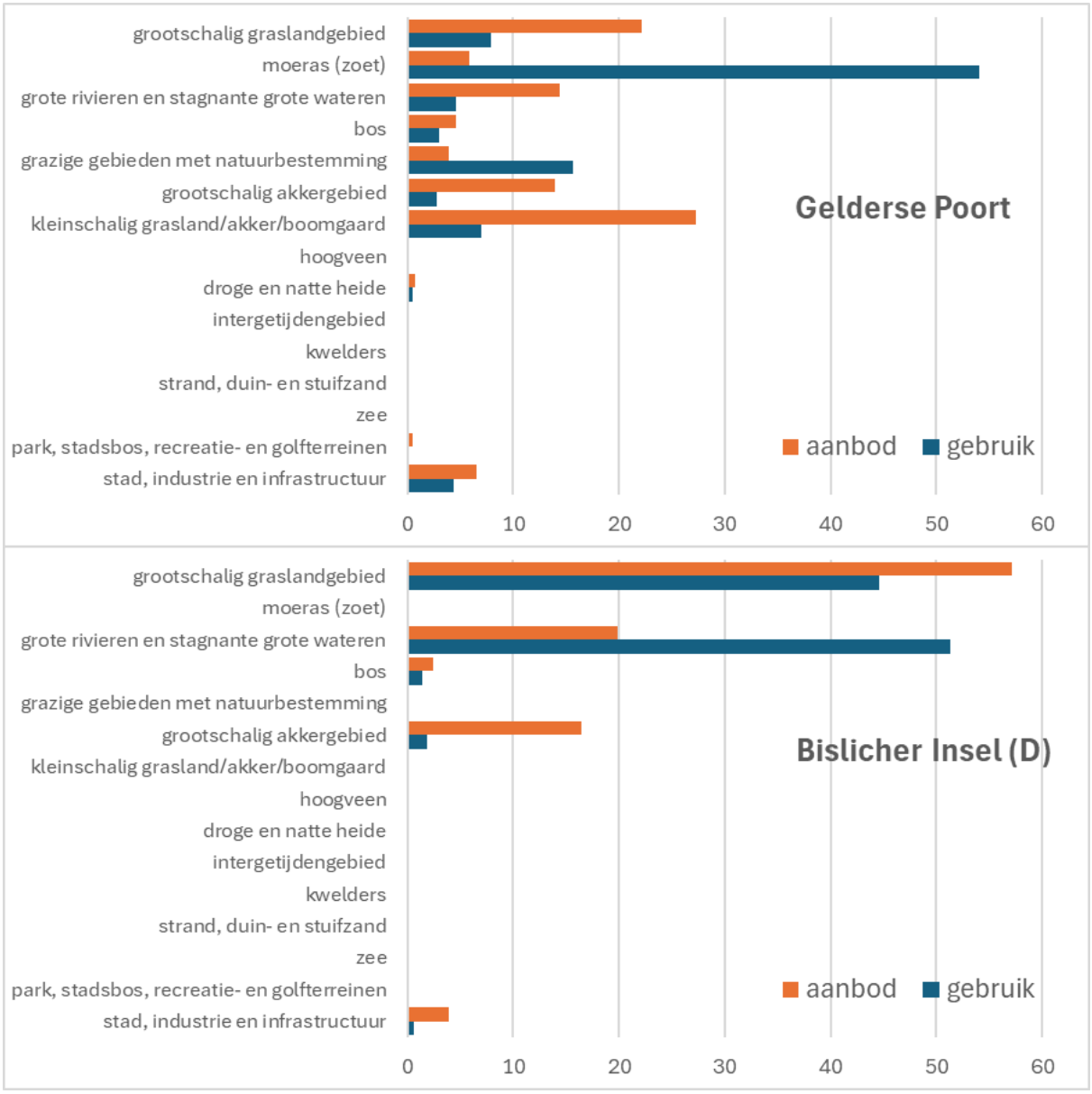


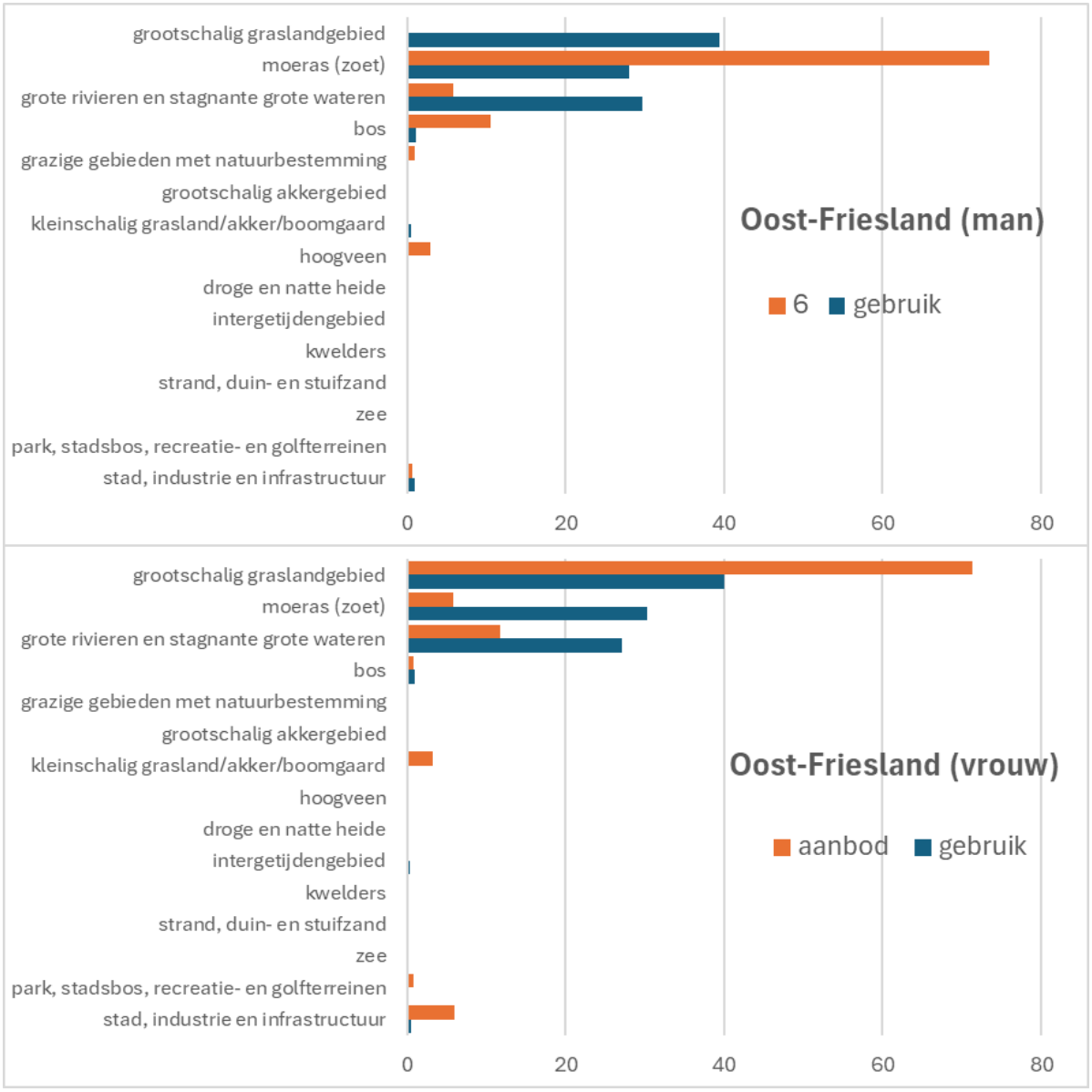
Bijlage 5. Leefgebieden van individuele onvolwassen zeearenden (zwerffase) op basis van 90% kernels.

