

Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland *Stern* in 2022



Petra Manche

Sovon-rapport 2023/17



Natuurmonumenten

Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland *Stern* in 2022

Petra Manche

Sovon-rapport 2023/17

Dit rapport is samengesteld
in opdracht van Provincie Groningen



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2023

Dit rapport is samengesteld in opdracht van Provincie Groningen

Wijze van citeren: Manche P. 2022. Zenderonderzoek aan Visdieven en Noordse Sterns op broedeiland Stern in 2022. Sovon-rapport 2023/17. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Foto's omslag: Petra Manche

Opmaak: Laura Hondshorst, 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 en/of opdrachtgever.

Inhoud

| | |
|---|----|
| Dankwoord | 6 |
| Samenvatting | 7 |
| Summary | 7 |
| 1. Inleiding | 8 |
| 2. Methoden | 9 |
| 2.1. Ringonderzoek | 9 |
| 2.1.1 Aflezen (kleur)ringen | 9 |
| 2.1.2 Ringen van jongen en adulten | 9 |
| 2.1.3 Analyse ringgegevens voor herkomst sterns | 10 |
| 2.2 Zenderonderzoek | 10 |
| 2.2.1 Type zenders en instellingen | 10 |
| 2.2.2 Vangen en aanbrengen zenders | 10 |
| 2.2.3 Gegevens uitlezen en analyse | 11 |
| 2.3 Voedselonderzoek | 11 |
| 2.3.1 Foto's van sterns met prooien | 11 |
| 2.3.2 Analyse van foto's met prooien | 12 |
| 2.3.3 eDNA analyse van feces | 12 |
| 3. Resultaten | 13 |
| 3.1. Herkomst sterns | 13 |
| 3.2 Zenderonderzoek | 14 |
| 3.2.1 Overzicht gezenderde sterns | 14 |
| 3.2.2 Ruimtegebruik | 15 |
| 3.3 Voedselonderzoek | 19 |
| 3.3.1 Foto's van prooien | 19 |
| 3.3.2 Dieet op basis van eDNA in feces | 20 |
| 3.4 Migratie | 21 |
| 4. Discussie | 23 |
| 4.1 Herkomst en verplaatsingen van de sterns | 23 |
| 4.2 Bevestiging zenders | 23 |
| 4.3 Ruimtegebruik Visdief en Noordse Stern | 24 |
| 4.4 Voedsel | 24 |
| Literatuur | 25 |
| Bijlage | 26 |
| Bijlage 1. Gps-data per individu | 26 |

Dankwoord

In het voorjaar van 2022 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. Wij danken Allix Brenninkmeijer voor de prettige en betrokken samenwerking vanuit de opdrachtgever, de Provincie Groningen. Jeroen Kuipers (Natuurmonumenten) was de contactpersoon voor beheerzaken op het eiland.

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 kleuringt 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 Peter de Boer (Sovon), die tevens de basismonitoring van de broedvogels op eiland Stern en de broedsuccesmetingen aan Visdief en Noordse Stern uitvoerde. Aanvullend werd tijdens het veldwerk assistentie verleend door Harry Kuipers.

Ruben Fijn (Waardenburg Ecology) deelde zijn ervaring 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). De dieetaanalyse op basis van eDNA werd uitgevoerd door Waardenburg Ecology.

Anna Venema (van Hall Larenstein, Leeuwarden) heeft de vele foto's die met de nestcamera's zijn gemaakt geselecteerd en daarop zichtbare vissen gedetermineerd. Bij foto's waarop de prooi moeilijk te determineren was, werd de determinatie gedaan door Bram Couperus (Wageningen Marine Research) of Pim Lemmers (Natuurbalans-Limes Divergens BV).

Samenvatting

In het broedseizoen van 2022 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 2022. Net als in voorgaande jaren, had ook in 2022 het grootste deel van de aanwezige geringde sterns ook het voorgaande jaar op eiland Stern gebroed. Sinds 2021 worden er ook op Rottumerplaat Noordse Sterns geringd. Vier hiervan werden in 2022 op eiland Stern waargenomen.

In 2021 werden er op eiland Stern zes Visdieven en vier Noordse Sterns gezenderd. Deze zenders zijn toen door middel van een *leg-loop* tuigje op de rug van de vogels bevestigd. In 2022 is dit herhaald met zes Visdieven en vijf Noordse Sterns. Doordat er ander materiaal (met breekpunten) voor het tuigje is gebruikt, is de periode waarin de vogels gevolgd konden worden korter dan in 2021. Bij het vergelijken van de resultaten tussen de twee jaren is daarom alleen naar de eerste 14 dagen van de jongenfase gekeken.

De afstanden die de vogels aflegden verschilde niet tussen de jaren. Wat wel verschilde was dat ze in 2021 regelmatig naar de geul vlogen die langs de oostkant van Borkum stroomt, terwijl ze in 2022 meer naar de geul aan de westkant gingen. Dit was bij beide soorten het geval. Een ander verschil was dat met name Visdieven in 2022 iets vaker naar de uitlaat van de Eemscentrale en de Eemshaven vlogen.

Het voedsel van de sterns is op twee manieren onderzocht, namelijk door middel van foto's bij de nesten en door eDNA analyse van de feces. Op basis van de camerabeelden was het aandeel haringachtige vissen (vooral haring, spiering en sprat) lager dan in 2021, maar desondanks was dit nog steeds de voornaamste proisoort. De gemiddelde lengte van de prooien verschilde niet tussen de jaren. De variatie in waargenomen vissoorten was in 2022 wel veel groter. Op basis van de eDNA analyse bleek Haring ook de meest voorkomende vissoort in het dieet te zijn. Bij Visdieven werd in 2022 daarnaast ook veel Sprat aangetroffen, terwijl deze soort bij Noordse Sterns niet werd gevonden.

Summary

During the breeding season of 2022, 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 colour 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 previous years, most of the breeding birds that were resighted had been breeding on the island in previous years as well. Four Arctic Terns that were colour ringed on Rottumerplaat in 2021 were resighted on island Stern.

In 2021, GPS tags were applied on six Common Terns and four Arctic Terns. This was repeated in 2022 with six Common Terns and five Arctic Terns, but with a different type of harness. The distance from the colony was similar in both years, but they often went to a different gully than in 2021. Also Common Terns went more often to the Eemshaven (harbour and cooling water outlet).

The diet of Common Terns and Arctic Terns consisted mainly of Herring/Sprat, based on pictures taken near their nests. eDNA analysis of faeces of the chicks gave the same result, but was able to distinguish these fish species. In case of the Arctic Terns it was Herring only, while Common Terns showed a mix of Herring and Sprat. This was similar to previous years. The remaining part of the diet was more diverse in 2022 than in 2022.

1. Inleiding

In het broedseizoen van 2022 is op broedeiland Stern wederom voedselonderzoek uitgevoerd 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 (2022). Sinds 2018 wordt hier jaarlijks een broedvogelinventarisatie uitgevoerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland (de Boer & Koffijberg 2019, de Boer 2019, 2021, 2022, De Boer & Ubels 2021).

Aanvullend onderzoek dat in 2022 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 in de Eems-Dollard 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.

Daarnaast is er in 2020 op het eiland voor het eerst ervaring opgedaan met het gebruik van gps-loggers bij Visdieven in de eifase van het broedseizoen (Manche & Loonen 2021). Vervolgens is in 2021 het foerageergedrag en dieet onderzocht van Visdieven en Noordse Sterns op eiland Stern (Manche *et al.*, 2022). Hierbij werden zenders gebruikt die op afstand konden worden uitgelezen. Deze waren voorzien van zonnepaneel om de batterij op te laden, zodat de sterns ook tijdens de jongenfase gevolgd konden worden. Dit onderzoek is in 2022 herhaald om inzicht te krijgen in de variatie tussen verschillende jaren.

Bij de nesten van de gezenderde vogels zijn camera's geplaatst, om de prooien die aan de jongen gevoerd worden vast te kunnen leggen. Daarnaast zijn er feces van jonge sterns verzameld, om door middel van eDNA technieken de samenstelling van het dieet te kunnen bepalen.

Dit rapport doet verslag van bovenstaande onderzoeken. Eerst worden de gebruikte methodes beschreven, gevolgd door de resultaten van 2022. Deze worden daarna vergeleken met die van 2021 en 2020. In de aansluitende discussie wordt ingegaan op de resultaten en gebruikte methoden.



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 is in 2007 een kleurringproject gestart 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 die gebruikt worden binnen dit project zijn inscriptieringen met drie letters en/of cijfers bij Visdieven en twee bij Noordse Sterns. Er worden jaarlijks zowel jongen als adulten gekleurringd.

2.1.1 Aflezen (kleur)ringen

In de kolonie staan twee vaste schuilhutten, van waaruit met een telescoop ringen werden afgelezen van Visdieven en Noordse Sterns. Dit gebeurde met name in het begin van het seizoen (tabel 1), toen er nog geen of weinig vegetatie was. Daarnaast werden er, met name bij nesten van Noordse Sterns, gedurende enkele dagen wildcamera's geplaatst om kleurringen vast te leggen. Aan het eind van het seizoen gaan veel sterns met hun reeds vliegvlugge jongen op het strandje aan de westzijde van het eiland zitten. Hier werden zowel metalen ringen als kleurringen afgelezen vanuit schuiltentjes.

Het aflezen van de kleurringen diende niet alleen om de herkomst van de sterns te achterhalen (paragraaf 2.1.3), maar ook om vogels die in 2021 gezenderd werden terug te vinden. Daarnaast werd er gelet op Noordse Sterns met geolocators. In voorgaande jaren zijn er 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. 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.

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 valen, doken ze in het mistnet en bleven daarin vastzitten.

