



DEM: Innovatieve monitoring en onderzoek op de Noordzee

Het project Digitalisering Ecologische Monitoring (DEM) maakt deel uit van het bredere programma Maritieme Informatievoorziening Service Punt 2 (MIVSP2) van de Centrale Informatievoorziening (CIV) van Rijkswaterstaat. Dit project, dat loopt van 2024 tot 2028, richt zich op de ontwikkeling en implementatie van innovatieve ecologische monitoringstechnieken voor de Noordzee. Door gebruik te maken van geavanceerde, modulaire meetinstrumenten, zoals 'plug-and-play'-boeien, wordt doorlopende en ruimtelijke data-acquisitie mogelijk. DEM draagt hiermee bij aan zowel fundamentele wetenschappelijke inzichten als beleidsmatige besluitvorming over mariene ecosystemen en de invloed van menselijke activiteiten daarop.

DEM vindt zijn oorsprong in diverse beleidskaders en wettelijke verplichtingen, waaronder het Noordzee-akkoord, OSPAR en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM). Rijkswaterstaat is als uitvoerende partij verantwoordelijk voor de naleving van deze verplichtingen. Binnen het MWTL-programma, onder toezicht van WOT namens LVVN, worden wettelijke monitoringstaken uitgevoerd. Tegelijkertijd voorzien MONS en Wozeip in aanvullende onderzoeks- en monitoringsactiviteiten op basis van geïdentificeerde behoeften. DEM is opgezet om deze monitoringstaken en onderzoeksactiviteiten te ondersteunen en verder te optimaliseren.

OPDRACHT

- Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN).

STUURGROEP

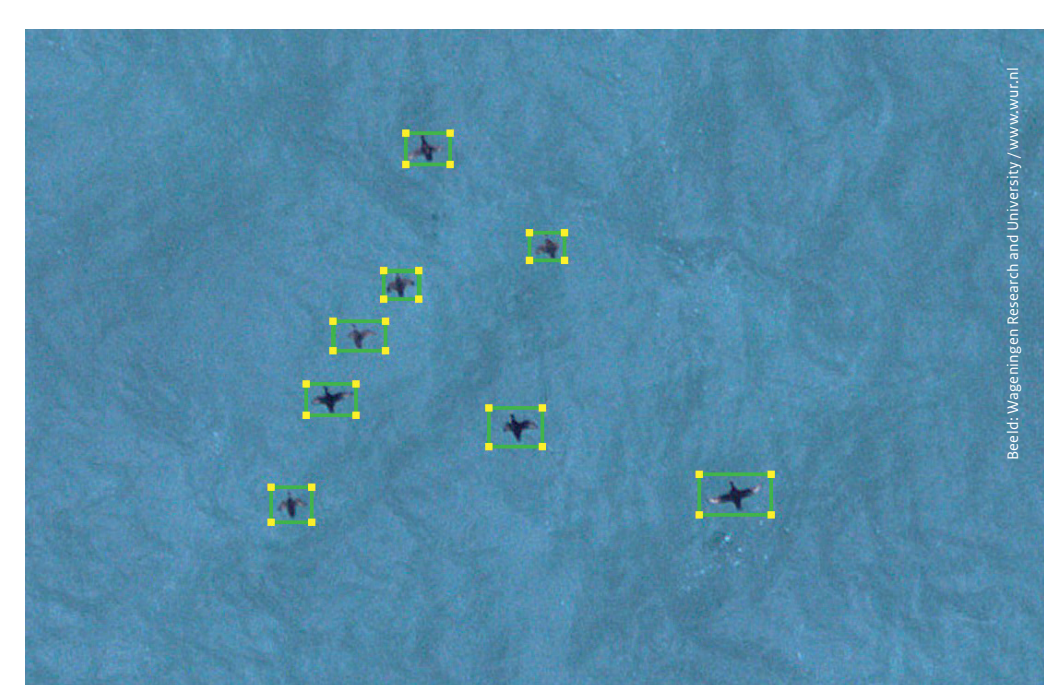
- Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN)
- Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG)
- Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS WV)
- Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening (RWS CIV)

BEHOEFTESTELLING

- Monitoring Onderzoek Natuurversterking Soortbescherming (MONS)
- Wind op zee ecologisch programma (Wozeip)
- Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL)
- Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT-NM)

Modernisering vogel-monitoring met inzet van kunstmatige intelligentie

De monitoring van vogels gebeurt momenteel via MWTL-surveys met menselijke waarnemingen. Dit proces wordt echter steeds uitdagender, onder andere door verhoogde vlieghoogtes boven windparken. DEM richt zich op modernisering door inzet van geavanceerde technologieën en aansluiting bij (inter)nationale standaarden zoals JERICO, EMODnet en Aquo.



