

Terugblik Wozep 2025



Auteurs:

Ingeborg van Splunder
Dagmar van Nieuwpoort
Martine Graafland
Meik Verdonk
Jos de Visser
Henri Zomer
Marije Siemensma
Rens Cronau
Aylin Erkman
Niels Kinneging
Karen de Jong
Edwin Verduin
Tim Schellekens
Pim van Avesaath
Elske Rotshuizen

Maart 2026

Inleiding

In dit document geven we, als Wozep projectteam, een overzicht van de stand van zaken van de uitvoering van de deelprojecten die behoren bij het Jaarplan 2025. Per onderzoekslijn van de thema's KEC, vogels, vleermuizen, zeezoogdieren, ecosysteemeffecten en datamanagement beschrijven we kort wat de achtergrond is van het thema. Daarna beschrijven we de resultaten van de in 2025 afgeronde onderzoeken en de projectvoortgang in 2025 van de nog lopende projecten en. Hierbij is er ook aandacht voor wanneer en hoe de resultaten gebruikt worden in beleid en beheer en wat de overgebleven kennisleemtes die bepalend zijn voor de vervolgonderzoeken.

Wozep schrijft ieder jaar een 'Terugblik' zodat we goed de vinger aan de pols houden over de vorderingen. In deze terugblik beschrijven we alle projecten waaraan in 2025 is gewerkt. Dit vormt de basis - dat wil zeggen de kennis die er nu en de kennisleemtes die nog zijn - voor het Jaarplan 2025-2026. De 'Jaarplannen' worden als 'vooruitblik' opgesteld in oktober/november.

Dit stuk heeft onder andere als doel om de stuurgroep Wozep te informeren en om te verantwoorden wat Wozep heeft uitgevoerd en wat het programma heeft opgeleverd. De projectvoortgangstukken uit dit document worden ook gebruikt in de terugmelding, gezamenlijk met MONS, aan de PC-MONS.



Inhoudsopgave

1	Achtergrond Wozep.....	4
2	Onderzoeksthema 'Kader Ecologie en Cumulatie en ALI-methodiek'	6
3	Onderzoeksthema 'Vogels'	11
4	Onderzoeksthema 'Vleermuizen'	18
5	Onderzoeksthema 'Zeezoogdieren'	22
6	Onderzoeksthema 'Ecosysteem'	26
7	Datamanagement	31

Leeswijzer onderzoeksthema's

Per onderzoeksthema zijn telkens de volgende paragrafen opgenomen, voor zover van toepassing:

1. Algemene achtergrond
2. Samenvatting 2025
3. Afgeronde projecten 2025
4. Voortgang lopende projecten 2025

1 Achtergrond Wozep

In 2016 heeft het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) (toen Economische Zaken) RWS de opdracht gegeven een geïntegreerd onderzoeksprogramma op te zetten om de kennisleemtes met betrekking tot de effecten van offshore windparken op het Noordzee-ecosysteem te verkleinen. Dit is de start geweest van het Windenergie op zee ecologisch programma (Wozep). Wozep is op advies van RWS opgezet als generiek programma, omdat bleek dat de ontbrekende kennis niet gekoppeld was aan een specifiek windpark, maar de gehele breedte van offshore windparken betrof. Bovendien kan een centraal onderzoeksprogramma efficiënter worden uitgevoerd. De eerste fase van Wozep (2016-2023) is afgerond. Vanaf 2024 zal Wozep tot 2030 voortgezet worden onder dezelfde scope en aansturing van KGG en ook als eigenstandig deelprogramma optrekken met MONS (Monitoring en Onderzoek Natuurherstel en Soortbescherming). MONS en Wozep houden zich samen bezig met de kennisvragen zoals die in het Noordzee Akkoord geformuleerd zijn, waarbij Wozep zich richt tot vragen rond de energietransitie en meer specifiek windenergie op zee.

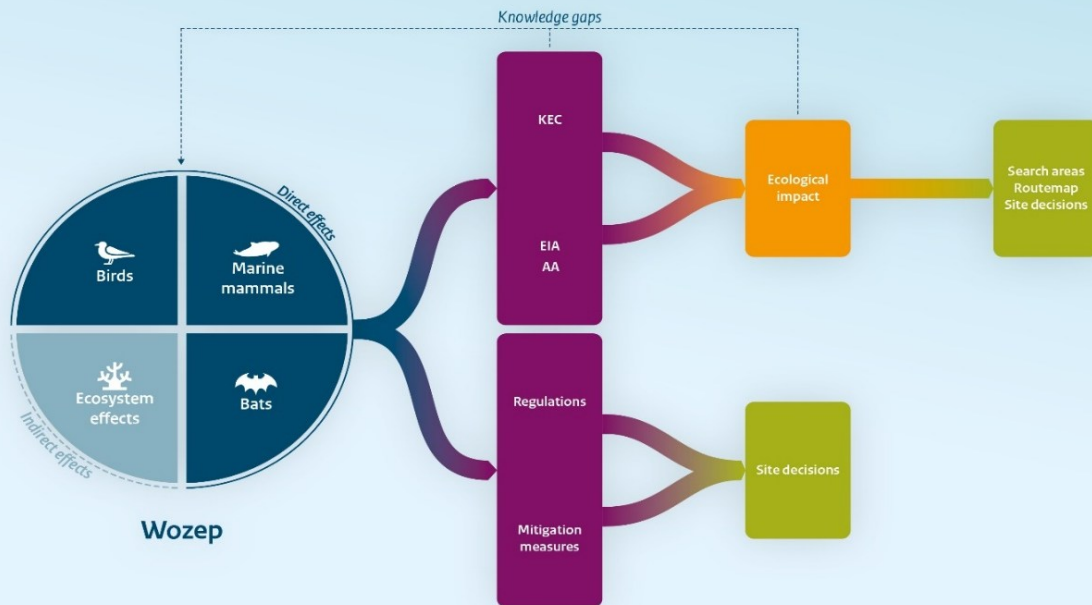
Wozep doet onderzoek naar directe effecten van windparken op zee op wettelijk beschermde soorten en mogelijke indirecte effecten die via het ecosysteem doorwerken op de soorten met beschermde status. Het programma richt zich dus voornamelijk op beschermde soorten en habitats, conform de Wet Natuurbescherming (nu onderdeel van de Omgevingswet), maar ook op het onderliggende voedselweb dat bepalend is voor deze soorten. Voor de uitwerking van het onderzoeksprogramma richt Wozep zich op de volgende thema's:

- Vogels (aanvaringsrisico's, habitatverlies en ecosysteemdoodwerking);
 - Verdeeld in 'Kust- en Zeevogels' en 'Trekvogels'
- Vleermuizen (aanvaringsrisico's en orgaanschade door dalende luchtdruk (barotrauma));
- Zeezoogdieren (onderwatergeluid) (aanlegfase en operationele fase);
- Ecosysteem
 - Verdeeld in 'Ecosysteemmodellering', 'Primaire en Secundaire productie', 'Benthos', 'Vissen' en 'elektromagnetische velden';

Wozep benadert de betrokken beleidsmedewerkers en stakeholders actief; met de verworven kennis en vanuit de juiste feitenbasis ondersteunt het programma hen in keuzes met betrekking tot windenergie op zee, nu en in de toekomst. Zo worden de onderzoeksresultaten rechtstreeks gebruikt in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC). Met het KEC wordt het cumulatieve effect van de mogelijke locaties voor windparken samen met de bestaande én al geplande parken (een routekaart) op de soorten met beschermde status van natuurwetgeving getest. Daarnaast wordt Wozep kennis ingezet bij de totstandkoming van de kavelbesluiten, Milieu Effect Rapportages (MER), Passende Beoordelingen en keuzes voor de zoekgebieden ten behoeve van de ruimtelijke planning op de Noordzee (Programma Noordzee, Partiële Herziening). In onderstaand figuur wordt het gebruik van de resultaten weergegeven.

Overview Wozep and use of results

Results from Wozep research are widely used within the Offshore Wind process, which include: Framework for the Assessment of Ecological and Cumulative Effects (Kader Ecologie en Cumlatie, KEC), Environmental Impact Assessment (EIA), Appropriate Assessment (AA), regulations, mitigation measures, search areas for potential future windparks, Roadmap 2023 and Roadmap 2030, and site decisions.



Doelstelling Wozep

Wozep heeft de volgende doelen:

- Verminderen van de onzekerheid rond de aannames en kennisleemtes van KEC, Milieu Effect Rapportages en Passende Beoordelingen.
- Verminderen van de onzekerheid rond de aannames en ontbrekende kennis voor langetermijneffecten bij de opschaling van offshore windenergie (ten behoeve van toekomstige routekaarten voor de inzet van offshore windenergie).
- Verkrijgen van kennis ten behoeve van mitigerende maatregelen.

Meer achtergrondinformatie over Wozep en de voltooide onderzoeksrapporten zijn gepubliceerd op het Noordzeeloket: <https://www.noordzeeloket.nl/wozep>.

2 Onderzoeksthema 'Kader Ecologie en Cumulatie en ALI-methodiek'

2.1 Achtergrond

Daar waar Wozep kennis ontwikkelt, wordt in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) deze kennis gebruikt. Het KEC berekent de cumulatieve effecten van huidige en toekomstige windparken op de populaties van (een aantal) beschermde soorten vogels, bruinvissen, zeehonden en vleermuizen. Daarnaast wordt er gekeken naar ecosysteemeffecten en algemeen effect op de KRM-descriptoren. Het doel van deze berekeningen is inzicht krijgen in de verwachte cumulatieve impact van toekomstige windparken op zee. Dit biedt informatie over potentiële toekomstige ecologische knelpunten en geeft handvatten om, zo nodig, mitigerende maatregelen te treffen, aanvullend onderzoek te verrichten en/of richting te geven aan het Wozep onderzoeksprogramma. Het KEC maakt op basis van de meest recente kennis berekeningen.

Door het gebruik van de modellen en methodieken, bekend als het KEC-instrumentarium, wordt duidelijk wat de belangrijkste kennisleemtes zijn en waar de grootste onzekerheden zitten in de doorrekeningen. Dit bepaalt de richting van Wozep onderzoek - of aan andere relevante onderzoeksprogramma's zoals het MONS. Zo wordt de Plan-Do-Check-Act-cyclus gesloten.

Omdat in het KEC voorspellingen worden gedaan over toekomstige effecten, wordt gewerkt met modellen. De windparken staan er immers nog niet en daarom kan daar ook nog niet gemeten worden en onderzoek worden gedaan. Het hart van het KEC bestaat dan ook uit een aantal modellentreinen (per soortgroep, thema en per effect). In de modellen dienen enerzijds parameters als input, bijvoorbeeld vlieghoogte, en anderzijds scenario's van te verwachten windparken en eventuele andere windenergie op zee gerelateerde activiteiten. Dit noemen we het KEC-instrumentarium.

Het KEC-modelinstrumentarium bestaat uit drie delen: het conceptuele kader, de kennisbasis en de berekeningen:

a. Het conceptuele kader

Het conceptuele kader is de filosofie achter het KEC. Dit is de denklijn, het modelgebruik en de juridische onderbouwing van de opzet en scope van het KEC, bijvoorbeeld in relatie tot de natuurbeschermingswetgeving en het cumulatiescenario. Het kader is beschreven in KEC deel A.

b. De kennisbasis

De kennisbasis van het KEC bevat een samenvatting van de kennis die is gebruikt voor de berekeningen. De kennisbasis wordt deels gevormd door (delen van) het Wozep-onderzoek, maar ook door onderzoek van andere partijen. De modellentreinen, methodieken en parameters zijn opgenomen in het kennisbasisdocument. Ook kaartmateriaal met dichtheden en fluxen (aantal vliegbewegingen) zijn onderdeel van de kennisbasis. Belangrijk is dat de kennisbasis van het KEC up-to-date is. Daarmee kan er, bij behoefte vanuit beleid of beheer aan een nieuwe berekening, zonder al te veel moeite een berekening gemaakt worden gebaseerd op de meest recente kennis.

c. De berekeningen

De berekeningen geven inzicht of en wat voor invloed een bepaalde routekaart Windenergie op zee heeft op populatieniveau van beschermde soorten. Deze worden ongeveer iedere twee jaar uitgevoerd, maar kunnen ook worden uitgevoerd op het moment dat hier vraag naar is, bijvoorbeeld voor een nieuwe routekaart.

Hoe verder in de toekomst, hoe onzekerder de aannames. Er is daarom ook een grens aan wanneer berekeningen over toekomstige effecten nog zinvol zijn.

Naast de KEC-methodiek wordt binnen dit thema ook gewerkt aan de Acceptable Level of Impact-methodiek (ALI-methodiek) voor vogels. Deze methodiek vergelijkt de uitkomst van een scenario mét impact met hetzelfde scenario zonder impact (nulscenario). Zo kunnen de effecten worden bepaald die veroorzaakt worden door windenergie op zee. Vervolgens kunnen op basis daarvan drempelwaarden gesteld worden voor wat acceptabel geacht wordt als impact. Het ministerie van LVVN, op basis van advies van SOVON, is verantwoordelijk voor het vaststellen van de drempelwaardes die bij de ALI-methodiek horen.

2.2 Samenvatting 2025

Voor de werkzaamheden van de KEC-update worden 4 percelen onderscheiden: Kaarten, Vogels aanvaringen, Vogels habitatverlies en Zeezoogdieren onderwatergeluid. Onder de KEC-update

wordt zowel de kennisbasisupdate (update van het modelinstrumentarium met recente kennis) als de routekaart-doorrekeningen verstaan. Begin 2025 is het KEC5.0 afgerond en gepubliceerd, waarbij een aantal kennisleemtes zijn geconstateerd, zowel praktisch, methodisch als fundamenteel.

Vanuit het KEC zijn, vanuit de geconstateerde kennisleemtes uit KEC5.0 in 2025, door een samenwerking tussen de percelen Vogels aanvaringen en Vogels habitatverlies verschillende verkenningen gedaan om kennisleemtes richting KEC6.0 te kunnen verkleinen en onderzoeksrichtingen uit te werken. Het ging hierbij om verkenningen naar methodiekverbetering, maar ook een toetsing van de kaders waarbinnen de KEC-berekeningen worden gedaan, met als uitkomst voorstellen voor verbetering. Deze opdrachten betroffen de volgende onderwerpen: barrièrewerking; studiegebied (grenzend aan het internationale studiegebied, en mogelijkheden voor het meenemen van nearshore en kust-windparken); mogelijkheden voor internationale toetsing; mogelijkheden voor het meenemen van verdiscontering van effecten binnen populaties; een modeloptimalisatie waardoor de operationele duur van windparken realistischer kan worden meegenomen in de berekeningen; en onderzoek naar de mogelijkheden voor het meenemen van dichtheidsafhankelijkheid in zeevogelpopulaties in de populatiemodellen. Daarnaast is er in 2025 ook een externe review op het KEC5.0 gedaan, waaruit aanbevelingen zijn gekomen voor een volgende KEC-update, zowel methodisch als praktisch qua rapportage. Tot slot heeft er in 2025 een onderzoek plaatsgevonden naar de ecologische effecten van decommissioning en hoe we die potentiële effecten mee zouden kunnen nemen in het KEC.

2.3 Afgeronde projecten 2025

Algemene KEC-opdracht (KC.1)

Voor de thema's *Vogels aanvaringen*, *Vogels habitatverlies* en *Zeezoogdieren onderwatergeluid* onder *KC.1* zijn er de volgende generieke werkzaamheden uitgevoerd en afgerond:

- Kennisbasisupdate ten behoeve van het verzamelen van de meest recente kennis met betrekking tot de methodische ontwikkelingen en een update van parameterwaarden voor de te behandelen soorten in KEC6.0. Deze kennisbasisupdate wordt ook gebruikt in de Kavelbesluiten en MER-trajecten.
- Interpretatie van de externe review van KEC5.0 (KC.2) en advies over de verwerking daarvan in KEC6.0.