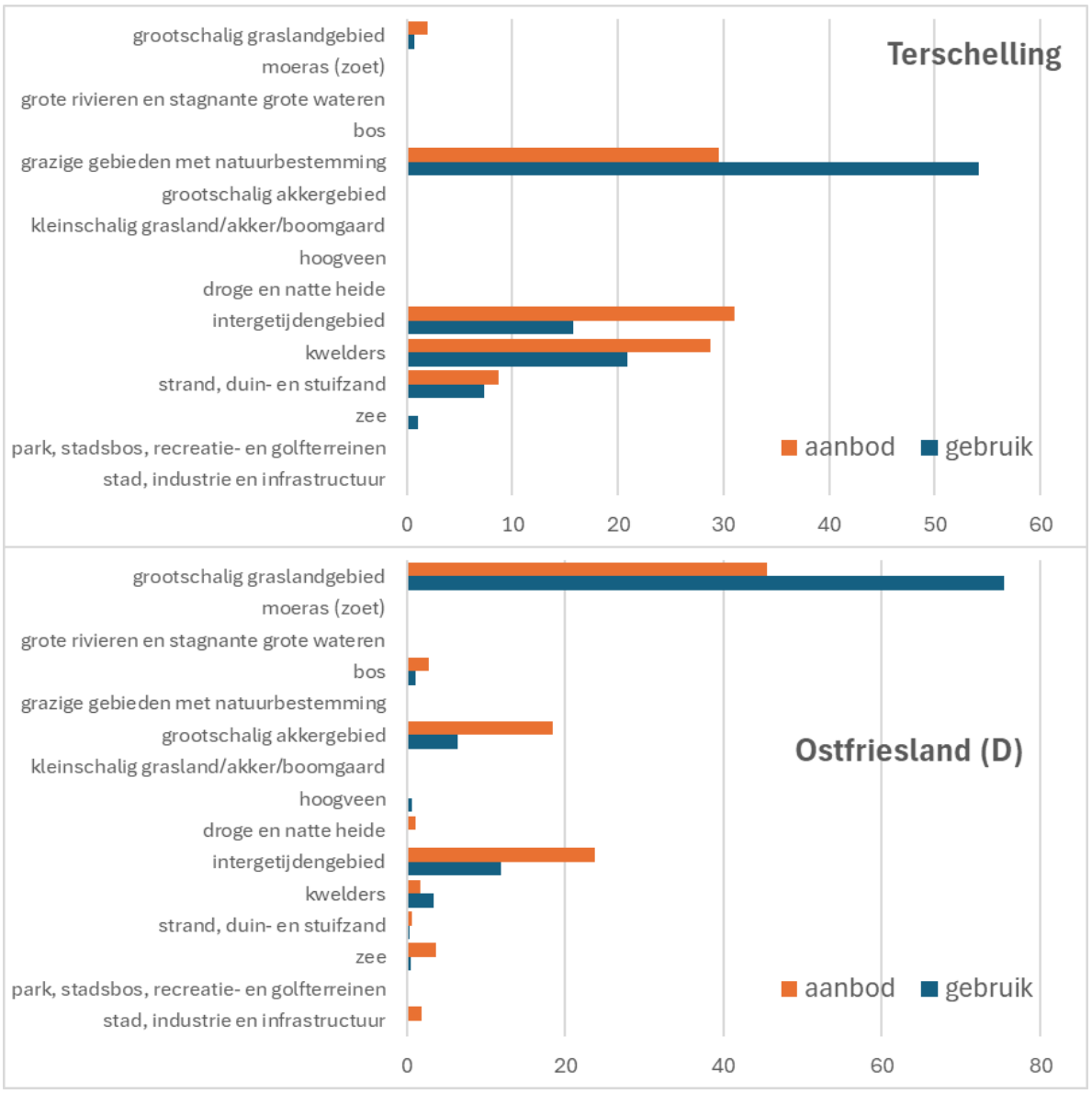


Bijlage 6. Aanbod aan habitats (Corine) en tijdsbesteding in 90% kernels van gevestigde broedvogels (%).

