

Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland Stern in 2021



Petra Manche,
Hans Schekkerman &
Marc van Roomen

Sovon-rapport 2022/24



Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland Stern in 2021

Petra Manche, Hans Schekkerman & Marc van Roomen



Dit rapport is samengesteld in opdracht van
Provincie Groningen



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2022

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Provincie Groningen

Wijze van citeren: Manche P., Schekkerman H. & van Roomen M. 2021. Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland Stern in 2021. Sovon-rapport 2022/24. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Foto's omslag: Petra Manche

Opmaak: John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

ISSN-nummer: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

e-mail: info@sovon.nl

website: www.sovon.nl

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon.

Inhoud

Dankwoord	2
Samenvatting	3
Summary	4
1. Inleiding	5
2. Methoden	6
2.1. Ringonderzoek	6
2.1.1. Aflezen (kleur)ringen en opsporen geolocators	6
2.1.2. Ringen van jongen en adulten	6
2.1.3 Analyse ringgegevens voor herkomst sterns	6
2.2. Zenderonderzoek	7
2.2.1. Type zenders en instellingen	7
2.2.2 Vangen en zenderen	7
2.2.3. Gegevens uitlezen en analyse	8
2.3. Voedselonderzoek	9
2.3.1. Foto's van sterns met prooien	9
2.3.2. Analyse van foto's met prooien	10
2.3.3. Poepmonsters	10
3. Resultaten	12
3.1. Herkomst sterns	12
3.2. Zenderonderzoek	12
3.2.1. Overzicht gezenderde sterns	12
3.2.2. Ruimtegebruik	14
3.3. Voedselonderzoek	19
4. Discussie	21
4.1. Herkomst en verplaatsingen van de sterns	21
4.2. Noordse Sterns met geolocators	21
4.3. Ruimtegebruik Visdief en Noordse Stern	22
4.4. Voedselaanvoer	22
4.5. Vergelijking ruimtegebruik 2020-2021	23
4.6. Visdieven uit verschillende kolonies	24
4.7. Invloed van zenderen op de sterns en hun jongen	25
4.8. Vergelijking zendertypen	26
Literatuur	30
Bijlagen	31
Bijlage 1. Gps-posities van Visdief W-CVR van Oterdum (Delfzijl)	31
Bijlage 2. Alle gps-posities per individu van broedeiland Stern	32
Bijlage 3. Invloed van het GPS interval op resultaten ruimtegebruik	42

Dankwoord

In het voorjaar van 2021 is door Sovon Vogelonderzoek Nederland in opdracht van de provincie Groningen onderzoek uitgevoerd aan habitatgebruik, voedselkeuze en dispersie van Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland Stern in de Eems. Dit onderzoek is een vervolg op het onderzoek uit 2020 dat toen werd opgestart en uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de Rijksuniversiteit Groningen, Arctisch Centrum. Wij danken Maarten Loonen het Arctisch Centrum voor de prettige samenwerking en overdracht van kennis die voortzetting van het onderzoek in 2021 mogelijk maakte. Wij danken Allix Brenninkmeijer voor de prettige en betrokken samenwerking vanuit de opdrachtgever, de Provincie Groningen.

In dit onderzoek is intensief samengewerkt met Derick Hiemstra, die in het kader van Retrapping-Adults- for Survival (RAS)-onderzoek van het Vogeltrekstation langjarig Visdieven en Noordse Sterns kleur-ringt en afleest op broedeiland Stern en andere gebieden in de Eems-Dollard regio. Op basis van deze ringgegevens kon de herkomst van de sterns op broedeiland Stern worden geanalyseerd. Naast intensieve hulp in het veld van Derick Hiemstra werd ook veel hulp ontvangen van Bram Ubels, Peter de Boer en Frank Majoor (allen Sovon). Bram en Peter verzorgden ook de basismonitoring van de broedvogels op eiland Stern en de broedsuccesmetingen aan Visdief en Noordse Stern.

Aanvullend werd tijdens het veldwerk assistentie verleend door Harry Kuipers, Roos Lameijer (van Hall Larenstein), Allix Brenninkmeijer (Provincie Groningen) en Denise Roffel (Rijkswaterstaat).

Kees Oosterbeek (Sovon) verrichte veel voorwerk voor de keuze en aanschaf van de zenders en deelde zijn kennis over het aanbrengen van tuigjes bij sterns. De aanvraag van de vergunning onder de wet dierproeven werd vanuit Sovon begeleid door Julia Stahl en Erik Kleyheeg. De geslachtsbepaling van de gevangen sterns op basis van DNA werd uitgevoerd door Sandra Bouwhuis (*Institute of Avian Research*, Wilhelmshaven, Duitsland).

Jeroen Kuipers (Natuurmonumenten) was de contactpersoon voor beheerzaken op het eiland. Hij zorgde ervoor dat de ontvanger voor de zenders geplaatst kon worden en hielp bovendien, samen met Maj-Britt en Ron mee met het bouwen van de enclosures.

Bram Ubels maakte foto's van overvliegende sterns ten behoeve van het voedselonderzoek. Hij heeft tevens de prooien gedetermineerd die op deze foto's zijn vastgelegd. Karlijn Pranger (HAS Hogeschool, Den Bosch) heeft de vele foto's die met de nestcamera's zijn gemaakt geselecteerd en daarop zichtbare vissen gedetermineerd. Bram Couperus (Wageningen Marine Research) gaf waardevolle adviezen over de herkenning van vissoorten op de foto's.

Samenvatting

In het broedseizoen van 2021 is er op broedeiland Stern (gelegen in de Eems nabij de Eemshaven Gr.) onderzoek gedaan aan Visdieven en Noordse Sterns. Onderwerpen van het onderzoek waren plaatstrouw en dispersie van de vogels die op het nieuwe eiland zijn gaan broeden, ruimtegebruik tijdens het foerageren en de voedselkeuze.

Het eerste deel van het onderzoek bestond uit het analyseren van de herkomst van de broedende Sterns op dit eiland. Hierbij is gebruikt gemaakt van de reeds beschikbare kleurringgegevens uit de al langer lopende RAS-projecten van Derick Hiemstra, aangevuld met aflezingen uit 2021. Net als in 2020 hadden de meeste in 2021 aanwezige geringde sterns het voorgaande jaar ook op eiland Stern gebroed. Tussen de Noordse Sterns zaten ook twee individuen afkomstig van Griend. Bij de Visdieven waren er ook immigranten uit andere delen van de Eems-Dollard en enkele van verder weg uit de Waddenzee.

In 2020 zijn eerste ervaringen opgedaan met zenderonderzoek om het ruimtegebruik van foeragerende Visdieven in kaart te brengen. Dit is in 2021 voortgezet door zes Visdieven te zenderen en tevens vier Noordse Sterns. Hierbij is er een ander type GPS-zender gebruikt dan in 2020, namelijk zenders voorzien van een zonnepaneel die draadloos en geautomatiseerd zijn uit te lezen met een in de kolonie geplaatste ontvanger. Deze zenders zijn door middel van een leg-loop tuigje op de ruggen van de vogels bevestigd. Op basis van de tracks van 2021 blijken

Visdieven en Noordse Sterns heel vergelijkbaar te zijn in hun ruimtegebruik. Het grootste verschil tussen de soorten was dat Noordse Sterns gemiddeld minder vaak de Waddenzee op gingen dan de Visdieven en nog meer in de Eems zelf bleven. Beide soorten maakten in het broedseizoen maar weinig gebruik van de Noordzee. Binnen de Waddenzee en Eems-Dollard hadden ze beide een duidelijke voorkeur (meer zenderposities dan te verwachten op basis van het relatieve oppervlak) voor het habitattype 'hoogdynamisch laag litoraal'. Dit zijn de randen van de grote geulen en de ondiepere vertakkingen hiervan. Visdieven vertoonden ook een voorkeur voor laag dynamische sublitoraal, maar Noordse Sterns niet. Dit is een sub-habitat dat meer aanwezig is in de Waddenzee dan in de Eems-Dollard.

Haringachtige vissen waren bij zowel Visdieven als Noordse Sterns de belangrijkste prooi-soort, ongeacht de fase van het broedseizoen. Dit komt overeen met eerdere resultaten op basis van nestcamera's in de Eemshaven en op broedeiland Stern. De analyse van de verzamelde poepmonsters, onder de verantwoordelijkheid van de Rijksuniversiteit Groningen, zal een aanvullend beeld geven van de soortendiversiteit in het dieet van beide soorten sterns en eventuele verschillen tussen 2020 en 2021.

Voortzetting van het zender- en voedselonderzoek in 2022 wordt ten eerste aangeraden om de zeggingskracht van de steekproeven te vergroten en inzicht te krijgen in verschillen tussen jaren.

Summary

During the breeding season of 2021, Common Terns and Arctic Terns were studied on breeding island Stern, which is located in the Ems estuary near Eemshaven Port. This research focused on site fidelity and dispersal of the birds breeding on this island, their habitat use during foraging trips and prey choice.

Since 2007, terns are being color ringed in this region by Derick Hiemstra, as part of the RAS (Recapturing Adults for Survival) project of the Dutch Ringing Centre. Based on this data set and additional resightings collected during the breeding season, the site fidelity and dispersal could be analyzed. Similar to 2020, most of the breeding birds that were resighted had been breeding on the island in previous years as well. Among the Arctic Terns, there were two individuals identified that originated from island Griend, which is located in the western part of the Wadden Sea. Some Common Terns had previously been breeding in other colonies in the Ems estuary or the Dutch Wadden Sea.

In 2020, a pilot study was performed with GPS tags on Common Terns in the Ems estuary. This study was continued in 2021 on island Stern on six Common Terns and four Arctic Terns. The tags that were used in 2021 have a solar panel and are able to transfer data wirelessly to a base station located in the colony, unlike those from 2020, that had to be recaptured and did not have a solar panel. The tags

are attached to the birds using a leg-loop harness. Based on the results of 2021, Common Terns and Arctic Terns appear to be mostly similar in their habitat use. The main difference was that Arctic Terns stayed mostly in the estuary, whereas Common Terns often went to the Wadden Sea. The North Sea was barely used during the breeding season. The Wadden Sea and estuary can be divided in several habitats, based on the water depth and hydrodynamics. Both species spend more time in the high dynamic, low littoral parts, i.e. the edges of the main tidal gully and the tidal creeks. Common Terns also showed a preference for the low dynamic sublittoral parts, unlike Arctic Terns. This type of habitat is more abundant in the Wadden Sea than the Ems estuary.

Analysis of photo's showing prey items brought to the colony, showed that Herring/Spat was the most abundant prey type for both Common Terns and Arctic Terns during the entire breeding season. This was also found in previous years. Also, feces of chicks from both species were collected in 2020 and 2021, to gain more detailed information of the variation in prey and variation between years. These results will be reported by the University of Groningen and are not included in this report.

Continuation of tracking diet research in 2022 is recommended, to increase the sample size and gain insight in variation between years.

1. Inleiding

In het broedseizoen van 2021 is op broedeiland Stern onderzoek gedaan aan Visdieven en Noordse Sterns. Dit eiland is in de winter van 2017/2018 aangelegd in de Eems nabij de Eemshaven (figuur 1), als compensatiemaatregel voor verlies van broedgebied in de Eemshaven en ter vermindering van het aantal aanvaringslachtoffers door (nieuwe) windturbines en hoogspanningslijnen in en rond de Eemshaven (Brenninkmeijer *et al.* 2019). Een uitgebreide beschrijving van het eiland is te vinden in de Boer & Ubels (2021). Sinds 2018 wordt hier jaarlijks een broedvogelinventarisatie uitgevoerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland (de Boer & Koffijberg 2019, de Boer 2019, 2021, De Boer & Ubels 2021). In 2020 werd op het eiland voor het eerst aanvullend onderzoek gedaan aan het foerageergedrag van Visdieven met behulp van eenvoudige gps-loggers (Manche & Loonen 2021). Het doel van dit onderzoek is om inzicht krijgen in het foerageergedrag en ruimtegebruik van de sterns.

In 2020 werden Visdieven gedurende circa 5 dagen gevolgd in de laatste dagen van de eifase om ervaring op te doen met het zenderwerk aan deze soort en een eerste indruk te krijgen van hun verplaatsingen. In het seizoen van 2021 is dit onderzoek voortgezet met een ander type GPS-zender. Deze zenders zijn voorzien van een zonnepaneel, in tegenstelling tot die van 2020, waardoor de sterns voor langere tijd ge-

volgd kunnen worden. Dit biedt de mogelijkheid om te zien of het ruimtegebruik verandert naarmate de jongen groter worden en meer voedsel nodig hebben. Daarnaast zijn er in 2021 niet alleen Visdieven, maar ook Noordse Sterns gezenderd, waardoor een vergelijking tussen deze soorten mogelijk is. Aanvullend is via camerabeelden het voedselaanbod voor de jongen geanalyseerd.

Ander aanvullend onderzoek dat in 2021 gedaan is, is het kleurringen van adulte Visdieven en Noordse Sterns en het aflezen van ringen uit eerdere jaren. Hierdoor kan er een analyse gemaakt worden van de herkomst van de sterns op dit relatief nieuwe broedeiland. Het aflezen van kleurringen had tevens als doel om Noordse Sterns in beeld te krijgen die een geolocator aan hun ring dragen. In 2017 en 2018 zijn enkele tientallen jonge vogels van een dergelijke logger voorzien om hun trekroute in beeld te krijgen. Om de gegevens uit te lezen is het noodzakelijk om deze vogels terug te vangen.

Dit rapport doet verslag van de resultaten van beide onderzoeken. Eerst worden de gebruikte methodes beschreven, vervolgens de resultaten van 2021. In de aansluitende discussie wordt ingegaan op de resultaten, een vergelijking gemaakt met 2020 en de gebruikte zenders besproken.



Figuur 1. Ligging van eiland Stern in de Eems-Dollard, ten zuiden van de Eemshaven. The location of island Stern in the Ems estuary, southward of Eemshaven Port.

2. Methoden

2.1. Ringonderzoek

In de Eems-Dollard regio wordt sinds 2007 intensief kleurringonderzoek uitgevoerd door Derick Hiemstra binnen het kader van RAS (*Recapturing Adults for Survival*) projecten van het Vogeltrekstation. Dit heeft ertoe geleid dat er een groot aantal geringde Visdieven en Noordse Sterns aanwezig is in de Eems-Dollard regio. Hierdoor kan er achterhaald worden waar de vogels die gebruik maken van broedeiland Stern voorheen hebben gebroed, en of deze vogels terug blijven keren naar dit eiland. De kleurringen gebruikt in dit project zijn inscriptieringen met 3 letters en/of cijfers bij Visdieven en 2 bij Noordse Sterns.

2.1.1. Aflezen (kleur)ringen en opsporen geolocators

Om de ringen van deze vogels af te lezen is er veel gebruik gemaakt van nestcamera's, voornamelijk bij Noordse Sterns. In voorgaande jaren zijn met behulp van geolocators de migratieroutes van adulte Noordse Sterns uit de Eemshaven in kaart gebracht (Fijn et al 2013; Manche 2019). Geolocators wegen minder dan 1 gram en worden aan de kleurring bevestigd. Ze registreren vervolgens, gedurende maximaal 23 maanden, de tijd en lichtintensiteit. Op basis hiervan kan per dag de locatie berekend worden; de daglengte geeft de lengtegraad, en het tijdstip van middernacht de breedtegraad. Noordse Sterns kunnen vanaf het derde kalenderjaar gaan broeden. Het is nog onbekend waar deze vogels hun eerste twee levensjaren doorbrengen. Daarom zijn er in eerdere seizoenen in totaal 34 juveniele Noordse Sterns voorzien van een geocator; 6 op de Punt van Reide in 2017, en 28 op eiland Stern in 2018. Om de data van een geocator te kunnen uitlezen, moet de drager worden teruggevangen. Hiervoor moet eerst bekend zijn welke nesten bij de individuen met geolocators horen. Daarom lag de nadruk van het gebruik van nestcamera's bij de Noordse Sterns. Nestcamera's werden telkens aan het eind van een bezoek aan de kolonie bij de nesten gezet, en bij het eerstvolgende bezoek verplaatst naar nieuwe nesten. Hierbij werden de geheugenkaarten en, indien nodig de batterijen, in de camera's vervangen.

Verder werden er in de kolonie, vanuit een vaste of mobiele schuilhut, actief ringen afgelezen bij beide soorten, met behulp van een telescoop of camera met telelens. Met name aan het eind van het seizoen waren er veel geringde vogels, al dan niet met jongen, af te lezen op het strandje aan de westkant van het eiland. Bij de nesten was dit vaak lastiger door de

hoge vegetatie. Ten slotte zijn er ook adulte broedvogels gevangen op het eiland (zie volgende paragraaf). Hierbij werden niet alleen ongeringde vogels maar ook reeds geringde individuen gevangen.

2.1.2. Ringen van jongen en adulten

Om het aandeel geringde vogels op peil te houden werden, zoals elk jaar, adulte vogels gevangen en voorzien van kleurring. Dit werd voornamelijk gedaan met een tentval op het nest. Dit is een net van 45 x 45 cm dat dichtklapt op het moment dat de vogel op het nest gaat zitten. Om beschadiging van de eieren te voorkomen werden deze tijdelijk vervangen door nepeieren. Een andere methode waarmee sterns werden gevangen was door middel van een mistnet. Dit net werd in de kolonie geplaatst met daaronder een opgezette Zilvermeeuw. Wanneer de sterns deze meeuw probeerden aan de vallen, doken ze in het mistnet en bleven daarin vastzitten.

Zodra een vogel gevangen was werd deze uit het vangmiddel verwijderd en geringd. Er werd zoveel mogelijk vanuit een schuilhut gewerkt om de verstoring in de kolonie te beperken. De vogels zijn voorzien van een roestvrijstalen ring van het Vogeltrekstation en een kleurring. Daarnaast werd de lengte van vleugel, kop+snavel en tarsus gemeten en werd de vogel gewogen. Aanvullend zijn bij de Visdieven het aantal oude handpennen genoteerd en is bij Noordse Sterns de lengte van de staartvork gemeten. Vervolgens werden de vogels direct weer losgelaten.

Er worden ook jaarlijks jongen geringd van beide soorten. Bij Noordse Sterns werden zoveel mogelijk jongen van een metalen ring voorzien en grote, bijna vliegvlugge jongen ook van een kleurring. Bij Visdieven werden vanwege het grote aantal nesten op eiland Stern voornamelijk jongen in enclosures geringd. Ook bij deze soort zijn er een aantal grote jongen van kleurring voorzien. In andere kolonies in de Eems-Dollardregio zijn Visdieven ook veelvuldig buiten enclosures ge(kleur)ringd.

2.1.3 Analyse ringgegevens voor herkomst sterns

Om de herkomst van de sterns te achterhalen is een overzicht gemaakt van alle afgelezen kleurringen en metalen ringen op eiland Stern. Hoewel er ook veel aflezingen gedaan zijn bij de uitlaat van de Eemscentrale, net ten noorden van het eiland, zijn deze niet meegenomen omdat er hierbij te weinig zekerheid is dat deze vogels ook daadwerkelijk op eiland Stern gebroed hebben. Omdat het aannemelijk is dat aan het begin en eind van het broedseizoen

sterns uit verschillende gebieden het eiland als rustplaats gebruiken zijn waarnemingen heel vroeg en heel laat in het seizoen ook niet meegenomen.

Van de resterende waarnemingen is vervolgens uitgezocht waar en wanneer de betreffende vogel voor het laatst gezien was tijdens een broedseizoen. Als dit meer dan drie jaar geleden was, is deze niet meegenomen in de resultaten. Van de vogels die wel recent in een kolonie zijn waargenomen is een overzicht gemaakt met aantal vogels per herkomstlocatie. Ter vergelijking is dit ook gedaan voor de jaren 2018-2020, oftewel de gehele periode waarin eiland Stern in gebruik is door sterns.

2.2. Zenderonderzoek

2.2.1. Type zenders en instellingen

In 2020 is gebruik gemaakt van zes eenvoudige gps-zenders geproduceerd door de firma Pathtrack. Deze kunnen worden opgeladen met een kabel en vervolgens gebruikt om elke 5 minuten data te verzamelen totdat de batterij leeg is. Om de data vervolgens te kunnen uitlezen, moet de zender met een kabel aan een computer verbonden worden. Dit betekent dat het noodzakelijk is om de vogel terug te vangen en de zender te verwijderen.