Gedetecteerde en geïdentificeerde zwarte zee-eenden.

TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING

Beeldherkenning met camera's en software biedt veel potentie voor detectie, maar herkent nog niet alle soorten betrouwbaar. Verbeteringen richten zich op:

- Uitbreiding herkenningscapaciteit:** software-ontwikkeling om meer soorten correct te kunnen identificeren.
- AI-training en dataverzameling:** extra vluchten (parallel aan de MWTL-surveys) verzamelen beeldmateriaal ter verfijning van beeldherkenning.
- Vergelijking met menselijke waarneming:** automatische herkenning wordt getoetst aan menselijke observaties.
- Haalbaarheid en implementatie binnen RWS:** onderzoek leidt tot aanbevelingen voor implementatie bij Rijkswaterstaat.

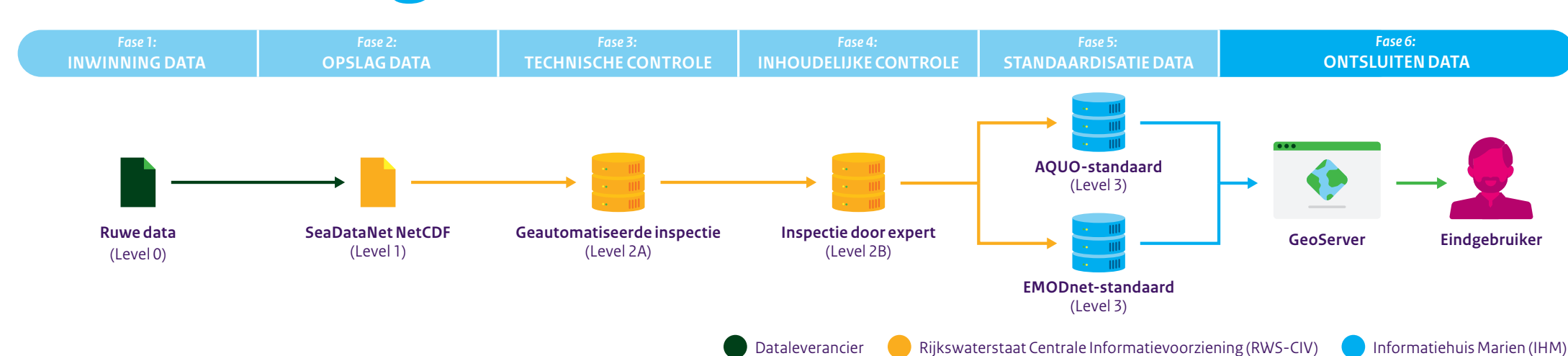
DATAVERWERKING EN AUTOMATISERING

Een deel van het budget wordt gereserveerd voor de verwerking van ruwe data, met focus op:

- Primaire productie en stratificatie in de Noordzee:** modellering van deze processen.
- Omzetting van ruwe data naar bruikbare informatie:** optimalisatie van methoden voor monitoring en beleid.

Door deze ontwikkelingen wordt monitoring niet alleen nauwkeuriger, maar ook beter toepasbaar binnen beleidsprocessen.

Datamanagement binnen DEM



Binnen project DEM wordt een Data Management Systeem (DMS) ontwikkeld om grote hoeveelheden data volgens de FAIR-principes (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) te ontsluiten. Het systeem toetst datakwaliteit, voegt metadata toe en sluit aan op (inter)nationale standaarden.

- Level 2A:** Technische check met automatische kwalitatieve labeling van datapunten
- Level 2B:** Inhoudelijke visuele controle van een subset door een expert voor de detectie van sensorfouten
- Level 3:** Standardisatie conform AQUO (nationaal) en EMODnet (internationaal)

OVERZICHT DATAVERWERKINGSNIVEAUS:

- Level 0:** Ruwe data-inwinning door de dataleverancier
- Level 1:** Toevoegen van metadata (tijd, locatie) en opslag volgens SeaDataNet-standaarden

RWS CIV verzamelt en slaat de data op. IHM ontsluit de data via een geoserver. Zo wordt datagedreven beleid mogelijk en internationale kennisdeling bevordert.