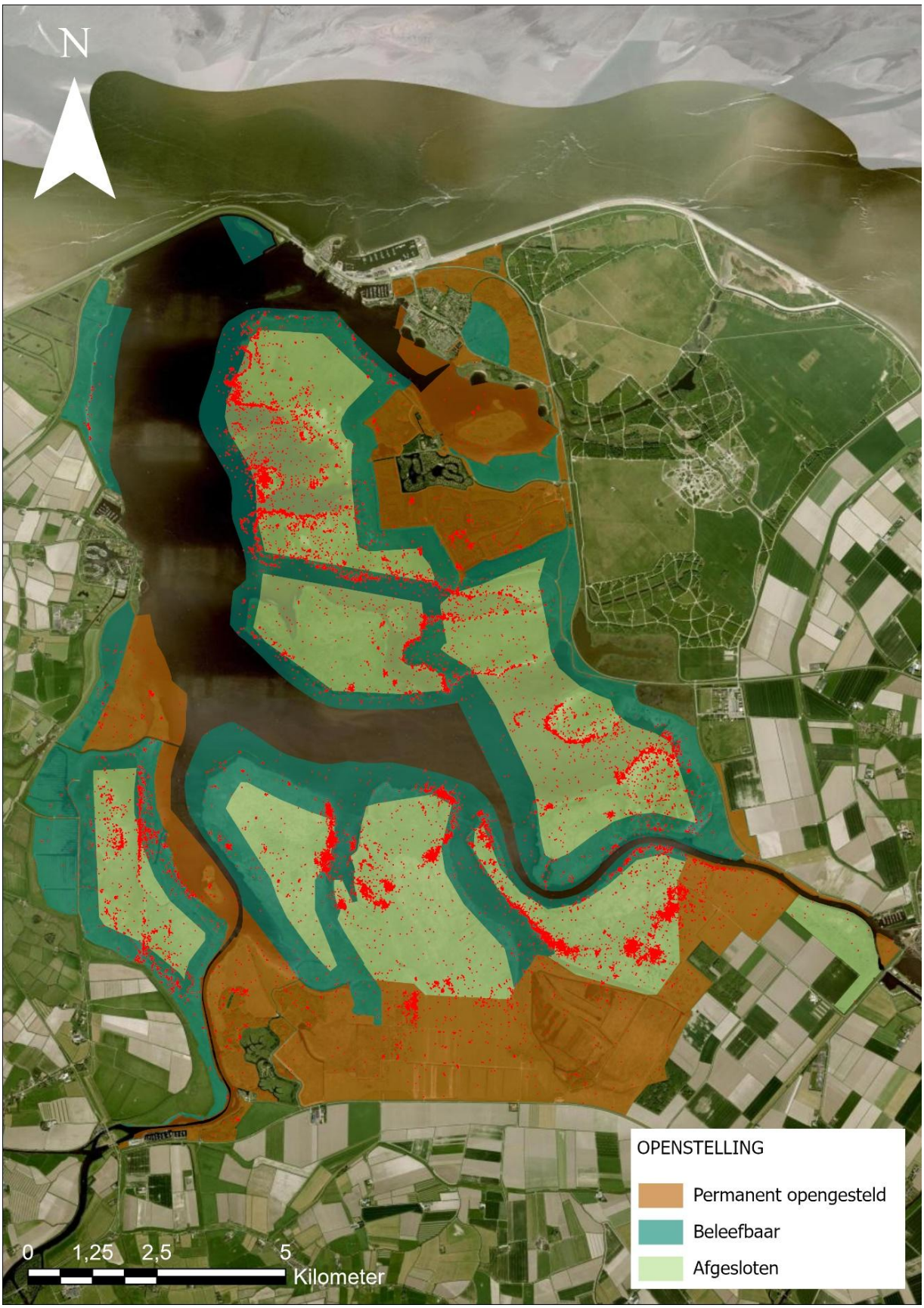



grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
Gelderse Poort
aanbod
gebruik
0
10
20
30
40
50
60
grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
Bislicher Insel (D)
aanbod
gebruik
0
10
20
30
40
50
60