Tabel 1. Overzicht van de bezoeken aan broedeiland Stern ten behoeve van het onderzoek. Daarnaast werd er door Peter de Boer (Sovon) aanvullende bezoeken gebracht (de Boer, 2022) 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 activiteiten |
|------------|---|
| 02-05-2022 | Ringen aflezen |
| 06-05-2022 | Nesten markeren, ringen aflezen |
| 08-05-2022 | Nesten markeren, ringen aflezen, ontvanger plaatsen |
| 11-05-2022 | Nesten markeren, locaties voor enclosures bepalen |
| 17-05-2022 | Nesten markeren |
| 28-05-2022 | Enclosures plaatsen |
| 31-05-2022 | Eerste 4 Visdieven zenderen, camera's plaatsen |
| 02-06-2022 | Eerste 3 Noordse Sterns zenderen, camera's plaatsen |
| 04-06-2022 | Laatste 2 Visdieven en 2 Noordse Sterns zenderen, enclosures afmaken |
| 10-06-2022 | Controle enclosures, feces verzamelen, adulten kleurringen + zoönose monsters |
| 14-06-2022 | Controle enclosures, feces verzamelen |
| 22-06-2022 | Controle enclosures, feces verzamelen |
| 25-06-2022 | Controle enclosures, ringen aflezen |
| 29-06-2022 | Controle enclosures, ringen aflezen |
| 08-07-2022 | Ringen aflezen |
| 10-07-2022 | Ringen aflezen |
| 17-07-2022 | Ringen aflezen, adulten kleurringen |
| 24-07-2022 | Ringen aflezen |
| 29-07-2022 | Ringen aflezen, feces verzamelen |

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. Bij het ringen werden de kop+snavel en het gewicht genoteerd, bij grote jongen aangevuld met de vleuggellengte.

2.1.3 Analyse ringgegevens voor herkomst sterns

Om de herkomst van de sterns te achterhalen is een overzicht gemaakt van alle afgelezen en teruggevangen 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 2018-2021, oftewel de gehele periode waarin eiland Stern in gebruik is door sterns.

2.2 Zenderonderzoek

2.2.1 Type zenders en instellingen

In 2022 is hetzelfde type zender gebruikt als in 2021: Pathtrack nanoFix GEO RF. Deze zenders zijn voorzien van zonnepaneel en versturen de data naar een ontvanger in de kolonie. De instellingen van de zenders waren

ook gelijk aan die in 2021, namelijk een GPS interval van 40 min tussen 04:00 uur en 23:00 uur. In de nacht werden er geen GPS punten genomen om de batterij te sparen, in 2020 bleek namelijk dat de Visdieven in de nacht niet of nauwelijks actief waren (Manche & Loonen, 2021). De zenders deden elke 90 min een poging om data door te sturen naar de ontvanger die op het broedeiland was geplaatst.

2.2.2 Vangen en aanbrengen zenders

Op eiland Stern zijn vijf Noordse Sterns en zes Visdieven uitgerust met een Pathtrack nanoFix GEO RF zender (figuur 2). Rondom deze vogels zijn enclosures geplaatst zodat je jongen in de buurt van het nest bleven. Op die manier kon het broedsucces en de voedselaanvoer van de gezenderde sterns gevolgd worden.

Het vangen en ringen is uitgevoerd zoals omschreven in paragraaf 2.1.2. 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 door middel van een leg-loop tuigje (figuur 2). Dit tuigje is in 2022 van ander materiaal gemaakt dan in 2021, namelijk "original slip elastic" 1.4 mm (Preston Innovations). Dit elastiek werd op de juiste lengte vastgezet met knoopjes waar



Figuur 2. Pathtrack nanoFix GEO RF zender met zonnepaneel, voorzien van een tuigje van elastiek. Deze wordt op de juist lengte vastgezet door middel van dubbele knoopjes icm secondelijm. Pathtrack nanoFix GEO RF with solar panel and leg-loop harness. The harness will be secured with two knot and glue.

vervolgens secondelijm op werd aangebracht. Deze gelijmde knoepjes vormen een zwakke plek in het tuigje, waardoor deze na enkele weken breekt. Hier is voor gekozen omdat de vogels die in 2021 met een meer permanent tuigje hadden gekregen, buiten het broedseizoen een veel lagere overlevingskans leken te hebben dan de niet-gezenderde vogels (zie 4.2). Bovendien is het onderzoek hoofdzakelijk gericht op het foeragegedrag tijdens het broedseizoen. Door met tijdelijke tuigjes te werken kan deze informatie verzameld worden zonder dat de vogel lange tijd met een zender rond moet vliegen.

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. De ontvanger is half april 2022 geplaatst, om de in 2021 gezenderde vogels uit te kunnen lezen die mogelijk terug zouden keren naar eiland Stern. Vanaf 31 mei werden er nieuwe vogels gezenderd. Op 1 juli stond er voor het laatst data op; eind augustus 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 4.2.1 (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.

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. In 2021 was er van alle periodes een ruime hoeveelheid data beschikbaar. In 2022 zijn weinig gegevens verzameld van de late jongenfase. Daarom is er in de analyses voornamelijk gewerkt met de periode waarin de jongen 0-15 dagen oud waren.

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). Punten die ten noorden van de *shapefile* van de ecotopenkaart lagen zijn geclassificeerd als 'Noordzee'. 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 binnenland. Dit is voor zowel de data van 2021 (Manche *et al.*, 2022) als 2022 gedaan, om het ruimtegebruik tussen de twee jaren te kunnen vergelijken.

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 variabele varieert van diep sublitoraal (>5 m beneden de laagwaterlijn) tot kwelder, de tweede variabele is onderverdeeld in de categorieën hoogdynamisch (maximale stroomsnelheid $\geq 0,8$ m/s) en laagdynamisch (<0,8 m/s). De combinatie van deze twee variabelen zijn gebruikt om subhabitats te definiëren. Voor elke fase van het broedseizoen is geanalyseerd hoe de gps-punten verdeeld zijn over deze subhabitats.

2.3 Voedselonderzoek

2.3.1 Foto's van sterns met prooien

Rondom de nesten van de gezenderde vogels zijn enclosures gebouwd. Omdat de Noordse Sterns op twee verschillende delen van het eiland zijn gevangen (midden en zuid, zie voor indeling de Boer, 2022), zijn er voor deze soort twee aparte enclosures gebouwd, waarvan eentje ook nesten van niet-zendervogels bevatte. Alle gezenderde Visdieven zaten samen in een enclosure op zuid, samen met enkele nesten van niet-zendervogels.

Per soort zijn er drie camera's met bewegingssensor (type *Spypoint Force Dark*) in de enclosures geplaatst. In 2021 werden de camera's op circa 50 cm hoogte aan paaltjes vastgeknoopt. Daarbij kwamen er veel langsvliegende sterns in beeld die elders op het eiland hun nest hadden en vaak te ver weg vlogen om de prooi goed te kunnen zien. In 2022 zijn de camera's op de grond geplaatst, zodat ze vooral zouden reageren op vogels in de enclosure en dus dichtbij de camera. De vegetatie die voor de camera's groeide is regelmatig weggehaald. Daarnaast zijn de accu's en geheugenkaarten van de camera's regelmatig vervangen. Na afloop van het broedseizoen zijn alle foto's opgeslagen in OneDrive.

2.3.2 Analyse van foto's met prooien

Na afloop van het seizoen waren er op deze manier ruim 90.000 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 en voor enkele dagen toen de meeste jongen ongeveer een week oud waren. Omdat er meestal niet te zien is of de vogel op de foto een zender heeft, zijn alle foto's van sterns met prooien meegenomen in de analyse.

De prooien op de foto's van de nestcamera's zijn geanalyseerd door Anna Venema (van Hall Larenstein, Leeuwarden). Hierbij is, net als in 2021, onderscheid gemaakt tussen haringachtigen (zoals Haring, Sprot en Spiering), Zandspiering, platvissen en ongewervelden. In 2022 werden daarnaast ook Karperachtigen, Stekelbaars, Pos, Grondel en krab aan de soortenlijst met waargenomen prooien toegevoegd. Verder is de lengte van de prooi geschat ten opzichte van de snavellengte. Dit is gedaan in stapjes van 0,25 snavellengtes. Bij 28 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: $\text{Massa zoutwatervis (g)} = 0,006078 * \text{Lengte}^3,0916 \text{ (cm)}$ (Brenninkmeijer *et al.*, 2002).

2.3.3 eDNA analyse van feces

In 2020 en 2021 zijn er op eiland Stern voor het eerst feces verzameld van (voornamelijk jonge) Visdieven en Noordse Sterns. Door middel van een eDNA analyse, uitgevoerd door Wageningen Universiteit, is toen onderzocht uit welke prooisorten het dieet van de sterns bestond. Deze monsters zijn verzameld in epjes met 96% ethanol en zoveel mogelijk gekoeld bewaard. Het DNA is hieruit geïsoleerd volgens de methode van Verkuil *et al* (2022). De primers die in de analyse van deze monsters gebruikt zijn, zijn zowel geschikt voor het detecteren van vissoorten als ongewervelden.

In 2022 zijn wederom feces verzameld van middelgrote en grote jongen van beide soorten sterns. De monsters zijn geanalyseerd door Waardenburg Ecology. Deze monsters zijn verzameld in buisjes met 5 ml eDNA preservatie buffer en minstens 48 uur op kamertemperatuur bewaard. In 2022 is er bij de analyse gebruik gemaakt van primers specifiek voor vissen, gebaseerd op 12S mitochondriaal DNA. Hierbij zijn dus geen ongewervelde prooisorten geanalyseerd.

Per leeftijdscategorie werden er jaarlijks er 5 monsters van elke soort verzameld. In 2020 en 2021 werden deze allemaal individueel geanalyseerd. In 2022 zijn telkens de vijf monsters per leeftijdscategorie samen genomen in de eDNA analyse.

