



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

# Wetenschapsspecial Wozep

De onderzoekers aan het woord

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



**TWOZEP**  
DUTCH GOVERNMENTAL OFFSHORE  
WIND ECOLOGICAL PROGRAMME

# De mensen achter de onderzoeken

Beste lezer,

Je bent misschien al bekend met de gebruikelijke nieuwsflitsen van Wozep. Daarin publiceren we de resultaten van onderzoek naar de ecologische effecten van windparken op zee. Naast dat Wozep zelf veel projecten laat uitvoeren, dragen we ook regelmatig bij aan grotere en bredere onderzoeks-trajecten. Maar wie voeren deze onderzoeken eigenlijk uit? Wat drijft de onderzoekers? En hoe gaan zij te werk?

In deze wetenschapsspecial geven we het woord aan de mensen achter die onderzoeken. Zij nemen ons mee naar de wondere wereld van hun onderzoek. Ze vertellen over de leuke, de frustrerende en de uitdagende momenten. Over de nauwkeurige manier waarop ze te werk gaan en over hun bijzondere oplossingen om de wereld boven en onder water in kaart te brengen.

Op de volgende pagina's lees je:

- welke slimheden Annemiek Hermans (PhD-kandidaat aan de Wageningen Universiteit) uit de kast haalt om de gevolgen van onderzeese stroomkabels op haaien en roggen te kunnen onderzoeken;
- hoe gedragsbioloog Jeroen Hubert (postdoctoraal onderzoeker aan de Universiteit Leiden) met behulp van hoogfrequent geluid een beter beeld krijgt van het onderwaterleven tijdens de bouw van windturbines;
- wat gestrande bruinvissen op de snijtafel Lonneke IJsseldijk (assistent professor aan de Universiteit Utrecht) wel en niet vertellen over de gevolgen van windparken;
- welke opvallende inzichten over de vogeltrek Maja Bradarić (postdoctoraal onderzoeker aan de Universiteit van Amsterdam) helpen bij haar voorspellingsmodel, een model dat aan de basis staat van een maatregel voor het tijdelijk stilzetten van windturbines op de Noordzee bij verwachte grote vogeltrek.

Annemiek, Jeroen, Lonneke en Maja zijn slechts een aantal van de wetenschappers met wie we samenwerken. Door hun meerjarige onderzoeken te steunen - soms deels, soms volledig - komen we nét even wat meer te weten over de complexe impact van windparken op zee op de ecologie.

Samen geven deze onderzoekers je in deze wetenschapsspecial een breed beeld van de kennis die we ontwikkelen om beter inzicht te krijgen in de ecologische effecten van windenergie op zee. Welke kennis dat is, en met hoeveel enthousiasme en vindingrijkheid deze is vergaard, daar kom je op de volgende pagina's alles over te weten.

Veel leesplezier!

**Ingeborg van Splunder**  
Projectmanager Wozep

# Haaien, roggen en kabels. Op gespannen voet?

Lange tijd werd aangenomen dat elektromagnetische velden, die onder meer ontstaan door stroomtransport door onze kabels in de Noordzee, weinig effect hebben op het maritieme milieu. Maar is dat wel echt zo? **Annemiek Hermans** (PhD-kandidaat aan de Wageningen Universiteit) besloot naar het gedrag van haaien en roggen te kijken en zo de proef op de som te nemen.



‘Vanwege een kennisleemte kunnen we niet met zekerheid zeggen wat het effect is van elektromagnetische velden op zeedieren, specifiek op gevoelige haaien en roggen.’

Iedere keer als biologisch oceanograaf Annemiek deze zin op moest schrijven in een milieueffectenrapportage, stoorde ze zich eraan. En iedere keer als ze moest concluderen dat ‘de schade waarschijnlijk wel mee zal vallen, want het is maar 1 kabel’, twijfelde ze of dat wel echt zo was; zeker in het kader van de verdere ontwikkeling van offshore wind. Iemand moest er maar eens écht onderzoek naar doen, vond ze. En waarom niet zij zelf?