Daarnaast zijn per perceel de volgende aanvullende werkzaamheden gedaan toewerkend naar KEC6.0:

Perceel vogels aanvaringen en Perceel vogels habitatverlies (KC.1)

Binnen deze percelen is gezamenlijk gewerkt aan een aantal memo's waarin de kennisleemtes uit KEC5.0 met betrekking tot *vogels* zijn onderzocht en advies wordt gegeven over hoe hiermee om te gaan in een volgende KEC-update. Hieronder volgen de behandelde onderwerpen de belangrijkste conclusies:

Barrièrewerking:

Deze opdracht betrof een verkenning met het model van Bos et al. (2025), waarbij is gekeken naar de mogelijkheden om het model te gebruiken voor het berekenen van effecten van barrièrewerking in KEC6.0. De verkenning heeft echter aangetoond dat het model nog niet direct voor KEC6.0 gebruikt kan worden. Er zijn nog ontwikkelingen nodig m.b.t. de aannames die in het model worden gedaan (meer GPS-loggerdata nodig en aannames over energieverbruik vragen extra onderzoek). Daarnaast wordt aangeraden om een eerste assessment te doen waarbij een kleine scope wordt gehanteerd (enkel horizontale ontwijking en zonder verlies van bestemmingen van soorten), waarna kan worden uitgebouwd naar een completere assessment van barrièrewerking.

Studiegebied:

Hierin worden twee thema's behandeld: 1. grenzen van het internationale studiegebied, en 2. het meenemen van windparken in kustgebieden en nearshore in de berekeningen.

1. Het memo m.b.t. de grenzen van het internationale studiegebied heeft het volgende geconcludeerd: het huidige internationale studiegebied van KEC is

gebaseerd op het oude WINDSPEED-project en sluit ecologisch gezien niet goed aan op de verspreiding en migratie van zeevogels. Omdat veel zeevogelsoorten grote afstanden afleggen, is verkleining van het gebied ecologisch niet verdedigbaar, terwijl soortspecifieke studiegebieden juist tot meer onzekerheid zouden leiden door beperkte data. Een veel groter gebied, zoals tot in Afrikaanse wateren, is operationeel onwerkbaar en introduceert andere relevante drukfactoren. Het gebruik van de OSPAR Greater North Sea-regio biedt daarentegen een realistisch en beleidsmatig consistent alternatief: het past beter bij internationale kaders, houdt de onzekerheid beheersbaar en sluit aan bij het ecologisch gebruik van deze gebieden door zeevogels. Daarom wordt aanbevolen om de OSPAR-regio als studiegebied voor de internationale KEC-scenario's te hanteren.

2. Wat betreft de mogelijkheden voor het meenemen van windparken in kustgebieden en nearshore heeft het memo geconcludeerd individuen die de Noordzee gebruiken, ook vaak gebruik maken van kust- en nearshoregebieden, waardoor windparken daar hun populaties kunnen beïnvloeden. Het gebrek aan gegevens over de overlap tussen deze gebieden maakt het echter moeilijk om ze samen in één impactanalyse op te nemen. Om kust- en nearshore-windparken toch te integreren, moet duidelijker worden gedefinieerd wat een populatie is en hoeveel slachtoffers in die zones daadwerkelijk tot de Noordzeepopulatie behoren. Hiervoor is betere wetenschappelijke kennis nodig over de herkomst van slachtoffers uit deze gebieden.

Internationale toetsing:

Deze verkenning heeft gekeken naar de mogelijkheden om de ALI-methodologie internationaal te gebruiken. Om de ALI-methodologie toe te kunnen passen op de ecologische effecten van offshore windparken op beschermde zeevogelsoorten op internationale schaal, is het noodzakelijk om de onzekerheid in vogelverspreiding voor de gehele Noordzee goed te kwantificeren, samen met ALI-drempelwaarden die zijn gebaseerd op internationaal geaccepteerde natuurdoelen. Om dit te bereiken, moeten nieuwe vogelverspreidingskaarten worden opgesteld voor de OSPAR Greater North Sea-regio. Daarnaast moeten ALI-drempelwaarden worden gedefinieerd op basis van internationaal erkende instandhoudingsdoelen. De OSPAR-indicatoren zijn hiervoor de meest geschikte kandidaat. Deze internationaal vastgestelde drempelwaarden moeten naast de nationale drempelwaarden bestaan, die betrekking hebben op de Nederlandse Staat van Instandhouding.

Verdiscontering:

De studie naar de mogelijke toepassing van het concept verdiscontering in het KEC heeft de volgende inzichten geleverd: op dit moment is het niet mogelijk om verdiscontering toe te passen, omdat recente en betrouwbare data ontbreken. In de toekomst kan dit mogelijk veranderen. De effecten van oudere windparken kunnen echter alleen als verdisconteerd worden beschouwd wanneer zowel de gegevens die aan de effectbeoordeling ten grondslag liggen (1), als de gegevens waarop de gebruikte drempelwaarden zijn gebaseerd (2), uit een recente periode komen. Uit de beschikbare data blijkt dat verdiscontering slechts voor twee soorten overwogen zou kunnen worden, wat tot onpraktische, soortspecifieke scenario's zou leiden. Daarom wordt aanbevolen vast te houden aan het voorzorgsprincipe en verdiscontering voorlopig niet toe te passen, om te voorkomen dat ten onrechte verdisconteerd wordt wat kan leiden tot significante fouten op populatieniveau.

Aan- en uitzetten van windparken in de modellering van het KEC:

Deze studie heeft uitgewezen dat het mogelijk is om rekening te houden met windparkspecifieke operationele data. Dit vereist dat voor elke unieke combinatie van offshore windparken het aantal slachtoffers wordt berekend en dat tijdsafhankelijke sterftcijfers worden opgenomen in de populatiemodellering. Ook moet worden bepaald of de effecten alleen voor de operationele fase van windparken moeten worden meegenomen, of ook voor de bouw- en/of ontmantelingsfase. De uitkomsten van deze studie zijn ook gelijk geïmplementeerd in de modellen die gebruikt worden voor het KEC en zullen dus in KEC6.0 worden meegenomen.

Verkenning van de mogelijkheden om dichtheidsafhankelijkheid in de populatiemodellen voor de KEC-soorten te implementeren:

Uit deze analyse blijkt dat dichtheidsafhankelijkheid een belangrijke rol speelt in de dynamiek van zeevogelpopulaties, maar dat de huidige kennisbasis ontoereikend is om deze processen betrouwbaar te integreren in de KEC-impactbeoordelingen. Hoewel de modellen voor onder andere jan-van-gent laten zien dat dichtheidsafhankelijkheid aanzienlijke compenserende effecten kan hebben op door offshore windparken veroorzaakte sterfte, ontbreken robuuste, soortspecifieke en gebiedsdekkende gegevens over de vorm en sterkte van deze processen op de schaal van het NCP en de Zuidelijke en Centrale Noordzee. Bovendien blijkt dat externe factoren, zoals recente vogelgriep-uitbraken, de bufferende werking van dichtheidsafhankelijkheid sterk kunnen reduceren, wat de onzekerheid verder vergroot. Om te voorkomen dat risico's structureel worden onderschat, wordt geadviseerd dichtheidsafhankelijkheid voorlopig niet in de KEC-assessments te gebruiken. In plaats daarvan wordt aanbevolen om gericht aanvullend onderzoek uit te voeren naar dichtheidsafhankelijkheids-mechanismen op relevante ruimtelijke schaal en een expertbijeenkomst te organiseren om te bepalen voor welke soorten toepassing in de toekomst verantwoord kan zijn.

Perceel zeezoogdieren onderwatergeluid (KC.1)

Samen met Ecowende en thema Zeezoogdieren (ZD.5d) het organiseren en uitvoeren van een expert workshop over het iPCoD en PCoD energeticamodel.

In november bracht een internationale workshop in Utrecht dertig experts uit wetenschap en beleid samen om de conditie van bruinvissen in relatie tot windenergie op zee te onderzoeken. Deze bijeenkomst leverde waardevolle kruisbestuiving op tussen pathologen, strandingsonderzoekers, bio-energetici en modellers, wat leidde tot nieuwe inzichten én nieuwe samenwerkingsinitiatieven. De workshop bevestigde dat autopsiegegevens van gestrande bruinvissen een cruciale bron vormen voor het verbeteren van populatiemodellen zoals iPCoD, die binnen het KEC worden gebruikt om cumulatieve effecten van offshore wind op bruinvissen te beoordelen. De combinatie van real-time gezondheids- en voortplantingsdata met modellering vergroot de betrouwbaarheid van populatievoorspellingen aanzienlijk. Daarnaast werd het belang onderstreept van multidisciplinaire samenwerking om kennishiaten rondom bruinvisfysiologie en de effecten van verstoring te dichten, vooral gezien hun hoge gevoeligheid voor offshore activiteiten. De workshop was een gezamenlijk initiatief van Ecowende, Wozep en de Universiteit Utrecht.

Hierna volgen de aan KEC gerelateerde projecten die zijn afgerond in 2025

Externe (internationale) review van KEC5.0 update (KC.2)

In 2025 is door twee externe partijen een gezamenlijke review op het KEC5.0 gedaan. Het doel van deze review was om de gebruikte methodologieën in de verschillende achtergrondrapporten te controleren, de samenhang tussen de rapporten te beoordelen en vast te stellen of er belangrijke ontbrekende onderwerpen zijn die toegevoegd zouden moeten worden. De bevindingen en aanbevelingen zullen worden gebruikt om de KEC-instrumenten te verbeteren en KEC 6.0 op te stellen. De resultaten van de review zijn gedeeld met de specifieke opdrachtnemers waarmee binnen de verschillende onderwerpen in het KEC wordt samengewerkt, waarop zij voor hun onderdeel hebben aangegeven welke punten zij wel en niet kunnen verwerken in KEC6.0, inclusief de manier waarop.

Inventarisatie potentiële ecologische effecten van ontmanteling van windparken op zee (KC.3)

De ontmanteling van offshore windparken is een belangrijke, maar momenteel onderbelichte fase binnen de levenscyclus van windenergie op zee. Hoewel de ecologische effecten vooral optreden als kortdurende maar intensieve verstoringen tijdens de overgangsfase, is de omvang van deze effecten sterk afhankelijk van de gekozen ontmantelingsstrategie, technieken, timing en cumulatieve interacties met andere activiteiten op de Noordzee. Het onderzoek laat zien dat ontmanteling nu onvoldoende en inconsistent wordt meegenomen in milieueffectrapportages en KEC-beoordelingen. De belangrijkste aanbevelingen zijn daarom om ontmanteling structureel als aparte fase op te nemen, worstcasescenario's te hanteren en gerichte monitoring rondom de ontmantelingswerkzaamheden uit te voeren. Daarnaast blijkt het ontbreken van een langetermijn

ecologische visie en solide ecologische referentiewaarden een grote belemmering voor betrouwbare effectbeoordelingen. Door deze punten te adresseren ontstaat een duidelijker en toekomstbestendig beleidskader voor de ecologische beoordeling van ontmantelingsactiviteiten in de Nederlandse Noordzee.

2.4 Voortgang lopende projecten 2025

De volgende projecten zijn in 2025 of al eerder gestart, maar zijn niet (volledig) afgerond:

Perceel dichtheidskaarten (KC.1)

- Update gerealiseerd van de bestaande dichtheidskaarten voor vogelsoorten met nieuw beschikbaar gekomen MWTL-data van de laatste jaren.
- Voor vogels soortspecifiek verbeteren van de kaarten op verschillende onderdelen (tijdsvariatie, onderliggende co-varianten, populatie-dynamiek en lange termijn dichtheidskaarten).
- Voorbereiden op het ontwikkelen van nieuwe zeehondenkaarten op basis van de data die opgehaald zijn in ZD.22.

Doorontwikkeling ALI-methodiek statusaanpak (KC.4)

Onderdeel van de berekeningen voor het KEC voor vogels is het gebruik van de Acceptable Level of Impact (ALI) beoordeling. Met de ALI methodiek worden de ecologische effecten van windparken op zee inzichtelijk gemaakt door een modelmatige vergelijking van scenario's met en zonder windparken. Een ALI beoordeling is gebaseerd op het relatieve verschil van het ecologische effect met windparken op zee, ten opzichte van het effect zonder deze windparken. Mede aan de hand van de ALI wordt gekeken of de effecten van wind op zee zoals berekend in het KEC binnen acceptabele grenzen blijven. De ALI methodiek richt zich met name op de relatieve impact van windparken op zee op de ontwikkeling van zeevogelpopulaties, en minder op de absolute groottes van deze populaties. Daarom wordt de huidige ALI methodiek ook wel de 'impact aanpak' genoemd.

In 2024 is deze methodiek vernieuwd (Hin et al, 2024) en één van de aanbevelingen in het rapport, en van de reviewers van de methodiek, was om de ALI directer te laten relateren aan de Staat van Instandhouding (SvI). Dit wordt de zogenaamde ALI Status-aanpak genoemd. Vanuit het gebruik van het KEC in de Kavelbesluiten kwam ook het verzoek om het ALI beter te laten aansluiten bij de juridische vereisten zoals deze in de Kavelbesluiten dienen te worden opgenomen. Juridisch gezien is de Staat van Instandhouding namelijk hetgeen waaraan in vergunningverlening of kavelbesluit (mede) wordt getoetst.

De huidige ALI Impact-aanpak – gebaseerd op de relatieve impact van windparken op zee – is slechts indirect gerelateerd aan de SvI. Een op de status van een soort gebaseerde methodiek is daarom gewenst voor vergunningverlening, naast een enkel op impact gebaseerde methodiek.

Het doel van de opdracht is om te komen tot een voor toetsers, beleid en MER-schrijvers begrijpelijke ALI-statusaanpak, met een uitwerking van een nationale aanpak, en minimaal een redeneerlijn voor een internationale aanpak, welke voor het KEC bruikbaar en werkbaar is, en waarvan de nationale aanpak juridisch geaccepteerd wordt.

Een voorstel voor het opzetten van de methodiek is reeds gepresenteerd door de opdrachtnemers, en als kansrijk beoordeeld door (externe) juristen en de toetsers van RVO en LNVN. Op basis daarvan is besloten de methodiek verder uit te werken in 2026.

3 Onderzoeksthema 'Vogels'

3.1 Algemene achtergrond

Omdat alle inheemse vogelsoorten een beschermde status hebben wordt er binnen Wozep onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van de aanwezigheid van windparken op zee op deze dieren. Met behulp van deze informatie kunnen er onder andere specifieke voorschriften worden vastgesteld om eventuele effecten te beperken.

Op de Noordzee komen vele soorten vogels voor:

- Een deel van deze vogels heeft de Noordzee als leefgebied voor het gehele jaar of een deel van het jaar, op te delen in zee- en kustvogels. *Zeevogels* brengen het grootste deel van hun leven op zee door en komen vaak alleen aan land om te broeden. *Kustvogels* rusten en broeden aan de kust en gaan de zee op om voedsel te zoeken.
- Naast deze permanente bewoners van de Noordzee trekken er ook nog eens jaarlijks vele miljoenen vogels over de Noordzee tijdens de voor- en najaarstrek. Behalve de typische kust- en zeevogels trekken ook grote hoeveelheden *landvogels* (zoals zangvogels) langs of over de Noordzee: Een oost-west trekbeweging van het vaste land naar de Britse Eilanden en een noord-zuid trekbeweging, vanuit de noordelijke Noordzee en Scandinavië richting het Kanaal of Zuid(west)-Europa vliegen. In het voorjaar vinden de trekbewegingen in omgekeerde richting plaats. Met name niet-zeevogels trekken bij voorkeur onder gunstige omstandigheden (wind in de rug, geen neerslag en geen gesloten wolkendeck). Onder minder gunstige omstandigheden (bijvoorbeeld met tegenwind) vliegen de vogels minder hoog, wat de aanvaringskansen vergroot.