3. Resultaten

3.1. Herkomst sterns

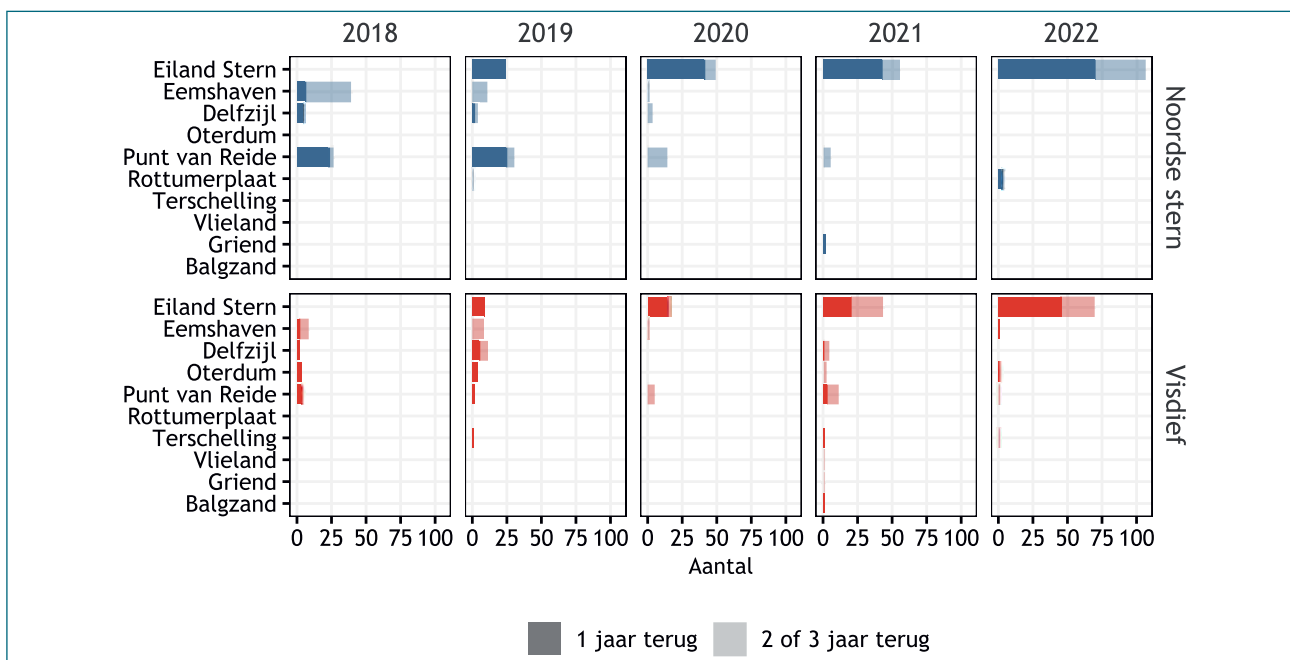
In 2022 werden er op eiland Stern 167 verschillende kleurringen afgelezen van Noordse Sterns. Veel vogels werden meer dan eens gezien, waardoor het totaal aantal aflezingen op 378 komt. Daarbovenop werden er nog 33 verschillende vogels met alleen een metalen ring afgelezen of gevangen. Bij de Visdieven werden er 129 verschillende gekleurde vogels gezien op een totaal van 225 aflezingen. Bij deze soort kwamen daar nog 35 metaal geringde individuen bij. Deze aantallen zijn inclusief jongen die dit jaar geringd zijn en vervolgens na het uitvliegen werden afgelezen. Van de broedvogels is van een groot deel bekend waar ze in recente jaren tijdens het broedseizoen zaten. Bij zowel Visdief als Noordse Sterns zat het grootste deel van deze bekende vogels ook in 2021 op eiland Stern (figuur 3).

Bij de Noordse Sterns werden er twee individuen gezien die in 2021 op Rottumerplaat zaten. Eentje daarvan was eerst van 2011 tot 2017 een broedvogel in de Eemshaven. Andersom gingen er twee Noordse Sterns naar Rottumerplaat die in 2021 nog op eiland Stern zaten. Daarnaast zijn er vier individuen die in 2022 zowel op eiland Stern als Rottumerplaat meerdere keren werden waargenomen, waarbij er nergens met

zekerheid is vastgesteld dat de vogels een nest hadden. Bij de Visdieven werd een individu gezien die in 2021 op Oterdum (broedeiland bij Delfzijl) zat en een vogel die vorig jaar op een dak in de Eemshaven broedde. Van deze soort zijn geen verplaatsingen naar andere kolonies bekend voor 2022.

Tussen de waargenomen individuen zaten ook jonge vogels die nog niet eerder in het broedgebied waren afgelezen. Bij de Noordse Sterns ging het uitsluitend om vogels die op eiland Stern geboren waren, namelijk drie gekleurde en twee met alleen een metalen ring uit 2020 en daarnaast nog negen vogels met alleen een metalen ring uit 2019. Ook op Rottumerplaat werden regelmatig aflezingen gedaan van zes Noordse Sterns die als jong op eiland Stern geringd waren.

Bij de Visdieven werden 5 jongen van eiland Stern met metalen ring teruggezien, drie uit 2019 en twee uit 2020. Daarnaast waren er twee uit de kolonie van Oterdum afgelezen die daar als jong geringd waren in 2019 en 2020. Verder kwam er nog een gekleurde Visdief op het strandje kijken die in 2021 op een dak in Zwolle geboren was. Ten slotte kwam er nog een Visdief langs die in 2020 als jong bij Arnhem een kleuring kreeg. Deze vogels waren geen van allen eerder afgelezen.



Figuur 3. 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 2018-2022. In dark is shown where they were breeding in the previous year. If this is unknown, the breeding location of two or three years earlier is given in lighter colour. This data is based on resightings and recaptures of adults.

3.2 Zenderonderzoek

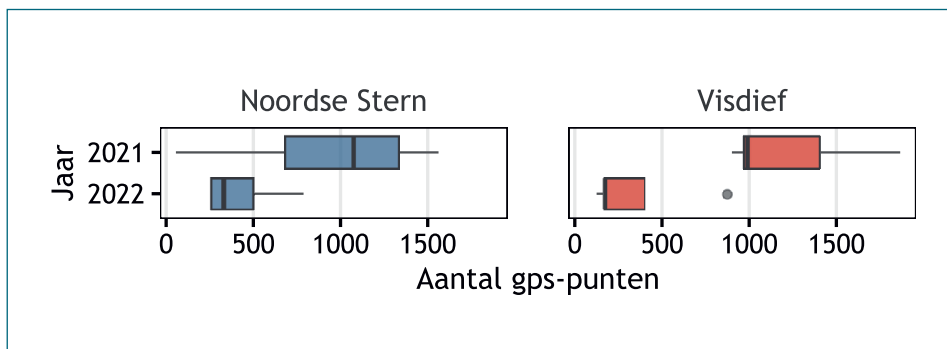
3.2.1 Overzicht gezenderde sterns

In 2022 zijn er 11 sterns uitgerust met gps-zender: vijf noordse Sterns en zes Visdieven. Het vangen en zenderen van deze vogels werd uitgevoerd op 31 mei, 2 juni en 4 juni. Van één Visdief (W-EFZ) is helemaal geen gps-data binnengekomen (tabel 2), deze zender gaf alleen een datapunt door bij het aanzetten. Visdief W-EFZ bracht wel een jong groot. Het is onbekend hoe lang de zender is blijven zitten en dus of de oorzaak een defect aan de zender betrof, of een fout in de bevestiging van de zender. Met uitzondering van W-E3Z brachten alle gezenderde Sterns minimaal één jong groot (tabel 2).

Een groot verschil met 2021 is het aantal gps-punten per vogel, dit was in 2021 veel hoger (figuur 4). Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van het andere materiaal voor de tuigjes. Om deze reden zijn bij het vergelijken van de twee jaren telkens uitsluitend naar de fases met jongen van 0-7 en 8-14 dagen gekeken. Een kaart met alle data van 2022 per soort is weergegeven in figuur 5. In de bijlage staan de gegevens per individu weergegeven.

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, op 1 dag nauwkeurig. Broedsucces geeft aan hoeveel jongen er succesvol zijn grootgebracht. 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 five columns give the color ring, sex, species and hatching date of the first chick and number of fledged chicks.

| Kleurring | Geslacht | Soort | Uitkomst- datum | Broed- succes | Aantal gps punten | | | | | |
|---------------|----------|---------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| | | | | | Ei | 0-7 d | 8-14 d | 15-21 d | >21 d | Totaal |
| B-00 | V | Noordse Stern | 05-06-2022 | 1 | 59 | 200 | - | - | - | 259 |
| B-03 | M | Noordse Stern | 09-06-2022 | 1 | 179 | 233 | 203 | 50 | - | 665 |
| B-07 | V | Noordse Stern | 04-06-2022 | 1 | - | 148 | 203 | 51 | - | 402 |
| B-09 | M | Noordse Stern | 13-06-2022 | 2 | 233 | 29 | - | - | - | 262 |
| W-JZ | M | Noordse Stern | 06-06-2022 | 1 | 85 | 232 | 203 | 201 | 67 | 788 |
| W-E1Z | V | Visdief | 08-06-2022 | 1 | 185 | 239 | 204 | 200 | 47 | 875 |
| W-E3Z | M | Visdief | 08-06-2022 | 0 | 126 | - | - | - | - | 126 |
| W-E4Z | V | Visdief | 01-06-2022 | 2 | 3 | 185 | 195 | 17 | - | 400 |
| W-EFZ | V | Visdief | 03-06-2022 | 1 | - | - | - | - | - | 0 |
| W-EKZ | M | Visdief | 03-06-2022 | 1 | - | 172 | 1 | - | - | 173 |
| W-EZZ | V | Visdief | 07-06-2022 | 1 | 54 | 117 | - | - | - | 171 |
| Totaal | | | | | 924 | 1555 | 1009 | 519 | 114 | 4121 |



Figuur 4. Aantal gps-punten per individu, uitgesplitst naar soort en jaar. In 2022 werden de zenders met ander materiaal vastgezet dan in 2021. Number of GPS points per year and species. The attachment method of the tags was different in 2022.

3.2.2 Ruimtegebruik

In 2021 legde een gps-tag de tocht van Visdief W-ERS naar Bremerhaven vast. In 2022 werden dat soort grote afstanden niet geregistreerd. Bij de Noordse Sterns werd de grootste afstand tijdens een tocht afgelegd door B-09. Die vloog op 10 juni, dus in de eifase, richting Engelsmanplaat (figuur 5).

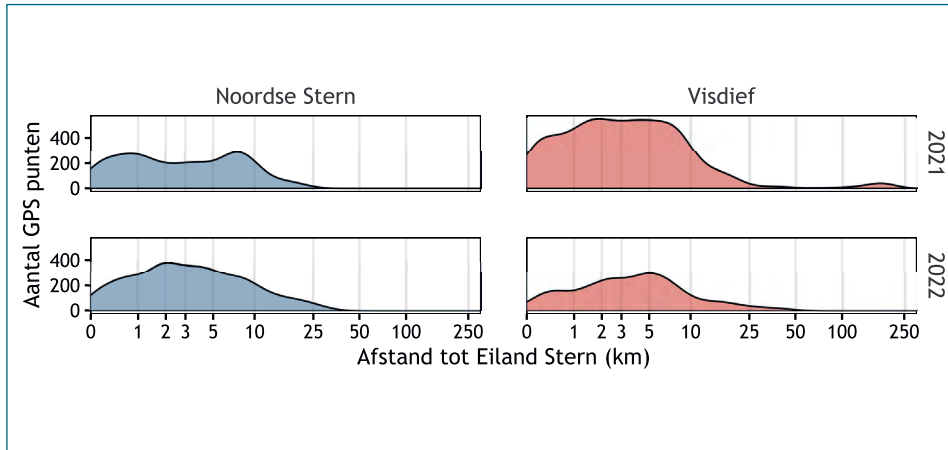


Figuur 5. Alle gps-tracks van vijf Noordse Sterns (boven, blauw) en vijf Visdieven (onder, oranje) die tijdens het broedseizoen van 2022 zijn verzameld. All GPS tracks of Arctic Terns (top, blue) and Common Terns (bottom, orange) during the 2022 breeding season.