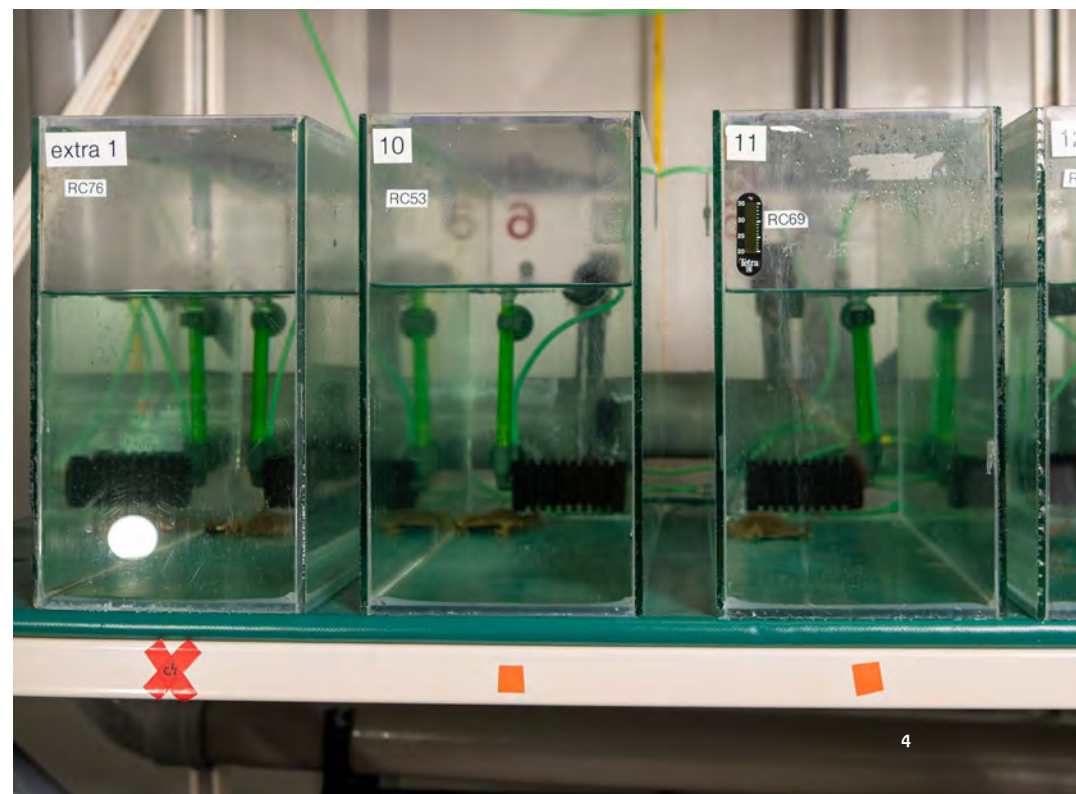
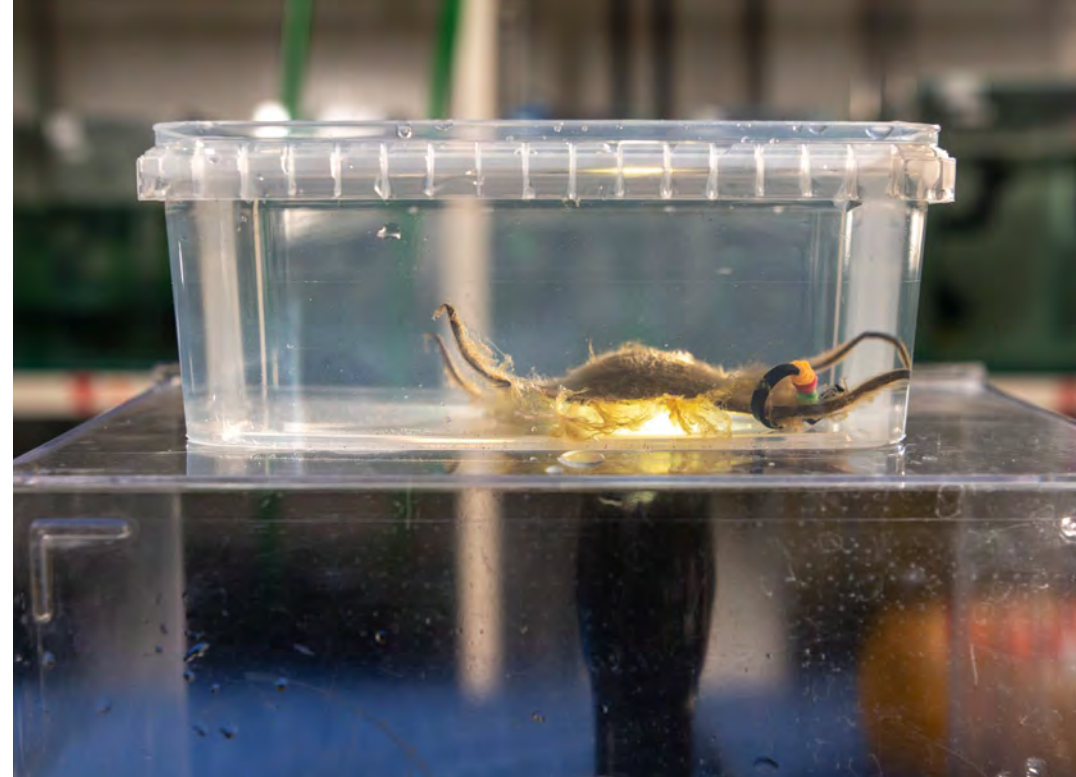
### Interdisciplinair onderzoek

Op de Noordzeedagen in IJmuiden diende Annemiek samen met een breed consortium een onderzoeksvoorstel in voor het project ‘ElasmoPower’ bij de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). En jawel: ze werden geselecteerd en kregen budget om het onderzoek uit te voeren. ‘Dat was in 2020. Sindsdien werk ik samen met mijn begeleiders Tinka Murk, Erwin Winter en Reindert Nijland en met studenten vanuit Wageningen University aan dit complexe vraagstuk’, vertelt Annemiek trots vanuit Schotland, een van de plekken van waaruit ze haar onderzoek uitvoert. ‘Maar dat is niet alles: ook Wozep, TenneT, ingenieursbureau Witteveen+Bos, Stichting de Noordzee, Naturalis en de Nederlandse Elasmobranchen Vereniging helpen bij het onderzoek. Om er maar een paar te noemen.’

Dat er zo’n grote club betrokken is, komt doordat onderzoek naar elektromagnetische velden interdisciplinair is. ‘Het heeft te maken met natuurkunde en ecologie’, vertelt Annemiek. ‘Maar ook beleidstechnisch zijn er bepaalde kaders waarbinnen je moet werken. Daarom werken er niet alleen onderzoekers aan dit project, maar ook mensen vanuit de overheid, het bedrijfsleven en NGO’s. Ik ben heel blij met ons diverse consortium, het is wat mij betreft de meest gezonde samenwerkingsvorm die er is.’

### Haaien en roggen centraal

Annemiek houdt zich hoofdzakelijk bezig met de vraag of elektromagnetische velden in de Noordzee impact hebben op de haaien en roggen die er leven. Omdat die velden ontstaan door stroomkabels in zee, zijn ze aanwezig in onze windparken en bij de kabels die van de windparken naar de kust lopen om de opgewekte energie aan land te brengen. Dat het onderzoek zich richt op de effecten bij haaien en roggen, is niet alleen omdat Annemiek een persoonlijke voorliefde voor ze heeft – al maakt dat het werk voor haar wel extra leuk. De voornaamste reden is dat ze door hun ‘ampullen van Lorenzini’ anders zijn dan veel andere soorten onder water. ‘Ze hebben een speciaal orgaan waarmee ze zowel elektrische velden als magneetvelden kunnen voelen’, licht de onderzoeker toe. Net als veel andere vissen gebruiken de haaien en roggen hun elektro-sensitiviteit om andere dieren, zoals prooi of mogelijke partners, te lokaliseren wanneer het water troebel is. Het aardmagnetisch veld helpt ze de weg te vinden. ‘Dat ze beide velden kunnen



voelen, en niet slechts het een of het ander, is vrij uniek.'

Een van de manieren waarop Annemiek aan antwoorden hoopt te komen is door in een lab embryo's van de stekelrog te onderzoeken die hun hele embryogenese (de eerste weken na de bevruchting) in elektrische velden hebben gelegen. Ook verzamelt ze eDNA, environmental DNA, zoals stukjes schub en slijmvlies op de ontlasting uit het water. Dit doet ze zowel bij de windparken als daarbuiten, om te zien of de elektromagnetische velden voor ander habitatgebruik zorgen. Tot slot onderzoekt ze in een lab hoe volwassen hondshaaien reageren op elektromagnetische velden. En in de toekomst wil ze ook nog onderwatercamera's in zee laten plaatsen, om het gedrag van de dieren nog beter te kunnen observeren in natuurlijke setting. Annemiek: 'De ontwikkeling van windparken op zee gaat zo snel, dat we nu ontzettend veel te onderzoeken hebben. We kunnen niet alles tegelijk doen.'