Omdat vogels alleen gericht gevangen kunnen wor-

den op het moment dat ze een nest hebben, was het met dit type zender niet mogelijk om data te verzamelen tijdens de jongenfase. Mede daarom is in 2021 gekozen om met een tweede type gps-zender te werken; Pathtrack nanoFix RF. Hierbij staat RF voor de mogelijkheid om draadloos data door te sturen naar een ontvanger die in de kolonie is geplaatst, waardoor terugvangen van de vogels niet meer noodzakelijk is. In aanvulling hierop heeft dit type zender ook een zonnepaneel, waardoor de batterij wordt bijgeladen. De capaciteit van dit zonnepaneel is echter beperkt, waardoor het gps-interval gebruikt in 2020, elke 5 minuten een locatie gedurende circa 5 dagen, niet haalbaar is met de Pathtrack nanoFix. In plaats daarvan zijn de zenders ingesteld op een gps-interval van 40 minuten. Om batterij nog meer te sparen zijn de zenders 's nachts niet actief gemaakt. In 2020 bleek namelijk dat de sterns zich tijdens de nacht niet of nauwelijks verplaatsen. De zenders proberen elke 90 minuten contact te maken met de ontvanger om de data te verzenden.

2.2.2 Vangen en zenderen

Op eiland Stern zijn vier Noordse Sterns en zes Visdieven uitgerust met een Pathtrack nanoFix GEO RF zender (foto 1). Voorafgaand aan het zenderen zijn twee enclosures geplaatst, een met 13 visdief-nesten en een met 11 nesten van Noordse Sterns. Binnen deze enclosures zijn de vogels gevangen die van een zender zijn voorzien. Het vangen en ringen

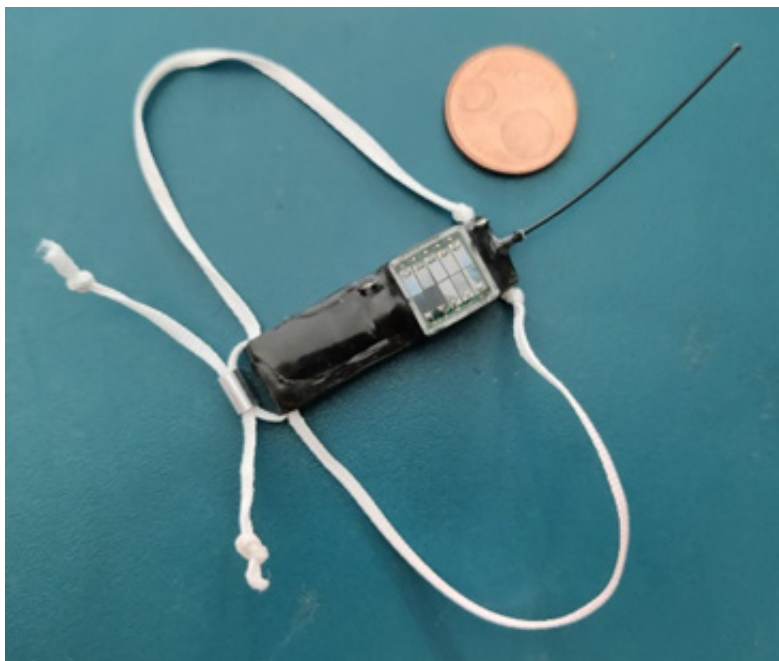


Foto 1. Pathtrack nanoFix GEO RF zender met zonnepaneel, voorzien van een tuigje. Aan de onderkant zit een aluminium draadklem om het tuigje op de juiste lengte vast te kunnen zetten. Pathtrack nanoFix GEO RF with solar panel and leg-loop harness. The harness will be secured with a knot on the bottom and aluminum crimp.



Foto 2. Noordse Stern met op de rug een Pathtrack nanoFix GEO RF zender. De zender is bevestigd door middel van een leg-loop. Arctic Tern with Pathtrack nanoFix GEO RF attached, using a leg-loop harness.

is uitgevoerd zoals omschreven in paragraaf 2.1.3. De sterns werden gevangen in de laatste dagen van de eifase of met net uitgekomen eieren, om het risico op nestverlating te minimaliseren. In aanvulling op het gewone ringwerk is een bloedmonster afgenomen voor geslachtsbepaling. Hiervoor is de ader op de ondervleugel (*carpal vein*) aangeprikt en vervolgens een druppel bloed met een capillair opgenomen en bewaard in ethanol. Als laatste stap werd de zender aangebracht op de onderrug van de sterns, op zijn plaats gehouden door een *leg-loop* tuigje (foto 2). Hiervoor is 2.5 mm breed lint gebruikt (7706-.10” *natural tubular spectra tape*, Bally Ribbon Mills). De uiteinden van dit lint zijn aan elkaar vastgezet met een aluminium draadklem en een knoopje.

Gedurende de weken die volgden zijn de enclosures gemiddeld tweemaal per week gecontroleerd (een overzicht van de bezoeken is te vinden in tabel 1), waarbij de nestinhoud genoteerd werd en jongen geringd en gemeten. De maten die bij de jongen genomen werden zijn kop+snavelengte en gewicht. Bij grote jongen werd dit soms aangevuld met de vleugellengte. Op deze manier konden de groei van de jongen en het uitvliegsucces bepaald worden en vergeleken met dat van de overige sterns, om een eventueel effect van het zenderen van de ouders vast te kunnen stellen.

Onderdeel van het plan voor dit seizoen was om in juli nog enkele sterns te zenderen met de zenders (zonder RF) die niet gebruikt waren in 2020. Omdat deze teruggevangen moeten worden, kost dit relatief veel tijd en kon dit niet in een eerdere fase van het seizoen. Dan zouden er te veel activiteiten in de kolonie zijn en daarmee te veel verstoring. Toen er qua tijd en verstoring ruimte leek te komen om deze zenders toch te gaan gebruiken, werden pootafdrukken van een vos aangetroffen op het eiland. Hierop is besloten af te zien van het gebruik van deze zenders.

Op Oterdum (een broedeiland bij Delfzijl) werd wel een Vissief voorzien van een eenvoudige zender (zonder RF), met dezelfde methode gebruikt als in 2020 (Manche & Loonen 2021). Dit houdt in dat de zender met behulp van tape op de middelste vier staartpennen werd aangebracht, zo dicht mogelijk tegen het lichaam aan. Het uiteinde van de tape werd vervolgens met secondelijm extra vastgeplakt. Alle andere handelingen bij deze vogel waren identiek. Om deze vogel en de zender weer terug te vangen, is gebruik gemaakt van hetzelfde vangmiddel, maar dan op afstand bestuurd in plaats van door middel van een struikeldraad. Op deze manier kon worden voorkomen dat de partner werd gevangen in plaats van de zendervogel. Na terugvangst kon de zender worden verwijderd van de staart en uitgelezen via

een usb-kabel.

Omdat dit slechts één individu met vier dagen data betreft en de instellingen anders zijn dan bij de gezenderde vogels op eiland Stern, is er geen goede vergelijking te maken. De resultaten van deze zender worden dan ook niet verder geanalyseerd in dit rapport, maar er is wel een kaartje van deze vogel opgenomen in bijlage 1. Een korte beschrijving van de data is te vinden in paragraaf 3.2.

2.2.3. Gegevens uitlezen en analyse

Om de gegevens van de Pathtrack nanoFix GEO RF zenders te kunnen binnenhalen is op het midden van eiland Stern een ontvanger geplaatst, bevestigd aan een houten paal op circa 2 meter hoogte. De zenders proberen elke 90 min contact te maken met deze ontvanger en gegevens door te sturen. Het bereik van de ontvanger is circa 2,5 km. Indien het lukt om gegevens door te sturen, worden deze op de ontvanger opgeslagen en kunnen vervolgens via een usb kabel op een laptop worden gedownload. De ontvanger is regelmatig uitgelezen tijdens de bezoeken aan het eiland. Op 9 augustus stond er voor het laatst data op; half oktober is de ontvanger weggehaald. De zenders berekenen zelf geen gps-locaties, maar slaan alleen gegevens van de satellieten op. Hierdoor verbruiken ze minder energie dan andere typen gps-zenders. De bestanden die naar de ontvanger worden doorgestuurd en vervolgens gedownload, moeten dus eerst nog worden bewerkt voordat de routes van de vogels zichtbaar zijn. Dit gebeurt met behulp van de software *Pathtrack Host*. Verdere analyse en visualisatie van de gps-data is gedaan in R versie 4.0.4 (R Core Team 2021). Omdat het met een gps-interval van 40 minuten niet goed mogelijk is om onderscheid te maken tussen punten (posities) die horen bij foerageren en overige punten, is onderzocht hoe het ruimtegebruik in het algemeen is, in plaats van specifiek het gebruik van foeragegebieden.

Alle gps-punten zijn toegewezen aan een habitatype. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Ecotopenkaart van de Waddenzee door Baptist *et al.* (2019). Alle punten die binnen deze shapefile vielen zijn toegewezen aan ‘Waddenzee’ of ‘Eems-Dollard’, afhankelijk van de breedtegraad (grenswaarde 53.445 N, zie figuur 7). Punten die ten noorden van de shapefile van de Ecotopenkaart lagen zijn geassocieerd als ‘Noordzee’. Op basis van de TOP100NL (Kadaster) dataset zijn gps-punten toegewezen aan de categorie ‘Binnenwater’ toegewezen; hieronder vallen alle meren, vennen, plassen en watergangen. Omdat de TOP100NL zich beperkt tot Nederland, zijn gps-punten in Duitsland handmatig aan deze categorie toegevoegd op basis van satellietbeelden. Vervolgens is de categorie ‘Kolonie’ toegevoegd, waarin alle

punten binnen 300 m uit het middelpunt van eiland Stern vallen. Op dezelfde manier zijn de categorieën ‘Eemshaven’ (alle punten in de haven zelf) en ‘Uitlaat Eemscentrale’ (alle punten binnen 300 m van deze uitlaat) toegevoegd. De punten die daarna nog niet ingedeeld waren, zijn geclassificeerd als ‘Land’.

Doordat de enclosures met zendervogels regelmatig werden gecontroleerd is voor elke vogel bekend wanneer het eerste kuiken geboren werd (+/- 1 dag). Deze informatie is toegevoegd aan de gps-data en op basis hiervan is de dataset opgedeeld in vijf periodes; Eieren, jongen 0-7 dagen, jongen 8-14 dagen, jongen 15-21 dagen en jongen > 21 dagen oud. Bij Noordse Sterns zijn de jongen na 21-23 dagen vliegvlug, bij Visdieven na 23-25 dagen. Beide soorten blijven de jongen na uitvliegen nog geruime tijd voeren. Vervolgens is geanalyseerd hoe de gps-punten over eerdergenoemde gebieden verdeeld zijn in elke fase van het broedseizoen, en hoe groot de variatie hierin is tussen individuen. Dit laatste is alleen gedaan voor de periode waarin de jongen 0-21 dagen oud zijn, omdat het aantal gps-punten per individu in die periode het meest vergelijkbaar is.

In de discussie wordt een vergelijking gemaakt tussen de data van 2020 en 2021. Hiervoor is dezelfde gebiedsindeling gebruikt, maar is alleen gebruik gemaakt van de data uit de eifase. Dit is gedaan omdat uit 2020 alleen uit deze periode gegevens beschikbaar zijn. In 2020 waren er ook gps-punten uit de nacht (23:00 – 04:00 uur), terwijl dit voor 2021 niet het geval is. Deze zijn daarom uit de data van 2020 gehaald voor deze vergelijking.

Omdat er binnen de Waddenzee en Eems-Dollard veel variatie is in habitat, is vervolgens voor de gps-punten binnen deze gebieden ook onderzocht welke subhabitats gebruikt werden. Hiervoor zijn uit de Ecotopenkaart van Baptist *et al.* (2019) de variabelen Diepte en Hydrodynamica gebruikt. De eerste indeling varieert van diep sublitoraal (>5 m beneden de laagwaterlijn) tot kwelder, de tweede categorie is onderverdeeld in hoogdynamisch (maximale stroomsnelheid $\geq 0,8$ m/s) en laagdynamisch (<0,8 m/s). Voor elke fase van het broedseizoen is geanalyseerd hoe de gps-punten verdeeld zijn over deze subhabitats.

Omdat niet alle subhabitats even veel oppervlak beslaan is de mate van voorkeur voor gebruik van bepaalde subhabitats uitgedrukt in Ivlev's selectiviteitsindex (Ivlev 1961). Hiervoor zijn ca. 5000 willekeurige punten gegenereerd binnen 25 km van de kolonie en toegewezen aan de subhabitats. Met de formule $E_i = (r_i - p_i) / (r_i + p_i)$ is de *Ivlev electivity index* (E_i) per individu berekend voor elk subhabitat.

Hierbij is r_i het aandeel van het subhabitat in het ruimtegebruik van het individu en p_i het aandeel van dat subhabitat in de omgeving. Dit levert een waarde op tussen -1 en 1, waarbij negatieve waarden een indicatie zijn voor vermindering van het subhabitat en positieve voor een voorkeur voor het subhabitat. Er is hierbij niet gecorrigeerd voor de tijd dat een gebied onder water staat omdat, zoals eerder genoemd, de analyse gericht is op ruimtegebruik in plaats van foerageergebied. Hierdoor zijn er ook gps-punten op drooggevallen wadplaten. Hier kunnen de sterns mogelijk macrofauna vangen in ondiepe poeltjes, maar zulke wadplaten worden ook gebruikt om te rusten en poetsen. Corrigeren voor de droogvalduur zou dan leiden tot een overschatting van de voorkeur voor dergelijke subhabitats.

2.3. Voedselonderzoek

2.3.1. Foto's van sterns met prooien

Voor beide soorten was er een aparte enclosure waarin naast de gezenderde vogels ook enkele andere sterns hun nest hadden. Bij elke enclosure zijn drie camera's geplaatst (type Spypoint Force Dark), op circa 50 cm hoogte aan een houten paal die deel uitmaakte van de enclosure zelf. De camera's waren elk gericht op een andere hoek van de enclosure, waardoor ze gezamenlijk vrijwel de gehele enclosure in beeld hadden. Doordat de gezenderde vogels allemaal een kleurring dragen, zouden deze op basis daarvan van de overige vogels in de enclosure onderscheiden kunnen worden. Bij het ringen is afwisselend aan de linker of rechterpoot geringd. Op die manier kan, als de inscriptie op een foto moeilijk leesbaar is, eenvoudig een deel van de individuen worden uitgesloten. De camera's waren 24 uur per dag actief en maakten wanneer er beweging werd waargenomen drie foto's achter elkaar. Op die manier is de kans op een foto met leesbare ring groter dan met slechts één foto per keer. De accu's en geheugenkaarten van de camera's zijn regelmatig vervangen. De foto's zijn opgeslagen in OneDrive.

Na afloop van het seizoen waren er op deze manier ruim 130.000 foto's gemaakt. Vanwege dit grote aantal is gekozen om een selectie te maken van enkele dagen uit de periode waarin de zendervogels gemiddeld nog kleine jongen hadden (voor Noordse Stern 7-10 juni, voor Visdief 11-15 juni) en voor enkele dagen toen de meeste jongen ruim een week oud waren (Noordse Stern 15, 18 en 19 juni, Visdief 18 en 21 juni). Bij de Visdieven zat er variatie in de uitkomstdatum van de jongen, maar omdat de ringen vrijwel nooit leesbaar in beeld kwamen is ervoor gekozen om uit te gaan van de gemiddelde uitkomstdatum. Om dezelfde reden zijn ook alle sterns die met

prooi in beeld kwamen meegenomen in de analyse, in plaats van alleen de gezenderde vogels. Omdat de geboorte van de jongen van de zendervogels groten-deels samenviel met de geboortepiek op het eiland geeft dit een redelijk goed beeld van het voedselaanbod van jongen in deze twee leeftijdsklassen.

Aanvullend op de nestcamera's zijn op 4, 6 en 7 juli ook foto's gemaakt van met vis in de snavel over de kolonie vliegende sterns, met een spiegelreflexcamera voorzien van telelens. Dit leverde foto's op van 198 verschillende prooiaanvoeren.

2.3.2. Analyse van foto's met prooien

De prooien op de foto's (zie foto 3 voor een voorbeeld) van de cameravallen zijn geanalyseerd door Karlijn Pranger (HAS Hogeschool, Den Bosch) en de foto's die met een telelens gemaakt zijn door Bram Ubels (Sovon). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen haringachtigen (zoals Haring, Sprot en Spiering), Zandspiering, platvissen en ongewervelden. Andere soorten zijn niet in beeld gekomen, wel was 32 foto's de prooi te slecht zichtbaar voor determinatie, op een totaal van 498 geanalyseerde foto's. Daarnaast

is de lengte van de prooi geschat ten opzichte van de snavellengte. Dit is gedaan in stapjes van 0,25 snavellengtes. Bij 26 prooien was dit door de hoek ten opzichte van de camera niet goed te schatten, deze zijn niet meegenomen in de verdere analyse.

De lengte van de prooi is van snavellengtes omgerekend naar centimeters door deze te vermenigvuldigen met de gemiddelde snavellengte, 3,6 cm bij Visdieven en 3,2 cm bij Noordse Sterns. Vervolgens is de massa van de vissen berekend met de formule: $Massa\ zoutwatervis\ (g) = 0,006078 * Lengte^{3,0916}\ (cm)$ (Brenninkmeijer *et al.*, 2002). Tenslotte is de energetische waarde van elke prooi berekend door de massa te vermenigvuldigen met de gemiddelde energetische waarde van de betreffende soort(groep). Voor haringachtigen en Zandspiering is 6,7 kJ/g aangehouden en voor platvissen 3,5 kJ/g (Brenninkmeijer *et al.*, 2022).

2.3.3. Poepmonsters

In 2020 zijn er op eiland Stern voor het eerst poepmonsters verzameld van Visdieven en Noordse Sterns. Dat is in 2021 voortgezet door opnieuw 30



Foto 3: Noordse Stern landt met een haringachtige vis in de enclosure, vastgelegd door middel van een cameraval. Arctic Tern entering the enclosure with a Herring/Sprat prey item, captured by a camera trap.

monsters te verzamelen; 15 voor elke soort. Deze monsters zijn genomen van jongen uit de enclosures voor het zenderonderzoek. Indien mogelijk van de jongen van gezenderde vogels, maar om de verstoring te beperken ook van andere jongen als deze eerder poepten. De jongen werden hiervoor in een bakje geplaatst met op de bodem bakpapier. Zodra er gepoept was werd het jong eruit gehaald en het monster in een buisje met alcohol gegoten. Deze buisjes

waren vooraf voorzien van unieke nummers, die bij de ringgegevens genoteerd werden.

Na afloop van het veldwerk werden deze monsters in een koelkast bewaard. Analyse wordt uitgevoerd door Wageningen Universiteit. Deze resultaten zullen afzonderlijk worden gerapporteerd door de Rijksuniversiteit Groningen.

Tabel 1. Overzicht van de bezoeken aan eiland Stern en Oterdum ten behoeve van het onderzoek. Daarnaast werden er door Bram Ubels (Sovon) en Peter de Boer (Sovon) aanvullende bezoeken gebracht voor het broedsucces op het eiland en door Derick Hiemstra voor ringonderzoek. Overview of dates on which research was carried out. Additional visits by other researchers are not listed.