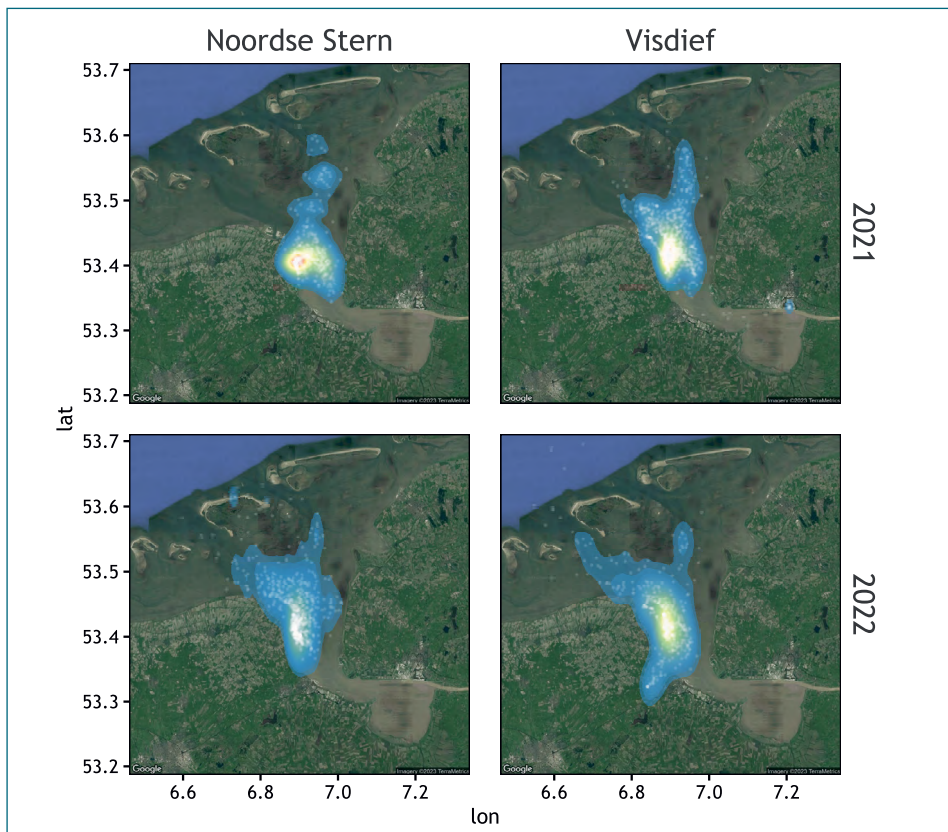


Bij de Visdieven verliet W-EZZ het zeegat ten westen van Borkum en vloog vanaf daar circa 8 km de Noordzee op. Dit was twee dagen na het uitkomen van de eieren. In 2021 zagen we zulke patronen pas na het uitvliegen van de jongen. Bij W-EZZ bleef het vervolgens ook bij deze ene tocht op de Noordzee. Daarnaast viel W-EKZ op, die veelvuldig de sloten ten noorden van Delfzijl bezocht. De maximale afstanden tot de kolonie zijn vergelijkbaar tussen 2021 en 2022. Buiten een straal van 10 km neemt het aantal geregistreerde gps-punten voor beide soorten af (figuur 6).

In figuur 7 is zijn heatmaps van de gps-punten tijdens de periode met jongen van 0-14 dagen oud weergegeven. Hierin is te zien dat zowel Visdieven als Noordse Sterns in beide jaren veel gps-punten rondom het broedeiland registreerden. Daarnaast gingen beide soorten in 2021 regelmatig naar de geul die langs de oostkant van Borkum stroomt. In 2022 trokken beide soorten juist meer naar de diepere geul aan de westkant.



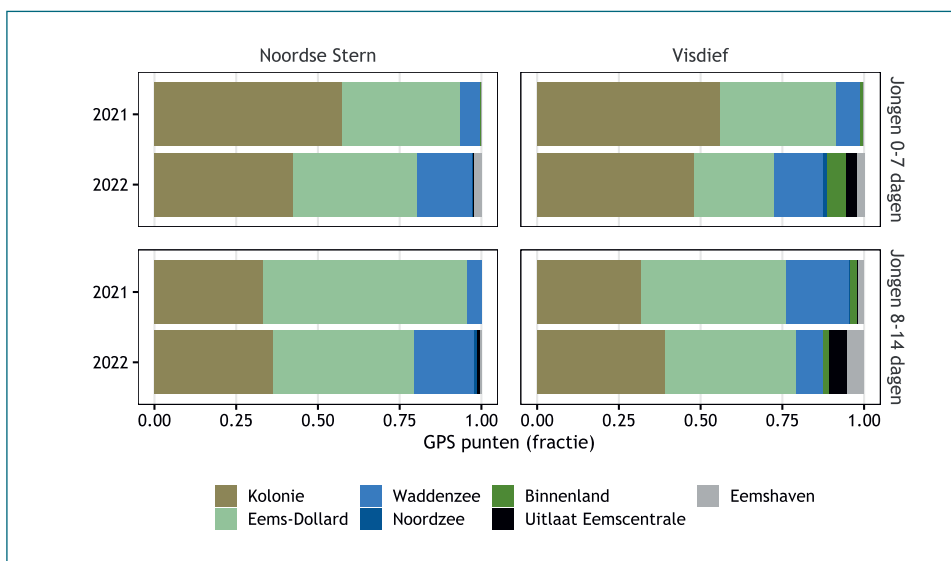
Figuur 6. Afstand (hemelsbreed) van elk gps-punt tot de kolonie, tijdens de periode waarin de jongen 0-14 dagen oud waren. Dit is weergegeven als totale aantal punten per soort en jaar. Distance of each GPS fix during the chick rearing period (chicks being 0-14 days old) to the colony for Arctic Terns (left) and Common Terns (right).



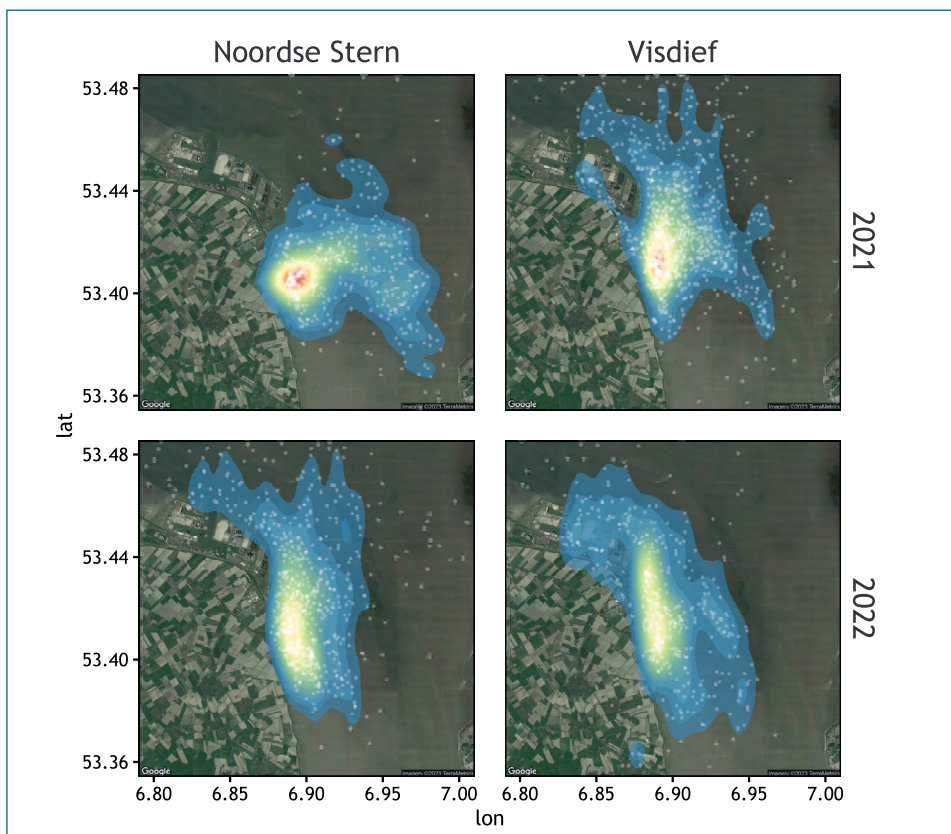
Figuur 7. Heatmap van het ruimtegebruik van Noordse Sterns en Visdieven in de eerste twee weken van de jongenfase in 2021 en 2022. Heatmap of GPS points during the first two weeks of raising chicks in 2021 and 2022 for Arctic Terns (left) and Common Terns (right).

In 2021 vlogen de Noordse Sterns vanaf het eiland vaak in oostelijke richting, waardoor ze echt in de Eems-Dollard bleven. In 2022 gingen ze vaker richting het noorden, waardoor ze meer op het wad uitkwamen (figuur 8). Bij de Visdieven werden in 2022 meer punten boven het binnenland geregistreerd dan in 2021 (figuur 8). Dit wordt echter vrijwel volledig veroorzaakt door de tochten van Visdief W-EKZ naar de sloten bij Delfzijl (bijlage).

In 2021 zaten de sterns vaak vlakbij het eiland. Met laag water stonden daar vaak groepen sterns op het wad, met hoog water werd er soms door grote groepen sterns en meeuwen vlak bij het eiland gefoerageerd. In 2022 was dit gebied met hoge dichtheid aan punten een stuk groter en liep ongeveer tot aan de uitlaat van de Eemscentrale (figuur 9). Met name Visdief W-E4Z vloog vaak naar deze uitlaat toe, maar ook Noordse Sterns W-JZ en B-03 kwamen hier soms. Daarnaast gingen de Visdieven in 2022 vaker naar de Eemshaven dan in 2021 (figuur 8); drie van de vijf gingen hier meerdere keren naar toe (W-EKZ, W-E1Z en W-E4Z).