### Dosis-effectrelatie

Omdat het onderzoek tot 2026 loopt en dus nog volop in gang is, kan Annemiek nog niets zeggen over de mogelijke uitkomsten. Maar ze heeft al wel een hypothese. 'Bij de meeste drukfactoren geldt vaak: hoe hoger of harder ze aanwezig zijn, hoe groter het nadelige effect', noemt ze. 'Hier verwachten we een andere dosis-effectrelatie. We denken dat juist zwakke elektromagnetische velden voor de meeste verwarring zorgen bij de haaien en roggen, omdat het dan niet duidelijk voor ze is dat de bron artificieel is.'

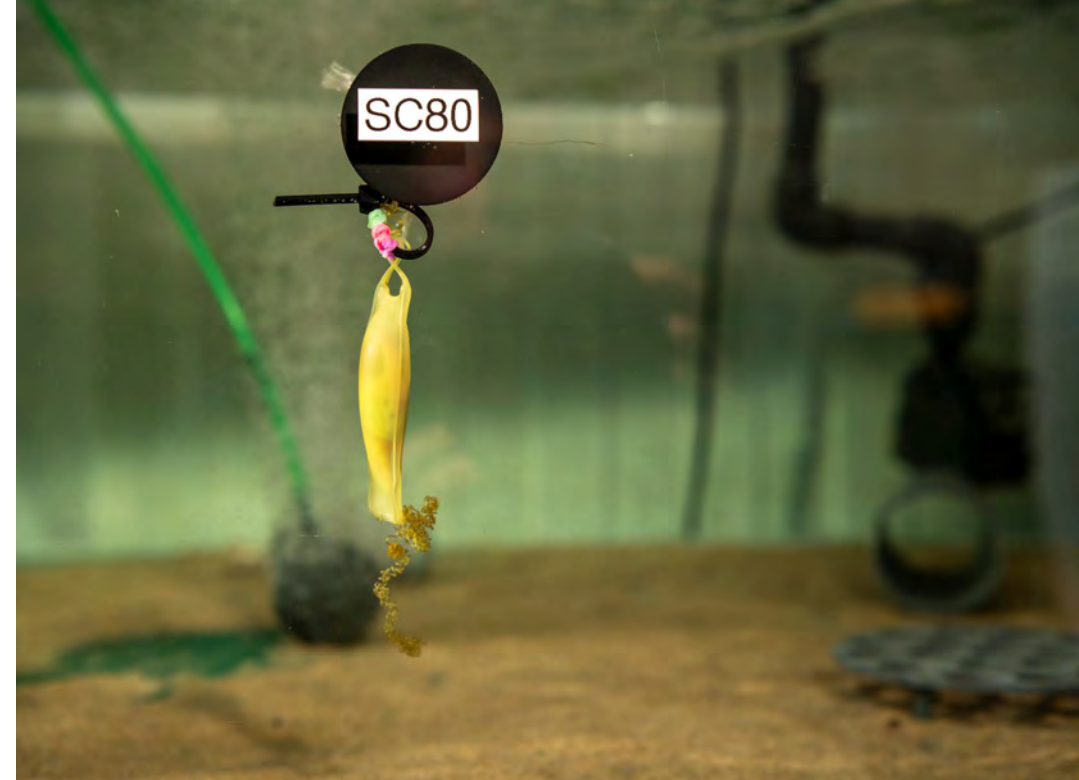
Die verwarring kan zich uiten in een verstoorde oriëntatie, of een verslechterde jager-prooi-

interactie. 'Maar wat het complex maakt, is dat de mogelijke effecten subtiel zullen zijn. En omdat ze niet zorgen voor fysieke verandering, maar verandering in gedrag, zijn ze ook nog moeilijker te onderzoeken.'

### Aangenamer leven

Als straks toch blijkt dat de haaien en roggen geen of amper last hebben van de elektromagnetische velden, dan is de kans groot dat andere diersoorten dat ook niet hebben. Maar hebben ze dat wél, dan zijn er verschillende dingen die we kunnen doen. 'Een veelgenoemde maatregel is om de kabels dieper te begraven, zodat de afstand tussen die kabels en het elektromagnetische veld groter wordt', licht Annemiek toe. 'Ik zie de oplossing zelf meer in kabelconfiguraties. Zoals kabels dichter bij elkaar leggen, in een kabelstraat, zodat er minder verspreide contactpunten zijn. Of de kabels anders ontwerpen. Het zou helemaal mooi zijn als we ze neerleggen op plekken waar haaien en roggen weinig voorkomen. Maar waar dat is, is weer onderwerp van een ander onderzoek.'

Helemaal voorkomen dat er elektromagnetische velden ontstaan kan helaas niet: isolatie houdt magnetische straling niet tegen en door stroming of beweging van dieren over de stroomkabels ontstaan continu nieuwe elektrische velden. Maar Annemiek hoopt wel dat ze met haar onderzoek het leven van de dieren onder water aangenamer kan maken – mocht dat nodig zijn. 'Het leukste aan wetenschap vind ik het creëren van nieuwe kennis. Ik ben blij dat ik mag bijdragen aan iets wat echt nú het verschil maakt.'



# Herrie bij de haringen

Bij het bouwen van windparken in de Noordzee ontstaat onder water een hoop kabaal. Postdoctoraal onderzoeker (Universiteit Leiden) **Jeroen Hubert** onderzoekt in het APELAFICO-project welke gevolgen dat heeft voor de vissen.



Het is zaterdagavond. Je staat met een paar vrienden in de discotheek. Het is er druk en de muziek staat hard. Na een paar uur stap je naar buiten, de stilte in. Daar merk je dat je nog altijd hard moet praten om elkaar goed te kunnen verstaan.

‘Dat hebben vissen ook’, vertelt Jeroen, niet doelend op het uitgaan, maar op het tijdelijke gehoorverlies. ‘De bouw van windparken in zee zorgt voor veel lawaai. Bijvoorbeeld het heien. Na die harde geluiden hebben vissen waarschijnlijk meer moeite met horen. En dat kan nadelig zijn bij het zoeken naar voedsel of een geschikt leefgebied. Want in de Nederlandse Noordzee is het zicht over het algemeen niet heel goed. Dus dat geluid is echt belangrijk voor dieren onder water.’

### De positieve kanten

Het effect van hard geluid onder water is een onderwerp waar Jeroen zich al een aantal jaar mee bezighoudt. Eerst tijdens zijn PhD, toen hij onderzoek deed naar de gevolgen van door mensen veroorzaakt onderwatergeluid. ‘Ik ben heel geïnteresseerd in de interacties tussen verschillende diersoorten onder water, hoe die samenleven en wat de effecten van menselijke activiteiten zijn’, vertelt hij.