Datum	Voornaamste activiteit
06-05-2021	Nesten markeren, ringen aflezen
10-05-2021	Nesten markeren, eerste Visdief nesten
18-05-2021	Nesten markeren, eerste Noordse Stern nesten
19-05-2021	Adulte sterns vangen, nestcamera's
23-05-2021	Adulte sterns vangen, nestcamera's
01-06-2021	Enclosures voor zenderen plaatsen
02-06-2021	Eerste Noordse Stern zenderen
06-06-2021	3 Noordse Sterns en 6 Visdieven zenderen
07-06-2021	Enclosures controleren
10-06-2021	Visdief Oterdum zenderen
14-06-2021	Gezenderde Visdief Oterdum terugvangen
16-06-2021	Enclosures controleren, ontvanger uitlezen
19-06-2021	Enclosures controleren, poepmonsters verzamelen
24-06-2021	Enclosures controleren, poepmonsters verzamelen
28-06-2021	Enclosures controleren, poepmonsters verzamelen
01-07-2021	Ringen aflezen, pootafdrukken vos binnen het raster
04-07-2021	Enclosures controleren
07-07-2021	Enclosures controleren, ringen aflezen
16-07-2021	Ringen aflezen, jongen uit de enclosures uitgevlogen
09-08-2021	Ontvanger uitlezen

3. Resultaten

3.1. Herkomst sterns

Op basis van ringaflezingen is onderzocht wat de herkomst is van de Visdieven en Noordse Sterns die gebruik maakten van eiland Stern. Hierbij is een selectie gemaakt van de waarnemingen die, op basis van gedrag of datum, waarschijnlijk broedvogels betreffen. Van 71 Visdieven en 67 Noordse Sterns was op deze manier bekend waar ze in minimaal één jaar in de periode 2018-2020 tijdens het broedseizoen verbleven. Dit is ook gedaan voor de eerdere jaren waarin het broedeiland gebruikt werd (sinds 2018). Deze resultaten zijn weergegeven in figuur 2, waarbij in de donkere kleuren is weergegeven waar de vogels in het voorgaande jaar zaten. Als daar geen waarnemingen van zijn, is in lichte kleur de meest recente locatie weergegeven mits dit niet meer dan drie jaar terug was.

Hieruit blijkt dat het overgrote deel van de vogels die in beeld kwamen, in eerdere jaren ook al op eiland Stern heeft gebroed, zowel bij de Visdieven als Noordse Sterns. Bij de Visdieven kwamen er

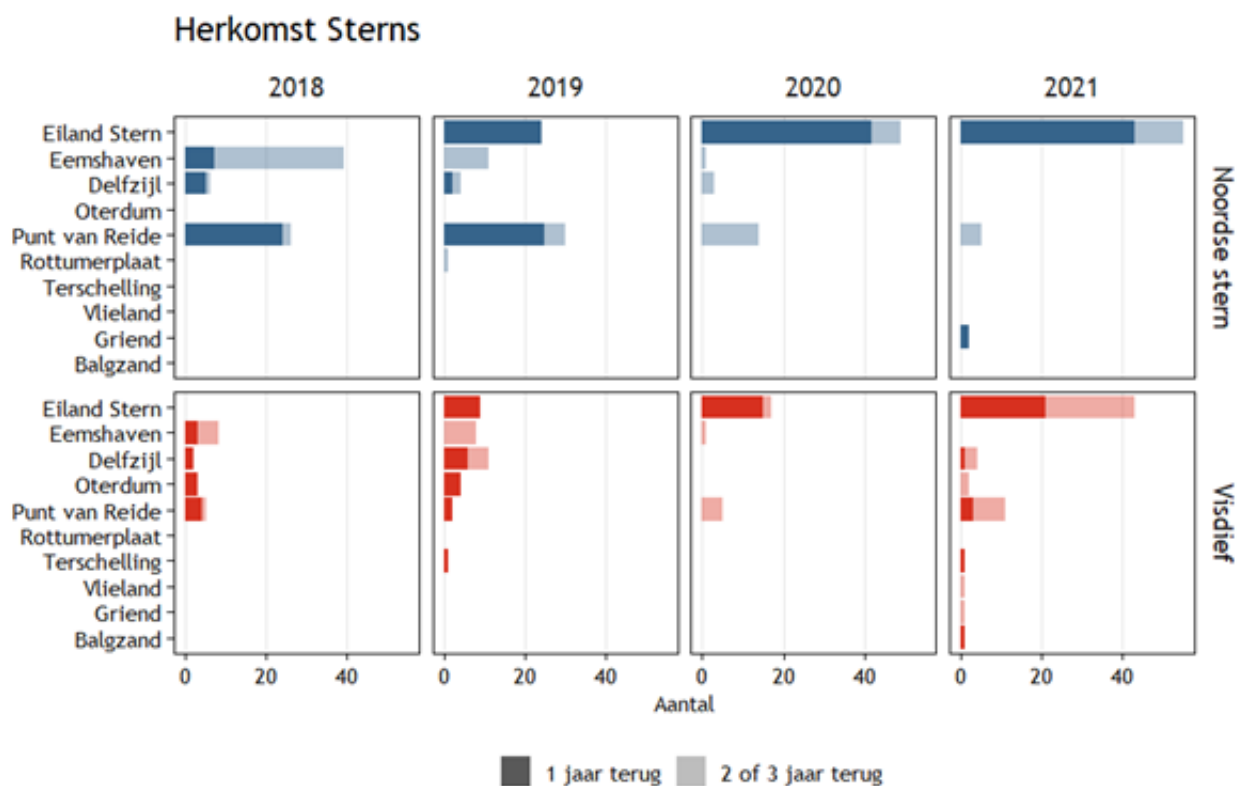
verder een aantal vogels uit andere gebieden binnen de Eems-Dollard in beeld. Opvallend was dat er in 2021 ook enkele sterns uit andere delen van de Waddenzee gezien werden.

Er zijn vrijwel geen gegevens van vogels die op eiland Stern gezeten hebben maar nu weer op een andere locatie zijn gaan broeden. Van één Visdief is bekend dat die in 2019 op het eiland zat en zowel in 2020 als 2021 op het dak van het douanegebouw in de Eemshaven is gaan broeden. Een andere Visdief die in 2019 op het eiland zat was in 2020 uit beeld en werd in 2021 met jongen gemeld op een dukdalf in Delfzijl. Andere verplaatsingen zijn niet bekend. Hierbij moet worden bedacht dat de waarneemkans van geringde sterns op locaties elders vaak lager zal zijn dan op eiland Stern.

3.2. Zenderonderzoek

3.2.1. Overzicht gezenderde sterns

De eerste vogel (Noordse Stern W-SR) werd op 2



Figuur 2. Herkomst van Noordse Sterns (boven) en Visdieven (onder) die in verschillende jaren gebruik gemaakt hebben van eiland Stern. In donkere kleuren de locatie waar ze het voorgaande broedseizoen zaten. Als dit niet bekend is, maar wel waar ze 2 of 3 jaar eerder zaten, is dit met een lichtere kleur weergegeven. Previous breeding locations of Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom) that were breeding on island Stern in 2021. In dark is shown where they were breeding in 2020. If this is unknown, the breeding location of 2019 or 2018 is given in lighter color.

juni 2021 gezenderd. De eerste twee dagen kwamen er op de ontvanger data binnen van deze zender, maar daarna niet meer. De vogel is daarna niet meer met zekerheid waargenomen, maar het nest is wel uitgekomen en er zijn twee jongen uitgevlogen, waardoor het zeer onwaarschijnlijk is dat deze vogel het nest verlaten heeft. Doordat dit de eerste vogel was, is het aannemelijker dat de zender is afgefallen doordat het tuigje niet goed heeft gezeten.

Op 6 juni werden nog drie Noordse Sterns en zes Visdieven gezenderd. Deze keer werd het tuigje iets strakker aangetrokken, en de zenders hebben allemaal minimaal een maand aan data opgeleverd.

Waarschijnlijk zijn ze daarna niet meer binnen het bereik van de ontvanger gekomen omdat het broedseizoen voor deze vogels toen voorbij was. Figuur 3 geeft een overzicht van alle data; aparte kaarten per individu zijn te vinden in bijlage 2. Op Oterdum werd op 10 juni nog een Visdief van een tijdelijke zender voorzien, en op 14 juni weer teruggevangen. Deze zender heeft vier dagen aan data opgeleverd (figuur 3, bijlage 1).

Het meest opvallende resultaat was dat Visdief W-ERS op 17 juni 's ochtend om 6:30 eerst gewoon op eiland Stern zat, daarna rond 8:00 op de Punt



Figuur 3. Alle gps-data van seizoen 2021. Boven (in blauw) zijn de vier Noordse Sterns van eiland Stern weergegeven. Onder zijn in oranje de zes Visdieven van Eiland Stern weergegeven en in geel een Visdief van Oterdum (Delfzjl). All GPS tracks collected during the breeding season of 2021. The panel (blue) shows the tracks of Arctic Terns ($n=4$) of island Stern. The bottom panel shows Common Terns from island Stern (orange, $n=6$) and Oterdum (yellow, $n=1$).

van Reide en vervolgens tegen 9:00 vertrok naar Bremerhaven (Duitsland). W-ERS zat daar eerst van 15:15-16:30 op Langlütjen II, een kunstmatig eilandje voor de kust. Daarna ging W-ERS in de haven zelf zitten en vloog twee keer een stukje de Weser op. De volgende ochtend omstreeks 8:00 begon deze Visdief aan de terugreis en kwam om 12:30 weer terug op eiland Stern. De heen- en terugreis omvatten in totaal circa 280 km. Hoewel hij ongeveer 28 uur weg was uit de kolonie bleek hij bij controle van de enclosure op 19 juni nog twee gezonde jongen (11 dagen oud) te hebben, die later ook zijn uitvlogen.

De andere sterns bleven dicht bij het eiland. Ook W-ERS is niet meer teruggegaan naar Bremerhaven. Nadat de jongen waren uitgevlogen ging W-ERS wel nog twee keer terug naar Punt van Reide, Oterdum en de schermduijk bij Delfzijl. De haven van Emden werd, vooral na het uitvliegen van de jongen, regelmatig bezocht door Visdief W-ESJ, die dan vaak doorvlog naar het Großes Meer in het binnenland van Duitsland. In de Waddenzee bleek Lütje Hörn (Duitsland) een veel gebruikte locatie te zijn na het uitvliegen van de jongen: twee Noordse Sterns en drie Visdieven kwamen hier zeer geregeld. Ook Speicherbecken Leyhörn (Duitse kust) werd meerdere keren bezocht door twee Noordse Sterns en een Visdief.

De Visdief van Oterdum, W-CVR, bracht twee keer de nacht door op eiland Stern. Ook opvallend was dat deze Visdief naar het Oldambtmeer (Blauwestad) en daarbij ook naar Winschoten ging. Visdief W-ESE vloog ook richting het Oldambtmeer tijdens het broedseizoen en W-ERS ging hier na het uitvliegen van de jongen ook een keer naar toe.

Doordat de gezenderde vogels zich in enclosures bevonden, is er een goed beeld van de uitkomstdatum van de eieren en het lot van de jongen. Alle zendervogels hebben minimaal één jong grootgebracht (Visdief gemiddeld 1.5 jongen/paar, Noordse Stern 1.6). Op basis van de uitkomstdatum is per individu de data opgedeeld in vijf fases: eieren, eerste week jongen, tweede week jongen, derde week jongen en jongen ouder dan 3 weken. Voor de Visdief op Oterdum kan dit onderscheid niet gemaakt worden, omdat de zender weer verwijderd werd op het moment dat het eerste ei uitkwam. Hetzelfde geldt voor Noordse Stern W-SR, waar na twee dagen niets meer van vernomen werd. Hiervan is dus alleen data in de eifase beschikbaar. In tabel 2 is het aantal gps-punten per fase voor ieder individu weergegeven.

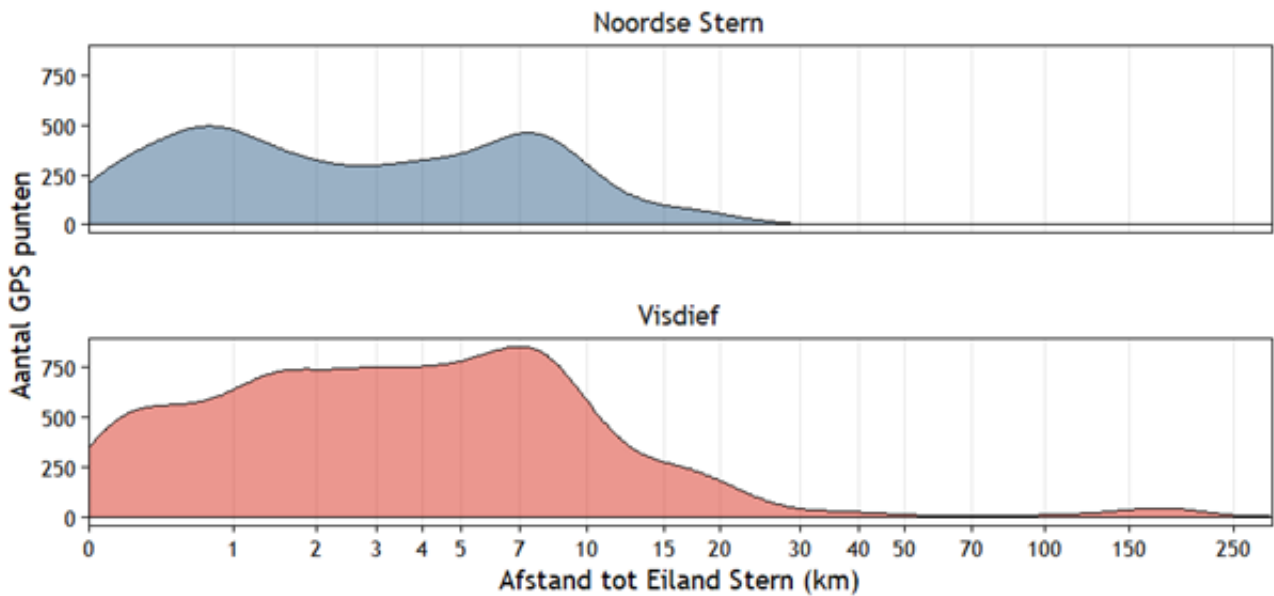
Door het relatief grote interval (40 minuten) tussen de opeenvolgende gps-punten is het voor de sterns van eiland Stern niet goed mogelijk om individuele foerageervluchten te onderscheiden. Hierdoor is ook de lengte van de foerageervluchten onzeker. De afstand hemelsbreed van elk GPS punt tot eiland Stern geeft wel een indruk van de maximale afstand die de sterns afleggen. In figuur 4 is dit weergegeven voor de periode waarin de jongen 0-21 dagen oud waren. De maximale afstand ligt dan op 25-30 km, met uitzondering van Visdief W-ERS die naar Bremerhaven vloog (meer dan 150 km). Tussen Noordse Sterns en Visdieven lijkt geen verschil te zijn in de afstand die ze afleggen. Beide soorten laten een piek zien op iets meer dan 7 km van de kolonie.

3.2.2. Ruimtegebruik

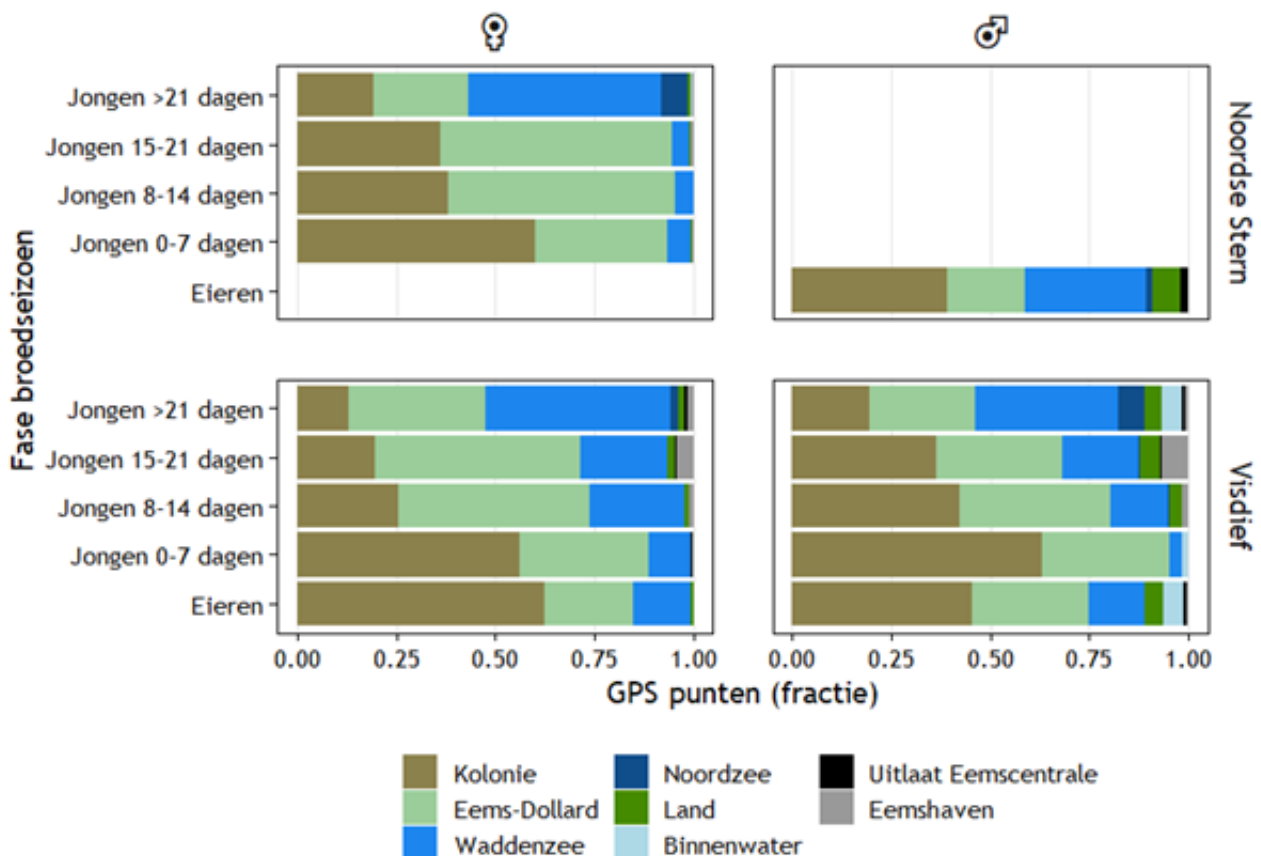
Alle gps-punten zijn ingedeeld in verschillende soorten gebieden. De belangrijkste zijn de kolonie zelf, Eems-Dollard, Waddenzee, Noordzee, land, binnen-

Tabel 2. Het aantal gps-punten per individu per fase van het broedseizoen. De fases zijn opgedeeld in de periode waarin de eieren geïncubeerd werden en de leeftijdsklasse van de jongen, weergegeven in het aantal dagen. De kolom "Uitkomstdatum" geeft aan wanneer het eerste ei is uitgekomen, dit is op 1 dag nauwkeurig. Number of GPS fixes per individual for each period of the breeding season (incubation period and four age classes of the chicks, given in days). The first four columns give the color ring, sex, species and hatching date of the first chick.

Kleurring	Geslacht	Soort	Uitkomstdatum	Eieren	0-7 d	8-14 d	15-21 d	>21 d	Totaal
W-SR	M	Noordse Stern	05-06-2021	56	-	-	-	-	56
B-9V	V	Noordse Stern	05-06-2021	-	220	196	197	960	1573
W-ZP	V	Noordse Stern	05-06-2021	-	197	195	203	664	1259
W-JT	V	Noordse Stern	06-06-2021	11	218	195	197	271	892
W-ERZ	V	Visdief	16-06-2021	303	220	174	28	266	991
W-ERV	V	Visdief	05-06-2021	-	218	195	197	357	967
W-ESZ	V	Visdief	09-06-2021	86	224	196	86	312	904
W-ESE	M	Visdief	19-06-2021	388	226	196	189	-	999
W-ESJ	M	Visdief	08-06-2021	67	224	196	196	859	1542
W-ERS	M	Visdief	05-06-2021	-	217	196	196	1268	1877
Totaal				911	1964	1739	1489	4957	11060



Figuur 4. Afstand (hemelsbreed) van elk gps-punt uit de jongenfase (jongen 0-21 dagen oud) tot de kolonie, uitgesplitst per soort. Distance of each GPS fix during the chick rearing period (chicks being 0-21 days old) to the colony for Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom).