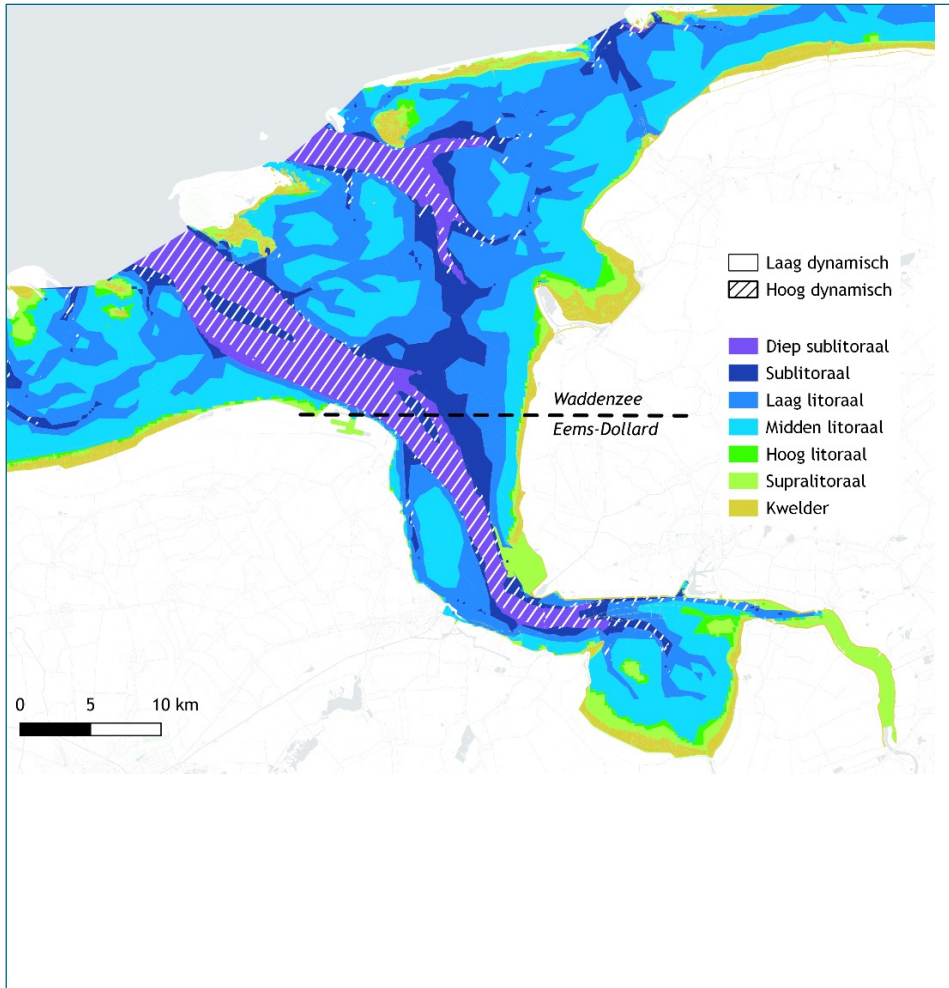
Figuur 8. Gebruik van verschillende habitattypen door Noordse Sterns en Visdieven in verschillende fases van het broedseizoen in 2021 en 2022. Habitat use of Arctic Terns (left) and Common Terns (right) during different stages of breeding season in 2021 and 2022.



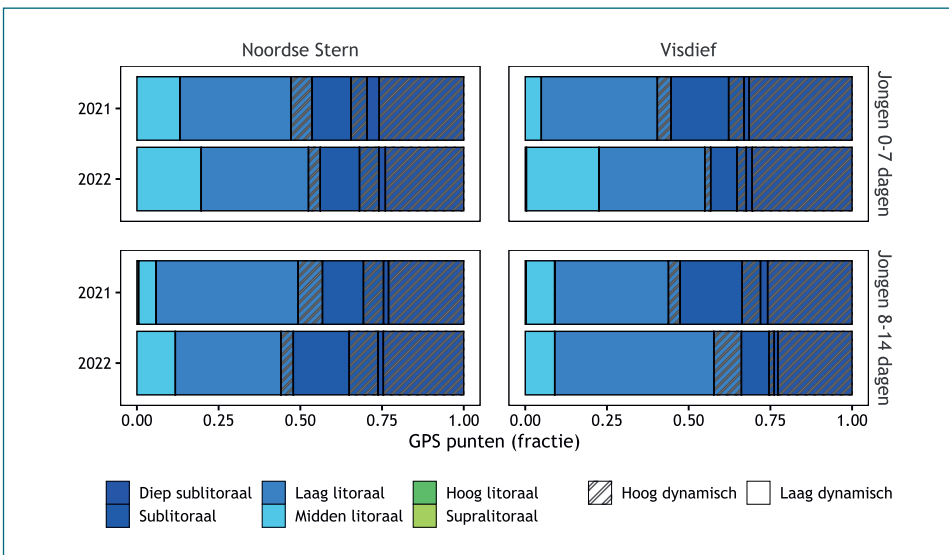
Figuur 9. Heatmap van de gps-punten rondom het broedeiland en de Eemshaven. Heatmap of GPS points near the colony and the Eemshaven.

Kijkend naar het gebruik van subhabitats in de Waddenzee en Eems-Dollard, blijkt het aandeel punten in de diepe geulen (het hoog-dynamische diep sublitoraal, figuur 10) in 2022 niet hoger te zijn dan in 2021 (figuur 11). Ondanks dat beide soorten vaker richting de brede geul vlogen. Dit komt doordat ze minder bij de

geul direct naast het eiland kwamen en bovendien vaak langs de randen van de diepe geul vlogen in plaats van boven het midden. Als gevolg hiervan is het aandeel “midden litoraal” in het habitatgebruik in 2022 iets hoger dan in 2021 (figuur 11).



Figuur 10. De ligging van de subhabitats (Baptist et al. 2019) in de Waddenzee en Eems-Dollard (de grens die in gehanteerd wordt is aangegeven met stip-pellijn). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen hoog- en laag-dynamisch 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 11. Gebruik van verschillende subhabitats (zie figuur 10) binnen de Waddenzee en Eems-Dollard in 2021 en 2022. Binnen de verschillende dieptezones is onderscheid gemaakt tussen hoog- (gearceerd) en laagdynamisch (effen). Use of different subhabitats (as shown in figure 10) by Arctic Terns (left) and Common Terns (right) in 2021 and 2022.

3.3 Voedselonderzoek

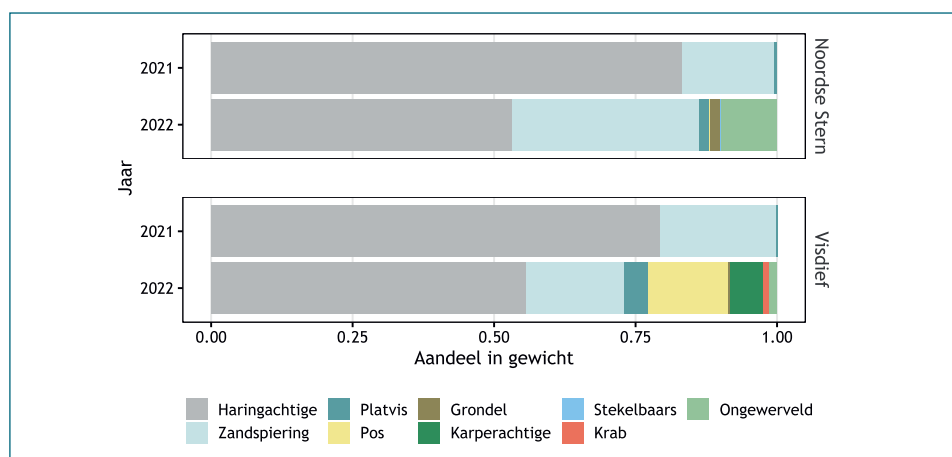
3.3.1 Foto's van prooien

In 2022 zijn er van de zes camera's in totaal 20.632 foto's bekeken. Bij 211 van deze foto's kwam er een prooi in beeld, oftewel 1,02%. Dat is een iets hoger percentage bruikbare foto's dan in 2021, toen was dit namelijk 0,86%. Doordat er in 2021 meer foto's zijn verwerkt dan in 2022, is het totaal aantal gedetermineerde prooien van dat jaar wel hoger, namelijk 300. De foto's die voor 2022 gebruikt zijn, komen uit twee periodes, namelijk jongen van 1-4 dagen oud en jongen van 7-9 dagen. Zeker bij de Visdieven kwam het grootste deel van de foto's uit de eerste periode (tabel 3), dit komt onder andere doordat de hoeveelheid vegetatie voor de camera's snel toe nam.

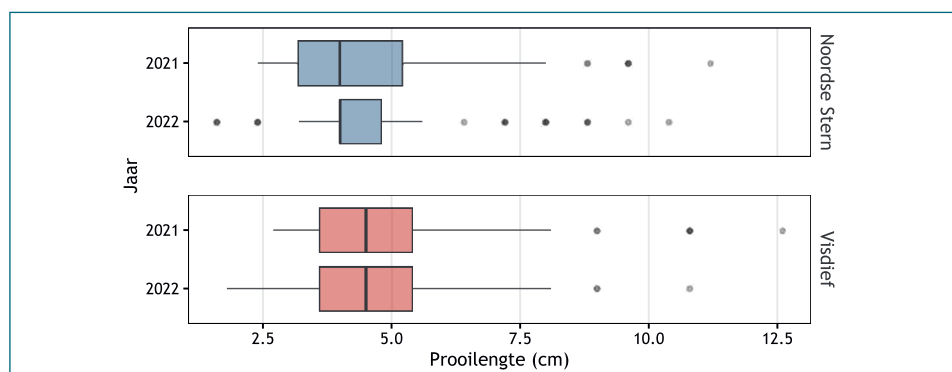
Net als in 2021 waren voor zowel Noordse Sterns als Visdieven haringachtige vissen (vooral haring, spiering en sprot) de belangrijkste prooi-soort (figuur 12). Voor beide soorten was het aandeel van deze prooien wel lager dan in 2021. Zandspiering kwam weer op de tweede plaats, waarbij het aandeel in het dieet van de Noordse Stern in 2022 een stuk hoger was dan in 2021. Bij zowel Noordse Sterns als Visdieven werden er in verhouding iets meer platvissen waargenomen dan in 2021, maar dit vormt nog steeds slechts een klein deel van de waargenomen prooien. Een opvallend verschil tussen de jaren is dat er in 2022 maar liefst tien prooi-soorten geregistreerd werden, waar dit er in 2021 slechts drie waren. Bij Visdief is hierbij vooral Pos een regelmatig geziene prooi. Bij de Noordse Sterns werden veel ongewervelde prooien waargenomen, dit zijn bijvoorbeeld garnalen. De lengte van de waargenomen prooien was in 2022 vergelijkbaar met 2021 (figuur 13).