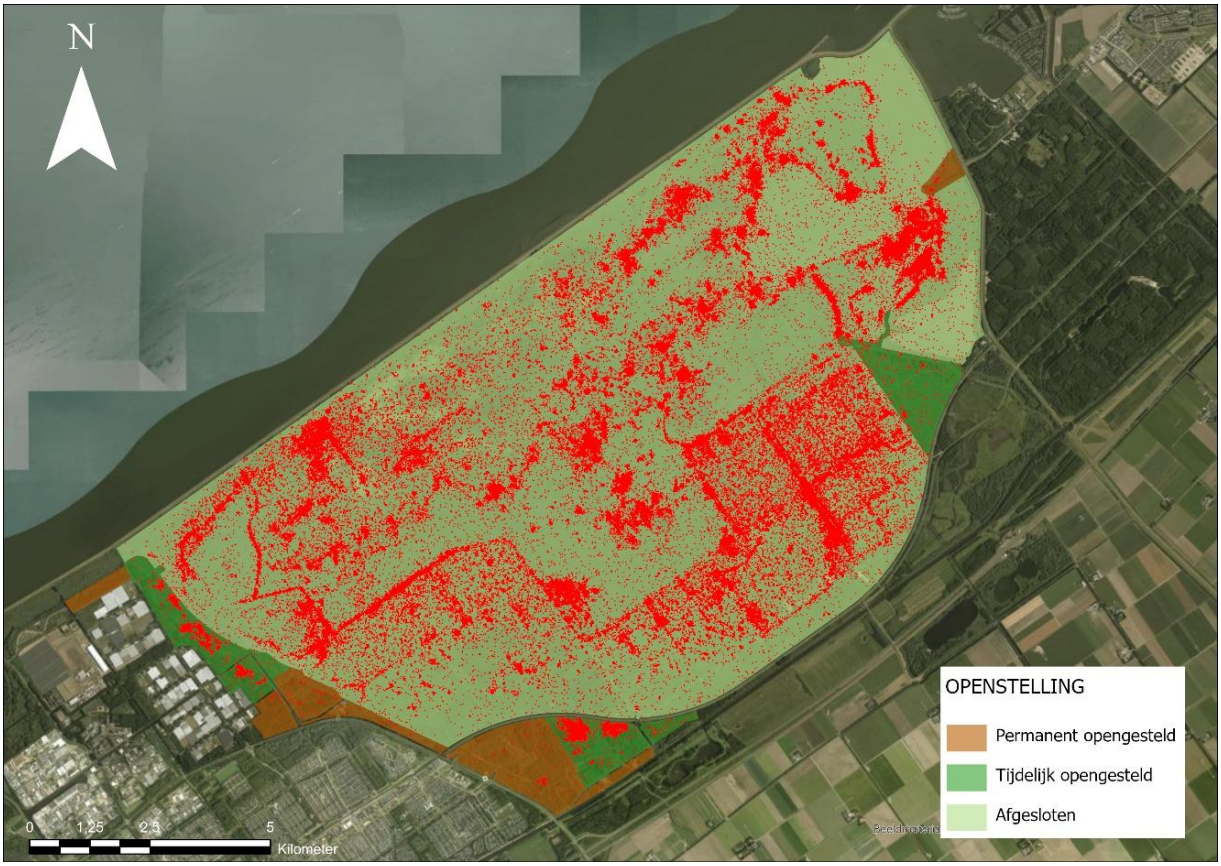

grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
0
20
40
60
80
Oost-Friesland (man)
6
gebruik
grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
0
20
40
60
80
Oost-Friesland (vrouw)
aanbod
gebruik


Terschelling
grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
aanbod
gebruik
0
10
20
30
40
50
60
Ostfriesland (D)
grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
aanbod
gebruik
0
20
40
60
80
Dümmer See (D)
grootschalig graslandgebied
moeras (zoet)
grote rivieren en stagnante grote wateren
bos
grazige gebieden met natuurbestemming
grootschalig akkergebied
kleinschalig grasland/akker/boomgaard
hoogveen
droge en natte heide
intergetijdengebied
kwelders
strand, duin- en stuifzand
zee
park, stadsbos, recreatie- en golfterreinen
stad, industrie en infrastructuur
aanbod
gebruik
0
10
20
30
40
50
60