Figuur 5. Gebruik van verschillende habitattypen door Noordse Sterns en Visdieven in verschillende fases van het broedseizoen, apart voor vrouwtjes (links) en mannetjes (rechts). Van de Noordse Sterns werden drie vrouwtjes gezenderd toen er al jongen waren, waardoor data uit de eifase ontbreken. De vierde Noordse Stern was een mannetje, maar hiervan zijn alleen data uit de eifase beschikbaar. Bij Visdieven waren er drie individuen per geslacht. Habitat use of Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom) during different stages of breeding season. Left panels show females, while panels on the right show males.

water (meren, plassen, watergangen, etc.). De grens tussen Eems-Dollard en Waddenzee is hiervoor getrokken ter hoogte van de Eemshaven. Aanvullend zijn de uitlaat van de Eemscentrale en de Eemshaven als categorie toegevoegd, omdat hier in meerdere jaren gegevens over het foerageergedrag van sterns zijn verzameld.

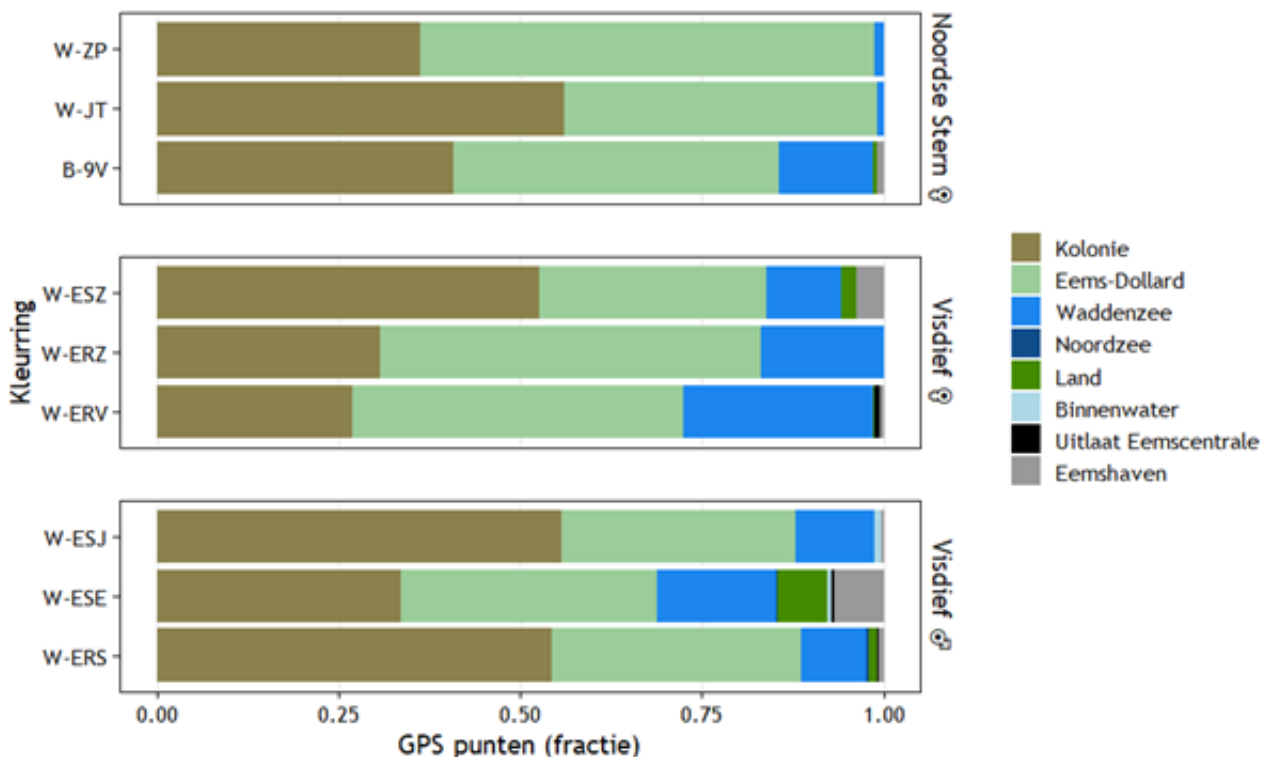
Vervolgens is per fase van het broedseizoen (tabel 2) geanalyseerd hoe de verdeling van de gps-punten is over deze verschillende typen gebieden (figuur 5). Bij de Visdieven is te zien dat vrouwtjes in de eifase meer tijd in de kolonie doorbrengen dan mannetjes. Zodra de jongen geboren zijn blijven de mannetjes echter meer in de kolonie. Voor beide geslachten neemt dit af naarmate de jongen ouder worden. Bij de Noordse Sterns neemt de tijd in de kolonie minder snel af naarmate de jongen ouder worden dan bij de Visdieven.

De Visdieven verbleven steeds vaker in de Waddenzee naarmate de jongen ouder werden, ten koste van de tijd die ze in de kolonie doorbrachten. Bij Noordse Sterns is dit niet het geval; pas toen hun jongen (bijna) vliegvlug waren, gingen ze meer tijd in de Waddenzee doorbrengen. Dit was ook de periode dat beide soorten gebruik gingen maken van de Noordzee.

De Eemshaven werd vrijwel niet door Noordse Sterns gebruikt, alleen B-9V bracht hier een klein deel van de tijd door. Bij de Visdieven kwamen vijf van de zes individuen in de Eemshaven, vanaf de tweede week van de jongenfase. Twee daarvan brachten hier vrij veel tijd door (figuur 6). De uitlaat van de Eemscentrale werd slecht sporadisch gebruikt. De Noordse Sterns gingen hier alleen in de eifase af en toe heen, de Visdieven kwamen hier zo nu en dan, verspreid over het seizoen. Ten slotte bleek dat Visdieven aan het begin en het eind van het seizoen af en toe naar binnenwateren gingen, maar dat Noordse Sterns dit niet deden.

De voorkeur voor bepaalde gebieden kan zowel variëren tussen soorten als binnen een soort, tussen individuen. In figuur 6 is het ruimtegebruik van elk individu apart weergegeven. Omdat het aantal beschikbare gps-punten in de eifase en de fase met vliegvlugge jongen sterk verschilt tussen de individuen, zijn hiervoor alleen de punten gebruikt in de jongenfase tot 21 dagen. Hierdoor valt Noordse Stern W-SR buiten deze vergelijking (alleen data in de eifase).

Van de Noordse Sterns gingen er twee vrijwel niet naar de Waddenzee tijdens de jongenfase, terwijl de derde, B-9V, de Waddenzee ongeveer net zo veel ge-



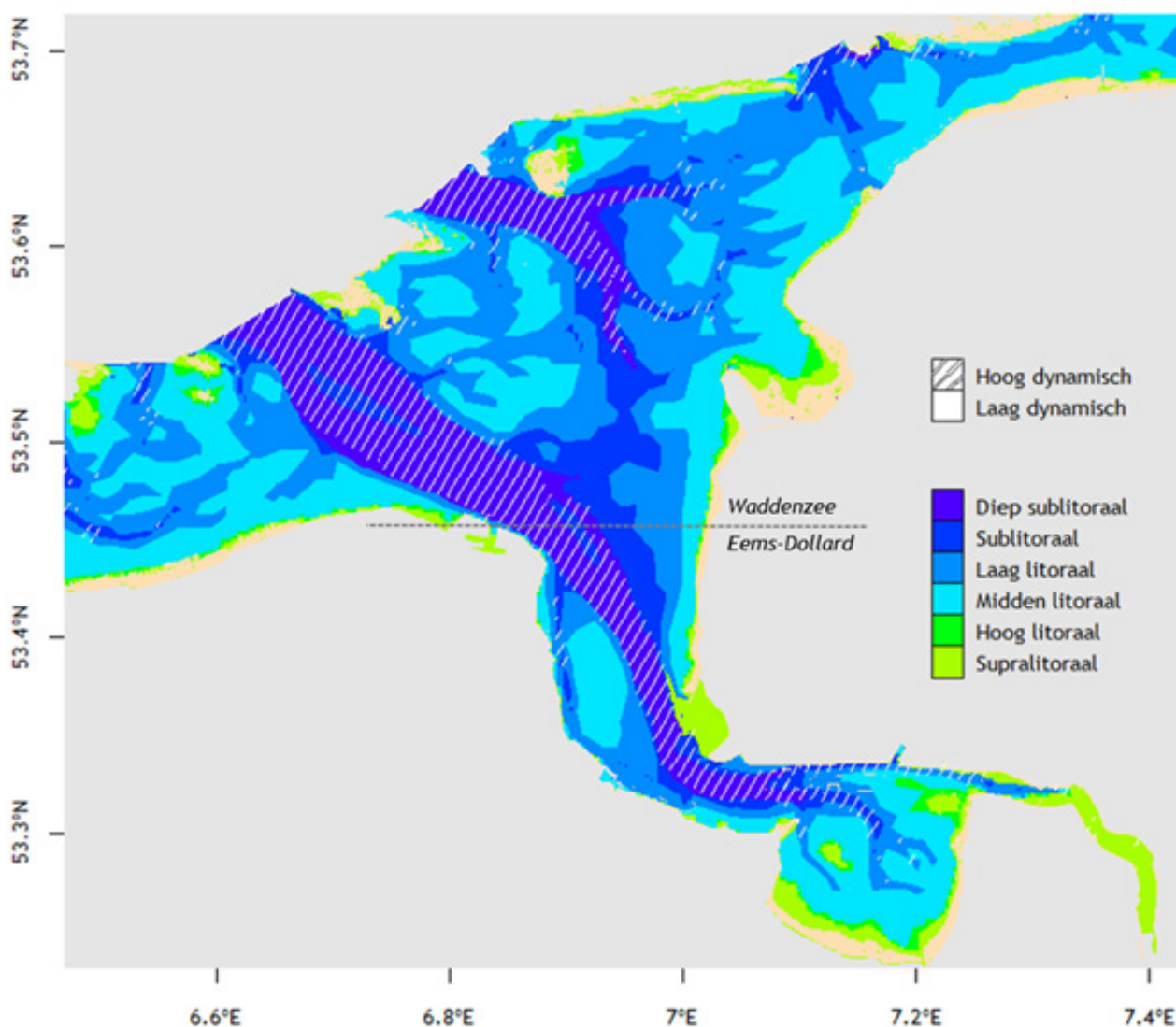
Figuur 6. Gebruik van verschillende habitattypen door Visdieven en Noordse Sterns gedurende de eerste drie weken van de jongen fase, weergegeven per individu. Noordse Stern W-SR is niet weergegeven omdat hiervan alleen data uit de eifase beschikbaar is. Habitat use of Arctic Terns (top) and Common Terns (middle and bottom) during the chick rearing period (chicks 0-21 days old), given per individual.

bruikte als de Visdieven. Dit is ook de enige Noordse Stern die naar de Eemshaven ging. Hoewel deze drie Noordse Sterns allemaal vrouwtjes zijn, bracht W-JT aanzienlijk meer tijd in de kolonie door dan de andere twee.

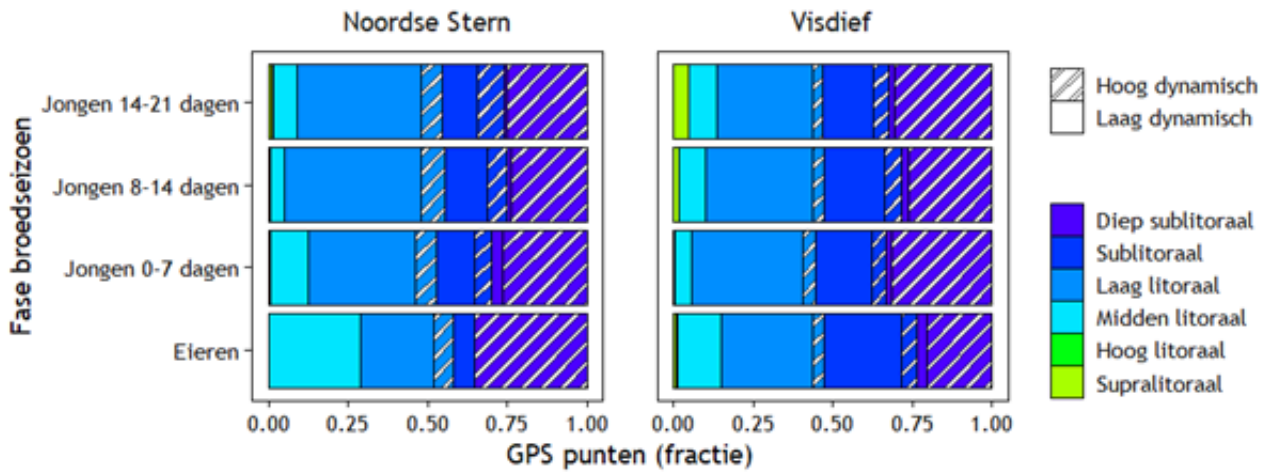
Bij de Visdieven gingen twee individuen regelmatig naar de Eemshaven en twee andere heel af en toe. W-ESE bracht niet alleen relatief veel tijd bij de Eemshaven door, maar ook boven land doordat deze naar het Oldambtmeer vloog. De uitlaat van de Eemscentrale werd door twee individuen bezocht. Visdief W-ERZ liet de minste variatie zien; deze maakte alleen gebruik van de kolonie, Eems-Dollard en Waddenzee. Wat betreft de tijd in de kolonie wijken W-ESZ en W-ESE af van de andere individuen van

hun geslacht. Bij deze twee vogels kwamen de eieren ongeveer anderhalve week later uit dan bij de andere vier Visdieven (tabel 2), waardoor de omstandigheden voor deze individuen mogelijk anders waren.

Binnen de Waddenzee en Eems-Dollard is er veel variatie in habitat, onder meer qua dynamiek en diepte van de geulen. Alle gps-punten binnen de Waddenzee en Eems-Dollard zijn daarom onderverdeeld in verschillende categorieën: diep sublitoraal, sublitoraal, en laag, midden en hoog litoraal. Hierin is ook onderscheid gemaakt tussen hoog- en laagdynamisch (o.a. stroomsnelheid). Hoe deze verschillende categorieën verdeeld zijn over de regio is weer gegeven in figuur 7.



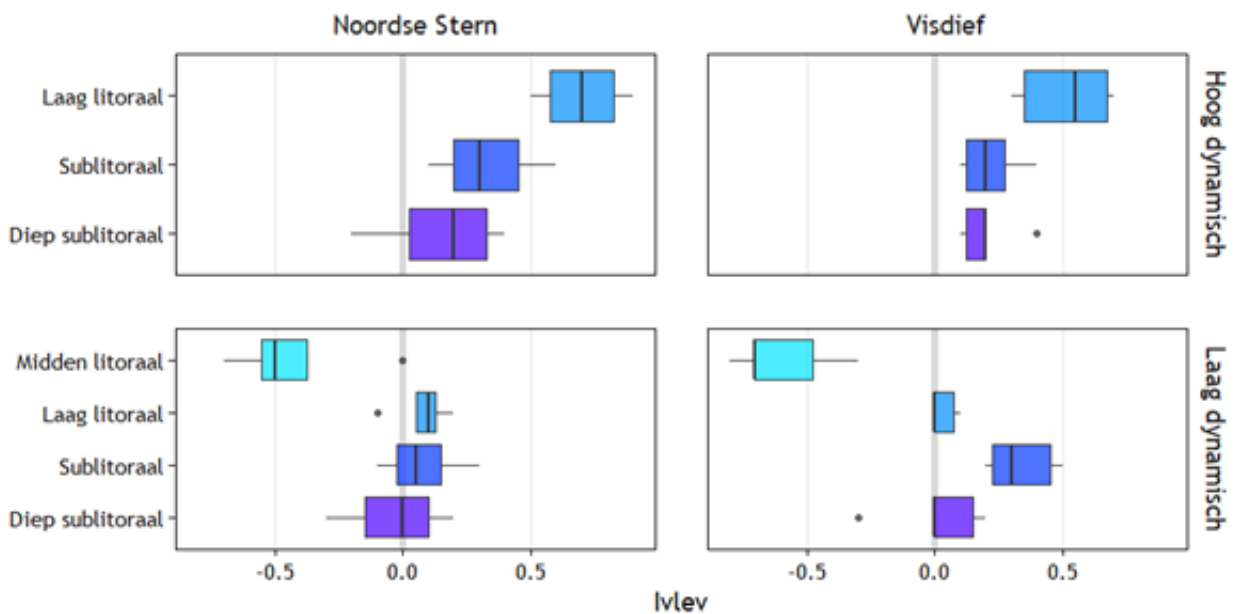
Figuur 7. De ligging van de verschillende subhabitats (Baptist et al. 2019) in de Waddenzee en Eems-Dollard (de grens die in dit rapport gebruikt wordt is aangegeven met stippellijn). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen hoog- en laagdynamisch op basis van de maximale stroomsnelheid van het water (hoog dynamisch is gearceerd) en de droogvalduur van de geulen of platen. Dit laatste varieert van diep sublitoraal (valt nooit droog) tot supralitoraal (valt >85% van de getijcyclus droog). Distribution of subhabitats (Baptist et al. 2019) in the Wadden Sea and Ems estuary. This is based on current velocity (high dynamic areas being hatched) and exposure time during the tidal cycle (color scale, purple being never exposed and yellow >85% of the time).



Figuur 8. Gebruik van verschillende subhabitats (zie figuur 7) binnen de Waddenzee en Eems-Dollard. Binnen de verschillende dieptezones is onderscheid gemaakt tussen hoog- (gearceerd) en laagdynamisch (effen). Use of different subhabitats (as shown in figure 7) by Arctic Terns (left) and Common Terns (right).

Voor elke fase van het broedseizoen is de verdeling van de gps-punten over deze categorieën weergegeven in figuur 8. Hieruit blijkt dat beide soorten niet of nauwelijks gebruik maakten van het hoog litoraal en supralitoraal; pas tegen het eind van het seizoen gingen de Visdieven soms naar dit soort habitats toe. Dit zijn de meest ondiepe gebieden met een gemiddelde droogvalduur van meer dan 75% van de getijcyclus. Ook het midden-litoraal (droogvalduur 25-50%) werd weinig gebruikt; alleen Noordse Sterns in de eifase brachten hier een groot deel van

de tijd door. Beide soorten hadden gedurende het hele seizoen een voorkeur voor de diepere delen van het gebied. Er werd tijd doorgebracht boven de grote geulen (hoogdynamisch diep sublitoraal). Daarnaast werd het laagdynamische laag-litoraal (droogvalduur 4-25%) veel gebruikt. Noordse Sterns zochten in (of boven) het laag-litoraal ook geregeld de hoogdynamische plekken op, Visdieven deden dit minder en zaten iets meer in het sublitoraal (maximale droogvalduur 5%).



Figuur 9. Ivlev's electivity index voor verschillende subhabitats binnen de Waddenzee en Eems-Dollard. Een positieve waarde geeft een voorkeur voor het subhabitat aan, een negatieve waarde wijst op vermijding. Ivlev's electivity index for subhabitats shown in figure 7, for Arctic Terns (left) and Common Terns (right). A positive value indicates a preference while negative values indicated avoidance. Top panels show subhabitats with a high current velocity, bottom ones with a low velocity.