Windparken op zee kunnen verschillende potentiële effecten hebben op vogels zoals sterfte door *aanvaringen*, *habitatverlies/barrièrewerking* of doorwerking van *ecosysteemveranderingen*:

- Risico op aanvaring speelt zowel voor trekvogels, die bijvoorbeeld door ongunstige omstandigheden op rotorhoogte vliegen, als voor lokaal verblijvende kust- en zeevogels die in het windpark op zoek zijn naar voedsel of door het windpark vliegen tijdens andere typen verplaatsingen.
- Bij habitatverlies vermijden zee en/of kustvogels het windpark, waardoor het leefgebied van de soort afneemt (al dan niet tijdelijk doordat er bijvoorbeeld gewinning optreedt). Ook kunnen barrière-effecten optreden waardoor vogels door vermijdingsgedrag niet meer door of over het park heen durven vliegen of zwemmen; hierdoor worden de vlieg- of zwemafstanden potentieel groter wat extra tijd en energie kan kosten.
- Veranderingen op ecosysteem schaal kunnen gevolgen hebben voor de beschikbaarheid en bereikbaarheid van het voedsel van kust- en zeevogels.

Het vogelonderzoek binnen Wozep richt zich vooral op het mogelijke aantal slachtoffers als gevolg van aanvaringen met turbines op zee en de potentiële effecten op vogels die de parken vermijden (wat leidt tot habitatverlies en mogelijk tot barrière-werking) gezien vanuit de doorwerking daarvan op de achteruitgang van de populaties. Tegelijkertijd is er aandacht voor doorwerking van ecosysteemverandering door samenwerking met andere Wozep-thema's en het bredere onderzoeksprogramma MONS.

Dit wordt onder meer gedaan door onderzoek naar het (vlieg)gedrag in en rond windparken en verspreiding over, en gebruik van, de Noordzee. Daarbij is het doorontwikkelen van de gebruikte modellen op basis van de meest recente kennis en verbeterde parameters uit de veldonderzoeken een belangrijk focuspunt.

Voor het onderzoek worden onder andere geavanceerde radarsystemen, veldwaarnemingen, gezenderde vogels en modelontwikkeling ingezet.

Kust- en Zeevogels

3.2 Samenvatting 2025

Er is in 2025 aan verschillende projecten gewerkt om de bovengenoemde kennisleemtes te verkleinen. Allereerst is er gestart met een herijking van de soortenlijst voor soorten die worden beoordeeld in het KEC. Dit zijn logischerwijs de soorten waar het Wozep-onderzoek zich op richt. De huidige soortenlijst is gemaakt in 2014 en mogelijk zijn er nu soorten die gevoelig zijn voor windturbines op zee die toendertijd nog niet in beeld waren. De nieuwe methodiek om tot soortkeuze te komen geeft een betere en meer transparante manier van beoordeling waarom welke soorten worden meegenomen worden in het KEC.

Er loopt een aantal projecten die alle bijdragen aan een beter begrip van aanvaringen en de daadwerkelijke aantallen slachtoffers. Sinds 2024 loopt in windpark Luchterduinen een project om daadwerkelijke aanvaringen met windturbines te registreren m.b.v. radars en camera's en anderzijds het gedrag van de vogels in het park te kwantificeren. Hiermee kan de betrouwbaarheid van de nu gebruikte aanvaringsmodellen worden onderzocht en verbeterd. De dataverzameling van het project loopt nog en eerste voorlopige resultaten worden begin 2027 verwacht na twee volle jaren meten. Als onderdeel van het project is de ook gekeken naar de betrouwbaarheid van het gebruikte AI-programma om de camerabeelden op soorten te determineren, wat op basis van deze validatie zal worden verbeterd. De resultaten daarvan waren nog niet goed genoeg om verder gebruik te gaan maken van AI voor de soortherkenning. Daarnaast neemt Wozep ook deel aan een internationaal project¹ waarin data over aanvaringen uit verschillende onderzoeken worden samengebracht. Ook heeft Wozep bijgedragen aan twee projecten in de Eemshaven (Zwarte wiek en Zwemt) om het inzicht in mitigatie van aanvaringen te vergroten.

Het zenderen van zeevogels kan waardevolle informatie opleveren over het vlieggedrag in en rondom windparken. Dit levert inzicht, en daadwerkelijk inputparameters, over de mate van habitatverlies dan wel aanvaringsrisico's. Enkele jaren geleden zijn, in opdracht van Wozep, zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw gezenderd in broedkolonies om hun vlieggedrag tijdens de broedtijd te onderzoeken. Na de projectvragen vanuit de eerdere projecten is een deel van de zenders door gegaan met data verzameling, wat aanvullende data heeft opgeleverd. In 2025 zijn daarom de verzamelde gps-data tot dat moment gebruikt om inzicht te krijgen in de rol van visserij in de mate van vermijding van windparken. Daarnaast draagt Wozep bij aan een onderzoek naar het gedrag van de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en visdief bij het windpark Tweede Maasvlakte. Dit project wordt in 2026 afgerond.

Habitatverlies heeft in 2025 specifieke aandacht gekregen vanwege de hoge mate van gevoeligheid voor verstoring van bepaalde soorten, met name de zeekoet. Daarom is in 2025 een project gestart waarin wordt gekeken of het mogelijk is een analyse te laten uitvoeren op de verstoringssafstanden van zeekoeten in de Nederlandse wateren, overeenkomstig het onderzoek in Duitsland (Peschko, 2024²); resultaten worden verwacht begin 2026. Aanvullend daaraan is er een expertmeeting georganiseerd om beter begrip te krijgen van het vermijdingsgedrag van zee- en kustvogels: reageren ze op het geluid, voedselbeschikbaarheid, zichtbaarheid of iets anders. De resultaten hiervan volgen begin 2026 en helpen met het vormen van vervolgonderzoeken om meer inzicht te krijgen in vermijdingseffecten.

De ontwikkeling van automatische beeldherkenning software voor high definition lucht videobeelden, waarmee de verspreiding van vogels en zeezoogdieren kan worden geanalyseerd, wordt ook nog steeds nauw gevolgd en zo goed mogelijk gecoördineerd door Wozep zodat het bijdraagt aan de geformuleerde roadmap en leiden tot een nieuwe methodiek voor de inventarisatie van kust en zeevogels.

Tot slot is er in 2025 langjarige modellenopdracht gestart samen met het MONS-programma. Hiermee zetten we een stap in de verbetering in het modelleren van de diverse effecten samen i.p.v. apart van WOZ op vogels. Met name het opstellen van een langjarig plan en een eerste stap in het combineren van effecten van aanvaringen en habitatverlies heeft afgelopen jaar de aandacht gehad. Het is daarnaast de bedoeling dat de resultaten van bovengenoemde onderzoeken gebruikt worden voor deze modelontwikkeling.

3.3 Afgeronde projecten 2025

Zwarte wiek (financiële bijdrage)

In de Eemshaven is onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van het zwart verven van één van de wieken van een windturbine als mitigerende maatregel om het aantal aanvaringsslachtoffers onder vogels te verlagen. Onderzoek onder andere omstandigheden in Noorwegen heeft laten zien dat dit in ieder geval voor overdag 'at risk' zijnde vogels (met name roofvogels) een effectieve mitigatiemaatregel kan zijn. Aangezien slachtofferonderzoek op zee niet mogelijk is, is gekozen om bij te dragen aan een onderzoek waarbij de omstandigheden zoveel mogelijk gelijk zijn als op zee, namelijk bij een kustlocatie. In de Terugblik van 2024 werd al gesproken over de afronding van dit

¹ Prevalence of Seabird Species and Collision Events in Offshore Wind Farms (PrediCtOr) | The Carbon Trust.

² Peschko, V., Schwemmer, H., Mercker, M. *et al.* Cumulative effects of offshore wind farms on common guillemots (*Uria aalge*) in the southern North Sea - climate versus biodiversity?. *Biodivers Conserv* 33, 949–970 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02759-9>.

project en inmiddels zijn ook de resultaten openbaar beschikbaar. Door middel van drie jaar veldonderzoek werd het aantal slachtoffers in kaart gebracht. Daaronder bevinden zich zowel zee- en kustvogels als trekvogels: landvogels die eenmaal per seizoen over een bepaald gebied migreren. De zwarte wiek leverde geen opvallende vermindering op van het aantal aanvaringen. Het is niet duidelijk waarom vogels in Noorwegen er wel vaker in slaagden om turbines met een zwarte wiek te ontwijken, maar in de Eemshaven niet. Een mogelijke verklaring is dat in het industriegebied veel verschillende kleuren en objecten te zien zijn, waardoor een turbine met één enkele zwarte wiek onvoldoende afsteekt tegen die drukke achtergrond. Een andere verklaring dan beschreven in het persbericht zou kunnen zijn dat er geen effect is, omdat de vogelsoorten in de Eemshaven verschillen van de soorten in Noorwegen, waar de zwarte wiek wel leek te werken. Veel van de soorten, zoals meeuwen en trekkende zangvogels, die in de Eemshaven worden waargenomen, komen ook verder op zee voor en zijn daardoor relevant voor Wozep. Dit in tegenstelling tot de vooral landgebonden soorten in het Noorse onderzoek. Uit de resultaten blijkt wel een positief effect voor dagactieve trekvogels en meeuwen, echter is dit effect niet significant.

ZWENT (financiële bijdrage)

Dit betreft vanuit Wozep een beperkte financiële bijdrage aan een uitbreiding van het hierboven genoemde zwarte wiek project. Er zijn in twee turbines (één met en één zonder zwarte wiek) sensoren geïnstalleerd die aan de hand van trillingen aanvaringen kunnen registreren (WT-bird). Daarnaast werd met behulp van radar, thermische camera's en microfoons, het gedrag in de omgeving van de turbines in kaart gebracht. De ontwikkeling van dergelijke sensoriek is relevant voor Wozep om het gedrag en daadwerkelijke aanvaringen offshore te kunnen onderzoeken, wat met name voor kleine, 's nachts trekkende vogels een uitdaging is. In de Terugblik van 2024 werd al gesproken over de afronding van dit project en inmiddels zijn ook de resultaten openbaar beschikbaar. Door problemen in het installatieproces is de gevoeligheid van de WT-bird sensoren beperkt gebleken. Dit betekende ook dat er niet genoeg gegevens werden verzameld om de effectiviteit van het WT-bird systeem te valideren in vergelijking met 'handmatige' slachtoffermonitoring. Vanwege het beperkte aantal aanvaringen dat door het systeem werd geregistreerd, konden de timing van aanvaringen en de omstandigheden waaronder deze plaatsvonden, niet worden bepaald in dit onderzoek. Vanuit de in dit project aanwezige data en opstelling van sensoren (afgezien van WT-bird) wordt door Wozep wel doorgepakt met het project: Techniekontwikkeling t.b.v. soortspecifiek vleermuis-/trekvoegelgedrag (TV.2a/TV.3a (en VL.2a)).

Validatie soortherkenning Luchterduinen (ZV.3b)

In lopend onderzoek naar het registreren van aanvaringen en avoidance-rates met camera's (ZV.3) heeft het Danish Hydraulic Institute (DHI) een AI-model getraind in automatische soortherkenning, waardoor handmatige classificatie van de beelden mogelijk niet langer noodzakelijk is. Echter is het belangrijk dat deze automatische soortherkenning wordt gevalideerd ten behoeve van de betrouwbaarheid van de uitkomsten. Binnen deze opdracht is daarom een validatie uitgevoerd op de door DHI verzamelde en automatisch geclassificeerde beelden. De validatie heeft aangetoond dat het AI-model op dit moment slechts 34% van de beelden tot de juiste soort classificeert, waarbij zilverbmeeuw (77%) en aalscholver (55%) het vaakst juist op naam werden gebracht. De meest waargenomen soorten op de beelden (dwergmeeuw, drieteenmeeuw en grote mantelmeeuw) werden echter slechts in 30% van alle gevallen juist geclassificeerd. Conclusie van de validatie is daarom dat op dit moment het AI-model nog onvoldoende presteert om de verzamelde beelden betrouwbaar te analyseren. Er zijn belangrijke verbeterstappen in het model noodzakelijk alvorens voor analyse zal worden gekozen met deze automatische soortdetectie.

Na-analyse GPS grote stern/meeuw buiten broedseizoen (ZV.7b)

Terwijl sommige zeevogels offshore windparken mijden, voelen anderen zich erdoor aangetrokken. Beide gedragingen kunnen schadelijke gevolgen hebben: vermijding kan leiden tot habitatverlies of barrières creëren ten opzichte van foerageergebieden, terwijl aantrekking het risico op aanvaringen kan vergroten. Zeevogels die zich voeden met visserij-discards (bijvangst die overboord wordt gegooit) lijken offshore windparken te mijden, terwijl ze waarschijnlijk worden aangetrokken door visserijactiviteiten die verboden zijn in de windparken, en daar dus niet voorkomen. Om daarover meer kennis te verkrijgen is gebruik gemaakt van eerder verzamelde tracking data. In een eerder Wozep onderzoek zijn kleine mantelmeeuwen en zilverbmeeuwen in de Zeeuwse delta, in de omgeving van windpark Borssele, voorzien van een GPS-zender. Deze zenders verzamelen nog steeds data. Deze data zijn nu geanalyseerd in relatie tot visserij-activiteit. Individuen van de kleine mantelmeeuw varieerden sterk in de tijd die ze op zee doorbrachten en bleven doordeweeks langer op zee dan in het weekend, de dagen dat er minder visserij plaatsvindt. Op zee gebruikten vogels anderhalf keer zo vaak gebieden met recente visserijactiviteiten in vergelijking met gebieden zonder. Uit de vergelijking van data van weekdagen (met visserij) en weekenddagen (zonder visserij), bleek geen duidelijk verschil in de mate van vermijding van het windpark.

Aantrekking tot vissersschepen buiten het park lijkt dus niet de oorzaak van de hogere aantallen kleine mantelmeeuwen buiten het park. Er lijkt sprake te zijn van actieve vermijding van het park. De data voor de zilvermeeuw laten zien dat de vogels bij voorkeur dicht bij de kust blijven, waardoor ze überhaupt nauwelijks in de buurt van het windpark Borssele komen.

3.4 Voortgang lopende projecten 2025

De volgende projecten zijn in 2025 of al eerder gestart, maar zijn niet (volledig) afgerond:

Vergelijking van geregistreerde en gemodelleerde aanvaringen (ZV.3)

In dit onderzoek wordt het gedrag en aanvaringen van vogels in windpark Luchterduinen geregistreerd met behulp van camera's en een vogelradar. Met deze opstelling is het enerzijds mogelijk aanvaringen met windturbines te registreren en anderzijds het gedrag van de vogels in het park te kwantificeren. Inputparameters van het gedrag, zoals de mate van uitwijking, kunnen gebruikt worden om het aantal aanvaringsslachtoffers te modelleren. Door deze modellering te vergelijken met het daadwerkelijk gemeten aantal slachtoffers, kan in beeld worden gebracht hoe goed het aantal aanvaringsslachtoffers gemodelleerd kan worden. Het is namelijk mogelijk dat de huidige aanvaringsmodellen het aantal slachtoffers overschatten. Tegenslagen met de installatie van de benodigde camera's leverde helaas veel vertraging op. Daarom is het onderzoek in 2024 gestart, in plaats van 2023. Het project heeft een initiële looptijd van twee jaar met mogelijkheid tot verlenging; deze beslissing zal plaatsvinden in 2026. Verwacht wordt dat een verlenging noodzakelijk is, maar dat er wel een voorlopige analyse plaats vindt op basis van de eerste twee jaar. Uit de uitgevoerde validatie op de nauwkeurigheid van het AI-model voor de soortherkenning is gebleken dat er nog veel verbeterstappen noodzakelijk zijn voordat deze automatische herkenning kan worden toegepast op de ingewonnen data. In het eerste meetjaar zijn 8443 sets van radartracks/videobeelden verzameld, die later zullen worden geanalyseerd.