(Inter)nationale samenwerking



COPERNICUS MARINE SERVICE Ontsluit open mariene dataprodukten. DEM zal data leveren die inzetbaar is voor zeebeleid, groene groei en wetenschappelijke toepassingen.

DELTAIRES Levert expertise aan DEM op het gebied van monitoring, adviseert over sensorkeuze, meetlocaties en de inrichting van datastromen op de Noordzee.

EMODNET DEM-data sluit aan bij drie EMODnet-thema's: biologie, chemie en fysica. Data hierover kunnen worden ontsloten via dit Europese platform voor mariene gegevensdeling.

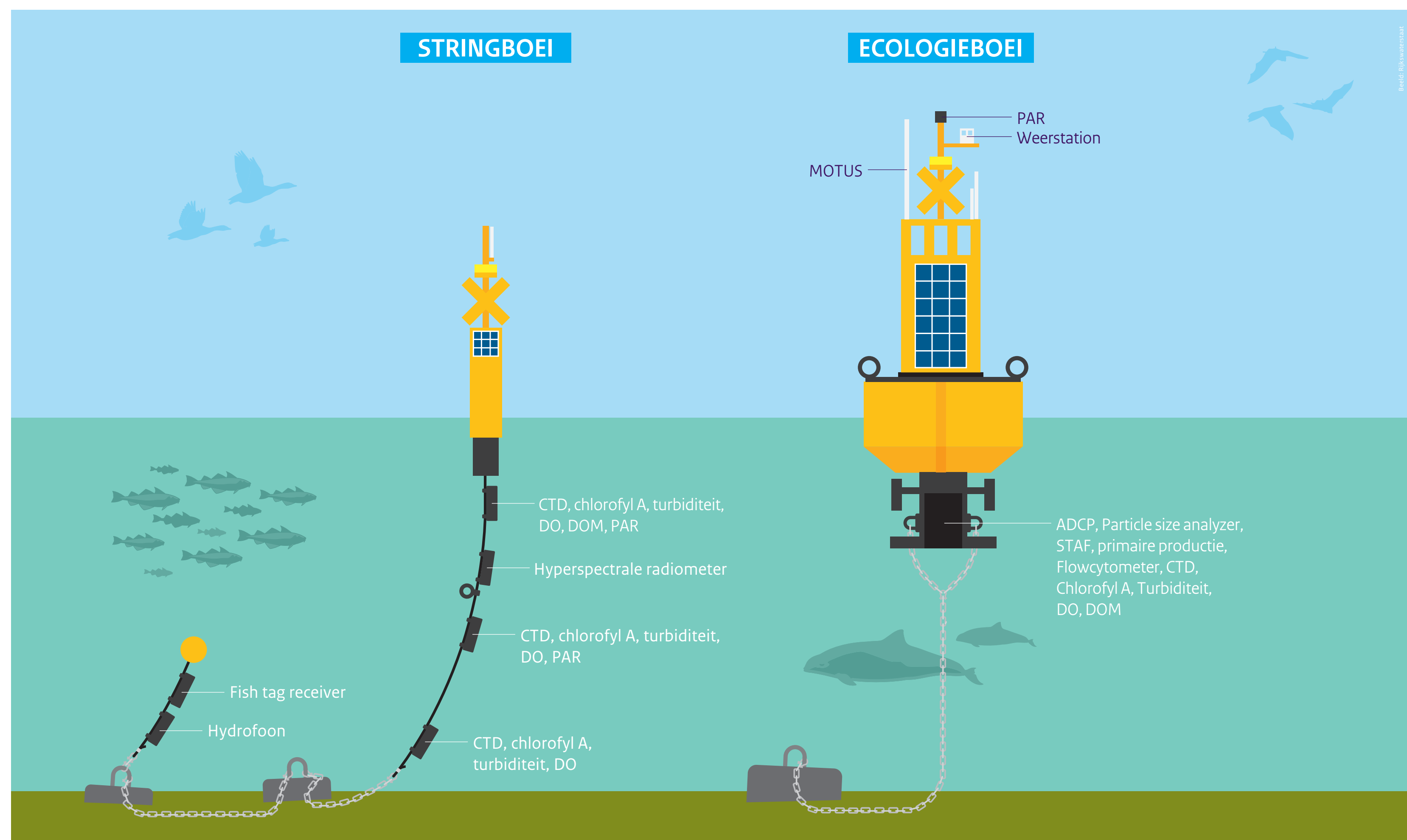
ICES/CIEM ICES ontwikkelt KRM-indicatoren en voert kwaliteitscontroles uit. DEM-data kan hierbij worden ingezet ter ondersteuning van duurzaam beheer van zeeën en oceanen.