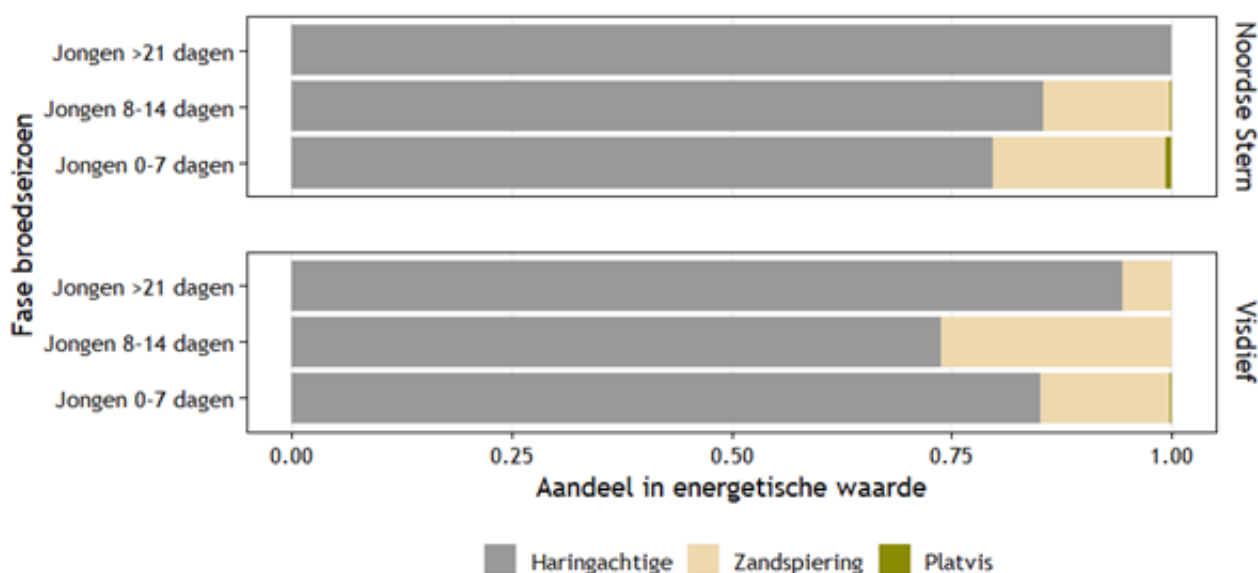
Omdat niet alle categorieën even veel oppervlak beslaan in de regio is Ivlev's selectiviteitsindex berekend voor beide soorten over de periode van eifase tot jongen van 21 dagen oud. Een negatieve waarde geeft hierbij aan dat het betreffende habitat minder gebruikt wordt dan verwacht op grond van de beschikbaarheid. Dit is voor beide soorten het geval bij laagdynamisch midden-litoraal. Een positieve waarde laat zien dat er een voorkeur voor het habitat is. De duidelijkste voorkeur was die voor hoogdynamisch laag-litoraal. Ook de grote geulen (hoogdynamisch (diep) sublitoraal) kwamen positief naar voren. Tenslotte toonden Visdieven nog een voorkeur voor laagdynamisch sublitoraal, terwijl dit voor Noordse Sterns neutraal was. Hoog-litoraal en supralitoraal zijn niet alleen heel weinig gebruikt door de sterns, maar ook nauwelijks aanwezig in de regio. Daardoor geven ze voor de Ivlev's electivity index geen betrouwbaar resultaat.

3.3. Voedselonderzoek

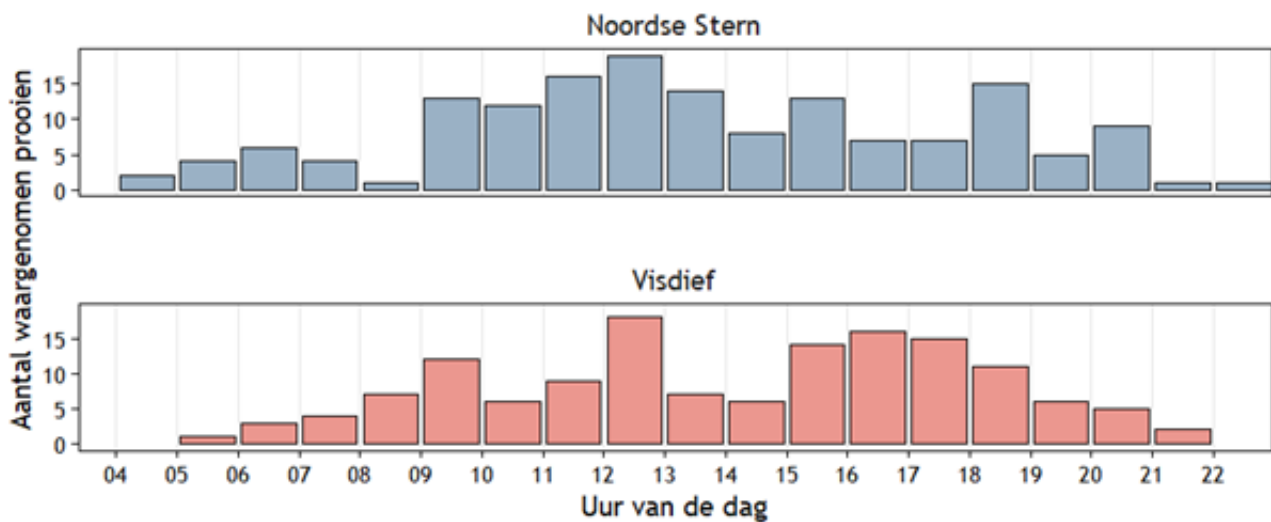
Een selectie van de beschikbare foto's van de cameravallen is geanalyseerd, waarbij zowel gezenderde als niet gezenderde individuen zijn meegenomen. Gemiddeld stond er op 0,9% van de foto's een vis (tabel 3). De dagen waarop deze foto's zijn gemaakt, corresponderen gemiddeld gezien met de eerste twee van de vier onderscheiden fasen van het broedseizoen. De foto's van overvliegende sterns zijn gemaakt in de periode met jongen >21 dagen. Voor zowel Noordse Sterns als Visdieven zijn haringachtige vissoorten de belangrijkste prooi (figuur 10), ongeacht de fase van het broedseizoen. Toen de jongen gemiddeld meer dan drie weken oud waren was dit voor Noordse Sterns zelfs de enige waargenomen prooi en voor Visdieven vrijwel de enige. Verder bestond het aangevoerde voedsel vooral uit Zandspiering. Bij Visdieven werd deze soort ook waargenomen in de fase met jongen van 8-14 dagen, maar in totaal veel minder dan bij de Noordse

Tabel 3. Aantal verwerkte foto's van de cameravallen per fase van het broedseizoen, het aantal foto's waarop een prooi zichtbaar was en het percentage foto's met prooi van het totaal aantal verwerkte foto's. Number of analysed pictures from camera traps during the first and second week of chick rearing and the percentage of these pictures that had captured a prey item.

	Jongen 0-7 dagen			Jongen 8-14 dagen		
	Foto's verwerkt	Prooi	%	Foto's verwerkt	Prooi	%
Visdief	10889	76	0,7	7168	66	0,9
Noordse Stern	9240	74	0,8	7756	84	1,1



Figuur 10. Verdeling van gedetermineerde prooi-soorten (totaal 369) tijdens verschillende fasen van het broedseizoen op basis van de energetische waarde. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen drie fasen van het broedseizoen, op basis van de gemiddelde uitkomstdatum van de jongen van de zendervogels. Distribution of prey items (based on energy content) that could be identified (n=369) during different stages of the chick rearing period, caught by Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom). Prey items are categorized as Herring/Sprat, Sand eel and flatfish.



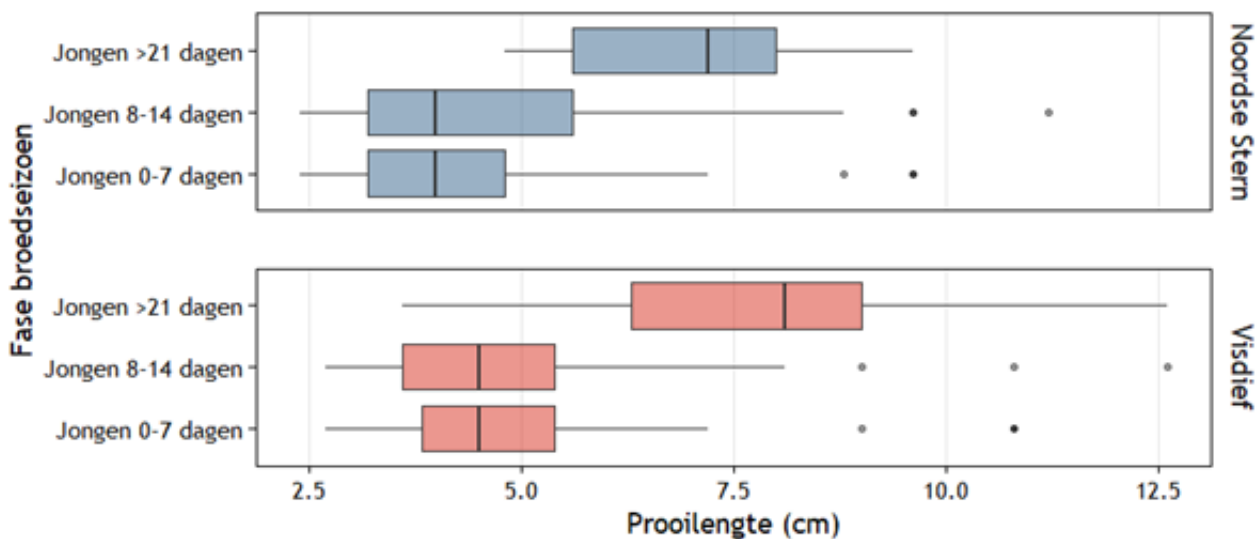
Figuur 11. Aantal prooien (in totaal 299) vastgelegd door de cameravallen per uur van de dag. Number of prey items captured by camera traps per hour of the day for Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom).

Sterns. Platvissen werden sporadisch aangevoerd.

Doordat de nestcamera's 24 uur per dag foto's maakten, kan voor dit deel van de gegevens ook worden onderzocht of er een dagelijks ritme is in prooiaanvoer. Zowel Noordse Sterns als Visdieven kwamen het vaakst met prooi in beeld tussen 12:00 en 13:00 uur (figuur 11). De gehele daglichtperiode werd gebruikt om te foerageren. Deze gegevens over meerdere dagen zijn verzameld, mogelijk speelt er bij de verdeling binnen een dag het getij een rol. Voor een goede analyse hiervan zouden er van veel meer dagen foto's geanalyseerd moeten worden, omdat de

steekproef nu te klein is om een dergelijk effect te kunnen meten.

De gemiddelde lengte per waargenomen prooi (inclusief ongedetermineerde prooien) was bij Visdieven gemiddeld iets hoger dan bij Noordse Sterns, met name in de laatste fase van het broedseizoen (figuur 12). Tussen de eerste en tweede week van de jongenfase verschilde de lengte bij beide soorten vrijwel niet. In de periode met jongen van meer dan drie weken oud waren de prooien wel een stuk groter dan eerder in het seizoen.



Figuur 12. Lengte van de waargenomen prooien waarvan de lengte geschat kon worden (totaal 471) per fase van het broedseizoen. Distribution of prey length (n=471) during different stages of the chick rearing period for Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom).

4. Discussie

4.1. Herkomst en verplaatsingen van de sterns

In 2020 vertoonden zowel de Visdieven als de Noordse Sterns plaatstrouw aan eiland Stern. Ook in 2021 zagen we weer veel sterns terug uit 2020 of eerdere jaren. In 2021 was er een sterke toename van het aantal Visdieven op eiland Stern, die niet verklaard kan worden door verplaatsingen binnen de Eems-Dollard regio (de Boer & Ubels, 2021). Naast de 71 bekende broedvogels uit figuur 2 werden er ook 5 Visdieven afgelezen die op eiland Stern zijn geboren en in 2021 vermoedelijk hun eerste broedpoging deden en tevens 3 van Delfzijl en Oterdum. Die toename zal daarom deels komen door het goede broedsucces in eerdere jaren. Daarnaast werden er enkele vogels uit de westelijke Waddenzee (Balgzand en Vlieland) waargenomen, wat ook een oorzaak kan zijn van de toename. Op deze locaties worden sinds 2020 codevlaggen gebruikt bij Visdieven, waardoor vogels van deze locaties nu goed af te lezen zijn. Mogelijk vonden dergelijke verplaatsingen eerder ook wel plaats, maar waren deze niet zichtbaar door het gebrek aan ringen. Doordat er sinds 2020 op meerdere locaties in de Waddenzee Visdieven gekleurnd worden in het project Wij & Wadvogels zullen dit soort verplaatsingen in de komende jaren steeds beter zichtbaar worden. Terschelling valt ook onder deze nieuwe locaties en de van daar afkomstige vogel die dit jaar werd waargenomen droeg ook een ring van dit project. De connectie met Terschelling werd in 2019 ook al vastgelegd, door een vogel die van Griend eerst in 2018 naar Terschelling verhuisde en in 2019 en 2020 naar eiland Stern kwam.

Waarnemingen van sterns van Griend waren in 2021 ook nieuw in figuur 2. Dit wordt veroorzaakt doordat Griend een ander kleurringproject is. Meldingen van dergelijke vogels gaan van de waarnemer naar de betreffende ringer (Date Lutterop) en staan daardoor niet of incompleet in de database van de Eems-Dollard. Doordat het aantal waarnemers op eiland Stern erg beperkt is kon er voor dit jaar een overzicht gemaakt worden van alle aflezingen. Om dit voor eerdere jaren te reconstrueren is een stuk lastiger, waardoor er voor die jaren nu alleen gebruik is gemaakt van de waarnemingen in de eigen database. Hiermee is het overgrote deel van de afgelezen ringen in beeld, maar voor een echt volledig overzicht zouden alle verschillende ringprojecten (inclusief aflezingen van metalen ringen uit Griel) bij elkaar gezet moeten worden.

Er zijn in 2021 slechts twee aflezingen gedaan die wijzen op een verplaatsing van eiland Stern naar elders (Delfzijl en dakkolonie Eemshaven). Van zowel Visdief als Noordse Stern zijn ruim 40 individuen in 2021 teruggezien op eiland Stern. Sinds 2018 zijn er in totaal echter 194 adulte Visdieven en 215 adulte Noordse Sterns op het eiland gezien of gevangen. Dit betekent dat een groot deel buiten beeld is gebleven. Aangezien het aantal broedparen in 2021 bij beide soorten is toegenomen is het aannemelijk dat veel van deze individuen ongezien weer op eiland Stern hebben gebroed. Door het grote aantal sterns op het eiland en de vegetatie die het aflezen bemoeilijkt, komen veel vogels nooit goed in beeld tijdens de bezoeken aan het eiland of voor de nestcamera's. Als een stern voor een andere broedlocatie kiest is de kans op een terugmelding hiervan ook afhankelijk van de situatie en de afleesinspanningen ter plaatse. Daarom is, om de verplaatsingen van de sterns goed in beeld te krijgen, naast het ringen en datasets bij elkaar leggen, veel aflezen van groot belang.

4.2. Noordse Sterns met geolocators

In 2020 werden drie Noordse Sterns met geolocators gezien. De eerste zat op Griend verstrikt in een draad en werd daar door Date Lutterop bevrijd. Deze geolocator bleek toen waterschade te hebben en leverde geen data op. Deze vogel is in 2021 wel weer teruggezien door Harry Kuipers bij de uitlaat van de Eemscentrale. De tweede vogel werd teruggevangen op eiland Stern, maar had slechts enkele maanden aan data (Manche & Loonen 2021). En de derde kon niet aan een nest gekoppeld worden en werd dus niet teruggevangen.

In 2021 zijn er meerdere keren Noordse Sterns met geolocator gezien. Het was niet altijd mogelijk om de inscripties te lezen, maar van de keren dat het wel lukte weten we dat er in ieder geval twee individuen waren, geboren in 2017 en 2018. Deze werden afgelezen op het strandje aan de westkant van eiland Stern, waardoor het niet bekend was of ze een nest hadden en ze ook niet teruggevangen konden worden.

In de afgelopen twee seizoenen is het dus niet gelukt om goede data van de geolocators te krijgen, deels door technische problemen en voor een groot deel ook door het niet tijdig kunnen opsporen van de vogels met geolocator. Dit laatste zal vanaf volgend seizoen waarschijnlijk beter gaan, doordat het eiland voor het begin van seizoen 2022 gefreesd gaat wor-

den, om de vegetatie te verwijderen. Hierdoor zal het gemakkelijker worden om met een telescoop ringen af te lezen bij de nesten en daarmee geolocators in beeld te krijgen.

4.3. Ruimtegebruik Visdief en Noordse Stern

In het algemeen bleken Visdieven en Noordse Sterns heel vergelijkbaar in hun ruimtegebruik. Het grootste verschil tussen de soorten was dat Noordse Sterns gemiddeld minder de Waddenzee opgingen dan de Visdieven, en meer in de Eems-Dollard bleven. Dit varieerde echter tussen individuen en met een steekproef van slechts drie Noordse Sterns zou dit toeval kunnen zijn. Verder bleek dat de Eemshaven wel door Visdieven werd gebruikt, maar niet door Noordse Sterns. Dit komt overeen met observaties en tellingen uit 2019, toen onderzoek werd gedaan naar het foerageergedrag van sterns in de Eemshaven (van Houten-Munten, 2019). In 2016, 2017 en 2018 werden hier echter wel Noordse Sterns geobserveerd (van Assen & Postma, 2019; Brenninkmeijer *et al.*, 2022).

Binnen de Waddenzee en Eems-Dollard hadden beide soorten een duidelijke voorkeur voor het hoogdynamisch laag-litoraal. Dit zijn de randen van de grote geulen en de ondiepere vertakkingen hiervan, zoals de geul die langs het broedeiland loopt. Visdieven toonden ook een voorkeur voor laagdynamisch sublitoraal, maar Noordse Sterns niet. Dit is een subhabitat dat meer aanwezig is in de Waddenzee dan in de Eems-Dollard. Het midden-litoraal wordt erg weinig gebruikt. Dit kan komen doordat er niet gecorrigeerd is voor de droogvalduur, maar ook in de periode met jongen ouden dan 21 dagen, wanneer de sterns regelmatig lijken te rusten in het midden-litoraal (bijvoorbeeld rondom Lütje Hörn), brengen ze verhoudingsgewijs erg weinig tijd in dit subhabitat door. Voor een nauwkeuriger analyse zou er wel gecorrigeerd moeten worden voor de droogvalduur. Daarvoor moeten dan ook alle gps-punten op drooggevallen wadplaten uit de dataset gehaald worden.

4.4. Voedselaanvoer

Haringachtige vissen waren bij zowel Visdieven als Noordse Sterns de belangrijkste aangebrachte prooi-soort, ongeacht de fase van het broedseizoen. Dit komt overeen met eerdere resultaten op basis van nestcamera's bij Visdieven in een dakkolonie in de Eemshaven (van Assen en Postma 2019) en op eiland Stern (Vos 2019). Deze prooi-soort heeft ook een hoge energetische waarde. In 2016-2020 werden er



Foto 4. Uitsnede van een foto van overvliegende visdief met haringachtige vis. Cropped picture of a Common Terns carrying a Herring/Sprat to the colony, captured with DSLR camera.

foerageerprotocollen uitgevoerd in de Eemshaven en bij de koelwateruitlaat van de Eemscentrale, waarbij zowel bij Visdieven als Noordse Sterns in de meeste jaren voornamelijk garnalen of vislarven als prooi werden waargenomen. In 2020 was het aandeel haring echter 50% of meer (Lameijer 2021). Platvissen werden nooit in grote aantallen als prooi waargenomen (Brenninkmeijer *et al.*, 2022). De Eems-Dollard was in de periode 2007-2017 een opgroeigebied voor haring. Voor platvissen is dit slechts zeer beperkt het geval (ED2050).

Doordat determinatie meestal op basis van relatief onduidelijke foto's gedaan wordt of door middel van directe observaties, kunnen verschillen tussen waarnemers een rol spelen bij het vergelijken van jaren. De foto's die door middel van DSLR-camera gemaakt werden (foto 4 als voorbeeld) waren over het algemeen veel duidelijker dan die van de nestcamera's (foto 3). Daarom is het aan te bevelen om tijdens verschillende fases van het broedseizoen op deze manier een dataset op te bouwen. Maar daarnaast zal het voedselaanbod ook variëren tussen jaren; het is onbekend wat er in 2021 beschikbaar was voor de sterns. De analyse van de verzamelde poepmonsters zal een nauwkeuriger beeld geven van het dieet van beide soorten sterns en eventuele verschillen tussen 2020 en 2021.

Het combineren van de gps-data met informatie over aangebracht voedsel van dezelfde individuen op basis van de wildcamera's bleek lastiger te zijn dan gedacht. Door het langere gps-interval van 40 minuten is het foerageergebied per vlucht minder nauwkeurig te bepalen. Belangrijker echter is dat het aflezen van de kleurringen vaak niet mogelijk was op de came-

rabeelden. Dit komt deels doordat er met de huidige camerapositie veel individuen in beeld komen, maar op enige afstand waardoor details van de ringen niet voldoende zichtbaar waren. Noordse Stern W-JT bevond zich in eerste instantie buiten de enclosure; toen alle eieren waren uitgekomen zijn de jongen in de enclosure geplaatst. In de eerste dagen stond er een camera op dit nest gericht. Uit de beelden bleek echter dat de partner ook een witte kleurring om de linker poot droeg. De ringen waren meestal niet af te lezen, waardoor het onderscheid tussen de partners alleen gemaakt kon worden als de zender zichtbaar was, wat meestal niet het geval was door de positie van de vogel ten opzichte van de camera. Door deze combinatie van factoren zullen er ook bij analyse van alle camerabeelden in plaats van de huidige steekproef slechts weinig prooien overblijven die gekoppeld kunnen worden aan een globaal foeraergebied.