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 with a captured prey item.

| Soort | Jongen 1-4 dagen | | | Jongen 7-9 dagen | | |
|---------------|------------------|-------|-----|------------------|-------|-----|
| | Foto's | Prooi | % | Foto's | Prooi | % |
| Visdief | 8213 | 63 | 0,8 | 1997 | 28 | 1,4 |
| Noordse Stern | 6047 | 65 | 1,1 | 4375 | 55 | 1,3 |



Figuur 12. Verdeling van gedetermineerde prooi-soorten in 2021 (n=270) en 2022 (n=208) op basis van gewicht. Distribution of prey items (based on mass) that could be identified in 2021 (n=270) and 2022 (n=208) caught by Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom).



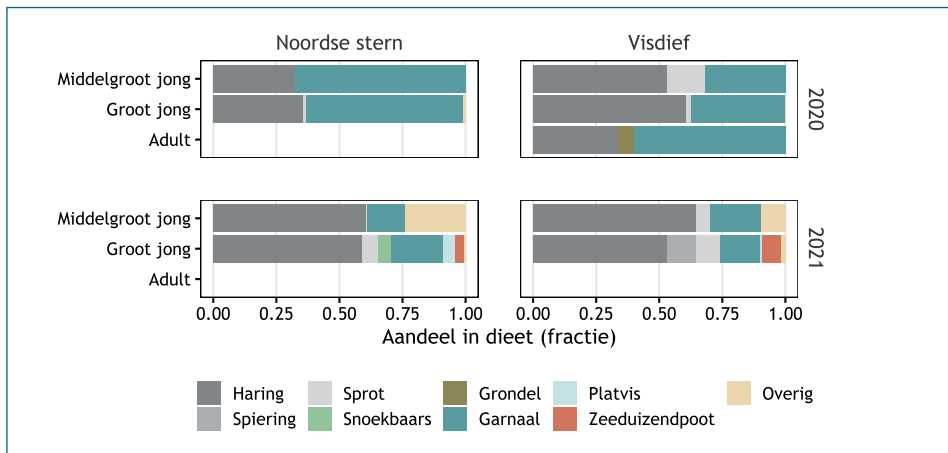
Figuur 13. Lengteverdeling van de waargenomen prooien in 2021 (n=273) en 2022 (n=213). Distribution of prey length in 2021 (n=273) and 2022 (n=213) for Arctic Terns (top) and Common Terns (bottom).

3.3.2 Dieet op basis van eDNA in feces

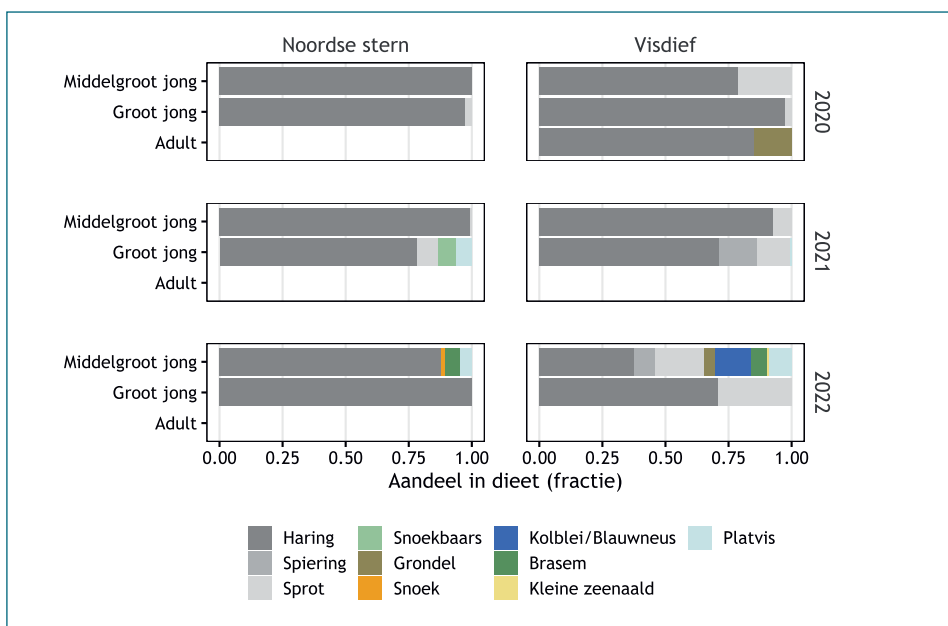
De feces die in 2020 en 2021 zijn verzameld, werden geanalyseerd op de aanwezigheid van DNA van vissen en ongewervelden in het marine milieu. De feces die in 2022 werden verzameld, zijn alleen geanalyseerd op DNA van vissen. Garnaal werd in 2020 meer in de DNA analyse aangetroffen dan in 2021 (figuur 14). Met name bij de Noordse Sterns was dit een belangrijke prooi-soort. Daarnaast werd er vooral Haring aangetroffen. In 2021 was er meer variatie in soorten dan in 2020. Toen werd er ook Zeeduizendpoot, platvissen, Snoekbaars en Spiering gevonden. Onder de categorie “Overig” in figuur 14 vallen soorten als Nonnetje en krabbetjes.

Ook in 2022 was Haring de meest voorkomende vissoort op basis van de eDNA analyse (figuur 15). Alleen bij de middelgrote Visdiefjongen was minder dan de helft van het DNA van Haring afkomstig. Van Kolbei/Blauwneus werd hier redelijk veel DNA aangetroffen. Gezien het verspreidingsgebied van deze soorten gaat het zeer waarschijnlijk om Kolbei. Dit is een Karperachtige vis die algemeen voorkomt in stilstaand tot langzaam stromend water. Deze soort leeft in scholen, soms samen met Brasem waarvan ook DNA werd aangetroffen in de feces.

Sprot werd bij Visdieven in 2022 meer aangetroffen dan in de voorgaande jaren. In geen enkel jaar werd Zandspiering gevonden, terwijl dit wel op de camerabeelden werd waargenomen. In 2022 werd wel een kleine hoeveelheid DNA van Kleine Zeenaald gevonden bij Visdieven, die qua vorm gelijkenis vertoont met Zandspiering.



Figuur 14. Dieetsamenstelling van Visdieven en Noordse Sterns op basis van eDNA in de feces in 2020 en 2021. Diet composition of Arctic Terns (left) and Common Terns (right) based on eDNA in their faeces.

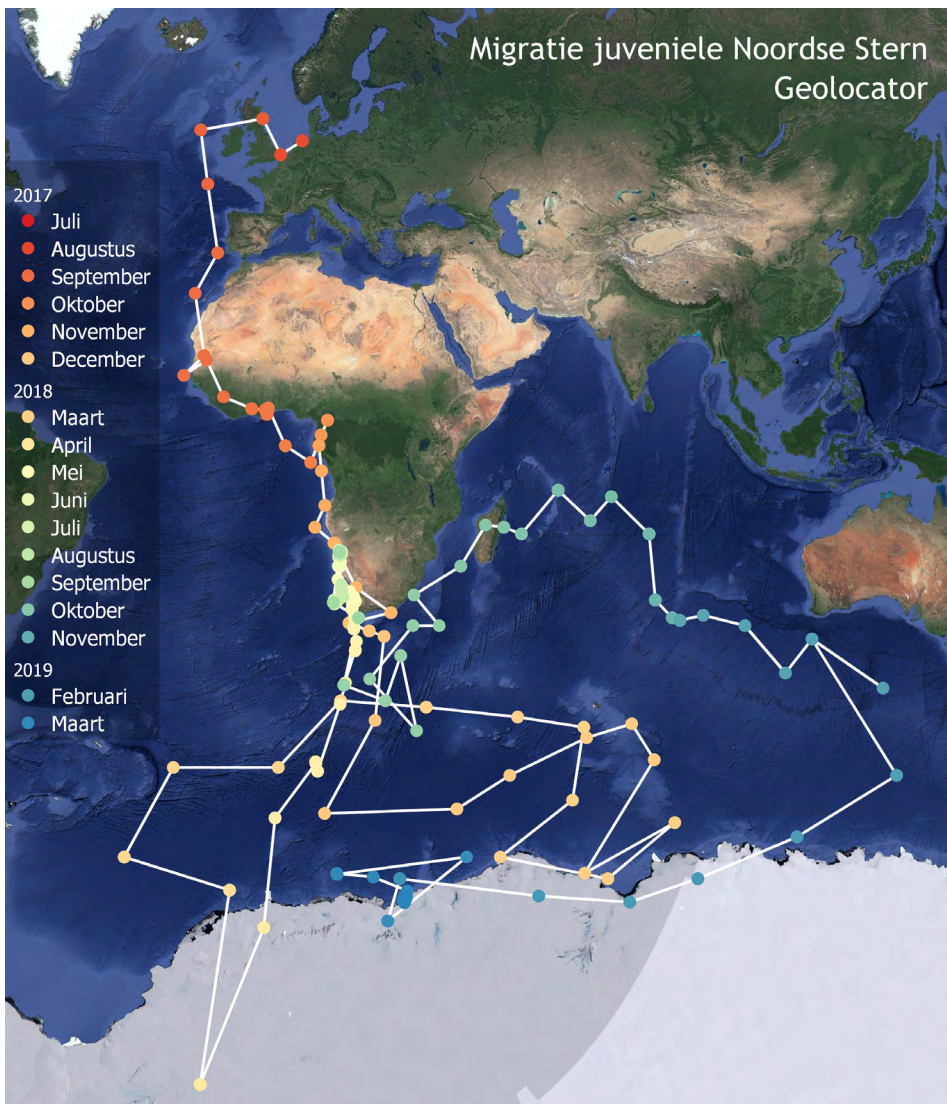


Figuur 15. Vissoorten in het dieet van Visdieven en Noordse Sterns op basis van eDNA in de feces in 2020-2022. Relative abundance of different fish species in the diet of Arctic Terns (left) and Common Terns (right) based on eDNA in their faeces.