Internationale aansluiting (financiële bijdrage)

In het Britse ORJIP-programma worden vergelijkbare onderzoeken uitgevoerd als in Luchterduinen (ZV.3) en daarom wordt hiermee samengewerkt. Het doel is de resultaten van meerdere vergelijkbare onderzoeken op de juiste wijze samen te voegen om zo een grote, representatieve, dataset van soortspecifieke aantallen aanvaringen door zeevogels in offshore windparken te creëren. Ten behoeve van deze doelen hebben er ook in 2025 diverse overleggen plaatsgevonden tussen de verschillende betrokken (internationale) partijen. Dit bijvoorbeeld om overeenstemming te vinden over de stappen die noodzakelijk zijn in het voorbereiden en uitvoeren van een onderzoek in het kader van meten van aanvaringen. Wozep levert aan het project, naast in-kind betrokkenheid, ook een beperkte financiële bijdrage. Inmiddels zijn er enkele interne tussenproducten opgeleverd door de onderzoekpartners in het project.

Ontwikkeling Automatische beeldherkenning (ZV.1)

Vanuit het Privaat Particulier Samenwerkingsproject (PPS AI-MEG) zijn door de projectgroep op basis van de door Wageningen Universiteit opgestelde roadmap (2021 in opdracht van Wozep) verdere stappen genomen in de ontwikkeling van automatische beeldherkenningssoftware. Wozep zit in de begeleidingsgroep van dit project en heeft Wozep high definition beelden ingebracht in het project als leermateriaal voor de softwareontwikkeling. Dit PPS project is in 2025 geëindigd. Tussentijds zijn in begin 2024 andere betrokken partijen benaderd (zoals MWTL, MONS, LVVN en N2000), om onder begeleiding van Wozep een memo op te stellen waarin de behoeften van deze toekomstige gebruikers van het in ontwikkeling zijnde 'automatische beeldherkenningssoftware' overzichtelijk werden verzameld. Doel van deze memo is om zo een weloverwogen sturing te kunnen geven aan de verdere ontwikkeling van de AI-software, voorsortierend op het aflopen van het PPS project. Op basis van deze memo zijn gesprekken gevoerd met een deel van de projectgroep.

Medio 2024 werd het Digitale Ecologische Monitoring-project (DEM) geïnitieerd. Dit project heeft als doel een impuls te geven aan de ontwikkeling en implementatie van de digitale instrumenten, methodieken en technieken die nodig zijn om de behoefte aan regelmatig, gedetailleerder en efficiëntere monitoring, meer verspreid over Noordzee te vullen. De doorontwikkeling van het 'automatische beeldherkenningssoftware' heeft in dit project een plek gevonden dankzij vraagsturing vanuit Wozep, MONS en MWTL. De huidige MWTL-methode voor vogelinventarisaties is over een aantal jaren niet meer inzetbaar bij een groeiend oppervlak aan hoge windturbines. De nieuwe methode, die met high definition beelden werkt en automatische beeldherkenningssoftware, is essentieel om op termijn vogelinventarisaties te kunnen blijven doen. Wozep is nauw betrokken bij de specificatie en aanbesteding van dit project binnen het DEM.

Tot slot is Wozep zich ervan bewust dat DEM mogelijk niet de gehele ontwikkeling van een nieuwe aanpak voor vogelinventarisatie kan financieren. Wozep kan zo nodig een eigen doorontwikkelingsproject starten ter aanvulling wanneer dit noodzakelijk blijkt.

Zenderen van kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en visdief op de Maasvlakte 2 (ZV.7a - bijdrage)

Dit betreft een bijdrage aan het onderzoek wat wordt uitgevoerd door Eneco in het kader van de verplichting uit hun Wnb-vergunning voor het windpark op de Tweede Maasvlakte. Dit is een interessante locatie voor Wozep gezien de aanwezige soorten en omstandigheden enigszins overeenkomen met die op zee. Het betreft onder meer onderzoek aan trekvogels en daar broedende vogels die ook op zee voorkomen: kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en visdief. Van deze drie laatste soorten wordt onderzoek gedaan naar individuele keuzes en vlieggedrag en de energetische en demografische consequenties hiervan. Met hoge resolutie GPS-tracking van individuele vogels in combinatie met radargegevens, wordt vlieggedrag op verschillende schalen onderzocht. Deze gegevens kunnen onder andere gebruikt worden om de parameters van aanvaringsmodellen aan te scherpen. Daarnaast wordt informatie in de broedkolonies van de grote meeuwen en de visdief verzameld om het broedstadium, de kuikengroei en het reproductief succes te koppelen aan het gedrag van de oudervogels. Dit is belangrijke input voor de gebruikte populatiemodellen. In 2025 is een vervolg gegeven aan dit project en zijn wederom 20 zilvermeeuwen en 21 kleine mantelmeeuwen gezenderd. Daarnaast zijn ook 20 aanvullende visdieven gezenderd. De eerste data van 2025 laat zien dat visdieven langere en minder dagelijkse voedselvluchten maakten dan in 2024. Verdiepende analyses op alle verzamelde GPS-gegevens worden in de loop van het project uitgevoerd.

Vogelmodellen opdracht (ZV.4-5-6 – ID67 en ID70)

De doorontwikkeling van het vogelmodelinstrumentarium is prioritair omdat het toelevert aan het focuspunt om de effecten van aanvaringen, habitatverlies en ecosysteemeffecten modelmatig te combineren (tijdens zowel broedtijd als niet broedtijd) en daarmee als basis te dienen voor betere effectvoorspellingen (o.a. in KEC). Met het verbeterd modelinstrumentarium kunnen we de toekomstige cumulatieve effecten van windenergie op zee beter kwantificeren. Vanwege de complexiteit en samenhang van deze drie projecten is ervoor gekozen deze bij elkaar als één langjarige opdracht uit te zetten. Dit project is samen met MONS opgestart, waarbij er in de projectuitvoering ruimte is om invulling te geven aan modellen met een bredere scope dan windenergie op zee (MONS ID67 en ID70). Het project is begin 2025 gestart met het opstellen van een onderzoeksplan, waarna in het resterende deel van het jaar is gewerkt aan het verticale avoidance, vlieghoogte-verdelingen en relatie tussen flux en dichtheid binnen het thema aanvaringen. Binnen het thema habitatverlies zijn belangrijkste stappen gezet in het ontwikkelen van energetische modellen om in de toekomst effecten van habitatverlies met behulp van de energetische uitgaven en inkomsten van een individu te kunnen berekenen. Tot slot zijn binnen het thema cumulatie stappen gezet in het verder definiëren van verschillende terminologie zoals avoidance en displacement. Het is noodzakelijk de onderlinge verhouding en definities van deze effecten goed te begrijpen om zo stappen naar het samenbrengen van deze effecten te kunnen zetten.

Herijking soortenlijst KEC voor kust- en zeevogels (ZV.13)

De lijst van verschillende zee- en trekvogels die in het KEC worden beoordeeld is nog die van het eerste KEC (2015). Inmiddels is er veel nieuwe kennis vergaard binnen Wozep alsook in andere nationale en internationale onderzoeksprojecten. Daarnaast hebben (natuurlijke) ontwikkelingen zoals vogelgriep, klimaatverandering en algemene populatie-ontwikkelingen invloed op het huidige voorkomen en gedrag van zee- en trekvogelsoorten. Ook in het kader van overig beleid (Natura 2000, PNN, Natuurherstelverordening, etc.) is het zinvol de soortenlijst opnieuw te bekijken. Er moet onderzocht worden met behulp van beschikbare kennis en expert-judgement of de huidige soortenlijst nog accuraat is en of er soorten toegevoegd dienen te worden. Daarom wordt in deze opdracht een reproduceerbare grove methodiek ontwikkeld om kust- en zeevogelsoorten op gevoeligheid voor wind op zee te scoren. Door deze methodiek als voorloper van een nieuwe KEC-cyclus toe te passen, worden de meest gevoelige soorten (op basis van de meest recente kennis) in de KEC-beoordelingen meegenomen. De oplevering van de vernieuwde methodiek wordt begin 2026 verwacht, waarna de nieuw geïdentificeerde soorten zullen worden meegenomen in het KEC 6.0.

Haalbaarheidsstudie vermijding zeekoet Nederlandse situatie (ZV.16a)

Er zijn verschillende onderzoeken die een aangetoonde verstoringsafstand voor zeekoet rapporteren. Op dit moment wordt in het kader van voorzorgsprincipe uitgegaan van de 19.5 kilometer verstoringafstand voor de zeekoet, wat volgt uit onderzoek in het Duitse deel van de

Noordzee (Peschko, 2024³). Onduidelijk is in hoeverre deze verstoringafstand representatief is voor de Nederlandse windparken. Er wordt daarom in deze eerste fase onderzocht of er een mogelijkheid bestaat om op basis van bestaande data de gevoeligheid van de zeekoet voor windparken binnen de Nederlandse Noordzee te onderzoeken middels een vergelijkbare analyse als die van Peschko 2024. De rapportage wordt begin 2026 verwacht.

Expertmeeting: oorzaken van vermijding en onderzoeksplan (ZV.15)

Vermijding van offshore windparken waardoor habitatverlies of vermindering van fitness van bepaalde vogelsoorten kan ontstaan is een effect waarbij er nog veel kennisleemtes en onduidelijkheden zijn. Men ziet verminderde dichtheid rondom windparken van bepaalde soorten, maar wat nu de drukfactor is die deze verminderde dichtheid veroorzaakt is onduidelijk. Ook of het een enkele drukfactor is (enkel visuele verstoring) of een combinatie van drukfactoren (visuele verstoring door de turbines gecombineerd met visuele verstoring door de onderhoudsschepen, verstoring door verdrongen visserijsschepen, onderwatergeluid door windturbines/scheepvaart of bovenwatergeluid van landende helikopters op het Tennet-platform. Daarnaast is het onduidelijk of het directe drukfactoren (bijvoorbeeld visuele verstoring) of een indirecte drukfactoren (bijvoorbeeld verjaging van prooivissen uit en rondom het windpark, waardoor de vogels volgen) betreft. Om meer grip te krijgen op de bepalende factoren van vermijding is daarom een expertworkshop opgezet. Met de resultaten van deze workshop, kunnen kennisleemtes en bijbehorend onderzoek verder worden gespecificeerd en kunnen modellen worden aangepast zodat habitatverlies beter kwantificeerbaar wordt en beter in het KEC kan worden opgenomen. Ook biedt het mogelijk informatie over mogelijkheden voor mitigatie. De uitkomsten van de expertsessie worden nog uitgewerkt en de rapportage wordt in de loop van 2026 verwacht.

Trekvogels

3.5 Samenvatting 2025

Bij het thema trekvogels is er afgelopen jaar meer aandacht gekomen voor de effecten op soortniveau. Ook voor de trekvogels vindt er op dit moment een herijking van de soortenlijst plaats. Gezien het grote aantal soorten dat potentieel risico loopt door WOZ, is een prioritering gewenst voor de beoordeling in het KEC en het uitvoeren van soortspecifiek onderzoek.

De grootste onderzoeksinspanning aan trekvogels in 2025 is geleverd in samenwerking met het Start/ Stop project, waarbij de UvA de nachtelijke migratiepatronen met behulp van radarbeelden heeft onderzocht. Het eerdere onderzoek, waarop het huidige voorspellingsmodel is gebaseerd, is nu, deels gefinancierd vanuit Wozep, verder voortgezet. Hierin is er gedetailleerder gekeken naar verschillende trekpatronen in ruimte en tijd gebruikmakend van de inmiddels zes op zee geplaatste vogelradarsystemen.

Deze studies leveren echter geen soortspecifieke informatie op, wat noodzakelijk is voor accurate effectinschattingen op soortniveau. Daarom zijn in 2024 voorbereidingen gestart om te onderzoeken hoe het laten samenwerken van verschillende sensoren zou kunnen bijdragen aan het beantwoorden van vragen over de aantallen en het gedrag van migrerende individuen tot op soortniveau. Hiervoor is het dus noodzakelijk de verschillende trekvogelsoorten op zee op soortniveau te kunnen herkennen. Dit is complex, gezien het kleine formaat van veel soorten, de omstandigheden op zee en het feit dat veel soorten 's nachts trekken. Ook wordt met deze techniekontwikkeling getracht om soortspecifieke gedragsinformatie zoals bijvoorbeeld vlieghoogte of vliegsnelheid te verzamelen voor de uiteindelijke voeding van de aanvaringsmodellen van de aandachtsoorten in het KEC.

3.6 Afgeronde projecten 2025

Onderzoek migratie over de Noordzee m.b.v. radardata (TV.1)

Dit betreft onderzoek naar temporele en ruimtelijke patronen in de nachtelijke vogelmigratie over de Noordzee en de invloed van meteorologische omstandigheden dan wel andere relevante factoren hierop. Hier zijn nog grote kennisleemtes in. Hierbij wordt gebruik gemaakt van radardata van de verschillende vogelradars die geplaatst zijn op het NCP. De radardata van locaties op zee voor de Zeeuwse kust, Hollandse Kust en boven de Wadden zijn vergeleken om een beter inzicht te krijgen in de verschillen en overeenkomsten in trekpatronen. De resultaten van het onderzoek laten zien dat de migratierichtingen en -snelheden grotendeels overeenkomstig zijn tussen de

³ Peschko, V., Schwemmer, H., Mercker, M. *et al.* Cumulative effects of offshore wind farms on common guillemots (*Uria aalge*) in the southern North Sea - climate versus biodiversity?. *Biodivers Conserv* 33, 949–970 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02759-9>.

verschillende locaties. In het voorjaar was de trekrichting vooral oostelijk. Dit suggereert dat de overheersende migratiebeweging in het voorjaar over de radarlocaties laat zien dat de vogeltrek beweging vooral komt vanuit het Verenigd Koninkrijk. In het najaar waren de richtingen over het algemeen zuidwestelijk, waarbij de vogels voornamelijk parallel aan de Nederlandse kust vlogen. Dit suggereert vooral trek van vogels naar het zuiden. Er zijn wel verschillen gevonden in de timing van de trekpieken tussen voor- en najaar. De hoogste trekpieken zijn in het voorjaar gevonden tijdens een beperkt aantal nachten in maart en deze nachten zijn hetzelfde voor de verschillende locaties. Uit de data blijkt daarnaast dat de vogels net een paar uur eerder bij de ene radarlocatie dan bij de andere radarlocatie arriveren, wat je ook zou verwachten bij een doorlopende trek. In het najaar is er meer spreiding in trek en ook in de trekpieken tussen de locaties. De vogels hebben dan vooral tegenwind in plaats van wind mee, zoals in het voorjaar. Ze volgen daarom verschillende strategieën om hier mee om te gaan, resulterend in de waargenomen verschillen tussen meetlocaties. De opgedane kennis is ook gebruikt om een verbeterd voorspellingsmodel op te leveren.