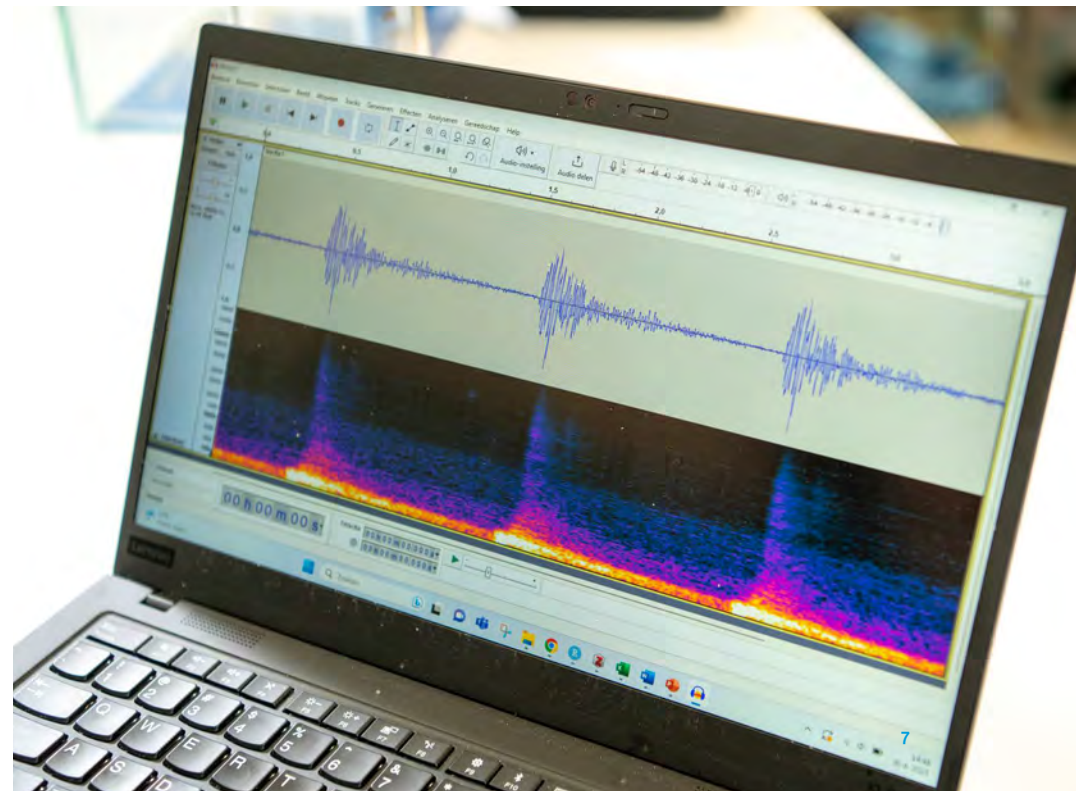
Nu borduurt hij daarop voort bij zijn onderzoek aan de Universiteit Leiden naar de effecten van windparken, waarvan geluid een belangrijke component is. Dat doet hij in het project APELAFICO. Dat staat voor Acoustic ecology of PELAGic Fish Communities. Een mede door Wozep gefinancierd project.

‘Nederland, maar ook omringende landen, hebben grote ambities op het gebied van offshore wind’, vertelt Jeroen over de aanleiding van APELAFICO. ‘Er staat nu al een aantal windparken, maar de hoeveelheid energie die van zee moet komen, moet exponentieel toe gaan nemen de komende jaren. Dan is het belangrijk om te onderzoeken wat de positieve en negatieve effecten zijn van het neerzetten van die parken.’

Een voorbeeld van zo’n positief effect is de toenemende biodiversiteit onder water rondom de paal van een windturbine. ‘Om te voorkomen dat zand wegstroomt bij een windmolen op zee, worden rond de metalen paal stenen gestort: hard substraat’, vertelt Jeroen. ‘Op de plek die voorheen een zandbodem was, ontstaat daarmee ineens een nieuw leefgebied voor diersoorten die hard substraat nodig hebben. Denk aan oesters, mosselen en zeepokken. Zij trekken als prooi ook weer andere beesten aan. En krabbetjes, garnalen en kreeften kunnen zich verschuilen tussen de stenen, waar vissen zoals de steenbolk en kabeljauw weer op afkomen. De biodiversiteit blijft zich zelfs in de jaren erna nog ontwikkelen.’

### APELAFICO

De bouw van windparken heeft dus positieve kanten voor het leven onder water. Maar wat het geluid betreft, lijken er vooral negatieve gevolgen. Wat de effecten van geluid precies zijn, onderzoekt Jeroen nu. Daarvan is tijdelijke doofheid bij vissen dus een voorbeeld.





Om de onderzoeken uit te voeren, heeft Jeroen met zijn team een frame ontwikkeld van een kubieke meter en 300 kilogram. 'Daarin ligt een grote cilinder met een soort speakers, echo sounders, die een hoogfrequent geluid uitzenden', legt Jeroen uit. 'Dat geluid weerkaatst op de vis en wordt vervolgens weer opgenomen door de speakers. Daarnaast staan er twee soorten onderwatermicrofoons op het frame: één die de geluiden van bruinvissen opslaat en één die al het geluid onder water opneemt. Dat frame zetten we op de bodem van de zee. Daar blijft het maanden staan en vervolgens vissen we het op en lezen we het uit.'

Dat uitlezen en verwerken bestaat uit een aantal stappen. Jeroen: 'We brengen in kaart hoeveel vis er aanwezig is en wat hun zwemgedrag is. Daarnaast brengen we het geluidslandschap in kaart. Plus we analyseren de vocalisaties van bruinvissen en proberen te achterhalen wat dit over hun gedrag zegt. Deze verschillende data gebruiken we om te kijken of er meer of minder vissen en bruinvissen in windparken voorkomen, of de bouw van parken schadelijk is, en of schadelijke effecten verminderd kunnen worden.'

Een van de onderzoeken waarbij gebruik gemaakt is van het frame, ging over het voorkomen van doofheid bij vissen. 'Het idee was om, voordat het heien plaatsvindt, met een zachter geluid de vissen weg te jagen', licht Jeroen toe. 'Daarvoor hebben we eerst een experiment in een bassin gedaan met haringen, die we blootstelden aan verschillende geluiden om te kijken welk geluid het best zou kunnen werken. Daarna zijn we met het frame de zee opgegaan tijdens de aanbouw

van de windparken Hollandse Kust Noord en Hollandse Kust Zuid.'

De resultaten waren anders dan aanvankelijk gedacht. 'Opmerkelijk genoeg leken de vissen niet te schrikken van het verjagingsgeluid dat we maakten', vertelt Jeroen. 'Ze zwommen dus niet weg. Maar waar we verder achter kwamen, was dat de vissen tijdens het heien zelf óók niet massaal wegzwommen. Natuurlijk willen we nog iets verder in de data duiken, maar alles wijst erop dat er amper, of eigenlijk helemaal geen vermindering van de hoeveelheid vis is bij hard geluid. Dat was voor ons heel onverwacht. Ook omdat de vissen in de bassins wél reageerden op de geluiden.'

Is dat dan goed nieuws? Niet per se. 'Het is fijn dat de vissen niet verjaagd worden, maar die tijdelijke gehoorschade lopen ze dus nog altijd op', weet Jeroen. 'En het kan zelfs zo zijn dat de vissen van deze onderzoeken al een beetje doof geworden waren door eerdere palen die in zee gezet zijn. En dat ze daardoor minder merkten van het geluid. Om daar meer over te weten te komen, gaan we alle informatie die we de afgelopen jaren hebben verzameld aandachtig bestuderen. En hopelijk kunnen we in de toekomst verder onderzoek doen.'

### Samenwerking

Bij de onderzoeken die Jeroen doet, werkt hij met veel partijen samen. Zo zitten zijn collega-onderzoekers binnen dit project bij Wageningen Marine Research in IJmuiden, Universiteit Leiden en het Vlaamse Instituut voor de Zee, het VLIZ in Oostende.



‘Dat werkt heel fijn’, vindt Jeroen. ‘Het VLIZ heeft bijvoorbeeld heel veel ervaring met apparatuur op de bodem plaatsen en weer ophalen. En de collega van Wageningen Marine Research met wie we samenwerken, werkt veel met die echo sounders. Dus al binnen een halfjaar nadat het project gestart was, hadden we de apparatuur volledig werkend op de bodem staan bij een al operationeel windpark. Zonder die samenwerking was dat denk ik nooit gelukt.’

Daarnaast is de samenwerking met de eigenaren van windparken belangrijk. Alle eigenaren die Jeroen benaderd heeft wilden meewerken en waren geïnteresseerd in de resultaten. Toch wil dat niet zeggen dat alles altijd makkelijk ging. Jeroen: ‘Voordat wij zo’n windpark binnen mogen treden met een boot, moet gecontroleerd worden of die wel voldoet aan allerlei veiligheidseisen. En wij moeten zelf ook veiligheids cursussen gedaan hebben. Als je bedenkt dat we van zoveel mogelijk verschillende windparken data willen verzamelen om een zo breed mogelijk beeld te krijgen, en als je voor elk park weer moet aantonen dat je veilig te werk gaat, dan gaat daar best veel tijd en geld in zitten. Als dat iets meer gecentraliseerd zou kunnen worden voor de toekomst, dan zou dat efficiënter zijn.’

### Trots

Toch is dat voor Jeroen maar een heel klein smetje op een verder mooie periode. ‘Het is natuurlijk best wel uniek om midden in zo’n windpark je werk uit te voeren. Het veldwerk vraagt om enorm veel flexibiliteit, want je bent natuurlijk ook afhankelijk van het weer,

de beschikbaarheid van de schepen en dat alles op tijd goedgekeurd is door de eigenaren van de windparken. Je moet zorgen dat je niet te veel andere afspraken gepland hebt staan, zodat je meteen aan de slag kan als je groen licht krijgt.’

Jeroen vindt het fijn dat hij met het onderzoek de natuur in de Noordzee een belangrijke stem kan geven in de energietransitie. ‘De Noordzee is een industriegebied en tegelijkertijd een natuurgebied met veel bijzondere diersoorten. Als onderzoeker ben ik natuurlijk geen activist die de straat op gaat om daarvoor te demonstreren. Maar ik kan wel de feiten boven tafel krijgen, zodat we daarmee kunnen doen wat het beste is voor het gebied.’

Hij kijkt met een trots gevoel terug. ‘Er kan een hoop fout gaan tijdens zo’n onderzoek. Het is een heel spannende tijd. Maar alles wat we van tevoren van plan waren is ongeveer gelukt. Dat is ontzettend fijn!’



# Veiligere vogeltrek

Iedere lente en herfst leggen bepaalde vogelsoorten enorme afstanden af, onder meer over de Noordzee. Die reis wordt veiliger als wij onze windturbines voor ze uitschakelen. Maar dan willen we wel weten of het op dat moment zin heeft. **Maja Bradarić** (postdoctoraal onderzoeker aan de Universiteit van Amsterdam) en haar team ontwikkelden een model dat daarbij helpt.



Ganzen, kieviten, spreeuwen, vinken ... tijdens de tweejaarlijkse vogeltrek vliegen ze je bijna letterlijk om de oren. 'Dat is fascinerend', vindt Maja, die zich als movement ecologist de afgelopen jaren veel heeft beziggehouden met deze dieren. 'Er zijn zo veel verschillende soorten trekvogels en allemaal verplaatsen ze zichzelf op een andere manier', legt ze uit. 'Sommige vogels trekken de hele planeet over. Ze doorkruisen zo allerlei verschillende ecosystemen, met allemaal hun eigen regels. Eigen uitdagingen. En eigen gevaren. Dat vind ik bijzonder.'

### Windparken stilzetten

Maja's specifieke interesse in trekvogels ontstond in 2018, toen ze haar PhD startte aan de Universiteit van Amsterdam. 'Ik sloot me aan bij een team om te werken aan een model dat de overheid helpt om te bepalen wanneer windturbines op de Noordzee, tijdens de vogeltrek, tijdelijk stilgezet kunnen worden', vertelt ze. 'Het maakt de reis veel veiliger, omdat je het gevaar ertegenaan te vliegen voor de vogels wegneemt. Maar omdat het voor een enorme dip in de energievoorziening kan zorgen, moet het wel echt zin hebben. En de energiebedrijven moeten ruim op tijd weten wanneer die grote aantallen vogels langs gaan vliegen, zodat ze bijvoorbeeld andere energiebronnen kunnen aanboren.'

### Werken met radars

Samen met een team van 5 onderzoekers, maar ook met windparkbouwers, energie-maatschappijen, Rijkswaterstaat, het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en andere stakeholders werkte Maja aan dit onderwerp.

Haar focus lag met name op het in kaart brengen van de manier waarop de vogels vliegen. 'Dat kun je doen door ze een gps-tracker mee te geven,' legt ze uit, 'maar daar kozen we bewust niet voor. Daarmee zie je namelijk alleen welke route die specifieke vogel heeft afgelegd, terwijl we conclusies wilden trekken over de hele populatie. Zogeheten vogelradars waren meer geschikt.'