3.4 Migratie

In 2022 zijn er twee Noordse Sterns met geolocator teruggevangen op eiland Stern. Daarnaast was er aan het eind van het seizoen 2021 een geolocator teruggevangen op Rottumerplaat. De twee vogels die op eiland Stern werden teruggevangen hadden deze als juveniel gekregen. De vogel van Rottumerplaat kreeg de geolocator als adult. Van alle geolocators was de batterij al lang leeg, waardoor ze niet meer zelf uit te lezen waren. De fabrikant kon van een geolocator nog wel gegevens halen, de andere twee waren defect.

De gegevens die op de geolocator stonden waren van een Noordse Stern die in augustus 2017 als juveniel op Punt van Reide een geolocator kreeg. Deze geolocator heeft vervolgens tot januari 2019 gegevens verzameld. Deze zijn geanalyseerd met het R package FLIGHTR (Rakhimberdiev *et al*, 2017) en weergegeven in figuur 16. Hieruit bleek dat deze vogel dezelfde gebieden bezoekt als adulten uit Nederland (Fijn *et al*, 2013; Manche, 2019), maar tijdens het broedseizoen van 2018, toen deze vogels tweede kalenderjaar was, rond Zuid-Afrika verbleef.



Figuur 16. Migratie van een Noordse Stern tijdens de eerste anderhalf jaar van zijn leven. Migration of an Arctic Tern during the first 1,5 years of its life.

Naast de teruggevangen geolocator, liet ook een gps-tag uit 2021 data van de migratie zien. In dit geval van de adulte Noordse Stern W-JT, die in 2022 werd teruggevangen. Deze zender is toen verwijderd van de vogel en bleek defect te zijn. Dankzij de ondersteuning vanuit Pathtrack kon een deel van de data nog wel uitgelezen en geanalyseerd worden (figuur 17).

Uit deze data blijkt dat W-JT tot 21 juli op of rondom het kleine eiland Lütje Hörn (Duitse Waddenzee) verbleef. In de nacht van 21 op 22 juli vertrok ze over het wad richting Engeland. Eind juli en begin augustus bracht ze veel tijd door voor de kust van West-Afrika.



Figuur 17. De route die Noordse Stern W-JT in 2021 na afloop van het broedseizoen aflegde (periode 8 juli - 7 oktober). De kleuren geven de maanden juli (wit), augustus (geel), september (oranje) en oktober (rood) weer. First part of the autumn migration of Arctic Tern W-JT (8 July 2021 - 7 October 2021). The colours represent the different months (white = July, red = October).

4. Discussie

4.1 Herkomst en verplaatsingen van de sterns

In 2022 zijn er veel (kleur)ringen afgelezen op eiland Stern, meer dan in 2021. Doordat de vegetatie voorafgaand aan het broedseizoen volledig van het eiland verwijderd was, kon er vroeg in het seizoen veel afgelezen worden vanuit de vaste hutten op het eiland. Veel van de geringde vogels die dit seizoen werden afgelezen, werden ook in 2021 op het eiland gezien. Hieruit blijkt dat de Visdieven en Noordse Sterns net als in voorgaande jaren plaatstrouw zijn aan eiland Stern, ondanks dat er in 2021 predatie was door een vos (de Boer & Ubels, 2022). Daarnaast valt op, dat vogels die op Stern geboren zijn, hier naar terugkeren als ze oud genoeg zijn om zelf te gaan broeden.

In 2021 zijn er voor het eerst Visdieven en vooral veel Noordse Sterns gekleurd op Rottumerplaat. Van die Noordse Sterns werden er in 2022 twee op eiland Stern gezien. In 2022 zijn er opnieuw sterns gekleurd op Rottumerplaat: negen adulte Visdieven, zeven jonge Noordse Sterns en 40 adulten. Daarnaast zijn er negen adulte Noordse Sterns op Ameland gekleurd. Vanaf 2023 zal deze soort ook gekleurd gaan worden op Vlieland. Op deze manier kunnen er in de toekomst mogelijk meer verplaatsingen tussen de kolonies vastgelegd worden.

Visdieven werden de afgelopen jaren op steeds meer locaties geringd, onder andere voor het project Wij&Wadvogels. Doordat deze soort in relatief grote aantallen voorkomt, is het ringpercentage hier wel lager dan bij Noordse Sterns. Op eiland Stern was het kleurringpercentage onder adulten Noordse Sterns 23%. Wanneer ook vogels met alleen een metalen ring worden meegeteld, was maar liefst 66% geringd. Bij Visdieven was dit respectievelijk 7% en 15%. In veel andere Visdiefkolonies is dit vaak nog lager, doordat hier minder (jaren) geringd wordt dan in de Eems-Dollard regio. Desondanks worden er nu al zo nu en dan vogels uit andere gebieden afgelezen op eiland Stern.

4.2 Bevestiging zenders

In 2021 werden de gps-zenders bevestigd door middel van een *leg-loop* tuigje gemaakt van 2,5 mm breed lint (7706-.10" natural tubular spectra tape, Bally Ribbon Mills). De uiteinden van dit lint werden toen aan elkaar vastgezet met een aluminium draadklem en een knoopje. Dit materiaal is slijtvast en zou meerdere jaren moeten blijven zitten.

In 2022 werd echter vrijwel geen zendervogels uit 2021 teruggezien. Op eiland Stern kwam Noordse Stern W-SR heel snel in beeld, maar deze was in 2021 al na twee dagen zijn zender verloren. De vogels die het hele seizoen de zender gehouden hadden (drie Noordse Sterns en zes Visdieven) werden de eerste weken niet waargenomen. Ook op de ontvanger kwam geen data van deze zenders binnen. Pas tijdens het zenderen van nieuwe sterns, werd per toeval een Noordse Stern met (defecte) zender uit 2021 teruggevangen. Na afloop van het seizoen, op 26 augustus, werd een gezenderde Visdief uit 2021 afgelezen bij de uitlaat van de Eemscentrale. Het is onbekend of deze toen nog een zender droeg.

Van de 16 Visdieven die elders in de Waddenzee regio gezenderd waren, kwam ook weinig in beeld. Bij de Zwagermieden maakte een zender meerdere keren contact met een ontvanger en stuurde een kleine hoeveelheid data door. Deze vogel werd daar ook meerdere keren afgelezen, maar maakte geen nest en verdween na circa twee weken weer uit beeld. Bij de Broedrots (Noord-Holland) werd een Visdief afgelezen, maar deze maakte geen contact met de ontvanger. Van de andere vogels is het hele broedseizoen niets vernomen.

Doordat de zenders alleen data kunnen doorsturen als ze in de buurt van een ontvanger zijn, is onbekend wat er met de ontbrekende vogels gebeurd is. Mogelijk zijn ze dood gegaan, maar ze kunnen ook naar een andere kolonie zonder ontvanger gegaan zijn, of een defecte zender hebben. Voor de zekerheid zijn we van het slechtste scenario uitgegaan en hebben op basis van het lage terugkeerpercentage besloten om in 2022 ander materiaal te gebruiken. Dit werd elastiek dat na enkele weken kapot gaat en eerder al gebruikt is bij Grote Sterns in de Delta (Fijn *et al*, 2014). Het batterijniveau van de zenders was in 2022 zonder uitzondering zeer goed. Drie vogels zijn na enkele weken met zekerheid zonder zender teruggezien. Er zijn geen aanwijzingen voor defecte zenders. Dat er in 2022 veel minder data per individu verzameld is dan in 2021 (figuur 4), wordt dus veroorzaakt door het andere materiaal voor de tuigjes.

Aangezien de eerder genoemde Noordse Stern per toeval werd teruggevangen en de eerste weken van het seizoen onopgemerkt had zitten broeden, komen er in 2023 wellicht nog meer zendervogels uit 2021 alsnog in beeld. Ook de aflezing van de Visdief in augustus laat zien dat de vogels mogelijk wel in de omgeving aanwezig waren. Dit is, naast de doelstellingen van het RAS-project, een extra reden om ook in 2023 tijd te besteden aan het aflezen van (kleur)ringen op eiland Stern en andere kolonies in de Eems-Dollard.

4.3 Ruimtegebruik Visdief en Noordse Stern

De afstanden die Visdieven en Noordse Sterns in 2022 aflegden, waren heel vergelijkbaar met 2021. Wel was de richting van de vliegbewegingen iets anders. In 2022 werd er namelijk meer gebruik gemaakt van de haven en de uitlaat van de Eemscentrale. Uit ringaflezingen die bij deze uitlaat gedaan worden blijkt dat het vaak om dezelfde individuen gaat. Met de kleine steekproef aan zendervogels is het daarom niet te zeggen of deze plek in 2022 echt belangrijker was voor de kolonie in het algemeen.

Verder werd er meer naar de randen van de diepe geul noord van de Eemshaven gevlogen dan in 2021. Daarnaast ging één van de Visdieven vaak naar binnendijkse gebieden noord van Delfzijl. Mogelijk heeft hij voorheen in Delfzijl gebroed, maar doordat deze nog geen ringen droeg, is dit niet te achterhalen.

4.4 Voedsel

Net als in 2021, werden haringachtige vissen het meest waargenomen op de camerabeelden. Zandspiering stond wederom op de tweede plaats. Bij de Visdieven maakte Pos ook een aanzienlijk deel van het dieet uit, terwijl deze prooi bij de Noordse Sterns slechts één keer werd waargenomen. Dit verschil komt zeer waarschijnlijk doordat Pos een zoetwatervis is en Noordse Sterns, in tegenstelling tot Visdieven, (vrijwel) niet binnendijks foerageren.

In het algemeen werden er in 2022 meer verschillende prooi-soorten waargenomen op de camerabeelden dan in 2021. Naast ecologische oorzaken zou dit ook door de methode veroorzaakt kunnen zijn. Doordat de camera's lager in de enclosures geplaatst waren (op de grond ipv ~50 cm hoogte) kwamen de prooien vaak groter in beeld dan in 2021. Mogelijk kon er hierdoor beter onderscheid gemaakt worden tussen de prooi-soorten. Daarnaast werden de foto's in 2022 door een andere student verwerkt dan in 2021, en werd er in 2022 niet alleen door Bram Couperus, maar ook door Pim Lemmers geholpen met de determinatie. Hierdoor zou er sprake kunnen zijn van een waarnemer effect. Om dit uit te sluiten zou een selectie van de foto's uit 2021 opnieuw gedetermineerd moeten worden. Een dergelijke controle is wel gedaan voor de lengte schatting. Hieruit bleek dat er bij de eerste foto's die verwerkt werden een duidelijke afwijking was, maar naarmate er meer ervaring opgedaan werd met de lengteschattingen verdween dit verschil.