In 2020 werd er een groene of blauwe kleurmarkering aangebracht op de veren van de gezenderde Visdieven. Hierdoor waren de individuen beter te herkennen (Manche en Loonen 2021). Op de rug of vleugels was dit slechter zichtbaar dan op de borst, maar in combinatie met de zichtbare zender zouden zo gemerkte individuen aanzienlijk beter herkenbaar zijn dan dit jaar het geval was. Hoelang deze kleur zichtbaar bleef is niet bekend. Alternatieven voor een degelijke markering zijn stoffen als zilvernitraat, dat op de Marker Wadden wordt toegepast, of picrine. Door deze markering wel aan te brengen en de positie van de camera's te veranderen zouden we in 2022 hier betere resultaten over moeten kunnen verzamelen.

4.5. Vergelijking ruimtegebruik 2020-2021

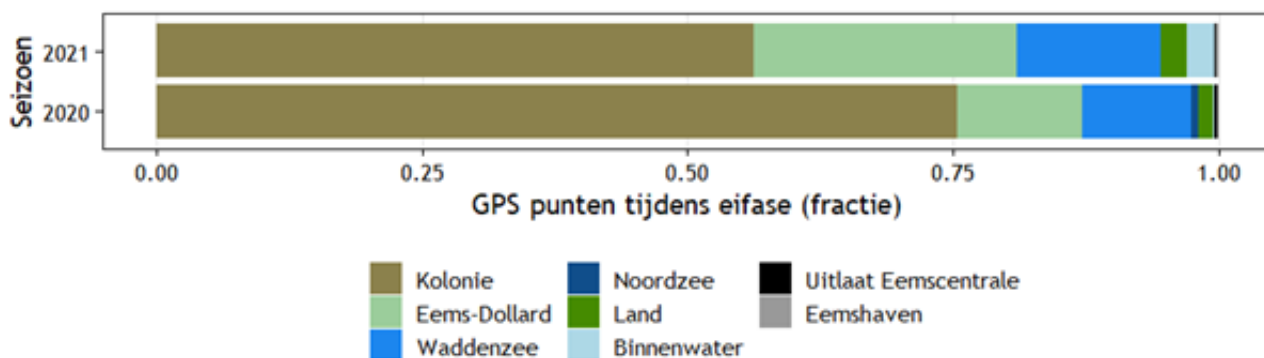
In het rapport van 2020 is vooral aandacht besteed aan de afstanden van individuele vluchten en de

invloed van wind, getij en tijdstip op vliegrichting en afstand. Doordat er in 2021 gewerkt werd met een gps-interval van 40 minuten, in plaats van 5 minuten zoals in 2020, was het nu niet mogelijk om individuele vluchten te onderscheiden of nauwkeurig te beschrijven. Een directe vergelijking met de resultaten van 2020 is dan ook niet mogelijk.

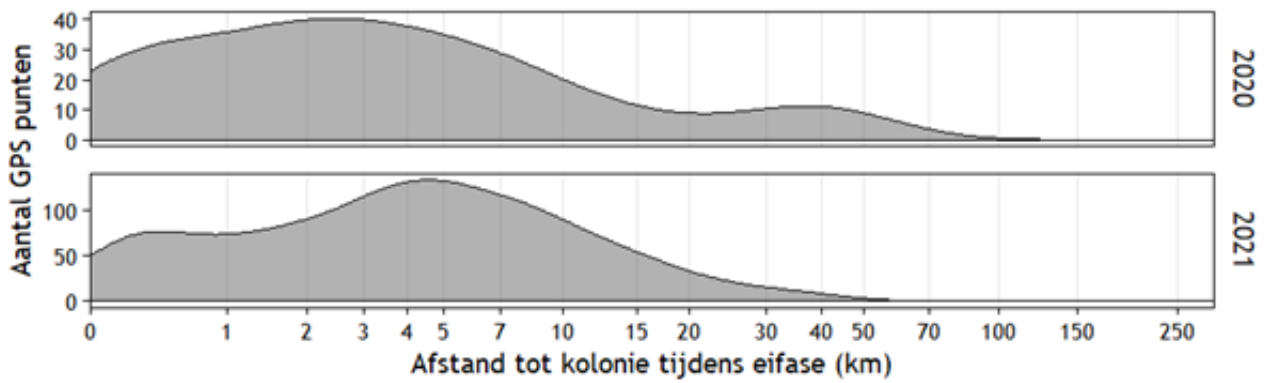
Wel zijn de data van 2020 van eiland Stern (n=4) op dezelfde manier onderverdeeld in habitattypen als de data van 2021. Voor een eerlijke vergelijking zijn uit de data van 2020 alle punten tussen 23:00 en 04:00 uur verwijderd, aangezien de zenders van 2021 's nachts niet actief waren. Daarnaast is voor 2021 alleen gebruik gemaakt van de data uit de eifase, omdat er van 2020 geen data uit de jongenfase beschikbaar is. Voor de data van 2020 is het interval van 5 min aangepast naar 40 min.

In 2020 brachten de Visdieven meer tijd in de kolonie door (figuur 13). Dit komt waarschijnlijk deels doordat er toen alleen vrouwtjes zijn gezenderd. Uit figuur 5 bleek namelijk dat vrouwtjes meer tijd in de kolonie doorbrachten dan de mannetjes, maar alsnog iets minder dan de Visdieven uit 2020. Bij Visdieven wisselen de partners elkaar af bij het broeden, maar vrouwtjes doen dit iets meer dan mannetjes (verhouding ca. 60:40, zoals blijkt uit figuur 5 en eerder gevonden was in het onderzoek van Riechert & Becker 2017). In 2021 was er één individu dat tijdens de eifase naar binnenwater ging en in 2020 een die naar de Noordzee ging. Dit soort verschillen komen dus vooral tot stand door individuele variatie in een kleine steekproef.

Dat effect wordt ook zichtbaar wanneer de afstand tot de kolonie vergeleken wordt tussen jaren (figuur 14). De piek rond de 40 km afstand in 2020 wordt hierbij volledig veroorzaakt door het individu dat naar de Noordzee ging. Wat hierbij wel opvalt en een algemener patroon lijkt te zijn, is dat de grootste



Figuur 13. Ruimtegebruik van Visdieven van broedeiland Stern tijdens de eifase in 2020 (n=3) en 2021 (n=4). Habitat use of Common Terns breeding on island Stern during the incubation period in 2021 (top, n=4) and 2020 (bottom, n=3).



Figuur 14. De afstand (hemelsbreed) van elk GPS punt tot de kolonie (broedeiland Stern) voor Visdieven tijdens de eifase. Hierbij worden 2 seizoenen met elkaar vergeleken. In 2021 zijn er andere individuen ($n=4$) gevolgd dan in 2020 ($n=3$). Distance of each GPS fix by Common Terns to island Stern during the incubation period in 2020 ($n=3$) and 2021 ($n=4$).

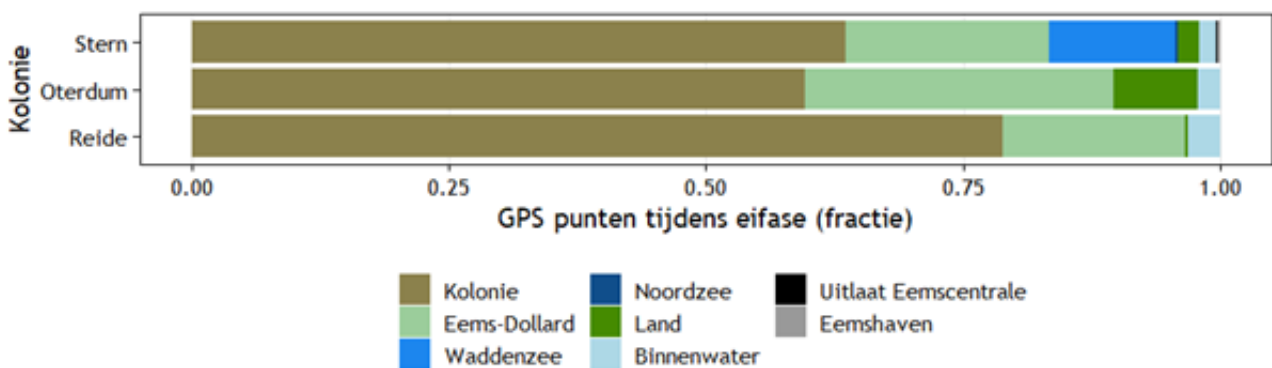
piek in 2020 iets dichterbij de kolonie (2-3 km) lag dan in 2021 (4-5 km). Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het verschil in geslacht; in 2020 werden er alleen vrouwtjes gezenderd en in 2021 waren de geslachten gelijk verdeeld. Voor een goede vergelijking tussen jaren is een grotere steekproef en/of herhaalde metingen aan dezelfde individuen nodig. Het lijkt er wel op dat de beschrijving van het algemene habitatgebruik niet veel verschild op basis van de zenders met een 5 minuten interval ten opzichte van de 40 minuten interval.

4.6. Visdieven uit verschillende kolonies

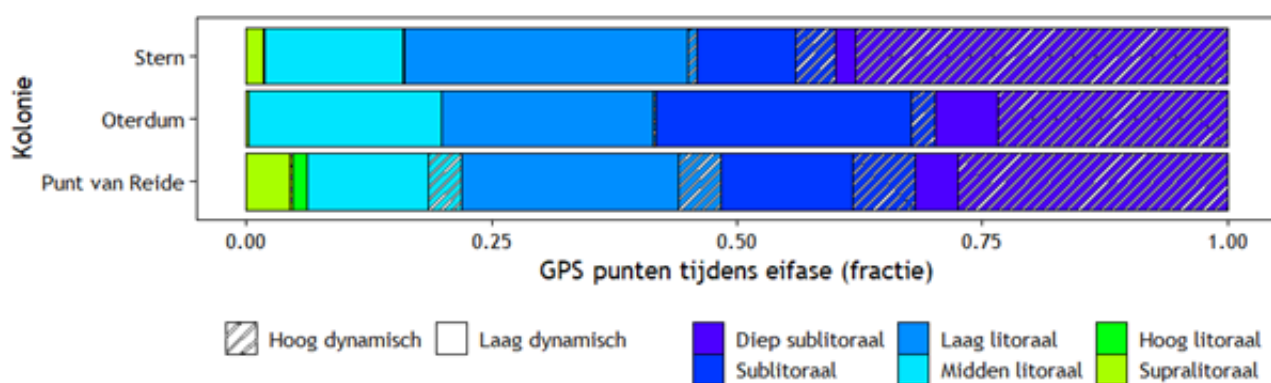
In 2020 zijn er naast vier Visdieven op eiland Stern ook twee Visdieven gezenderd op Punt van Reide bij de Dollard. Deze vogels kunnen worden vergeleken met W-CVR van Oterdum en de zeven Visdieven (2020 en 2021 samen) die op eiland Stern een zender droegen in de eifase. Hierbij bleek opnieuw een

verschil in de tijd die ze in de kolonie doorbrengen. Ook de twee Visdieven van Punt van Reide waren vrouwtjes. Verder werd de Waddenzee alleen gebruikt door de Visdieven van Stern (figuur 15). Voor de kolonies verder de Eems-Dollard in is dit waarschijnlijk te ver vliegen als er ook geschikt gebied in de Eems-Dollard is. Uit alle kolonies gingen er vogels naar het binnenwater.

Binnen de Waddenzee en Eems-Dollard was het gebruik van subhabitats niet heel verschillend tussen de kolonies, hoewel het lokale aanbod aan subhabitats verschilt (figuur 16). Vanuit alle kolonies werden de diepe geulen veel gebruikt. Midden-litoraal is rondom Punt van Reide, in de Dollard, veel aanwezig, maar werd weinig gebruikt en niet méér dan bij de andere kolonies waar dit subhabitat minder aanwezig is. Hoog-litoraal en hoogdynamisch middenlitoraal werd alleen door de Visdieven van Punt van Reide gebruikt. Bij de andere kolonies was dit subhabitat niet of nauwelijks aanwezig in de omgeving.



Figuur 15. Ruimtegebruik van Visdieven tijdens de eifase uit verschillende kolonies; Broedeiland Stern ($n=7$, 2020 & 2021), Oterdum ($n=1$, 2021) en Punt van Reide ($n=2$, 2020). Habitat use of Common Terns breeding in different colonies within the Ems estuary during the incubation period; island Stern ($n=7$, 2020 & 2021), Oterdum ($n=1$, 2021) and Punt van Reide ($n=2$, 2020).



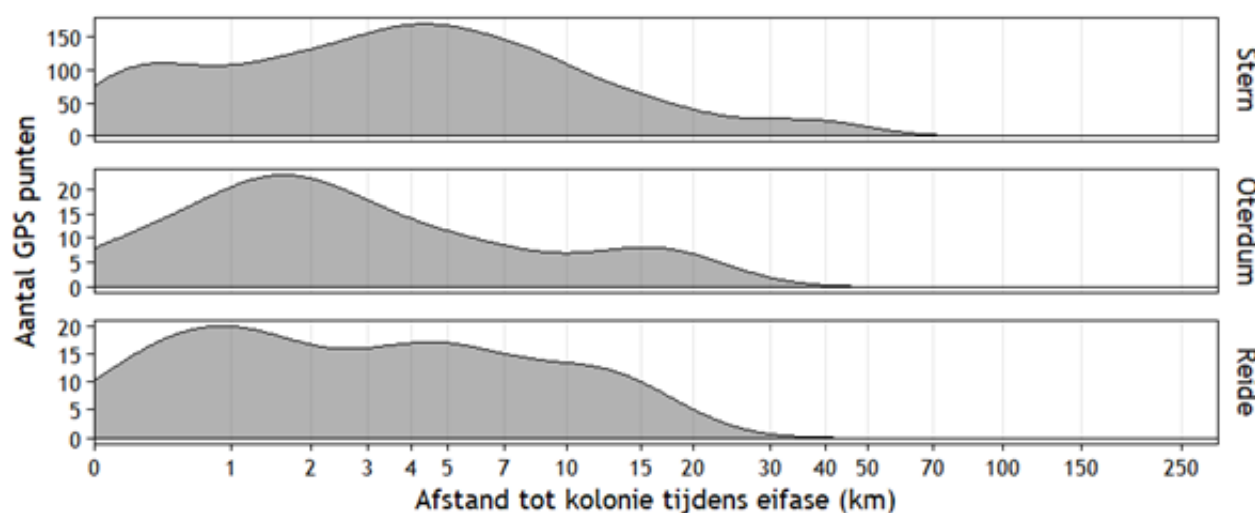
Figuur 16. Gebruik van subhabitats in de Waddenzee en Eems-Dollard door Visdieven tijdens de eifase uit verschillende kolonies; Broedeiland Stern ($n=7$, 2020 & 2021), Oterdum ($n=1$, 2021) en Punt van Reide ($n=2$, 2020). Use of subhabitats by Common Terns breeding in different colonies within the Ems estuary during the incubation period; island Stern ($n=7$, 2020 & 2021), Oterdum ($n=1$, 2021) and Punt van Reide ($n=2$, 2020).

Vanuit alle kolonies was de maximale afstand meestal 20-30 km, met enkele uitschieters (figuur 17). De piek verschilt wel tussen de kolonies. Voor eiland Stern is deze het verst (4-5 km), voor Punt van Reide het kleinst (minder dan 1 km) en Oterdum zit daartussen in (1-2 km). Bij Punt van Reide is deze piek wel het minst uitgesproken; rond de 4-5 km is deze bijna net zo hoog. Mogelijk wordt de afstand die ze afleggen beïnvloed door concurrentie. De kolonie Visdieven is op eiland Stern het grootst en bij Punt van Reide het kleinst (de Boer & Ubels, 2021). Ook is de oppervlakte aan water rondom eiland Stern veel groter dan zuidelijker in de Eems-Dollard, waardoor het voedsel mogelijk meer verspreid zit.

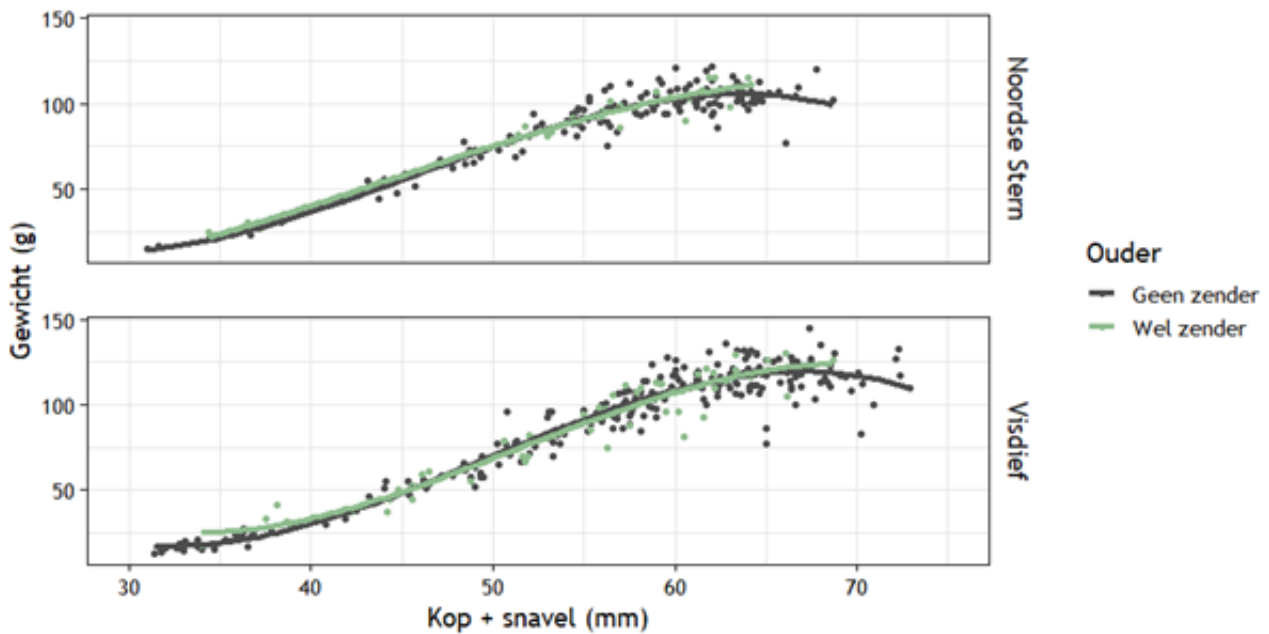
4.7. Invloed van zenderen op de sterns en hun jongen

Tijdens het seizoen zijn er meerdere gezenderde individuen waargenomen met een telescoop. Hierbij werd de vogel in eerste instantie alleen herkend als een zendervogel op basis van de kleuring. De zender zelf was vrijwel niet zichtbaar, tenzij er gericht op werd gelet. Ook in het gedrag was er niets afwijkends te zien aan deze vogels.

Doordat de nesten van de zendervogels binnen enclosures lagen is bekend welke jongen hierbij hoorden. De groei en het uitvliegsucces van deze jongen is gedurende het seizoen gevolgd en hieruit blijken geen negatieve effecten van het zenderen.



Figuur 17. De afstand (hemelsbreed) van elk GPS punt tot de kolonie tijdens de eifase. Hierbij worden 3 kolonies met elkaar vergeleken; Broedeiland Stern ($n=7$, 2020 & 2021), Oterdum ($n=1$, 2021) en Punt van Reide ($n=2$, 2020). Distance of each GPS fix by Common Terns to their colony during the incubation period, comparing three colonies within the Ems estuary; island Stern ($n=7$, 2020 & 2021), Oterdum ($n=1$, 2021) and Punt van Reide ($n=2$, 2020).