3.7 Voortgang lopende projecten 2025

De volgende projecten zijn in 2025 of al eerder gestart, maar zijn niet (volledig) afgerond:

Techniekontwikkeling t.b.v. soortspecifiek vleermuis-/trekvoegelgedrag – pilot onshore (TV.2a/TV.3a (en VL.2a))

Ten behoeve van het kunnen meten van soortspecifieke informatie over aantallen, het offshore voorkomen en soortspecifieke gedragsinformatie is eind 2024 begonnen met het voorbereiden van een opdracht waarin een groot deel techniekontwikkeling zal worden uitgevoerd. Het streven is om door het koppelen van verschillende typen sensoren (bijv. radar, camera, microfoon) verschillende puzzelstukjes aan informatie bij elkaar te brengen om migrerende vogels en vleermuizen te kunnen determineren tot op soort en hun gedrag bij turbines te observeren. Ook wordt onderzocht, indien de techniek bewezen voldoende informatie kan verzamelen in een onshore situatie, of dit toepasbaar kan zijn in een offshore situatie (met grotere turbines). Het doel is om uiteindelijk soortspecifieke gedragsparameters offshore te kunnen verzamelen. De opdracht is eind 2025 gestart, waarbij er binnen het project aandacht is voor zowel trekvogels als vleermuizen vanwege de identieke kennisvragen en bijbehorende noodzakelijke techniekontwikkeling.

Herijking soortenlijst KEC voor trekvogels en GPS-literatuurstudie (TV.9/TV.5b)

Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) worden de cumulatieve effecten van Windenergie op Zee (WOZ) op beschermde soorten bepaald. Voor trekvogels wordt momenteel gewerkt met een beperkt aantal representatieve soorten, gebaseerd op een analyse uit 2014. Sindsdien zijn zowel de omvang van windparken als andere drukfactoren en ecologische omstandigheden sterk veranderd. Hierdoor is een herziening van de soortenlijst noodzakelijk. Hoewel Wozep-onderzoek zich tot nu toe vooral richtte op kust- en zeevogels — omdat deze langdurig in de Noordzee verblijven — wordt het risico voor trekvogels steeds groter door de toename van het aantal windparken, zowel in Nederland als in omliggende landen. Daarom geeft het Wozep-programma 2023–2030 speciale aandacht aan deze trekvogels.

Omdat Nederland meer dan 500 vogelsoorten kent waarvan velen over zee trekken, is prioritering belangrijk. Sovon voerde in 2024 een studie uit die gevoelige trekvogelsoorten identificeerde op basis van Staat van Instandhouding en het aandeel van de populatie dat over de Noordzee trekt (TV.5). Dit leidde tot 7 soorten met hoge prioriteit en 29 soorten met lagere prioriteit. Tegelijk is het logisch om primair te selecteren op gevoeligheid voor WOZ, en pas daarna op instandhoudingsstatus.

Het KEC werkt met representatieve soorten binnen soortgroepen: als de meest kwetsbare soort geen significant effect ondervindt, gelden dezelfde conclusies voor de soortgroep (bijvoorbeeld eenden of steltlopers). Deze werkwijze vermindert de databehoeftes, maar de onderbouwing van de keuze van representatieve soorten kan worden verbeterd. Deze opdracht behelst de integratie van de Sovon-benadering en de KEC-benadering tot één reproduceerbare methodiek, bruikbaar voor zowel soortselectie voor de KEC-berekeningen als de selectie van soorten voor toekomstig Wozep-veldonderzoek. Naar verwachting wordt halverwege 2026 de ontwikkeling van de methodiek afgerond.

4 Onderzoeksthema 'Vleermuizen'

4.1 Algemene achtergrond

In Nederland komen vele verschillende soorten vleermuizen voor. In eerder onderzoek is vastgesteld dat de beschermde ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*) regelmatig in significante aantallen boven de Noordzee voorkomen, waardoor Wozep onderzoek doet naar de mogelijke effecten van de aanwezigheid van windparken op zee op deze soort. Met de ontwikkelde kennis kunnen speciale vleermuisvoorschriften worden vastgesteld om slachtoffers te beperken (mitigerende maatregelen).

De Noordzee wordt op verschillende plekken overgestoken door vleermuizen tijdens de jaarlijkse migratie van en naar Engeland. Uit onderzoek is gebleken dat vleermuizen juist bij bepaalde omstandigheden (seizoen, temperatuur, windsterkte en windrichting) in meer of mindere mate de Noordzee op- en/of overtrekken.

Vleermuizen maken gebruik van echolocatie om voedsel te vinden en obstakels te vermijden. Snel bewegende objecten, zoals de wieken van een draaiende windturbine zijn voor vleermuizen mogelijk slecht waar te nemen en vormen daarom een potentieel gevaar. Er wordt aangenomen dat, naast een directe aanvaring met een turbineblad, het gevaar vooral komt van de drukgolf die wordt veroorzaakt door de snelheid van de rotorbladen. Een vleermuis die in de buurt van deze drukgolf vliegt staat bloot aan een snelle daling van de luchtdruk, waarbij organen worden beschadigd (barotrauma), vaak met dodelijke afloop. Enkele recente onderzoeken trekken barotrauma als hoofdoorzaak onder de aangetroffen slachtoffers in twijfel, en vermoeden dat daadwerkelijke fysieke aanvaringen het grootste gevaar veroorzaakt.

Het vleermuisonderzoek binnen Wozep richt zich vooral op de specifieke omstandigheden wanneer en waarom vleermuizen zich op zee bevinden, het gedrag van vleermuizen in de windparken op zee (vliegen ze erlangs en/of overheen, blijven ze rond een turbine hangen, heeft een turbine een specifieke aantrekkingskracht, etc.) en onderzoek naar het relatieve deel van de populatie die daadwerkelijk de Noordzee oversteekt. De verplaatsing van vleermuizen langs de kust en over zee wordt in kaart gebracht met telemetriestations (ontvanger van radiosignalen) en radiozendertjes die zijn aangebracht op ruige dwergvleermuizen. Daarnaast worden er akoestische waarnemingen gedaan met zogenaamde batdetectoren, waarbij het echosignaal dat een vleermuis gebruikt om zich te oriënteren en voedsel te zoeken wordt vastgelegd. Tot slot wordt gewerkt aan een nieuwe methodiek om betere (door data onderbouwde) inschattingen te kunnen maken van verwachte aantallen vleermuislachtoffers.

4.2 Samenvatting 2025

In 2025 zijn een tweetal bureaustudies afgerond, is ingezet op een verbeterde afstemming met het CIV in het kader van offshore sensoriek (batdetectoren en MOTUS-ontvangers) en de bevestigde overname van het landnetwerk-MOTUS en is een start gemaakt met een aantal nieuwe projecten. Uit de dit jaar afgeronde eerste bureaustudie is gebleken dat de Duitse benadering voor windparken op land mogelijkheden biedt voor doorontwikkeling tot een toepassing voor windparken op zee. Er is daarom eind 2025 al ingezet op de voorbereiding van het vervolgproject dat deze ontwikkeling moet gaan uitvoeren (VL.14b). Zo wordt er een vervolg gegeven aan het verbeteren van de aanname over het aantal te verwachten vleermuislachtoffer per turbine per jaar. Uit de tweede bureaustudie, die heeft gekeken naar de potentie van aanvullende mitigerende maatregelen naast het huidige curtailment voorschrift, blijkt dat er onvoldoende kennis is over vliegpatronen en gedrag om aanvullende mitigerende maatregelen te ontwikkelen. Aanvullende kennis hiervoor zal worden ontwikkeld binnen het lopende project VL.3b, waarbij de combinatie van batdetector- en telemetriegegevens kennis zal opleveren over het voorkomen van vleermuizen op de Noordzee. Aanvullend daaraan zal de pilot techniekontwikkeling een duidelijk beeld moeten geven over de haalbaarheid van het meten van soortspecifiek gedrag van vleermuizen nabij windturbines. Een thema waarin tevens veel belangrijke kennishiaten worden gevonden en met de ontwikkeling van deze technieken mogelijk beter onderzocht kunnen worden.

De samenwerking met het CIV zal gaan leiden tot inwinning van meer batdetector monitoringsgegevens in het Noordelijke deel van de Noordzee en een beschikbaar netwerk voor het opvangen van signalen van met MOTUS gezenderde dieren. Beiden vormen daarmee belangrijke input voor het inschatten van de slachtoffer risico's en daarnaast input voor het vormgeven van mogelijke mitigatie door verbeterde kennis over de migratie van vleermuizen.

4.3 Afgeronde projecten 2025

Onderzoek alternatieve vormen van mitigatie (VL.12a)

Om de ruige dwergvleermuis, een beschermde vleermuissoort die over zee trekt, beter te behoeden voor het gevaar van aanvaringen met windturbines, is meer inzicht nodig in de vormen van mitigerende maatregelen die ingezet kunnen worden om dit te voorkomen. Daarom is een opdracht uitgevoerd om door middel van een bureaustudie te onderzoeken welke aanvullende mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden om effectief vleermuisslachtoffers te minimaliseren.

Het resultaat is een compleet overzicht van de huidige status van mitigerende maatregelen die wereldwijd worden toegepast of in ontwikkeling zijn. Daarbij zijn de maatregelen gescoord vanuit literatuur en expert judgement op: (bewezen) effectiviteit, toepasbaarheid in de Nederlandse ecologische context en toepasbaarheid offshore. Dat geeft inzicht in mogelijk aanvullende effectieve mitigerende maatregelen om de verwachte aantallen vleermuisslachtoffers door windparken op zee te verminderen. Het stilzetten van de turbines (curtailment) scoort het hoogst en heeft de meeste potentie. De potentie in effectiviteit zou kunnen toenemen als er een combinatie gemaakt wordt met real time data van detectiesystemen zoals een radar. Ook noemt het onderzoek een aantal maatregelen die in de toekomst potentie kunnen hebben, maar voor toepassing ervan zijn er op dit moment nog te veel kennisleemtes. Het effectief vermijden van risicogebieden vereist bijvoorbeeld kennis over migratieroutes en -gedrag van vleermuizen. Aanpassing van windturbines, zoals het aanpassen van de tiphoogte, lijkt kansrijk, maar om de juiste aanpassingen aan turbines te kunnen doen moet eerst meer inzicht verkregen worden, zoals in vlieghoogtes van vleermuizen (vooral tijdens migratie). Tot slot zijn verschillende afschrikmaatregelen op land onderzocht, maar deze lijken offshore praktische technologische beperkingen te hebben. Ook zijn die maatregelen waarschijnlijk niet zo effectief als op land, doordat er op zee meer achtergrondgeluid is als gevolg van bijvoorbeeld windruis of golfslag. Het rapport geeft duidelijk de kennisleemtes weer bij de genoemde potentiële maatregelen, zoals kennisleemtes in vlieghoogtes, migratieroutes en migratiegedrag van vleermuizen. Deze onderwerpen hebben onderzoeksprioriteit in de jaarplannen van Wozep. Dit onderzoek onderschrijft daarmee de gezette koers van de veldonderzoeken.

Eerste uitwerking 'Duitse methode' voor KEC (VL.8b)

Ondanks het intensieve onderzoek van de afgelopen jaren blijkt het erg lastig om kennis over aantallen, het vlieggedrag van vleermuizen en het aantal aanvaringslachtoffers in relatie tot offshore windparken te verzamelen. Tijdens het uitvoeren van de expertsessie (VL.8) is er door de experts aangedragen om te kijken naar de in Duitsland gebruikte methodiek om aanvaringslachtoffers te kunnen berekenen. Er is in dit project een start gemaakt met een evaluatie van deze 'Duitse methodiek' voor toepassing voor het inschatten van vleermuisslachtoffers in Nederlandse offshore windparken. Daarnaast is gevraagd om de geschiktheid voor het gebruik in het KEC te gaan evalueren.

Uit deze eerste verkenning kan worden geconcludeerd dat de toepassing van de Duitse modellen op de Nederlandse data en offshore situatie een haalbare ontwikkelingsroute lijkt te zijn om zicht te krijgen op de impact van windenergie op zee op migrerende vleermuizen. De data die de modellen nodig hebben om tot ingeschatte aantallen slachtoffers van Nederlandse offshore parken te komen zijn voldoende beschikbaar (batdetectordata op het Nederlandse NCP van 2012 tot 2020). Het advies is dan ook om een vervolgproject te starten voor de ontwikkeling van deze nieuwe methodiek. Wel wijst het rapport op belangrijke onzekerheden die ontstaan zodra een onshore model wordt toegepast op een offshore windpark; daarbij maakt het duidelijk op welke punten vervolgonderzoek, ontwikkeling en data-inwinning noodzakelijk zijn. Ook hierop zal worden ingezet.

4.4 Voortgang lopende projecten 2025

De volgende projecten zijn in 2025 of al eerder gestart, maar zijn niet (volledig) afgerond:

Batdetectornetwerk Ten Noorden van de Wadden (VL.2a)

Vanuit het eerdere Batdetectornetwerk ten westen van de kustzone is een stilstand voorziening ontwikkeld om vleermuisslachtoffers te voorkomen. Dit is echter alleen geldend voor parken in die regio waar we data hebben over het voorkomen van deze soort. Het is daarom cruciaal om onze kennis over de aanwezigheid van vleermuizen ten noorden van de Wadden te vergroten om zo ook een passende en houdbare stilstandvoorziening op te stellen voor de kavelbesluiten ten noorden van Nederland. Hiervoor is locatie specifiek onderzoek nodig naar vleermuizen activiteit aldaar door middel van batdetectoren. In 2023 zijn hier in samenwerking met CIV/MIVSP voorbereidende stappen voor genomen. Eind 2023 is dit project door de Stuurgroep MIVSP goedgekeurd. In augustus 2024 zijn verschillende soorten sensoren getest. Ook is in 2024 het eerste contact gelegd

met de locatie-eigenaren, en zijn er eerste versies gemaakt van het filtersoftware. Helaas heeft de installatie in 2025 meer vertraging opgelopen dan gewenst, waardoor er geen meetgegevens zijn verzameld in 2025. Begin 2026 zijn de eerste batdetectoren geplaatst. Op basis van de huidige verwachting worden er eind Q3 2026 een totaal aantal van 14 batdetector installaties voorzien. Ondertussen voert de CIV ook een vergelijkingstoets uit tussen de meetapparatuur zoals gebruikt door WMR en de eigen sensorkeuze.

Installatie Telemetrie op zee/in windparken (VL.5a)

Om inzicht te krijgen in de duur van de aanwezigheid van individuele (ruige dwerg)vleermuizen in een offshore windpark en hoe ze daar bewegen zijn afgelopen jaar samen met het Offshore Expertise Centrum (OEC) en MIVSP stappen gezet om telemetrie MOTUS-ontvangers geschikt te maken voor gebruik op zee op de TenneT platformen. Dit project geeft input aan hoe lang individuele vleermuizen aanwezig zijn in een offshore windpark aanwezig zijn en dus hoe lang elk individu 'at risk' is, maar ook aan meer duiding van hoe het aantal vleermuisregistraties in een nacht vertaald kan worden in een inschatting van aantallen dieren per nacht. Een essentieel onderdeel van dit project is om te blijven investeren in het zenderen van dieren en het onderhouden van het MOTUS-netwerk op land. Het landnetwerk is van groot belang om het hele beeld te krijgen van de bewegingen en vliegsnelheden; ontvangers slechts op zee leveren een incompleet beeld (zie VL.5b). De CIV is in 2025 bezig geweest met het testen van de opstellingsapparatuur en is momenteel nog zoekende naar een geschikte offshore antenne (eerdere antenne is afgebroken). Installatie loopt daardoor vertraging op.

Vervolganalyse telemetrie (VL.3b)

In 2025 is WMR begonnen met verdiepende vervolg analyses uit te voeren met de data verzameld binnen de telemetrie opdracht (VL.3). Er zijn nieuwe inzichten en kansen die de bestaande dataset van het telemetrie nog biedt en die waardevol voor Wozep zijn. Het doel is om hiermee migratiepatronen in het voorjaar en najaar verder te onderzoeken en te vergelijken met de activiteit gegevens die eerder zijn verzameld middels batdetectoren. Daarbij wordt gevraagd specifieke aandacht te besteden aan de sturende factoren voor vertrekbeslissingen, zoals weersomstandigheden en de maancyclus. Ook wordt ingezoomd op migratieroutes en vliegbewegingen buiten het oorspronkelijke studiegebied (in de kop van Noord-Holland). Door statistische uitdagingen en aanvullende interessante analyses is de stapel in de opdracht aangesproken en wordt een oplevering van het eindrapport verwacht in Q2 2026.

Beheer en onderhoud landnetwerk MOTUS-overbruggingsperiode (VL.5b)

Sinds 2021 is gestart met aanvullend onderzoek om kwantitatieve gegevens te verkrijgen over de migratie-ecologie van vleermuizen, in het bijzonder de ruige dwergvleermuis, door middel van een telemetrienetwerk (MOTUS). Met de geplande uitbreiding van het netwerk in bestaande en nieuwe windparken (installatie en beheer door CIV, VL.5a) en de noodzakelijke onderhoudswerkzaamheden aan het landnetwerk, is er een behoefte om het huidige netwerk niet alleen operationeel te houden, maar ook voor te bereiden op de toekomst (upgrades). In april 2025 is door de stuurgroep van CIV besloten dat het beheer en onderhoud van het MOTUS-landnetwerk door hun wordt overgenomen. Binnen deze lopende opdracht draagt WMR zorg voor het onderhoud in deze overgangsperiode en wordt in samenwerking tussen CIV/WMR/Wozep gewerkt aan een overdrachtsplan en de uitvoering hiervan. In het begin van 2026 wordt het overdrachtsplan afgerond en zullen de eerste locaties worden omgebouwd en overgedragen aan het CIV.

Pilot/haalbaarheidsstudie vleermuisgedrag in offshore windparken (VL.4a+TV.2a/TV.3a)

Ten behoeve van het kunnen meten van soortspecifieke informatie over aantallen, het offshore voorkomen en soortspecifieke gedragsinformatie is eind 2024 begonnen met het voorbereiden van een opdracht waarin een groot deel techniekontwikkeling zal worden uitgevoerd. Het streven is om door het koppelen van verschillende typen sensoren (bijv. radar, camera, microfoon) verschillende puzzelstukjes aan informatie bij elkaar te brengen om migrerende vogels en vleermuizen te kunnen determineren tot op soort en hun gedrag bij turbines te observeren. Ook wordt onderzocht, indien de techniek bewezen voldoende informatie kan verzamelen in een onshore situatie, of dit toepasbaar kan zijn in een offshore situatie (met grotere turbines). Het doel is om uiteindelijk soortspecifieke gedragsparameters offshore te kunnen verzamelen. De opdracht is eind 2025 gestart, waarbij er binnen het project aandacht is voor zowel trekvogels als vleermuizen vanwege de identieke kennisvragen en bijbehorende noodzakelijke techniekontwikkeling.

Ontwikkeling model voor inschatting vleermuisslachtoffers in Nederlandse offshore windparken (VL.14a)

Om betere en door data onderbouwde inschattingen te kunnen maken van het aantal vleermuisslachtoffers ten aanzien van Wind op Zee is in 2025 een start gemaakt met het

ontwikkelen van een alternatieve methodiek. Deze methodiek behelst het gebruiken modellen die verwachte vleermuisslachtoffers bij specifieke vleermuisactiviteit te berekenen. Deze modellen zijn gevoed met gegevens uit windparken op land waarbij een koppeling is gemaakt tussen de gemeten vleermuisactiviteit en het aantal aangetroffen aanvaringsslachtoffers. Uit de eerdere opdracht (VL.8b) is gebleken dat de methodiek doorontwikkeld zou kunnen worden voor een offshore toepassing, maar dat hiervoor nog aanvullende meetgegevens en modelverbeteringen noodzakelijk zijn. Binnen deze vervolgopdracht worden de noodzakelijke ontwikkelingen verder uitgevoerd, worden adviezen over aanvullende databehoeftes geformuleerd en wordt een toepassing van de ontwikkelde modellen gedaan. Naar verwachting zal deze opdracht in Q2 van 2026 starten.

5 Onderzoeksthema 'Zeezoogdieren'

5.1 Algemene achtergrond

In het Nederlandse deel van de Noordzee komen verschillende zeezoogdieren voor waarvan de bruinvis (*Phocoena phocoena*) en twee typen zeehonden, de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de grijze zeehond (*Halichoerus grypus*), de meest voorkomende soorten zijn. De Noordzee en de kustzone worden door deze soorten gebruikt om te eten, om te rusten en om voort te planten.

Het zeezoogdierenonderzoek binnen Wozep richt zich, mede vanwege de beschermde status, vooral op het vergroten van kennis over de directe effecten van zowel de aanleg als de exploitatie van windparken op deze soorten. Daarnaast wordt onderzocht hoe deze effecten zich doorvertaling naar gevolgen op populatieniveau.

Om dit goed in beeld te brengen, wordt gebruik gemaakt van verschillende modellen: zowel voor onderwatergeluid als het berekenen van de mogelijke populatie-effecten daarvan. Daarnaast worden uitgebreide veldmetingen uitgevoerd van onderwatergeluid in en rond windparken; zowel vóór de bouw, tijdens de bouw als in de operationele fase. Ook vindt wetenschappelijk onderzoek plaats naar het voorkomen en gedrag van bruinvissen en zeehonden in deze gebieden.

Bruinvissen hebben een zeer goed gehoor en maken gebruik van echolocatie door middel van geluid. Die echolocatie gebruiken ze voor het vinden van voedsel, maar ook voor navigatie op korte afstand, het ontwijken van bedreigingen en mogelijk voor communicatie. Bruinvissen maken naast echolocatie (hoogfrequent geluid) ook gebruik van sonar (laagfrequent geluid). Zeehonden lokaliseren hun prooi daarentegen juist meer op de tast met hun snorharen en flippers, en in mindere mate op zicht en gehoor. Alle zeezoogdieren kunnen echter horen en daarom ook hinder ondervinden van (menselijke) geluidsoverlast onder water, waaronder geluid afkomstig van scheepvaart, seismisch onderzoek, opruimen van explosieven en aanleg (en exploitatie) van windparken.

Binnen het Wozep-programma wordt er onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van de aanleg (geluid) en aanwezigheid (verandering van leefomgeving) van windparken op zeezoogdieren, evenals het effect van secundaire gevolgen van de aanleg. Met behulp van deze kennis kunnen er bijvoorbeeld speciale bouwvoorschriften worden voorgeschreven in de kavelbesluiten om zo de verstoring op zeezoogdieren tijdens bouwwerkzaamheden te beperken. Zo gelden er voorwaarden met betrekking tot de onderwatergeluidsproductie (in de vorm van een geluidsnorm) tijdens het heien van de funderingspalen voor de windturbines. Deze norm kan op dit moment alleen gehaald worden als het heigeluid wordt afgeschermd met bijvoorbeeld een bellenscherm. Naast bruinvissen en gewone en grijze zeehonden worden er met regelmaat andere walvisachtigen waargenomen in het Nederlandse deel van de Noordzee waaronder de dwergvinvis, bultrug en witsnuitdolfijn. Ook hier is aandacht voor binnen de lopende Wozep onderzoeken.

5.2 Samenvatting 2025

In 2025 is er voortgang geboekt in doorlopende projecten en zijn er nieuwe projecten gestart. De onderzoek focus lag zowel op de bruinvis, als op zeehonden vanwege een waargenomen stagnatie in de groei van gewone zeehonden. In 2025 zijn er met succes gewone zeehonden in de Waddenzee gezenderd. Ook zijn in 2025 voor het eerst bruinvissen in de Waddenzee gezenderd. In navolging van 2024 is er vervolg gegeven aan het verkrijgen van beter inzicht in de onderlinge variatie tussen de versies van de iPCoD bruinvispopulatiemodellen, en het valideren en kalibreren van het DEPONS-model. Dit is onder andere gedaan met een internationale expertworkshop om zo een handelingsperspectief te krijgen voor het gebruik en verbeteren van de modellen en voor beter onderbouwde KEC 6.0 berekeningen.

Naast zender- en modelmatig onderzoek wordt voortgang geboekt in PAM-onderzoek zowel in het project 'Bruinvisnetwerk Borssele' als in het nieuw in 2025 opgezette T0 project in toekomstig windpark Doordewind. In en rond het windpark Borssele is een netwerk van 14 meetstations operationeel, waaraan eind 2024 een tweetal extra hydrofoons zijn toegevoegd om achtergrondgeluid te kunnen registreren. Het doel hiervan was om achtergrondgeluid te koppelen aan het voorkomen en gedrag van bruinvissen. Eerste resultaten van het onderzoek zijn gepresenteerd op zowel de Europese Zeezoogdieren Conferentie als de Conference on Wind Energy and Wildlife impacts. Naast Bruinvisnetwerk Borssele is in het toekomstige windpark Doordewind een akoestisch monitoringsonderzoek gestart naar de aanwezigheid en het gedrag van bruinvissen en andere walvisachtigen.

In 2025 is een onderzoek gestart naar de effecten van vibropiling - een alternatieve funderingstechniek ten opzichte van heien - op het gedrag van bruinvissen. Deze techniek bevindt zich nog in een vroeg ontwikkelstadium. De invloed van het meer continue, lagere-intensiteitsgeluid dat daarbij wordt geproduceerd, in vergelijking met het impulsieve heigeluid, is nog nauwelijks bekend. Wanneer vibropiling op grotere schaal wordt toegepast, kan dit belangrijke gevolgen hebben voor de geluidsnormen die binnen het KEC zijn vastgesteld. Voor het vaststellen van geluidsnormen wordt gebruikgemaakt van het geluidspropagatiemodel AQUARIUS. In 2025 is daarom ook het uitvraagproces gestart om dit model te verbeteren en om aanvullende kennis te ontwikkelen die nodig is om de propagatie van verschillende geluidstypen, zoals die momenteel in de industrie voorkomen, beter te begrijpen. Een goed ecologisch inzicht in de effecten van vibro-geluid ten opzichte van impactgeluid op bruinvissen is hierbij essentieel, omdat dit de interpretatie en toepassing van dergelijke geluidsmodellen direct beïnvloedt.

Ook is het uitvraagproces gestart van een masking voorstudie die focust op de huidige nationale en internationale kennis van masking en de mogelijkheden voor mitigatie. Dit was een van de belangrijke thema's die voortkwam vanuit de internationale conferenties. Deze voorstudie vormt een basis voor de mogelijke onderzoekstrajecten naar de effecten van masking op zeehonden en bruinvissen, welke beide in de jaarplanning van 2026 van MONS en Wozep zijn opgenomen.

Tot slot heeft Wozep in 2025 een financiële bijdrage gedaan aan een promotieonderzoek naar energetica, conditieparameters, en voorplantingsparameters van bruinvissen, evenals aan een studie naar de inzet en automatisering van drones voor de conditiebepaling van zeehonden.

5.3 Afgeronde projecten 2025

In 2025 zijn er geen projecten afgerond, maar liepen verschillende projecten door en zijn er nieuwe projecten gestart.

5.4 Voortgang lopende projecten 2025

De volgende projecten zijn in 2025 of al eerder gestart, maar zijn niet (volledig) afgerond:

Bruinvisnetwerk Borssele (ZD.9)

In 2025 zijn de metingen met het Bruinvisnetwerk Borssele voortgezet. Bruinvissen komen duidelijk ook in het operationele windpark Borssele voor, maar er is nog onvoldoende data om over gedragspatronen conclusies te trekken (binnen en buiten het park, seizoeneffecten, e.d.). De uitvoering van het project loopt nog steeds op schema. Bij de midterm evaluatie is gebleken dat de informatie van dit project waardevol is en een eerste inzicht geven in aanwezigheid van bruinvissen in een operationeel park. De onderzoeksvragen zijn aangescherpt en er zijn verbeteringen aan het netwerk voorgesteld. Aan het netwerk van 14 meetstations in en rond het windpark Borssele zijn eind 2024 een tweetal extra hydrofoons zijn toegevoegd om achtergrondgeluid te kunnen registreren. Het doel hiervan is om achtergrondgeluid te koppelen aan het voorkomen en gedrag van bruinvissen. De analyse van deze data en mogelijke koppeling wordt uitgevoerd in 2026.

Zenderen Bruinvissen (ZD.2)

Voor het bepalen van de effecten van verstoring van wind op zee op bruinvissen worden meerdere aannames gedaan gebaseerd op informatie afkomstig van tellingen, bassin studies en data van gestrande dieren. Voor een goed begrip van het gedrag van de bruinvissen in de Noordzee en hoe ze de Noordzee, maar vooral het Nederlandse deel, gebruiken is echter zender informatie essentieel en uniek. Eerder zenderonderzoek in Denemarken heeft waardevolle inzichten opgeleverd over het gedrag en de verspreiding van bruinvissen. Opvallend is echter dat geen van de in Deense wateren gezenderde dieren het zuidelijke deel van de Noordzee benut. Om het gedrag en de bewegingen van bruinvissen in dit zuidelijke gebied te volgen, is in 2023 in Nederland een pilotproject gestart waarbij bruinvissen van zenders zijn voorzien. Deze pilot begon met een haalbaarheidsstudie waarin werd onderzocht welke vangstlocaties geschikt zijn, welk type zenders en bevestigingsmethoden het meest effectief zijn, en hoe het welzijn van de dieren gewaarborgd kan worden. Deze haalbaarheidsstudie vormde de basis voor weloverwogen keuzes tijdens de veldfase van de pilot. In de veldfase zijn in 2024, in samenwerking met ervaren Deense onderzoekers, twee bruinvissen succesvol gezenderd in de Oosterschelde. Vervolgens zijn in datzelfde jaar de voorbereidingen getroffen voor een tweede zenderactie die is uitgevoerd in het voorjaar van 2025 in de Waddenzee. Tijdens deze zenderactie is met succes een dier gezenderd, wat heeft geleid tot nieuw inzicht in individuele bewegingen. Tijdens het veldwerk is een bruinvis verdrongen door verstrikking in de netten die uitgezet werden om de dieren te vangen. Het veldwerk is onmiddellijk stopgezet en er is een grondige onafhankelijk evaluatie uitgevoerd naast een evaluatie door het veldteam. Hierbij zijn internationale experts betrokken, de bruinvisadviescommissie en de betrokken instanties voor de ontheffingen. Op basis van de

uitkomst van de evaluatie zijn wijzigingen doorgevoerd in het zenderprotocol. In het najaar is het veldwerk hervat en is een tweede dier succesvol gezenderd in de Waddenzee. Er worden voorbereidingen getroffen voor een derde veldwerk periode in de Waddenzee voorjaar 2026.

De validatie verbeteren in DEPONS (ZD.5b2)

Het DEPONS-model is een type model om effecten van verstoring op de bruinvis in beeld te brengen. Dit zogenoemde Individual Based Model (IBM) simuleert de bewegingen van dieren en de veranderingen hierin als gevolg van verstoring samen met de energetische consequenties van deze bewegingen. Dieren die als gevolg van verstoring enige tijd niet kunnen foerageren of van zwemrichting veranderen, waardoor ze in minder goede foerageergebieden terechtkomen, kunnen conditie verliezen wat weer gevolgen kan hebben voor overleving en voortplanting. Het model is recent aangepast met een nieuwe energetische module, maar was niet gebruiksklaar omdat de bewegingen van de dieren nog gekalibreerd moesten worden aan data van gezenderde dieren. Wozep is in het najaar van 2024 een opdracht gestart om deze kalibratie uit te laten voeren. Het project heeft een verlenging gekregen waarin aanvullende parameters worden aangepast op in de praktijk vastgestelde bewegingspatronen van bruinvissen in de Noordzee. Het gekalibreerde model wordt in het eerste kwartaal van 2026 opgeleverd.

Bepalen effecten op bruinvissen voor alternatieve funderingstechnieken (ZD.11)

Vanwege de voorspelde geluidseffecten door conventioneel heien komen alternatieve funderingstechnieken, die minder impulsief geluid produceren, meer en meer in beeld. De aanname is dat deze stillere methodes ook minder effecten zullen hebben op de populatie van de bruinvissen. Een van deze technieken is het intrillen van een paal in de zeebodem (vibropiling). Deze methode produceert continu geluid in plaats van impulsief geluid. De hypothese dat de effecten van continu, minder impulsief geluid, minder zullen zijn moet worden onderzocht. Dieren reageren anders op verschillende soorten van geluid en gehooreffecten (zoals tijdelijke en permanente gehoordrempelverschuiving en maskering) zijn ook afhankelijk van het type geluid. De eerste stap in een dergelijke effectinschatting is het uitvoeren van gedragsstudies in een bassin, waarbij de dieren worden blootgesteld aan het betreffende (afgezwakte) geluid. Dit onderzoek is na een Europese uitbesteding in 2025 succesvol gestart. Een groot deel van het gedragsonderzoek is in 2025 uitgevoerd, in 2026 wordt het onderzoek vervolgd en afgerond.

Taggen Zeehonden (ZD.22)

De verspreidingskaarten die het KEC gebruikt om de effecten van windmolenparken op zeehonden te berekenen, zijn gebaseerd op zenderdata van volwassen dieren uit 2019. Nieuwe inzichten uit een pilot met opgevangen juveniele zeehonden en internationaal zenderonderzoek wijzen erop dat juveniele mogelijk verder zwemmen dan werd aangenomen. Bovendien is de situatie op de Noordzee veranderd sinds 2019, onder andere door de bouw van windmolenparken voor de kust van Noord- en Zuid-Holland. Daarom is een update van de verspreidingskaart nodig, gebaseerd op recentere data. Daarnaast is, na jaren van populatiegroei bij de gewone zeehond, recent een afvlakking van de populatiegroei en zelfs een lichte afname waargenomen. Dit maakt het essentieel om een goed beeld te krijgen van het gedrag van zowel volwassen als juveniele gewone zeehonden. Vanwege deze reden is besloten om 28 gewone zeehonden te voorzien van zenders, verspreid over drie leeftijdscategorieën: nuljarig, subadult en adult. Analyse van de data is echter geen onderdeel van de opdracht omdat dit wordt verdeeld over de ontwikkeling van een nieuwe KEC-verspreidingskaart opdracht en een diepgaandere analyse naar het gedrag van de verschillende leeftijdscategorieën binnen en buiten antropogeen beïnvloede gebieden. Eind 2024 is een opdrachtnemer aangesteld, waarna in 2025 materialen zijn ingeslagen en trainingen voor de zendercampagne zijn gestart. In maart 2025 zijn een eerste zes zeehonden gezenderd over een periode van twee dagen. Na enkele maanden data afgegeven te hebben zijn de zenders vanwege natuurlijke verharing afgevallen. Een tweede ronde heeft plaatsgevonden in begin oktober waarbij de overige 22 zenders zijn aangebracht. Halverwege 2026 wordt verwacht dat de laatste zenders afgevallen zijn en een project kan starten voor een diepgaande analyse van de verzamelde data. Daarnaast wordt aan het begin van 2026 de tot dan toe verzamelde data gebruikt voor nieuwe verspreidingskaarten zodat de bevindingen kunnen worden gebruikt in KEC6.0.

Gevoeligheidsanalyse verschillen iPCoD en iPCoD + DEB (ZD.5d)

Om de verschillen in modeluitkomsten tussen het interim Population Consequences of Disturbance model (iPCoD) en iPCoD + Dynamic Bioenergetics Model te kunnen verklaren wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om de parameters te kunnen begrijpen die de verschillen veroorzaken. Er is een internationale expert bijeenkomst georganiseerd samen met Ecowende en de Universiteit Utrecht om de inschattingen van de demografische parameters op gebied van reproductie en sterfte verder te analyseren aan de hand van beschikbare onderzoeken en (grijze) literatuur. Dit onderzoek wordt afgerond in 2026.

Monitoring pre-constructie windgebied 'Doordewind' (ZD.8a)

Hoewel eerdere projecten, waaronder ZD.9 (Bruinvisnetwerk Borssele), waardevolle informatie hebben opgeleverd over de effecten van zowel de bouw- als de operationele fase van windparken op bruinvissen, ontbreekt data over de pre-constructiefase. Hierdoor is het niet mogelijk deze fases te vergelijken met een 'onverstoorde' Ausgangssituation. Om dit kennisiaat te vullen en een dergelijke vergelijking wél mogelijk te maken, is in 2025 de opdracht uitgezet voor het ontwerpen, uitrollen en gedurende drie jaar onderhouden van een PAM-netwerk in de pre-constructiefase van het toekomstige Windpark Doordewind. Daarnaast omvat de opdracht een uitgebreide analyse van de verzamelde data, waarbij aanvullend gekeken wordt naar antropogeen onderwatergeluid en de invloed hiervan op de aanwezigheid en het gedrag van bruinvissen en andere walvisachtigen. In 2025 is de opdracht gegund, is een gedetailleerde onderzoeksopzet opgesteld waarbij drie meetpunten binnen en drie meetpunten buiten het toekomstige windpark zijn geselecteerd, en zijn de benodigde vergunningen aangevraagd en verkregen. In het eerste kwartaal van 2026 wordt het monitoringsnetwerk geplaatst, waarna het elke zes maanden wordt onderhouden en uitgelezen. De uitgebreide data-analyse zal plaatsvinden in het laatste jaar van het project.

Conditie en voortplantingsparameters van bruinvis en de verkenning van drone inzet (ZD.23 - bijdrage)

In 2025 is aan de Universiteit Utrecht een PhD-onderzoekstraject gestart met als doel onzekerheden in de parameters van populatiemodellen te verkleinen, met name de modellen die de invloed van antropogene verstoringen op zeezoogdieren voorspellen. Wozep heeft een financiële bijdrage aan dit traject geleverd om essentiële, ontbrekende of onjuist gerepresenteerde conditieparameters in het door KEC gebruikte iPCoD-model te identificeren en corrigeren. De PhD-kandidaat is in 2025 begonnen met de dataverzameling. In de komende drie jaar zullen diverse lichaamsconditie- en voortplantingsparameters verder worden onderzocht en vastgelegd.

Ontwikkelen van een nieuw geluidsmodel (ZD.10)

Voor het beoordelen van de ecologische en cumulatieve effecten van offshore windparken op bruinvissen binnen het KEC wordt gebruikgemaakt van geluidsmodellen die het onderwatergeluid van offshore windpark constructie nabootsen. Hoewel dit model een relatief betrouwbare weergave van de werkelijkheid geeft, zijn er nog steeds verbetermogelijkheden. Zo is onder meer de geluidsoverdracht via de zeebodem niet geïntegreerd, en kan vergelijking met detailmodellen helpen om aanvullende parameters vast te stellen die relevant zijn op kortere afstanden of bij de huidige toegenomen turbinegroottes en alternatieve heitechnieken. Eind 2025 is een uitvraag gestart voor de ontwikkeling van een vernieuwd geluidspropagatiemodel dat beter aansluit bij de huidige behoeften van het KEC. Hierbij wordt nauw samengewerkt met Ecowende om het nieuwe model na ontwikkeling te kalibreren met in het veld verzamelde data. Het ontbreekt op het moment sterk aan bruikbare praktijkdata van nieuwe windparkontwikkelingen. Door deze samenwerking worden dergelijke gegevens niet alleen beschikbaar, maar ook direct optimaal toegepast bij de modelontwikkeling. In de eerste helft van 2026 gaat het onderzoek en de ontwikkeling van het nieuwe geluidspropagatiemodel van start.

Voorstudie Masking (ZD.19a)

Maskering beperkt het gebruik van gehoor van zeezoogdieren, waardoor onder meer hun communicatie-afstand kleiner wordt. Het is een belangrijk schadelijk effect van gestegen niveaus van continu onderwatergeluid ten gevolge van menselijke activiteiten in de Noordzee, maar de daadwerkelijke impact op populatieniveau is nog onvoldoende bekend. Deze voorstudie heeft als doel de huidige nationale en internationale kennis over maskering en mogelijkheden voor mitigatie op een rij te zetten, en een basis te vormen voor twee onderzoekstrajecten naar de effecten van maskering op zeehonden en bruinvissen. Het uitvraagproces voor de studie is in 2025 gestart. De uitvoering begint naar verwachting in het eerste kwartaal van 2026 en wordt in het derde kwartaal van dat jaar afgerond.

6 Onderzoeksthema 'Ecosysteem'

6.1 Algemene achtergrond

De grootschalige ontwikkeling van windparken op de Noordzee heeft potentieel effect op het ecologisch functioneren van het ecosysteem en daarmee op beschermde natuurwaarden. Onderzoek tot nu toe in dit thema hebben tot de hypothese geleid dat de effecten op ecologisch functioneren uit te splitsen zijn in drie onderdelen:

1. Habitatverandering door toevoeging van structuur (palen, scour-protection, bladen)
Deze toevoeging van structuur veroorzaakt o.a.:
 - a. verandering in hydromorfologie (stroming, (re)suspensie van sediment, nutriëntenbeschikbaarheid, troebelheid);
 - b. directe effecten op flora en fauna (via productie, habitatverlies/creatie, migratieroutes, aanvaringen);
 - c. verandering in soortensamenstelling van flora en fauna.
2. Habitatverandering door toevoeging van elektromagnetische velden (EMV's)
 - a. gedrag (o.a. migratiepatronen, rustverstoring/stress);
 - b. fysiologische processen (bijvoorbeeld embryonale ontwikkeling).
3. Habitatverandering door toevoeging van geluid (bij installatie en uitvoering)
 - a. afwering/verwarring/treffen van gevoelige fauna.

Dit thema bevat de volgende onderdelen:

1. Ecosysteemmodellering (m.b.t. verandering 1a)
 - Modelontwikkeling gericht op een effectinschatting door de voedselketen heen; daarbij een koppeling maken met de andere thema's en MONS.
 - Valideren en kalibreren van de modellen door metingen (abiotiek, fyto- en zoöplankton) in het veld.
2. Benthos (m.b.t. verandering 1b en 1c, mogelijk 3)
De verandering van voornamelijk zachtsubstraat benthos naar een mix met ook hardsubstraat benthos verandert het gebruik van primaire productie over de waterkolom wat effecten kan hebben op de beschikbaarheid van algen buiten het park. Daarnaast vormt benthos voedsel voor hogere trofische niveaus.
 - Metingen van hardsubstraat soortensamenstelling aan palen, linken aan graasdruk en aan eetbaarheid voor hogere trofische niveaus, identificatie van predatoren.
 - Ruimtelijke verdeling van zacht- en hardsubstraat benthos binnen (en buiten) een park; habitatgeschiktheid voor hogere trofische niveaus en bepaling van de totale graasdruk.
3. Vis (m.b.t. verandering 1b, 1c en 3)
 - Vis, als belangrijke schakel tussen zoöplankton en algen aan de ene kant en vogels en zeezoogdieren aan de andere kant, in en rond windparken onderzoeken. Daarbij intensief samenwerken en afstemmen met MONS en Wozep thema's Vogels en Zeezoogdieren.
4. EMV (m.b.t. verandering 2a)
Overzicht geven van bekende kennis in EMV (o.a. 3D-kaarten) en daarop voortbouwen.

6.2 Samenvatting 2025

Vanwege het integrale karakter van thema ecosysteem is in 2025 in het bijzonder aandacht geschonken aan overleg en afstemming met andere Wozep-thema's (bv tbv kennis over voedsel-ecologie en bruikbaarheid voor KEC en modellering), RVO en MWTL (tbv (T0-)monitoring), NWO-calls en -programma's en MONS. Daarnaast is het door het integrale karakter in dit thema verleidelijk om veel onderwerpen op te pakken, waardoor prioriteiten voor Wozep uit zicht raken. Ook hebben we door natuurlijk verloop in 2025 binnen dit thema een teamlid minder, waardoor de capaciteit om projecten uit te voeren is gedaald. Dit alles heeft o.a. geleid tot inzichten over en het instellen van prioriteiten van onderzoek in ecosysteemmodellering (validatie boven nieuwe berekeningen; EE.2), inzicht in het belang van visonderzoek voor en binnen Wozep (EV.1) en kosten-baten analyses van lopende onderzoeken naar benthos en EMV.

6.3 Afgeronde projecten 2025

Ecosysteemmodellering

Doorontwikkeling Deltares modellen (EE.2)

Afgeronde onderwerpen

trophic transfer

In 2025 is binnen het Deltares ecosysteem-modellenwerk verder gewerkt aan het werkend krijgen van de vertaalslag van hydrodynamica effecten naar effecten op fytoplankton en zoöplankton (trophic transfer) in het Dutch Continental Shelf Model (DCSM) van Deltares. Voorheen bleek in het model fytoplankton dichtheid in de winter te laag om zoöplankton op te laten overleven. Hierdoor zijn in het verleden bepaalde modelkeuzes gemaakt m.b.t. de kalibratie. Voor het Wozep-model zijn deze teruggedraaid waardoor winterconcentraties van zowel fytoplankton en zoöplankton zijn verbeterd. Er wordt intern Deltares aan de hand van dit rapport een werkprotocol opgesteld om kalibraties op een verbeterde manier te doen en vast te leggen op schrift. Verdere kalibratie van winterdichtheden verdienen meer aandacht in de toekomst als hiermee ook naar overleving van hogere trofische niveaus gekeken moet worden (MONS/Wozep modellentrein opdracht EE.2).

model-model vergelijking

Deze studie beoordeelt hoe de menging veroorzaakt door windparken in DCSM-FM zich verhoudt tot die in een hoge-resolutie Computational Fluid Dynamics (CFD)-model. Een CFD-model kan het zog van individuele turbinepalen veel gedetailleerder en nauwkeuriger simuleren dan modellen in Delft3D-FM. Voor de vergelijking van DCSM-FM met CFD zijn beide modellen onder identieke omstandigheden uitgevoerd.

Op basis van de bevindingen bevelen de onderzoekers een herziening aan van de parameterisering van de menging veroorzaakt door windmolens in het DCSM-model. Daarnaast raden de onderzoekers aan om CFD-gebaseerde inzichten te valideren met data van onder meer realistische, ruimtelijk en temporeel variërende omstandigheden. Een van de belangrijkste conclusies van deze studie is dat er onzekerheid bestaat over de hydrodynamische effecten van windmolenparken, en dat die onzekerheid nu beter in beeld is waardoor er gericht gewerkt kan gaan worden aan de verbetering van het model.

Vis

Visie op Vis (EV.1)

In 2025 is intern gewerkt aan het opstellen van een plan van aanpak m.b.t. het visonderzoek in Wozep. Aan de hand van deze visie op vis wordt gesteld dat metingen van kwantitatieve verschillen in vis binnen en buiten windparken op dit moment niet kosten-effectief uitgevoerd kan worden door Wozep. De ontwikkeling van eDNA-methylase kan daar verandering in brengen. Daarnaast blijven vragen bestaan m.b.t. de locatiespecificiteit van behaalde inzichten in effecten op vis in OWEZ en PAWP alsook hoe de veranderingen veroorzaakt door WOZ zich verhouden tot bijvoorbeeld klimaatverandering en de transities gaande in de visserij. Vismodellering (uitgevoerd bij MONS ID 20/30 en NWO-onderzoek) en ecosysteemmodellering (MONS ID 132) zijn de meest aangewezen methodes om deze vragen te onderzoeken. Plan voor Wozep is om van de voorgestelde methodes en toepassingen goed op de hoogte te blijven, mogelijkheden voor veldonderzoek in windparken mogelijk te maken (gesprekken en overeenkomsten met eigenaren) en aansluiting te zoeken bij lopende WOT en MONS monitoring voor vis.