Op meerdere plekken in de Noordzee liet Rijkswaterstaat radars plaatsen, die het gebied eromheen – horizontaal en verticaal – continu scannen. 'Omdat er natuurlijk ook andere dieren voorbijkomen, leverde het enorm veel data op die we moesten filteren', vertelt Maja. 'Maar uiteindelijk konden we wel een beeld schetsen van waar, hoe en hoe hoog zwermen vogels vliegen. Ook konden we inschatten of het om kleine, middelgrote of grote vogels gaat.' Deze radarbeelden combineerden Maja en haar team met data over het weer en andere omgevingsfactoren. Dankzij inzichten uit de literatuur en eerder gemaakte modellen over de bewegingspatronen van vogels konden ze bepalen wat er gebeurde in de gebieden tussen de radars, waar geen informatie werd opgehaald.

### Nieuwe inzichten over vertreklocaties

'Het onderzoek leverde heel veel inzichten op', vertelt Maja trots. 'Over de plek waarvandaan vogels hun reis over de Noordzee starten, bijvoorbeeld.' Want wat bleek: de route die vogels in de lente afleggen is vaak anders dan in de herfst. 'In de lente gaan ze vanaf het zuiden van het Verenigd Koninkrijk in een redelijk rechte, oostelijke lijn over de Noordzee,



richting Nederland. Je zou verwachten dat ze die route op de terugreis in tegenovergestelde richting vliegen, maar dat is dus niet zo. Dan komen ze juist vanuit Scandinavië en vliegen ze in zuidwestelijke richting naar het warme zuiden.'

Maja vermoedt dat het komt doordat vogels in de lente vaak wind mee hebben als ze over de Noordzee gaan, en het dus een fijne oversteek voor ze is. In de herfst is de kans daarop kleiner én zijn de weersomstandigheden minder gunstig. Dus blijven ze de Europese kust zo lang mogelijk volgen, totdat ze op het smalst mogelijke punt komen om de zee over te steken. Maar of dit écht de reden is, of dat er iets anders meespeelt, onderzoekt ze ooit graag verder.

### Andere bevindingen

Voor het uiteindelijke doel van het onderzoek was het ook van belang meer te weten te komen over pieken in vogelmigratie. En specifiek welke factoren ervoor zorgen dát de vogels in grote aantallen tegelijk de trek beginnen. 'Over het algemeen zagen we dat er bij een hoge luchtdruk grotere zwermen vogels vliegen', licht Maja toe. 'Kenmerken daarvan zijn namelijk zachte wind, hogere temperaturen en geen regen. Dit helpt de vogels niet alleen bij het vliegen, het vergroot ook hun oriëntatie en zichtbaarheid. Bijzonder om te zien is dat de vogels die luchtdruk dus voor vertrek al kunnen aanvoelen.'

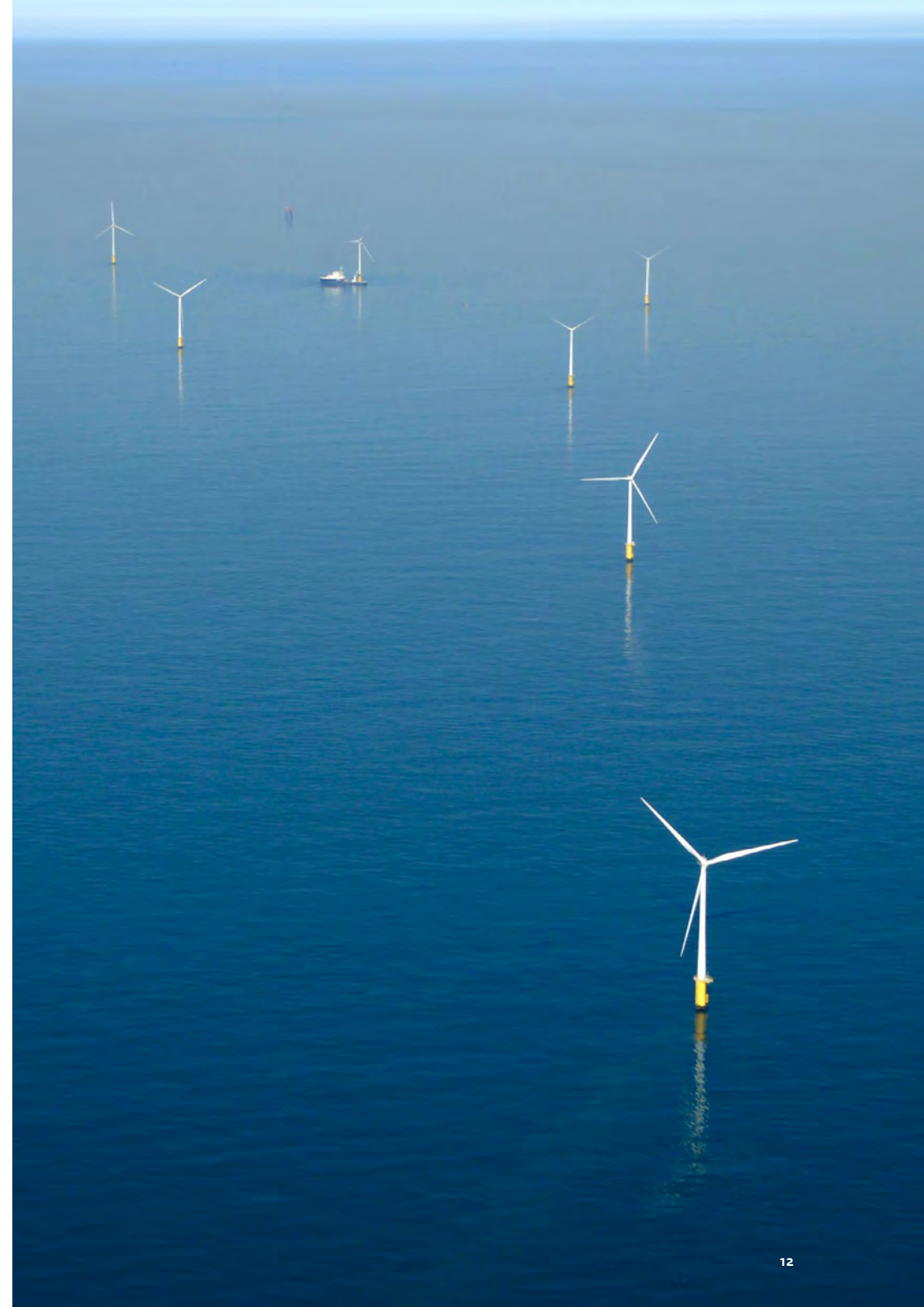
Tot slot bekeken Maja en haar team de hoogte waarop vogels vliegen – vooral om te bepalen of dat hoger, lager of even hoog is als de

windturbines. Ook dat ligt voor een groot deel aan de wind. 'Het verschilt heel erg per dag, en per moment van de dag, maar over het algemeen vliegen de vogels op zo'n 300 meter hoogte. Dat is net zo hoog als de rotorbladen van turbines, dus daarmee is er een reële kans op aanvaringen', licht Maja toe. 'Maar in de lente komt het ook weleens voor dat vogels flink wat meters hoger vliegen, als ze dus die gunstige meewind hebben. In de herfst werkt de wind vaker tegen ze, dus vliegen ze lager. Dan is de impact van de wind minder. Maar daardoor wordt het gevaar van de windturbines wel groter.'

### Voorspellingsmodel

Na het ophalen van de data kon Maja eindelijk het voorspellingsmodel maken. 'Alles wat we wisten over de vertreklocaties, de wind- en weersomstandigheden, de tijd van het jaar, enzovoorts, stopten we in 2 modellen. 1 voor de lente en 1 voor de herfst', vertelt Maja. Door machine learning voorspelt dit model 48 uur van tevoren wanneer de vogels, waarschijnlijk, massaal de trek maken. En wanneer de turbines dus het best tijdelijk uitgeschakeld kunnen worden.

'Natuurlijk zit er altijd een onzekere factor in; de natuur laat zich niet zo makkelijk voorspellen', geeft Maja toe. 'We kunnen ook niet voorspellen hoe groot het precieze aantal vogels gaat zijn. Maar in meer dan 80 procent van de gevallen in de herfst, en zelfs 90 procent in de lente, voorspelt ons model accuraat dat er een piek gaat komen. Dat vind ik een enorm mooi resultaat.' De komende tijd wordt het model gevalideerd met data van weersvoorspellingen.



## Vervolgonderzoek

Na het maken van dit model en het schrijven van het proefschrift zat de opdracht er voor Maja in december 2022 op. Nu is het de beurt aan Rijkswaterstaat en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat om op basis van de voorspellingen de windparken stil te laten zetten. Dat gebeurt vanaf de najaarstrekk van 2023, nadat er in de voorjaarstrekk ervoor al wel een geslaagde pilot is uitgevoerd.

Toch is Maja nog lang niet klaar met het onderwerp. 'In vervolgonderzoek ga ik nu onder andere uitzoeken wat de verschillen tussen bepaalde gebieden op de Noordzee zijn. Zo kunnen we voorkomen dat álle windturbines uitgaan, terwijl de vogels maar in 1 gebied zitten.' Ook wil ze dolgraag nog onderzoeken wat de verschillen in trekgedrag zijn tussen vogelsoorten. 'Er is nog zóveel wat we kunnen leren over de vogeltrek. We kunnen het model op veel vlakken nog optimaliseren en zo de vogels beter beschermen. Dit is nog maar het begin.'



# Op zoek naar de geheimen van de Noordzee

**Lonneke IJsseldijk** (assistent professor aan de Universiteit Utrecht) wist als kind al dat ze later iets met walvissen wilde doen. Dat ze tegenwoordig dode bruinvissen onderzoekt op een snijtafel, dát had ze niet verwacht. Haar onderzoek helpt Wozep om de mogelijke effecten van windparken te ontrafelen.



Ratten. Brulkickers. Een olifant. Vleermuizen. Een orang-oetan. Het 'studielandschap' van het Androclusgebouw op het Utrecht Science Park doet op het eerste gezicht misschien denken aan een doorsnee bibliotheek. In de kasten, achter glazen vitrines, staan echter geen boeken, maar lichaamsdelen, organen en skeletten van een indrukwekkende collectie dieren. Bij elkaar verzameld als studieobject voor studenten Diergeneeskunde aan de Universiteit Utrecht.

Dieper in het gebouw, in het deel waar je alleen met het juiste pasje binnenkomt, ligt een zaal die minstens zo macaber is, en ook minstens zo fascinerend. De snijzaal. Dagelijks worden hier via een metershoge roldeur tientallen dode dieren naar binnen gebracht voor onderzoek. Dieren die een eigenaar hadden – huisdieren, boerderijdieren, dierentuindieren – en wilde dieren.

Allemaal worden ze hier ontleed, bijvoorbeeld om de doodsoorzaak vast te kunnen stellen. Of om meer te weten te komen over de soort en diens leefgewoonten. Over walvissen bijvoorbeeld, in het geval van onderzoeker Lonneke IJsseldijk, die met name gespecialiseerd is in bruinvissen.

### Onze Nederlandse walvis

Want de Noordzee is, wat walvissen betreft, de haast exclusieve thuishaven van bruinvissen. Dieren van ruim anderhalve meter lang die – op de meer stompe snuit na – veel weghebben van een dolfin. 'Alleen dan een stuk minder speels en springerig. Een beetje saai', zegt ze. 'Maar het is wel onze enige echte Nederlandse walvis.'

In de gehele Noordzee – van Noord-Frankrijk tot de Shetlandeilanden en van Engeland tot

Denemarken – leven naar verwachting liefst 350.000 bruinvissen. In het Nederlandse deel, geschat op basis van tellingen, zijn dat er tussen de 40.000 en 80.000. Maar die aantallen fluctueren, per seizoen en over langere periodes. En dat merken we ook aan het aantal strandingen. Een jaar of 30 terug strandden er zelden bruinvissen op onze kustlijn, tegenwoordig zijn dat er gemiddeld zo'n 600 per jaar.

'In dezelfde periode is ook het aantal waarnemingen van de bruinvis in 'ons' deel van de Noordzee toegenomen', benadrukt Lonneke. 'Er zwemmen nu simpelweg meer bruinvissen in ons deel van de Noordzee. Het meest aannemelijk is dat ze hierheen zijn verhuisd vanwege de voedselbeschikbaarheid.'

Hun groeiende aanwezigheid zette ook vaart achter Nederlands onderzoek naar de bruinvis. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft immers de plicht om in kaart te brengen of menselijk handelen een belangrijke doodsoorzaak is voor deze beschermde diersoort. Hoeveel last hebben bruinvissen bijvoorbeeld van visserij? En wat zijn de gevolgen van (het bouwen van) windparken op de Noordzee?

### Menselijk handelen

Veel zekerheden heeft ze daarbij niet. Ook niet wat het bepalen van de doodsoorzaak van bruinvissen betreft. Als Lonneke tandafdrukken van een grijze zeehond ontdekt, ja, dan ligt de doodsoorzaak vaak wel voor de hand. Maar menselijk handelen is vaak moeilijker te ontdekken. Het is in veel gevallen de indirecte doodsoorzaak. Of de lichamelijke sporen zijn specifiek.



Zo worden er bij menselijke activiteiten op de bodem van de zee soms explosieven aangetroffen. 'Een bruinvis die toevallig in de buurt is als zo'n explosief tot ontploffing wordt gebracht, kan daar letsel door oplopen. Het harde geluid kan bijvoorbeeld bloedingen in het hoofd veroorzaken. Maar ik zie alleen een dier met bloedingen. Voor mij is het bijna niet te achterhalen hoe die precies zijn ontstaan.'

### Bewijsmateriaal

Een andere complicerende factor is de tijd. Hoe langer een bruinvis dood is, hoe meer 'bewijsmateriaal' van het lichaam vergaat. De trilharen in het binnenoor van een bruinvis verdwijnen bijvoorbeeld al binnen 18 tot 24 uur na de dood. 'Om gehoorschade te ontdekken, moet een bruinvis heel vers zijn en liever pas op het strand doodgaan. Anders zijn we gewoon te laat.'

En gehoorschade kán een belangrijke doodsoorzaak zijn. Zeker bij de bouw van een windpark op zee, een onderwerp waar Lonneke zich op verzoek van Wozep in het verleden extra in verdiepte. Het onderwatergeluid bij de bouw, vooral door het heien, veroorzaakt mogelijk serieuze verstoringen.

Directe schade wordt weliswaar voorkomen door de inzet van mitigerende maatregelen bij de bouw. Maar daarmee wordt mogelijk niet alles opgelost in het geval van bruinvissen, die sterk van hun gehoor afhankelijk zijn. Niet alleen om onderling te communiceren, ook om zich – net zoals vleermuizen doen – te oriënteren, of om voedsel te vinden.

'Het gevolg van heien kan bijvoorbeeld zijn dat een moeder, door die herrie, haar pasgeboren kalf verliest. Dat kalf kan zichzelf nog niet redden en sterft. Maar ook daar geldt dan meestal: op de snijtafel zie ik alleen een kalf en kan ik niets terugvinden dat linkt met die windturbines.'

Tegenover al die onzekerheden staan ook vele vondsten en ontdekkingen. Neem bijvoorbeeld de plotselinge piek in de zomer van 2021, toen in 10 dagen tijd 200 bruinvissen strandden op de Waddeneilanden. 'We ontdekten dat ze dood waren gegaan door een ziekte die niet eerder tot grootschalige sterfte had geleid.' Of de waarschijnlijke oorzaak van het hoge strandingsgemiddelde in 2011 (ruim 900). 'De vele vermagerde bruinvissen impliceerden een voedseltekort.'

Lonneke beperkt zich in haar onderzoek niet alleen tot het herleiden van de doodsoorzaken van bruinvissen. Ze gebruikt de dieren die op de snijtafel liggen ook om meer te weten te komen over de staat van hun levende soortgenoten. Hoe goed planten ze zich voort? Eten ze voldoende? En hoeveel last hebben ze nu werkelijk van plastic in de zee? 'Allemaal dingen die we terug kunnen vinden tijdens de autopsies.'

### Nachtmerries

Groot is de vanzelfsprekendheid waarmee ze over zulke autopsies praat. Als 16-jarige kwam Lonneke al voor het eerst in de snijzaal, aangemoedigd door haar leraar biologie, die zelf ooit – let op: dit mag niet – een gestrande







bruinvis onderzocht in zijn achtertuin. 'Ook ik was geïntrigeerd door walvissoorten.'

Een week lang keek ze als scholier mee terwijl de dieren waar ze van hield opengesneden werden voor lichamelijk onderzoek. 'Ik kan me mijn nachtmerries van die week nog goed herinneren.'

Nee, geef haar maar levende walvissen. Een voorkeur die gedurende haar studie biologie wel enigszins veranderde. 'Het blijft gewoon irritant dat ze wegzwemmen. Als zo'n dier hier op de tafel ligt, dan heb je de volledige controle over je onderzoek.'

De dood schrikt haar al lang niet meer af. Gewapend met wat gereedschappen en een paar halflange handschoenen, gaat ze in soms halfrottende bruinvissen onverstoort op zoek naar de geheimen die onder het troebele Noordzeewater schuilgaan. 'Mijn armen zijn altijd vies tot hier', lacht ze, wijzend naar haar schouders.

Ze weet niet meer beter. 'Toen ik begon vond ik het dier op de snijtafel altijd het leukste, spannendste deel van mijn werk. Maar over de jaren heen zie je daar toch vaak hetzelfde terugkomen. Daarom ben ik meer waarde gaan hechten aan het computerwerk, de analyse, het ontdekken van trends en mijn interpretatie van de feiten. Wat betekent het? Waar kijken we naar?'

### Ongemakkelijk

En ook die ene vraag omtrent windparken – hoe schadelijk zijn ze nou werkelijk? – blijft knagen. 'Tot nu toe hebben we geen duidelijk bewijs dat

ze een negatieve impact hebben op bruinvissen. Toch voelt de snelheid waarmee er nu parken worden gebouwd op de Noordzee, ook door andere landen, wel wat ongemakkelijk. Bruinvissen zijn veerkrachtige dieren. Maar we moeten ze wel de tijd geven om zich aan nieuwe omstandigheden aan te passen. Ik denk dat het beter voor ze is als we wat rustiger aan doen. Maar als mijn gevoel klopt, dan is het nog maar de vraag of we daar op tijd achter komen.'

Er zit maar één ding op: meer onderzoek. Zo hoopt Lonneke in de komende jaren gebruik te kunnen gaan maken van drijfmodellen. Modellen die, met behulp van bijvoorbeeld informatie over de stroming en de windkracht en -richting, enigszins kunnen bepalen welke zeeroute de overleden walvis heeft afgelegd. Iets wat tegenwoordig ook al bij drenkelingen gebeurt.

'Het kan ons een idee geven waar deze bruinvissen dood zijn gegaan. Als er in het gebied waar een windpark wordt aangelegd opeens veel meer bruinvissen lijken te sterven, dan zou dat een serieuze aanwijzing zijn. En als we geen veranderingen zien, dan is dat ook een belangrijke indicatie. Bewijs is het niet, maar zo'n onderzoek maakt ons beeld wel completer.'

Dit is een uitgave van

**Rijkswaterstaat**

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)

0800 - 8002

oktober 2023 | CD0923SB090