Figuur 18. De conditie van de jongen van zendervogels en overige jongen, weergegeven als de verhouding tussen kop + snavellengte en gewicht. Dit zijn deels herhaalde metingen aan individuen. In de categorie “Wel zender” zijn er voor Noordse Sterns 6 individuen en met een totaal van 27 metingen, voor Visdieven zijn dit 14 individuen en 59 metingen. Voor de vergelijkende categorie “Geen zender” gaat het bij Noordse Sterns om 93 individuen en 137 metingen. Bij Visdieven zijn dit 117 individuen en 239 metingen. Condition of chicks from Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom), given as the relationship between head + bill length and body mass. In grey are random chicks from the colony shown and in green the chicks of adults carrying a GPS tag.

Gezenderde Visdieven brachten 1,5 jongen/paar groot en Noordse Stern 1,6, wat voor deze soorten een zeer goed broedsucces is (Meininger *et al.* 2004). Het gemiddelde broedsucces voor het hele eiland was 1,05 jongen/paar voor Visdieven en 0,48 voor Noordse Sterns (de Boer 2021). Dat het broedsucces van de zendervogels aanzienlijk hoger ligt komt waarschijnlijk door de kleine steekproef en doordat er elders op het eiland predatie plaatsvond door een vos. In de enclosures zijn hiervan geen sporen gevonden. Daarnaast bleek in 2019 dat het broedsucces van Noordse Sterns binnen een enclosure veel hoger lag dan daarbuiten doordat de jongen daar meer dekking tegen slecht weer hadden dankzij de omheining (de Boer 2019). Desondanks blijkt uit deze resultaten wel dat het zenderen geen sterk negatief effect heeft gehad op het broedsucces van de zendervogels. Ook in de groei van de jongen, uitgedrukt in de verhouding kop + snavellengte en gewicht (figuur 18), was er geen verschil tussen de jongen van zendervogels en andere vogels in dezelfde enclosure.

Doordat de zenders met slijtvast materiaal aan de sterns zijn bevestigd, hebben de vogels het broedgebied met zender verlaten. In 2022 zal blijken of de terugkeer kans voor deze vogels ook vergelijkbaar is met die van ongezenderde individuen.

4.8. Vergelijking zendertypen

In 2020 en 2021 is met twee soorten zenders ervaring opgedaan. In 2020 werd er uitsluitend gewerkt met eenvoudige zenders (Pathtrack nanoFix, geen zonnepaneel en uitlezen met een kabel), die zo werden ingesteld dat ze elke 5 min een gps-punt opsloegen (tabel 4). Dit had als gevolg dat de batterij naar ca. 5 dagen leeg was. Met een groter interval zou de batterij van deze zenders langer meegaan. Maar het vangen en zenderen wordt bij voorkeur laat in de eifase gedaan en het terugvangen van een stern met grote jongen is erg lastig of zelfs onmogelijk. Hierdoor wordt de periode waarin deze zenders gebruikt kunnen worden niet alleen beperkt door de batterijduur, maar ook door de noodzaak tot terugvangen.

In 2021 werd voornamelijk met de grotere (foto 5) Pathtrack nanoFix RF zenders gewerkt, die met een zonnepaneel de batterij konden bijladen en die de data zelf naar een ontvanger stuurden, waardoor terugvangen niet nodig was. Deze werden met een permanent tuigje (leg-loop) aan de vogel bevestigd (foto 1 en 2) in plaats van de tijdelijke tape aan de staart zoals in 2020 (foto 6). Hoewel deze zenders relatief zwaar zijn, zijn er nog geen negatieve effecten waargenomen (paragraaf 4.5).

Tabel 4. Enkele eigenschappen en instellingen van de zenders waarmee in 2020 en 2021 gewerkt is. De kolom “dagen data” geeft aan hoeveel dagen aan date er t/m seizoen 2021 per zender zijn binnengekomen. Voor de Pathtrack nanoFix RF zenders kan dit aantal in de komende jaren nog oplopen, doordat de zenders op de vogel blijven zitten. Types of tags used in 2020 and 2021, species that were tagged, weight of the tags, method of data retrieval (recapture or wireless transfer to a receiver), GPS interval, active period and number of days of data collected by the tags.

Zender	Soort	Gewicht	Uitlezen	Gps-interval	Actief	Dagen data
Patrack nanoFix	Visdief	2,3 g	Terugvangst	5 min	24 uur/dag	4-6
Patrack nanoFix RF	Visdief	3,4 g	Ontvanger	40 min	04:00-23:00	34-70
Patrack nanoFix RF	Noordse Stern	3,1 g	Ontvanger	40 min	04:00-23:00	32-55

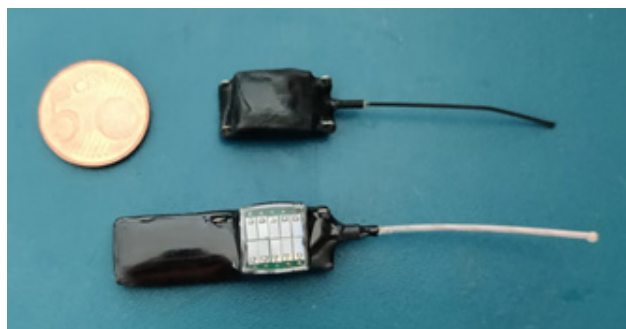


Foto 5. Eenvoudige Pathtrack nanoFix zender zonder RF (boven) en een grotere zender met RF en zonnepaneel (onder). Basic Pathtrack nanoFix tag (top) without solar panel that requires recapturing the bird, and the larger RF version (bottom) that includes a solar panel and wireless transfer of data to the receiver.

Het grote voordeel van dit type zender is dat de vogel niet hoeft te worden teruggevangen en er dus gedurende het hele broedseizoen data verzameld wordt. Daarnaast leveren deze zenders, wanneer de vogels terugkeren met een werkende zender, data op van de trek en van volgende broedseizoenen. Hierdoor kan er in de komende jaren hopelijk data verzameld worden over variatie binnen individuen en tussen jaren. Het nadeel van deze zenders is dat het zonnepaneel een zeer beperkte capaciteit heeft, zeker wanneer er ook veren overheen liggen als de vogels niet aan het vliegen zijn. Dit was de reden dat de gps-interval van deze zenders op 40 min is gezet.

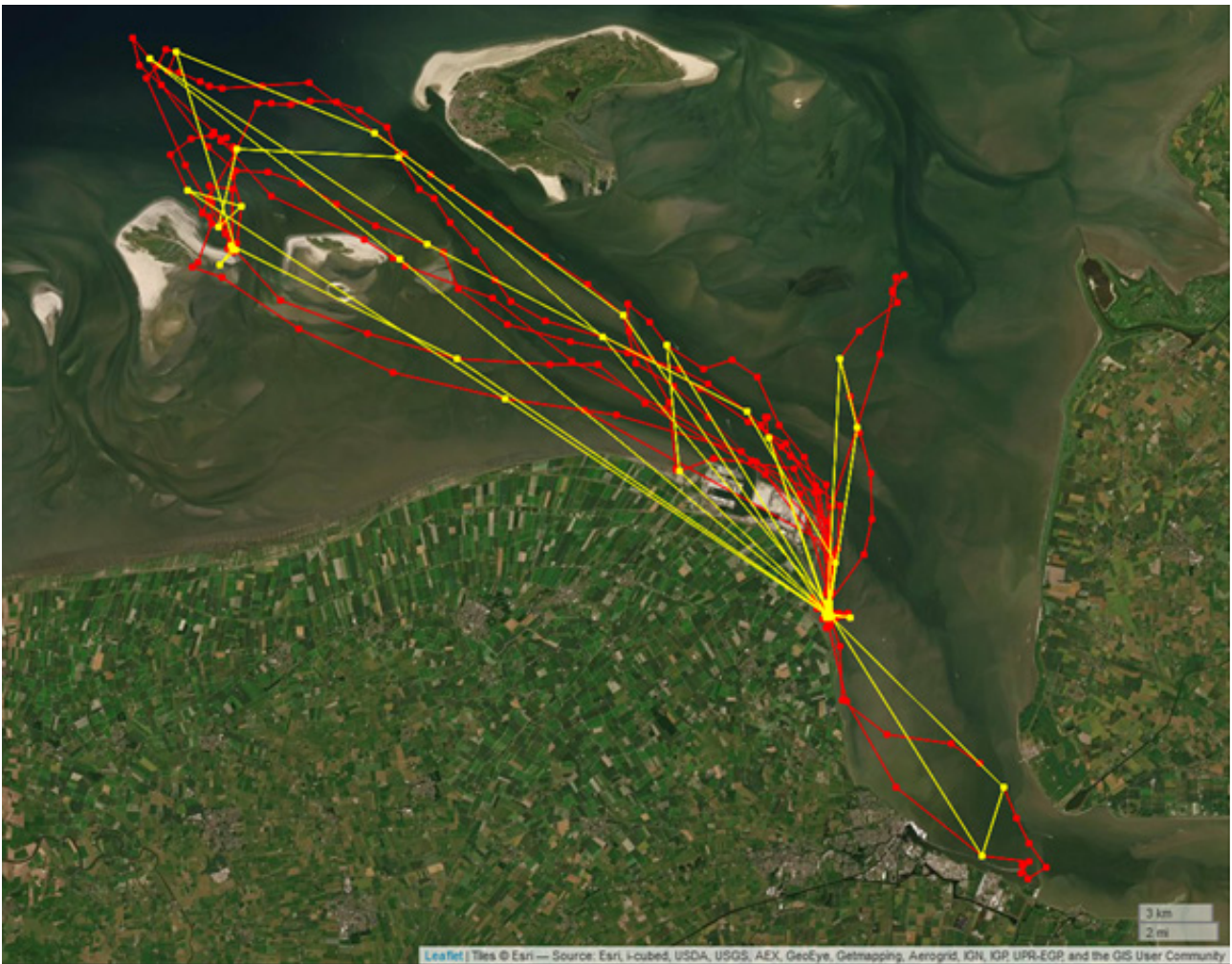
De resultaten zoals in dit rapport beschreven, zouden vrijwel identiek geweest zijn wanneer de interval korter was geweest. Bijlage 3 geeft een voorbeeld van het ruimtegebruik berekend met beide intervallen. Er is nu echter onderzocht hoe het ruimtegebruik in het algemeen is, terwijl met name het foerageergebied onze interesse heeft. Om het onderscheid tussen foerageren en overige verplaatsingen te kunnen maken is een kleiner interval tussen opeenvolgende punten nodig. In figuur 19 is het verschil te zien tussen een interval van 5 minuten (rood) en 40 minuten (geel). Hier is de vlucht naar het noordoosten een



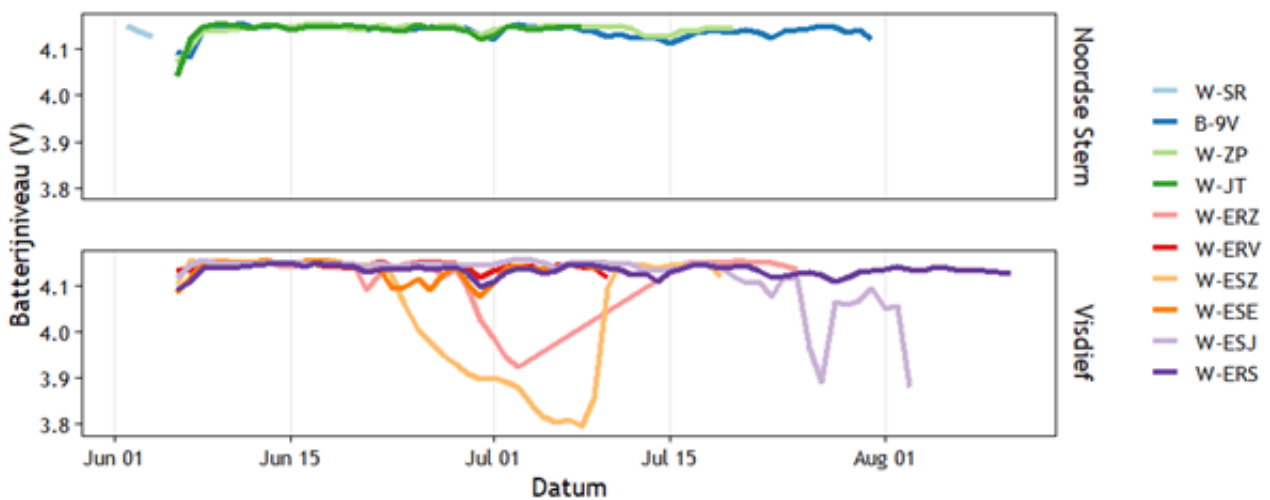
Foto 6 (rechts). Een Visdief met een eenvoudige Pathtrack nanoFix zender aan de middelste 4 staartpenen. Deze zender is bevestigd met tape. Common Tern with a basic Pathtrack nanoFix tag taped to the central tail feathers.

goed voorbeeld van de details die verloren gaan bij een groter interval. Het daadwerkelijke foerageergebied blijkt hier verder van de kolonie af te liggen dan de gele lijn doet vermoeden.

De instellingen van de huidige zenders zijn niet meer op afstand te wijzigen. Wanneer er in de toekomst opnieuw sterns met Pathtrack nanoFix RF zenders worden uitgerust, kunnen de instellingen wel opnieuw worden gekozen. Uit het verloop van het batterijniveau van de gebruikte zenders (figuur 20) blijkt dat de meeste zenders doorlopend een volle batterij hadden. De zenders van de Visdieven zijn zwaarder dan die van de Noordse Sterns doordat ze steviger gebouwd zijn, maar verschillen niet



Figuur 19. Data van Visdief W-EP1 die in seizoen 2020 enkele dagen met een zender heeft rondgevlogen (19-23 juli 2020). In rood is alle data weergegeven (5 min interval) en in geel dezelfde data maar dan met een interval van 40 min. Comparison between a 5 min GPS interval (red) and the same data down sampled to a 40 min interval (yellow). This data was collected in 2020, between 19 and 23 July.



Figuur 20. Het verloop van het batterijniveau van de zenders over de tijd. De zenders van Noordse Sterns zijn iets lichter dan van Visdieven (respectievelijk 3.1 en 3.4 g), maar het zonnepaneel en batterij zijn even groot en de instellingen zijn identiek. Battery level of the tags during the season.

in grootte van het zonnepaneel of batterij. Wanneer het batterijniveau te ver zakt past de zender het gps-interval aan. De zender van W-ESZ zakte op 24 juni bijvoorbeeld naar een interval van 80 minuten toen de batterij op 4,02 V kwam, en vervolgens naar 120 minuten toen de batterij onder de 3,9 V zakte. Hierdoor kan de batterij worden opgeladen en vervolgens teruggaan naar de oorspronkelijke instelling.

Het is voor de analyses niet wenselijk om veel van dit soort fluctuaties te hebben, maar ook bij een laag batterijniveau wordt er dus nog wel data verzameld. Dat de meeste zenders continu een volle batterij hadden laat zien dat er wel ruimte is voor een korter gps-interval. Kortere dan 30 minuten lijkt echter niet haalbaar, waardoor het alsnog moeilijk zal blijven om foeragegedrag te onderscheiden.

Literatuur

- VAN ASSEN J.G. & POSTMA G. 2019. Visdieven en Noordse sterns in de Eemshaven. Een onderzoek naar het foerageergedrag, dieet en broedsucces. Studententrapport uitgevoerd als BSc thesis
- BAPTIST M.J., VAN DER WAL J.T., FOLMER E.O., GRÄWE U. & ELSCHOT K. 2019. An ecotope map of the trilateral Wadden Sea. *J. Sea Res.* 152: 101761.
- BRENNINKMEIJER A., DOEGLAS G. & DE FOUW J. 2002. Foerageergedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002. A&W-rapport 346. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.
- BRENNINKMEIJER A., KLOP E. & KRIJN M. 2019. Vervolmonitoring vogelslachtoffers hoogspanningslijnen Eemshaven 2017-2018. A&W-rapport 2450. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- A. BRENNINKMEIJER & LAMEIJER R., VAN ASSEN M.M.V.J., POSTMA G., MUNTEN S., VOS Q., WONNEBERGER E. & GROBBEN D. 2022. Foeragerende sterns in en rond Eemshaven in 2016-2021. Rapport 2212.
- DE BOER P. 2019. Broedvogels en broedsucces van Visdief en Noordse Stern op het broedeiland 'Stern' in de Eems in 2019. Sovon-rapport 2019/81. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- DE BOER P. 2021. Broedvogels en broedsucces van Visdief en Noordse Stern op het broedeiland Stern in de Eems in 2020. Sovon-rapport 2021/04. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- DE BOER P. & KOFFIJBERG K. 2019. Broedvogels en broedsucces van Visdief en Noordse Stern op het broedeiland 'Stern' in de Eems in 2018. Sovon-rapport 2019/06. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- DE BOER P. & UBELS B. 2021. Broedvogels en broedsucces van Visdief en Noordse Stern op het broedeiland Stern in de Eems in 2021. Sovon-rapport 2021/94. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VAN HOUTEN-MUNTEN S.H.J. 2019. Foerageergedrag van de Visdief in de Eemshaven. Studentenrapport, Van Hall Larenstein Leeuwarden.
- IVLEV V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale Univ. Press, New Haven. 302 P.
- LAMEIJER R. 2021. Foerageergedrag Noordse Sterns en Visdieven in de Eemshaven. Een onderzoek naar de overeenkomsten van het foerageergedrag van de Noordse Sterns en Visdieven in 2016-2020. Van Hall Larenstein, Leeuwarden.
- MANCHE P. 2019. The migration of Arctic Terns - Do wind conditions explain variation within- and among populations? Research Project 2, Ecology and Evolution
- MANCHE P. & LOONEN M.J.J.E. 2021. Broedseizoen Visdief & Noordse Stern 2020 - GPS-onderzoek Visdieven Eems-Dollard.
- MEININGER P.L., HOEKSTEIN M.S.J., LILIPALY S.J. & WOLF P.A. 2004. Broedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2003. Rapport RIKZ/2004.002, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg
- R CORE TEAM 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RIECHERT J. & BECKER P.H. 2017. What makes a good parent? Sex-specific relationships between nest attendance, hormone levels, and breeding success in a long-lived seabird, *The Auk*. 134(3): 644-658.
- VOS Q. 2019. Voedselsamenstelling en broedsucces van de Visdief in de Eemshaven. Studentenrapport, Van Hall Larenstein Leeuwarden.

Bijlagen

Bijlage 1. Gps-posities van Visdief W-CVR van Oterdum (Delfzijl)



Bijlage 2. Alle gps-posities per individu van broedeiland Stern

In de figuren van deze bijlage wordt onderscheid gemaakt tussen de periode van eieren t/m jongen van 21 dagen oud (geel) en de periode met jongen ouder dan 21 dagen (wit).