Maar niet alleen op de camerabeelden, maar ook op basis van eDNA werden meer vissoorten aangetroffen dan in 2020 en 2021. Hoewel ook hier geldt dat de methode in 2022 niet identiek was aan de voorgaande jaren, bevestigt dit wel het beeld van een gevarieerder dieet. Dit past ook bij de resultaten van het zenderonderzoek, waaruit bleek dat met name de Visdieven in 2022 meer naar het binnenland en de koelwateruitlaat van de Eemscentrale gingen dan in 2021. Doordat de feces, met uitzondering van de grote Visdiefjongen, zijn verzameld in de enclosures van de gezenderde vogels, is het onbekend hoe representatief dit patroon voor de gehele kolonie is.

Literatuur

- 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. Foeragegedrag van sterns in de westelijke Westerschelde in 2002. A&W-rapport 346. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Veewouden.
- BRENNINKMEIJER A., KLOP E. & KRIJN M. 2019. Vervolgmonitoring vogelslachtoffers hoogspannings-lijnen Eemshaven 2017-2018. A&W-rapport 2450. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- 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/xx. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- DE BOER P. & KOFFLJBERG 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.
- FLIJN R.C., HIEMSTRA D., PHILLIPS R.A. & VAN DER WINDEN J. 2013. Arctic Terns *Sterna paradisaea* from The Netherlands migrate record distances across three oceans to Wilkes Land, East Antarctica. *Ardea* 101: 3–12.
- FLIJN R.C., WOLF P., COURTENS W., VERSTRAETE H., STIENEN E.W.M, ILISZKO L. & POOT M.J.M. (2014): Post-breeding prospecting trips of adult Sandwich Terns *Thalasseus sandvicensis*, *Bird Study* (2)
- 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 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RAKHIMBERDIEV, E., SAVELIEV, A., PIERSMA, T. AND KARAGICHEVA, J. (2017), FLIGHTR: an r package for reconstructing animal paths from solar geolocation loggers. *Methods Ecol Evol*, 8: 1482-1487. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12765>
- VERKUIL, Y. I., NICOLAUS, M., UBELS, R., DIETZ, M. W., SAMPLONIUS, J. M., GALEMA, A., KIEKEBOS, K., DE KNIJFF, P., & BOTH, C. (2022). DNA metabarcoding quantifies the relative biomass of arthropod taxa in songbird diets: Validation with camera-recorded diets. *Ecology and Evolution*, 12, e8881. <https://doi.org/10.1002/ece3.8881>

Bijlage

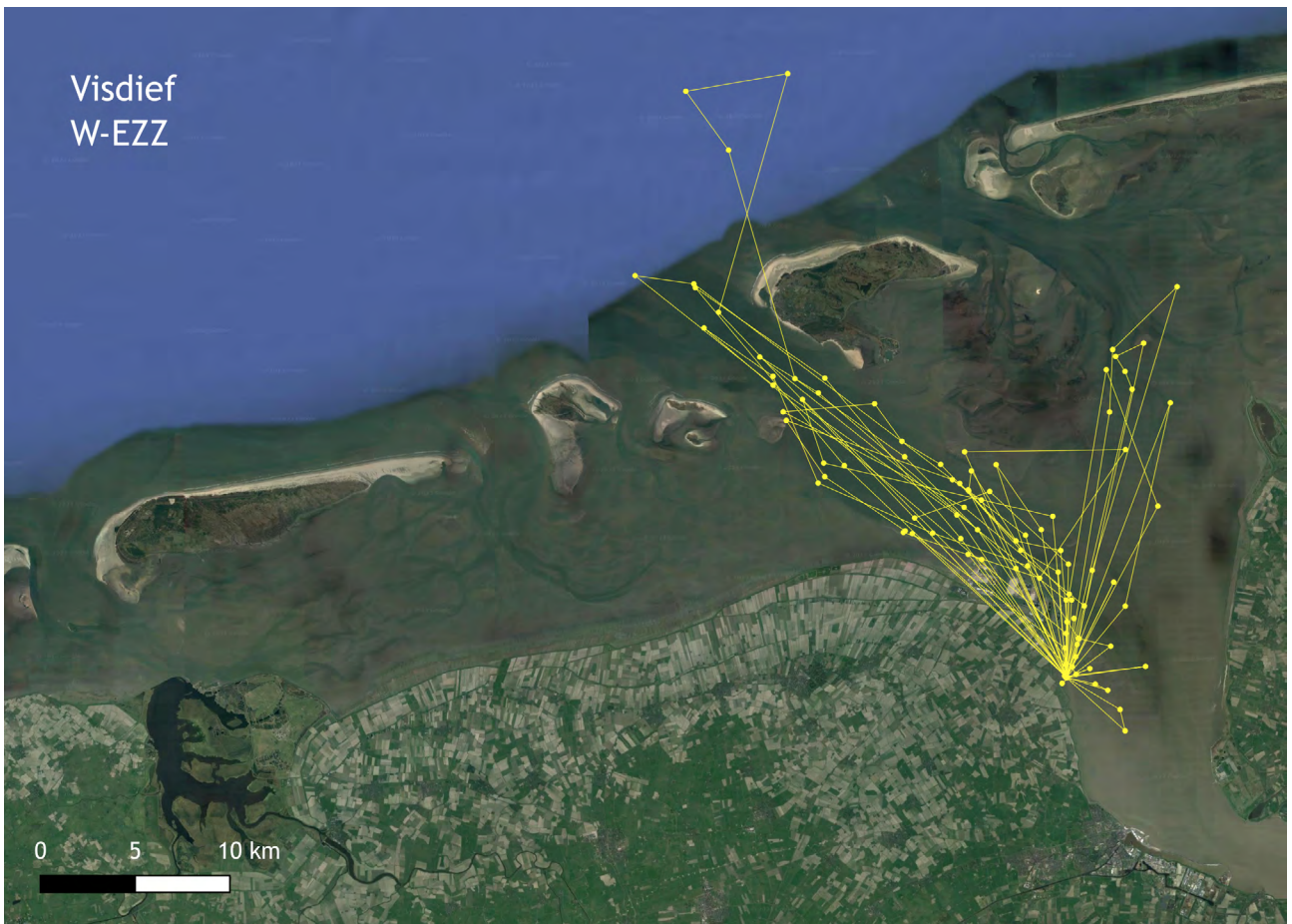
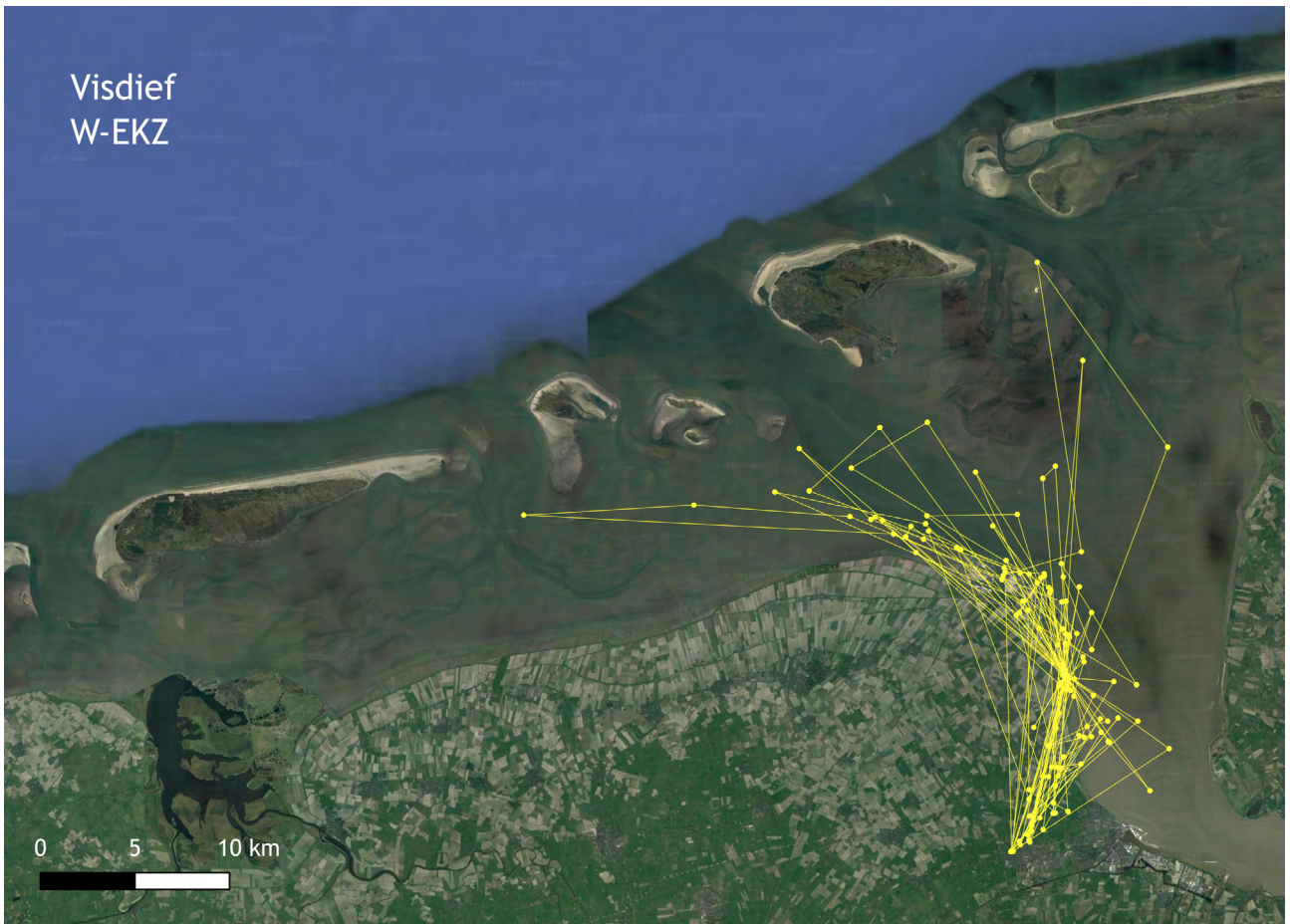
Bijlage 1. Gps-data per individu













In opdracht van:



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