NWO-Forage Fish (financiële bijdrage)

Wozep heeft sinds 2020 bijgedragen aan het NWO-project: "Forage fish; Understanding the feedbacks between human-driven changes in productivity and marine top predators". Binnen Wozep hebben we de behoefte aan inzicht in de verspreiding en gedrag van zandspiering. Zandspiering is een vissoort die als voedsel belangrijk is voor vogels en zeezoogdieren in het Nederlandse kustgebied. Het onderzoek levert belangrijke inzichten op met betrekking tot het verticale migratiegedrag in samenhang met waterkarakteristieken. In mei 2025 is dit NWO-project afgerond met [een peer-reviewed verslag](#) over de opgehaalde data. N.a.v. dit verslag zijn ook presentaties gegeven door de uitvoerders aan het Wozep-projectteam om te bepalen hoe Wozep de zandspieringkaarten kan gebruiken in bv vogel- en zeezoogdier-modelering. De uitkomsten van dit project en het overleg zijn tevens input geweest voor het opstellen van de 'visie op vis' (EV.1) voor Wozep.

EMV

Bepalen van de mariene soorten met de hoogste EMV trefkans (EMV.3)

In dit project zijn prioriteiten gesteld voor nader onderzoek door het identificeren van mariene soorten in de Nederlandse Noordzee met de hoogste kans op blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV) van infield-kabels. De risicobeoordeling laat zien dat van de voor beleid relevante benthossoorten de platte oester (*Ostrea edulis*) en *Sabellaria* de hoogste risicoscores hebben. Voor migrerende vissen is dit de zeeprik (*Petromyzon marinus*). Bij kraakbeenvissen lopen de stekelrog (*Raja clavata*) en de gevlekte rog (*Raja montagui*) het grootste risico, en bij zeezoogdieren is dit de bruinvis (*Phocoena phocoena*).

De belangrijkste aanbeveling uit de EMV-modellering, is de registratie van de verdraaiing van de kabel (laylength). Gezien de grote invloed die de verdraaiing heeft op de verspreiding van het elektromagnetische veld, is kennis hierover cruciaal maar op dit moment moeilijk achterhaalbaar. Vanuit Wozep zijn gesprekken met Kavelbesluiten gevoerd om de registratie van laylength vast te leggen in toekomstige vergunningen. De belangrijkste aanbeveling in effectbepaling is om onderzoek te doen naar de effecten van elektromagnetische velden op platte oesters en *Sabellaria* onder gecontroleerde laboratoriumomstandigheden, waarbij de in dit rapport gepresenteerde blootstellingswaarden worden toegepast. Met het programma Natuurversterking Noordzee is een gesprek gestart om deze aanbeveling uit te gaan voeren, vanwege de toepassing van platte oester als vorm van ecosysteemherstel door het programma.

6.4 Voortgang lopende projecten 2025

De volgende projecten zijn in 2025 of al eerder gestart, maar zijn niet (volledig) afgerond:

Validatie van windpark parameters Deltares modellentrein (EE.2)

Voor het verkrijgen van betere/meer zekere voorspellingen uit de modellen, dienen specifieke processen in de modellentrein gekalibreerd en gevalideerd te worden met (veld)data. De modellen zijn momenteel vooral gekalibreerd op generieke mariene data (velddata, satellietdata, etc.), echter het effect van de plaatsing van windparken in het model is nog beperkt gevalideerd. Nu er relatief veel windparken aanwezig zijn, kan dit proces worden verbeterd.

In 2025 is daarom gekozen om verschillende methoden van data-vergaring in te zetten om onzekerheden in het model beter in beeld te krijgen en waar mogelijk te verkleinen. Een belangrijk deel van deze stap is het onderzoek naar gebruik van satellietgegevens. Er is gestart met het zoeken naar de juiste satellietbeelden en goede omstandigheden om vergelijkingen uit te kunnen voeren. Dit brengt ook complexiteit met zich mee, omdat er momenteel nog handmatig moet worden gezocht naar de juiste satellietbeelden. Dit maakte het onderzoek tijdrovend en complex. Er is in 2025 gewerkt aan de eerste stappen om dit proces meer te automatiseren. Er is gekeken naar optische satellietdata en naar zeewatertemperatuur. Zeewatertemperatuur (oppervlak) is ook iets dat door het model voorspeld wordt, dus dat maakt het mogelijk om deze dataset te koppelen aan het model. Dit is technisch nog complex, maar wel mogelijk gebleken. Het blijkt dat deze datasets goed bruikbaar zijn voor modelvalidatie. In 2026 wordt dit onderdeel daarom nog verder uitgewerkt ook zal er dan gekeken worden naar het gebruik van de velddata verzameld onder EA.1.

NWO-NO-REGRETS (EE.6 bijdrage)

25 t/m 27 november 2025 vond op Texel de kick-off meeting van het [NWA-ORC project NO-REGRETS](#) plaats. NO-REGRETS is een multidisciplinair onderzoeksprogramma van 5,5 jaar dat 7 Universiteiten, 5 onderzoeksinstellingen samen met belanghebbenden is opgezet om inzicht te krijgen in de ecologische en economische afwegingen van de opschaling van offshore windparken in het licht van klimaatverandering en in relatie tot de voortdurende voedsel- en natuurtransities in de Noordzee. Het project heeft sterke (ver)banden met Wozep en MONS.

De eerste dag was een inhoudelijke presentatie van de onderzoeksplannen en de onderzoekers (waaronder 12 young-researchers). Er wordt o.a. veldonderzoek gepland naar benthos, hydrodynamiek, vis, vogels en zeezoogdieren zowel in als buiten windparken, alsook modelonderzoek uitgevoerd. Daarnaast wordt gewerkt aan het voor belanghebbenden inzichtelijk maken van de consequenties van keuzes die gemaakt worden in beleid op de Noordzee.

Wozep en MONS zijn betrokken geweest bij de inhoudelijke samenstelling van het projectvoorstel dat eind 2024 gegund is door NWO. Daarnaast financieren Wozep en MONS specifieke onderzoeken binnen het project en nemen plaats in de inhoudelijke advies-/begeleidingscommissie. Door deelname in dit project wil Wozep/MONS zich verzekeren van de data afkomstig van dit project en een optimale aansluiting op haar eigen uitvoering verzekeren.

Hydrodynamische veranderingen in en door windparken (EA.1) (vanuit ID-6)

Voor het verbeteren van de validatie en kalibratie van de Deltares ecosysteemmodellen is er velddata nodig van de verandering in turbulentie en stratificatie door windparken. Hiervoor is een veldproject opgezet om dit binnen en buiten windparken, zowel op schaal van een turbine en op windpark schaal, te gaan meten. Tussen eind juli en september 2025 zijn er vier frames met lijnen en boeien geplaatst vlakbij en in windpark Gemini. Daarnaast zijn er ook varende metingen uitgevoerd in augustus. Deze metingen geven inzicht in de veranderingen in hydrodynamiek die optreden achter de turbines en kunnen daarmee gebruikt worden voor het doorontwikkelen en valideren van de Deltares modellentrein (EE.2). De sensoren hebben onder andere de stroming, het zoutgehalte, de chlorofyl concentratie en de watertemperatuur gemeten. De frames hebben 6 tot 8 weken lang gemeten. Tijdens de varende metingen zijn dezelfde parameters gemeten, maar nu gedurende 13 uur (volledige getijslag) op verschillende transecten. Ook zijn hierbij verticale profielen gemeten, zodat er ook een vergelijking is met de sensoren aan de lijn bij de boeien. In maart – mei 2026 wordt het tweede deel van het project ingezet, waarbij er gekeken zal worden naar de veranderingen in gelaagdheid in saliniteit in en rond windpark Hollandse Kust Zuid. Aan het einde van 2026 verwachten we resultaten te kunnen presenteren van beide onderzoeken. Het project wordt uitgevoerd door Waterproof B.V in samenwerking met de Rijksrederij.

Benthos

Zachtsubstraatbenthos bemonstering in IJmuiden Ver (EB.1)

Om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van zachtsubstraatbenthos in (toekomstige) windgebieden is in 2024 gestart met een boxcore en bodemschaaf campagne in het toekomstige windgebied IJmuiden ver. Eerder onderzoek in PAWP heeft over de jaren heen niet veel verandering laten zien. Dit windpark bevindt zich echter in een, morfologisch, vrij dynamisch gebied van de Noordzee. Om meer te weten te komen over de zachtsubstraatbenthos ontwikkelingen in een rustiger gebied is er gekozen voor IJmuiden ver als onderzoeksgebied. In 2024 zijn zoals gepland de boxcore monsters genomen. In 2025 is deze campagne aangevuld met bodemschaafmonsters. De analyse van beide data-inwinning zal volgen in Q2 2026.

Doorontwikkeling hardsubstraat-bemonstering in windparken met de marine growth sampling tool (EB.4) (vanuit ID46)

Om een beter inzicht te krijgen in de ruimtelijke (NZ-brede) variatie van hardsubstraat benthos en ontwikkeling in de tijd, is het nodig gebleken in te zetten op de ontwikkeling van een tool die dit kan bemonsteren. Zo kan hopelijk de hardsubstraat aangroei van ongewervelde fauna in verschillende windparken op de turbinefunderingen worden bemonsterd en geanalyseerd. Deze kennis is o.a. nodig voor de validatie en kalibratie van de ecosysteem brede modellen. Hierbij is vooral aandacht voor de filtratiecapaciteit.

In 2025 was een onderzoek voorzien om de hardsubstraat aangroei van meerdere windparken, turbines en dieptes op de Nederlandse EEZ te monitoren. Na een eerste test in 2023/2024 met de Marine Growth Sampling Tool (MGST) was er nu weer voorzien om deze tool, die aan een onderwaterrobot (ROV) kan worden gemonteerd, in te zetten. Na een succesvolle aanbesteding en voorbereiding is in oktober 2025 de uitvoering gedaan door WMR en Bluestream offshore op een schip van de Rijksrederij. Helaas is het door slechte weersomstandigheden en beperkte werkbaarheid niet gelukt om de turbines te benaderen met de ROV. Er werden dus geen monsters genomen van de aangroei op de turbinepalen. Deze uitvoering heeft desondanks ons veel geleerd over de inzet van schepen vlakbij de windturbines en de uitvoerbaarheid van een dergelijk project met de MGST. In 2026 wordt gekeken of en hoe er verder vervolg kan worden gegeven aan dit project.

EMV

NWO-Elasmpower (financiële bijdrage)

Het Elasmopower-project is in 2020 gestart en richt zich op het vaststellen van dosis-effect relaties. In rapportage in 2025 is voor het eerst bevestigd, door middel van eDNA-sampling in zeewater, de actieve aanwezigheid van verschillende haaien- en roggenssoorten binnen Nederlandse windparken. Dit geeft o.a. aan dat naast een bedreiging voor Elasmobranchen door EMV, windparken ook habitat kunnen bieden. Verder blijkt dat de aanwezigheid van *Mustelus asterias* op onderzeese stroomkabels correspondeert met uit literatuur bekende migratiebewegingen.

Er is in 2025 ook inzicht gekregen in de omvang van de elektromagnetische velden, die tot wel 25 meter aan weerszijden van de kabel kunnen reiken. Deskstudies (bv EMV.3) tonen aan dat haaien

en roggen gevoelig zijn voor deze velden en hun gedrag kunnen aanpassen (bijv. snelheid minderen).

Onderzoek i.s.m MONS

MONS verzorgt de terugblik over de volgende projecten waarvoor Wozep een deel financiert en welke relevant zijn voor thema ecosysteem:

Monitoring Primaire Productie (EA.0/ID4)

Monitoring Zoöplankton (EP.0/ID14)

Monitoring Pelagische Vis (EV.0/ID23)

Modellentrein (EE.1/ID132)

7 Datamanagement

7.1 Algemene samenvatting

Aan datamanagement wordt binnen Wozep vanaf de start van het programma veel aandacht besteed. Ingewonnen datasets worden via een gestandaardiseerd proces opgenomen in het datamanagementsysteem. De datasets worden gestandaardiseerd met als doel de datakwaliteit, de metadata, de opslag, en de ontsluiting te borgen, zodat de data in de toekomst goed vindbaar en publiek bruikbaar zullen zijn. Vanaf 2020 verzorgd Witteveen+Bos datamanagement voor Wozep. De hoofdonderdelen hiervan betreffen:

- Opstellen van een datamanagementplan;
- Inrichten van een Datamanagement Systeem (DMS) gebruikmakend van de OpenEarth Stack;
- (Mede begeleiden van) opslag en opwerking van ruwe naar gestandaardiseerde (model)data, gevolgd door ontsluiting;
- Operationaliseren en optimaliseren van de dataflow;
- Documentatie en evaluatie;
- Inrichten van een helpdeskfunctie ter ondersteuning van de 'gegevens-inwinnende' opdrachtnemers.

Wozep stelt een repository beschikbaar voor de opslag en ontsluiting van de data. In bepaalde gevallen kan in overleg besloten worden een dataset in een externe database op te nemen, bijvoorbeeld omdat dat het een (internationale) standaard database betreft voor het specifieke type data en onderwerp. Voorbeelden hiervan zijn MOTUS en Movebank voor vleermuis- resp. vogelvliegbewegingen. Wozep draagt dan zorg voor een adequate beschrijving en vindbaarheid van deze datasets.

7.2 Samenvatting 2025

2025 was een druk jaar. Het datamanagement werd al jaren tot volle tevredenheid uitbesteed aan Witteveen + Bos, maar het contract hiervoor liep eind van het jaar af en diende opnieuw aanbesteed te worden. De best passende raamovereenkomst hiervoor liep in de herfst op het eind. Dat betekende dat de tender voor de zomervakantie uitgezet moest zijn. Ondanks een vroege start van de voorbereidingen moest de projectleiding toch een behoorlijke sprint trekken om de eindstreep te halen. Dat is uiteindelijk gelukt.

Door het naderend einde van het contract kwam het datamanagementproces in een korte uitloophase terecht. Het datastewardship (begeleiding van de dataleverende projecten) ging gewoon door, maar het datamanagementsysteem werd klaargemaakt voor de eindoplevering en overdracht aan een nieuwe opdrachtnemer. Ook werd volledige openheid gegeven in het datamanagement door beschrijvingen van de aanpak, plannen en processen. Het project werd geëvalueerd en de balans opgemaakt waarbij volledig openheid van zaken werd gegeven t.b.v. de openbare aanbesteding.

Vanuit de openbare aanbesteding is de datamanagement begeleiding weer terechtgekomen bij Witteveen + Bos. Het projectplan bevatte naast de gewenste aanpak ook veel nieuwe ideeën en verbetervoorstellen wat resulteerden in een frisse start van Datamanagement 2.0 voor drie partijen. Met de ingang van het nieuwe contract is namelijk ook DEM⁴ toegetreden als mede opdrachtgever van het datamanagement.

In 2025 is begonnen met de doorvoer van een aantal vernieuwingen:

- Vanuit Witteveen+Bos is er een nieuwe werkaanpak ingesteld. Het werk is nu verdeeld over 3 teams met elk een eigen rol en 2 experts als aanspreekpunt. Dit verbetert het procesmanagement/aansturing.
- Er is een begin gemaakt met het bestuderen van mogelijkheden voor de automatisering van datamanagementprocessen om de efficiency van het datastewardship te vergroten.
- Achter de schermen staan nu services klaar om data en metadata makkelijker te ontsluiten (Geoserver, Geonetwerk) en zijn innovatieve applicaties vergeleken op hun capabilities om het ontsluitingsproces mogelijk nog verder te brengen.

Vanuit het datastewardship zijn in 2025 voor MONS zes projecten begeleid en 24 voor Wozep.

⁴ DEM: Digitalisering Ecologische Monitoring (<https://www.digitalenoordzee.nl/onderwerpen/d/digitale-ecologische-monitoring>).