Noordse Stern W-SR



Noordse Stern B-9V



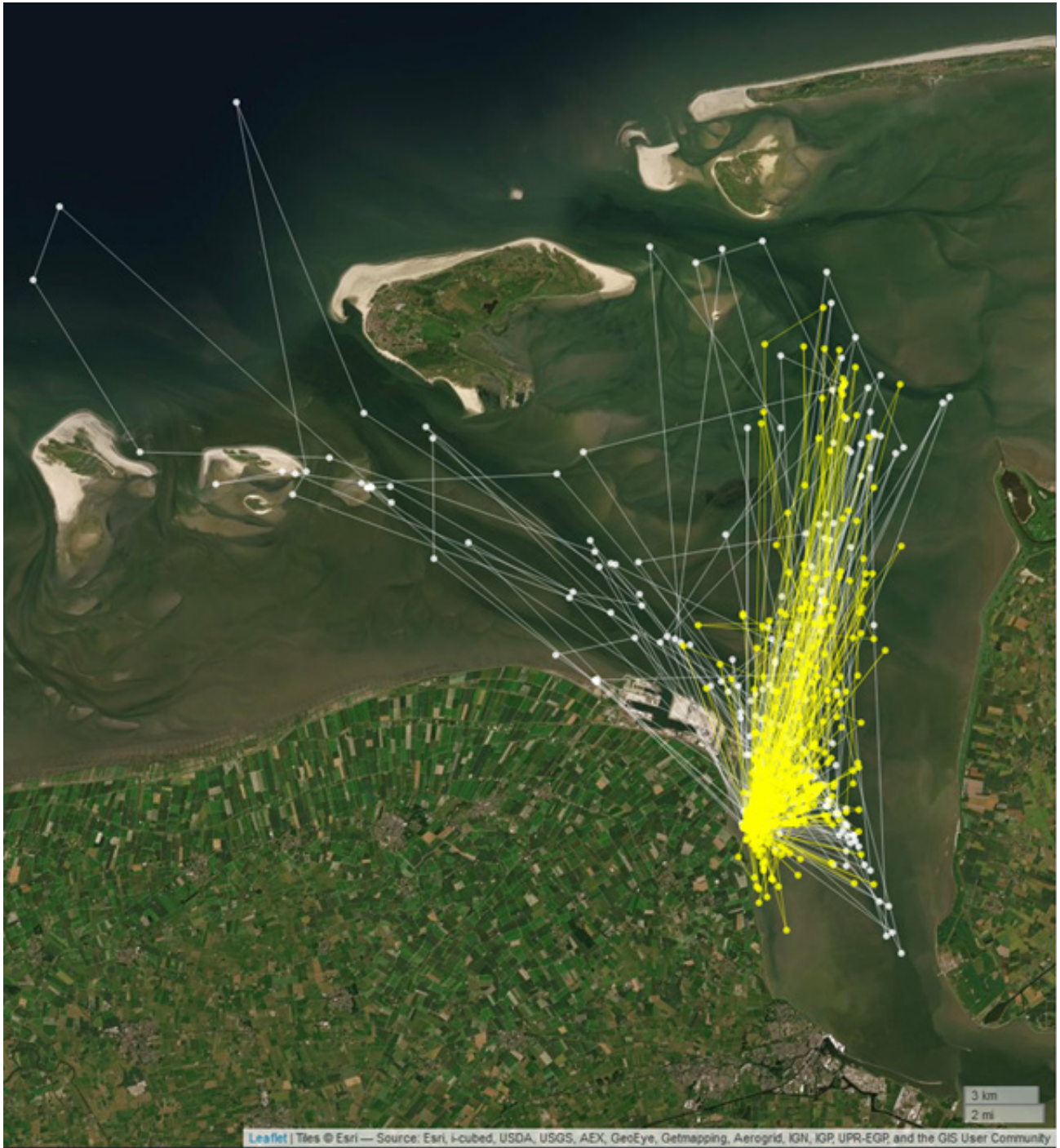
Noordse Stern W-ZP



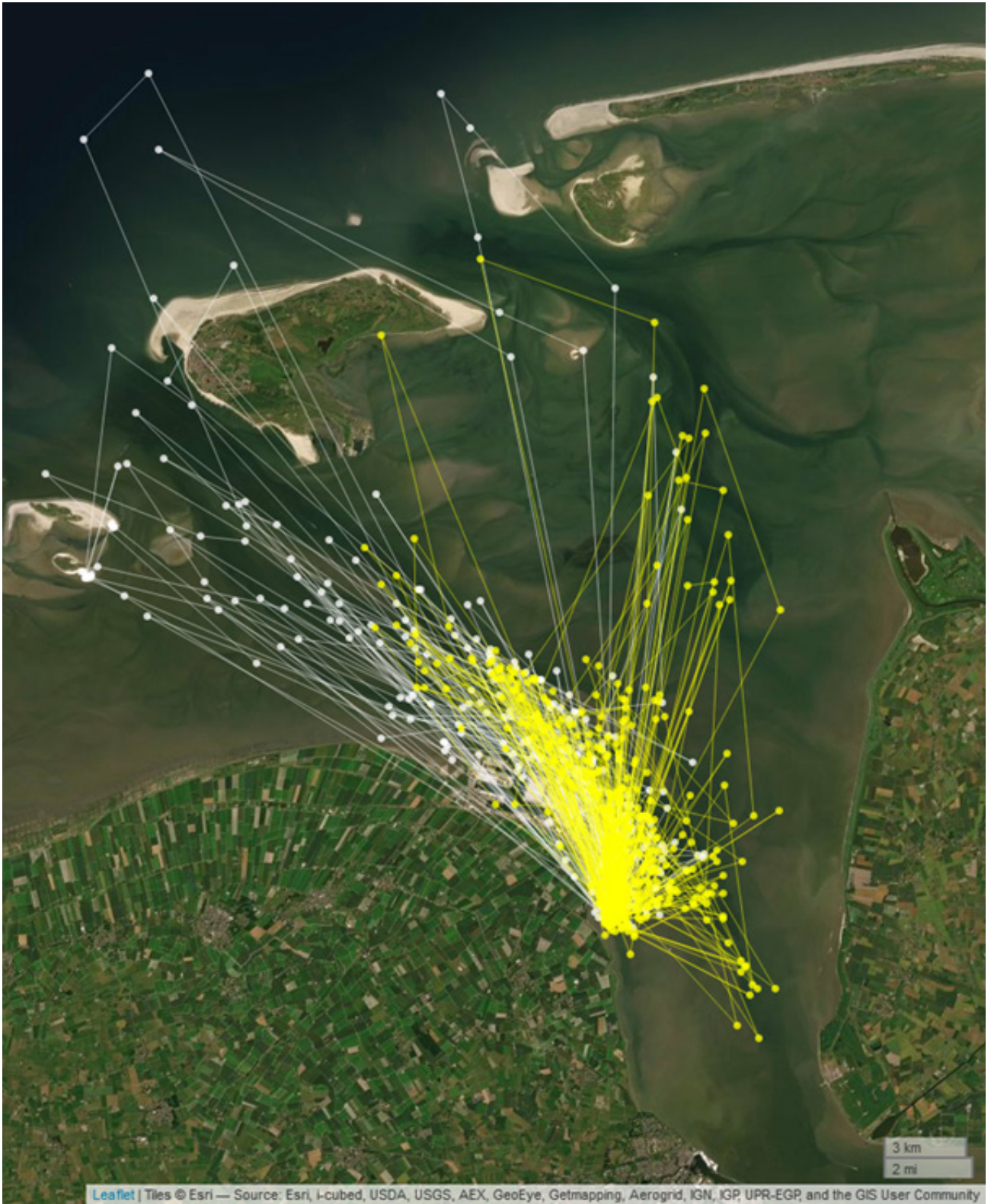
Noordse Stern W-JT



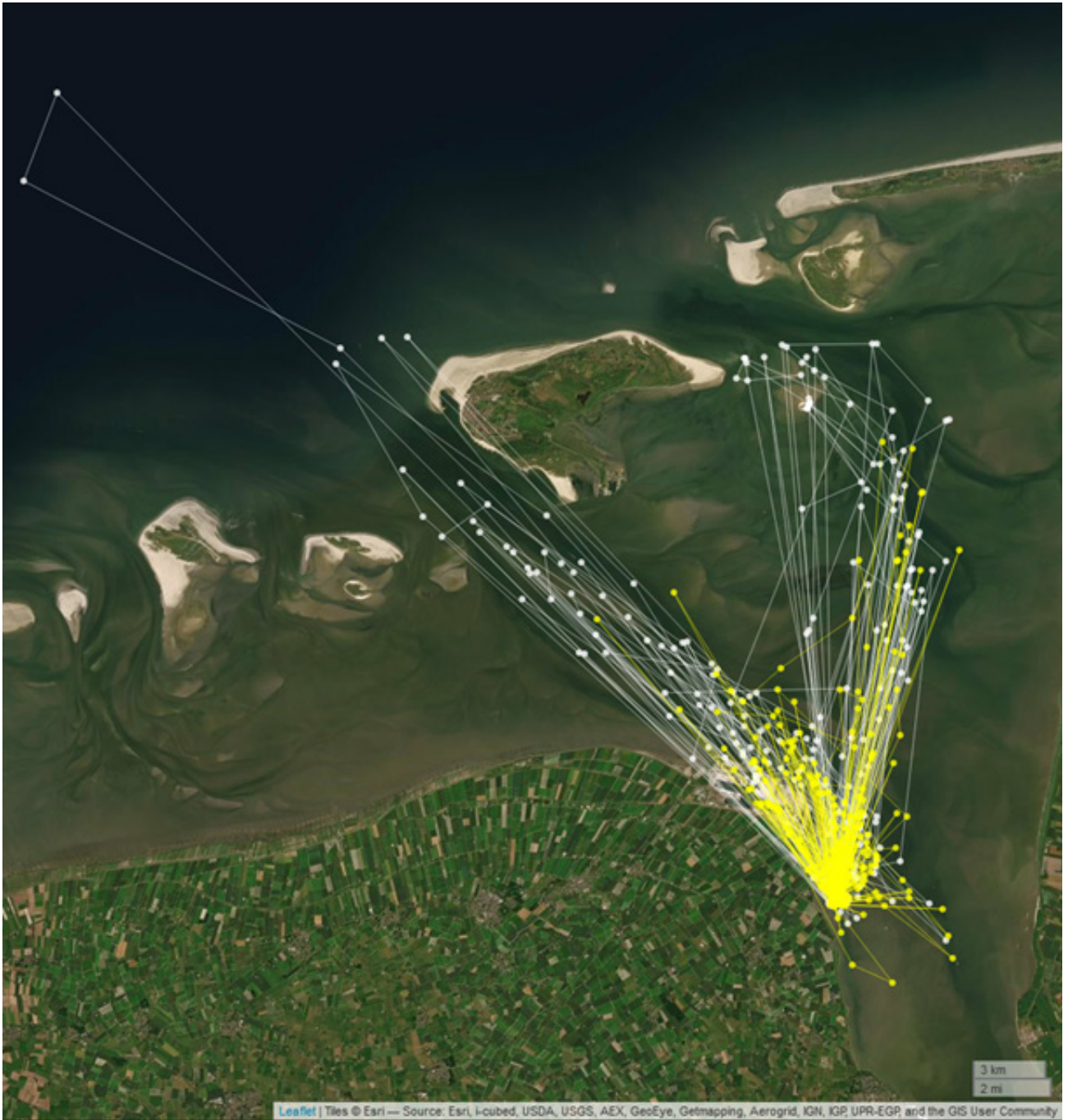
Visdief W-ERZ



Visdief W-ERV



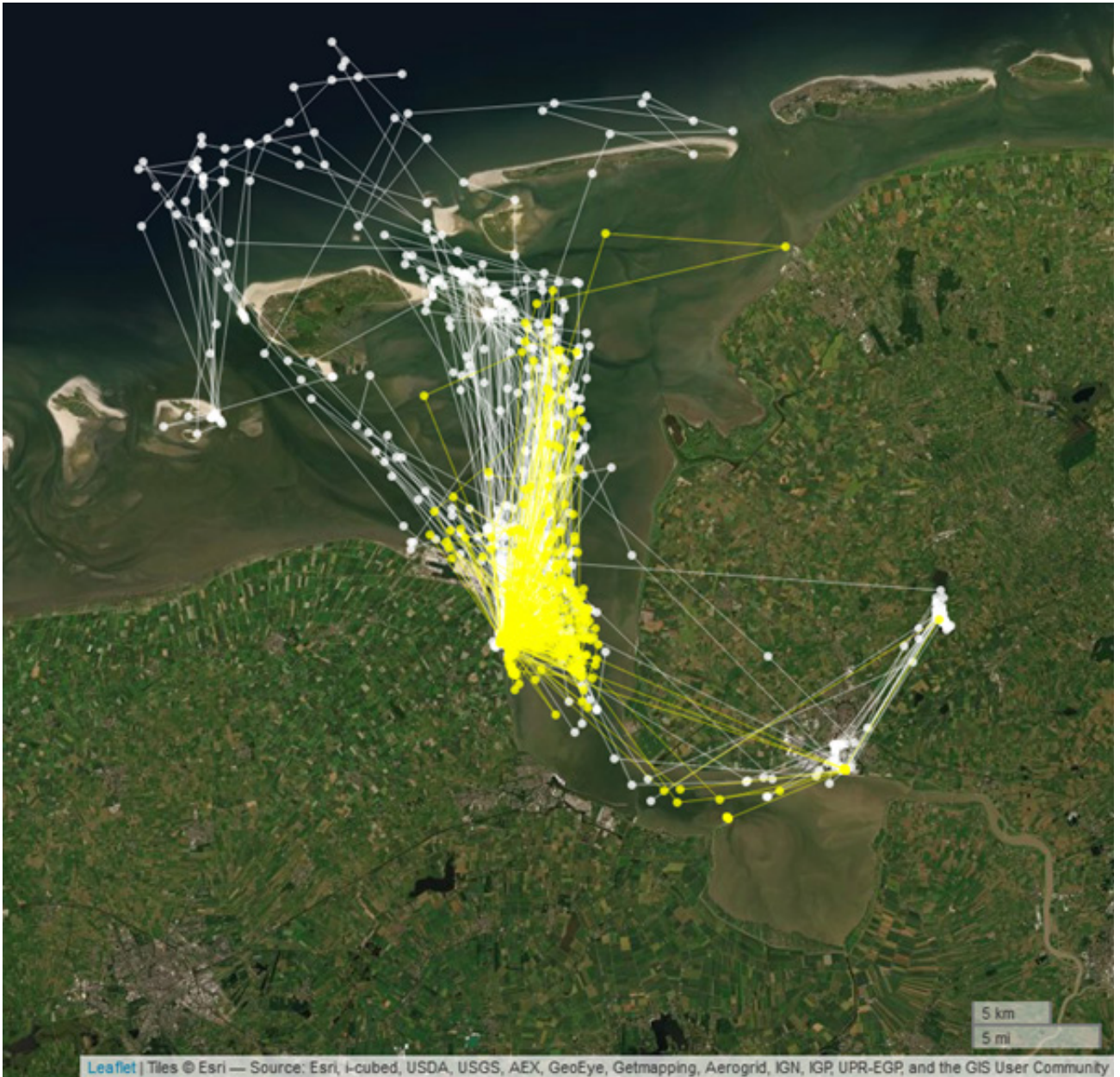
Visdief W-ESZ



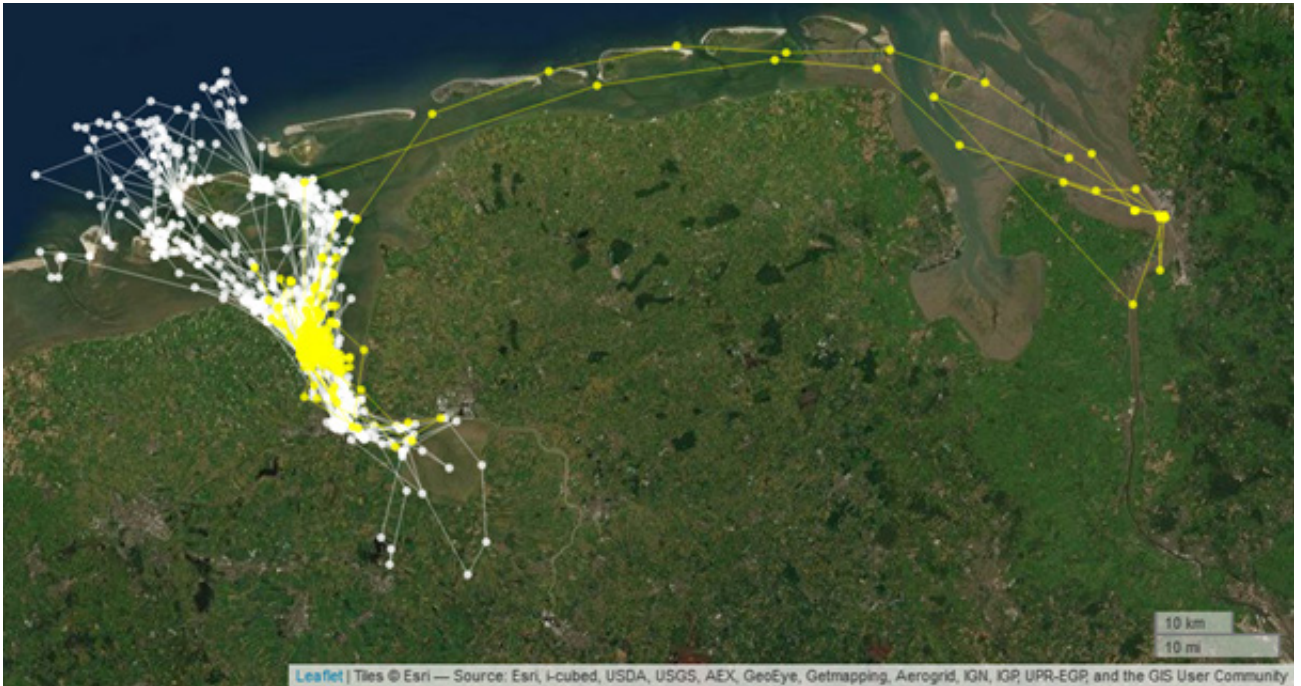
Visdief W-ESE



Visdief W-ESJ

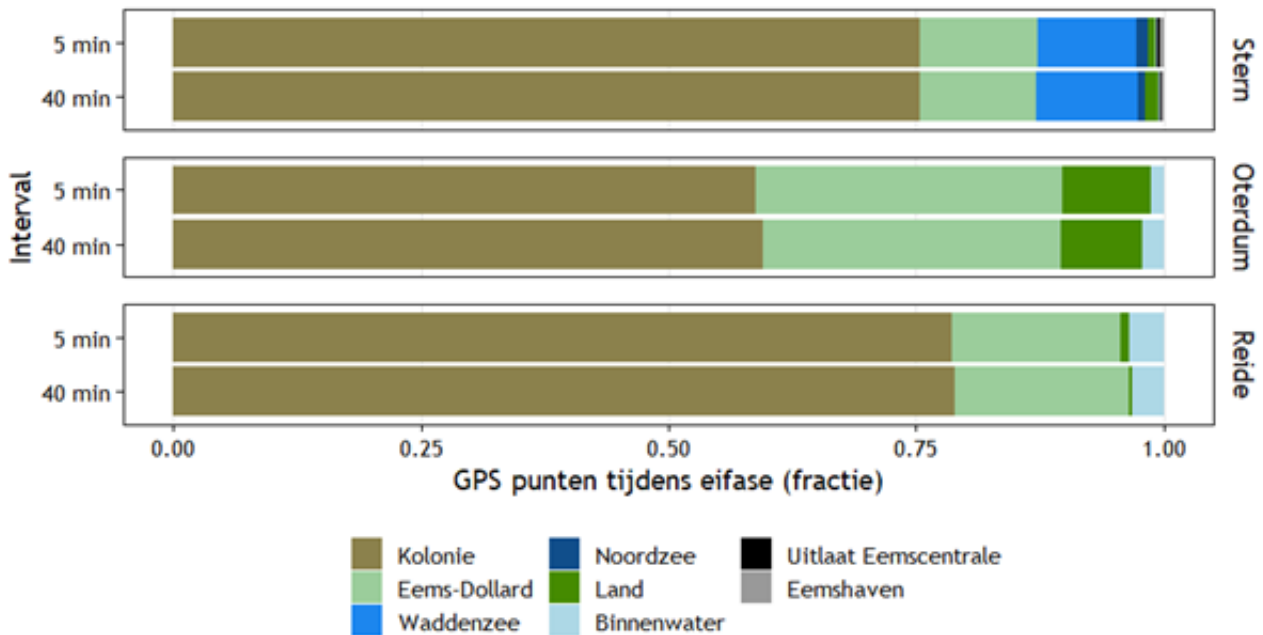


Visdief W-ERS



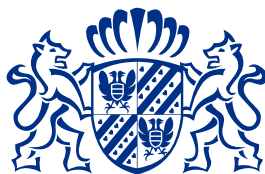
Bijlage 3. Invloed van het GPS interval op resultaten ruimtegebruik

Voor de zenders met 5 minuten interval (Stern n=4, Oterdum n=1, Reide n=2) is dit interval aangepast naar 40 minuten. Vervolgens is met beide intervallen de verdeling van de GPS punten over de habitattypen berekend. Hieruit blijkt dat er nauwelijks verschil is in de verdeling.





In opdracht van:



**provincie
groningen**

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl