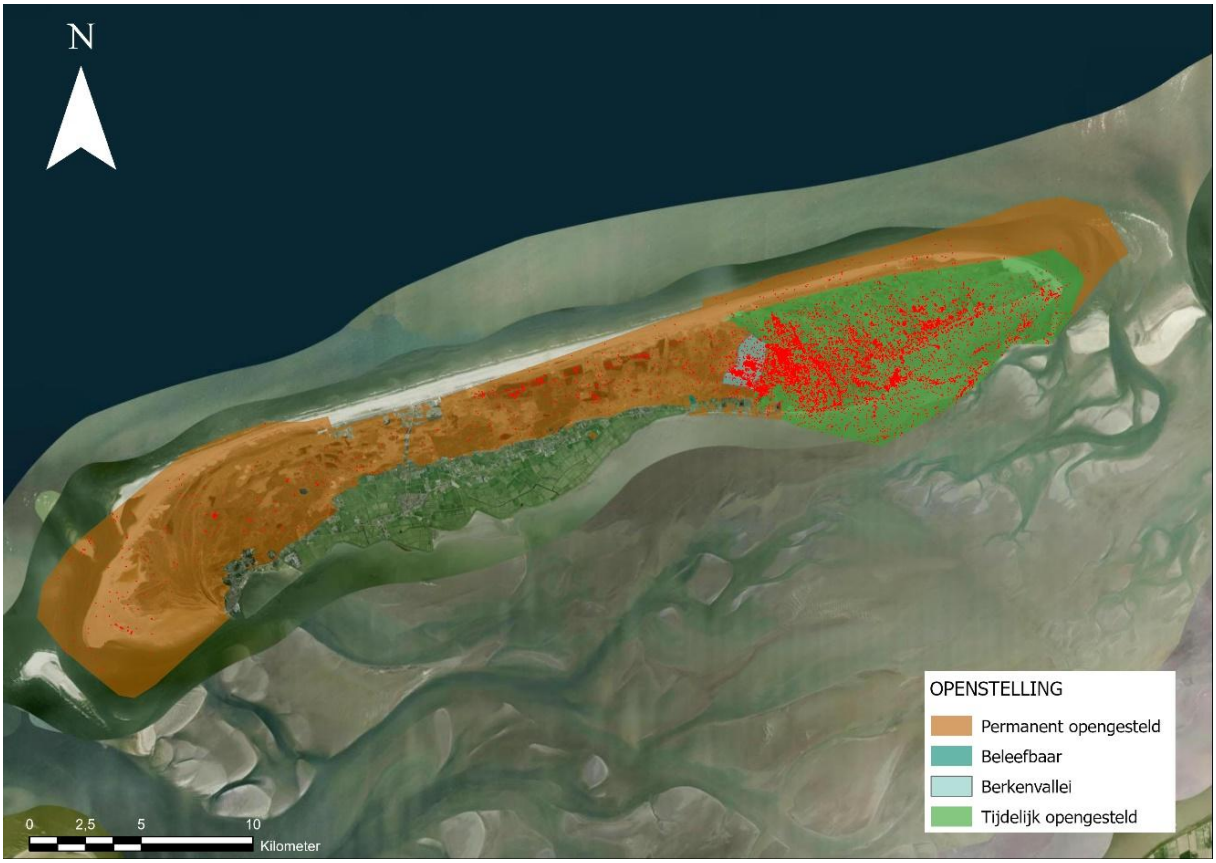
Bijlage 7. Aangepaste zonering van openstelling in het Lauwersmeer (bron: Staatsbosbeheer) en GPS-posities van gezenderde zeearenden.



Bijlage 8. Openstelling van de Oostvaarderplassen (bron: Staatsbosbeheer) en GPS-posities van gezenderde zeearenden.



Bijlage 9. Aangepaste zonering van openstelling op Terschelling (bron: Staatsbosbeheer) en GPS-posities van gezenderde zeearenden.



Bijlage 10. Ligging van windpark Krammer. Cirkels zijn het rotorbereik. Kleuren staan voor de clusters van turbines die door de stilstandvoorziening van DT-bird worden aangestuurd. Het cijfer in de legenda is de turbine die dit cluster aanstuurt. Een cluster kan uit 1 turbine bestaan. *Location of Krammer wind farm. Circles represent the rotor range in the horizontal plane: 115 meters from the nacelle. Colours represent the clusters of turbines controlled by the DT-bird standstill system. The number in the legend is the turbine that controls this cluster. A cluster can consist of 1 turbine.*



Bijlage 11. Verzamelde hoge-resolutie vluchten van gezenderde zeearenden per individu binnen 1000 meter van windpark Krammer in de periode maart 2020-mei 2023, welke turbines op minder dan 62 meter genaderd zijn tijdens de vlucht en of dit op/buiten rotorhoogte en binnen/buiten stopmoment was.

Vlucht	Individu	Datum	Turbine-nummer	Op rotorhoogte?	In stopmoment?
1	Brabantse Biesbosch 2020	2021-08-02	26	Nee	Nee
1	Brabantse Biesbosch 2020	2021-08-02	-	Nee	Nee
2	Brabantse Biesbosch 2020	2022-02-24	-	Nee	Nee
3	Brabantse Biesbosch 2020	2023-03-02	-	Nee	Nee
4	Brabantse Biesbosch 2020	2023-03-02	-	Nee	Nee
5	Brabantse Biesbosch 2020	2023-05-15	-	Nee	Nee
6	Eemmeer 2020 M	2021-03-19	-	Nee	Nee
7	Eemmeer 2020 M	2021-03-31	-	Nee	Nee
8	Eemmeer 2020 M	2021-04-03	2	Nee	Nee
8	Eemmeer 2020 M	2021-04-03	4	Nee	Nee
8	Eemmeer 2020 M	2021-04-03	-	Nee	Nee
9	Eemmeer 2020 M	2021-04-03	-	Nee	Nee
10	Eemmeer 2020 M	2021-04-03	-	Nee	Nee
11	Eemmeer 2020 M	2022-04-03	17	Nee	Nee
11	Eemmeer 2020 M	2022-04-03	-	Nee	Nee
12	Eemmeer 2020 V	2022-03-20	-	Nee	Nee
13	Haringvliet 2021	2022-04-21	-	Nee	Nee
14	Haringvliet 2021	2022-04-21	-	Nee	Nee
15	Hellegat 2019	2020-03-24	32	Ja	Nee
15	Hellegat 2019	2020-03-24	-	Nee	Nee
16	Hellegat 2019	2020-03-24	-	Nee	Nee
17	Lepelaarsplassen 2019	2021-10-09	14	Ja	Ja
17	Lepelaarsplassen 2019	2021-10-09	-	Nee	Nee
18	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
19	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
20	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
21	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
22	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
23	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
24	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
25	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
26	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
27	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
28	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
29	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee

30	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-03	-	Nee	Nee
31	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-04	-	Nee	Nee
32	Lepelaarsplassen 2019	2022-04-04	-	Nee	Nee
33	Lepelaarsplassen 2019	2022-09-14	-	Nee	Nee
34	Lepelaarsplassen 2019	2023-02-28	-	Nee	Nee
35	Lepelaarsplassen 2019	2023-03-03	13	Nee	Nee
35	Lepelaarsplassen 2019	2023-03-03	-	Nee	Nee
36	Lepelaarsplassen 2019	2023-03-03	-	Nee	Nee
37	Lepelaarsplassen 2019	2023-03-04	-	Nee	Nee
38	Oostvaardersplassen 2020	2022-03-06	33	Nee	Nee
38	Oostvaardersplassen 2020	2022-03-06	-	Nee	Nee
39	Oostvaardersplassen 2020	2022-03-06	-	Nee	Nee
40	Oostvaardersplassen 2020	2022-03-06	-	Nee	Nee
41	Spijk 2020	2021-04-19	-	Nee	Nee