JERICO Dit Europese kustobservatieproject ontvangt data van DEM en biedt DEM toegang tot netwerken, onderzoeksfaciliteiten en monitoring-expertise.

NATURALIS Naturalis is penvoerder van AQUASYS en ontwikkelt technieken voor eDNA, plankton-imaging, verticaal meten en Smart Maintenance. DEM levert in-cash en in-kind bijdragen.

NIOZ Het NIOZ is mede-oprichter van AQUASYS, draagt bij aan DEM met advies over sensoren, meetlocaties en datastromen en de ontwikkeling en het testen van de DEM-testboei.

MOTUS DEM draagt bij aan Motus, een internationaal onderzoeksnetwerk dat via radio-telemetrie migratiepatronen van vogels en vleermuizen volgt.



Geavanceerde boeien voor nauwkeurige, doorlopende metingen van het Noordzee-ecosysteem

DEM richt zich op het genereren van hoogwaardige ecologische data door innovatieve meetmethoden, -zoals nieuwe sensortechnologieën en continue monitoring- te ontwikkelen en implementeren. Deze technieken worden geïntegreerd in bestaande meetprogramma's om modellen te verbeteren en valideren.

Een belangrijke focus ligt op het bestuderen van de verspreiding en het gedrag van vogels, zeezoogdieren, vleermuizen, vissen en plankton in de Noordzee. Daarnaast wordt onderzoek gedaan naar primaire productie en voedselwebdynamiek, cruciaal voor het beoordelen van de ecologische gezondheid van het ecosysteem.

DEM zet in op geavanceerde meetmethoden, zoals AI-gebaseerde beeldherkenning en de integratie van verschillende meetinstrumenten. Door continue tijdreeksen toe te voegen en meetboeien in te zetten, wordt temporele variatie beter inzichtelijk.

Dit draagt bij aan een diepgaander begrip van het ecosysteem en ondersteunt impactstudies en ecologische assessments.

MEETSTATIONS OP ZEE

Binnen DEM worden vier meetstations ontwikkeld, elk bestaande uit twee typen boeien:

- Stringboei** – Een kleinere boei met een strakke verankering en sensoren op verschillende dieptes. Deze boei is gericht op:
 - Monitoring van primaire productie, fytoplankton en abiotische parameters (CTD, DO, cDOM/fDOM, chlorofyl, turbiditeit, pCO₂, PAR).
 - Passieve akoestische monitoring (PAM) voor zeezoogdieren en onderwatergeluid.
 - Vistracking via een fish tag receiver.

- Stromingsmetingen met een ADCP.
- Abiotische metingen met een multiparametermodule (CTD, DO, cDOM/fDOM, chlorofyl, turbiditeit, pCO₂).
- Bepaling van korrelsamenstelling met een laser diffraction particle size analyzer.
- Fytoplanktonanalyse via primaire productiviteit.
- Monitoring van vleermuizen en niet-zeegebonden vogels met een wildlife tracking receiver.
- Optioneel: Spectral radiometer en flowcytometer voor zoöplanktonanalyse.

ONDERHOUD EN FLEXIBILITEIT

De meetstations zijn gepland op vier strategische meetlocaties op de Noordzee (zie kaart). Voor onderhoud -deels via Smart Maintenance- en flexibiliteit zal er gebruik worden gemaakt van twee sets reserve-boeien. Onderhoud zal in de regel worden uitgevoerd met 'onderhoud door vervanging'. Dit om de continuïteit van de metingen te kunnen waarborgen.

Strategische meetlocaties



GEPLANDE LOCATIES MEETBOEIEN

Duitse Bocht: Oesterbankenherstel, troebelheid.

Noordwijk (10 km uit de kust): Rijnpluim en zoutstratificatie.

Terschelling (135 km uit de kust): Stratificatieverandering, zuurstoftekort.

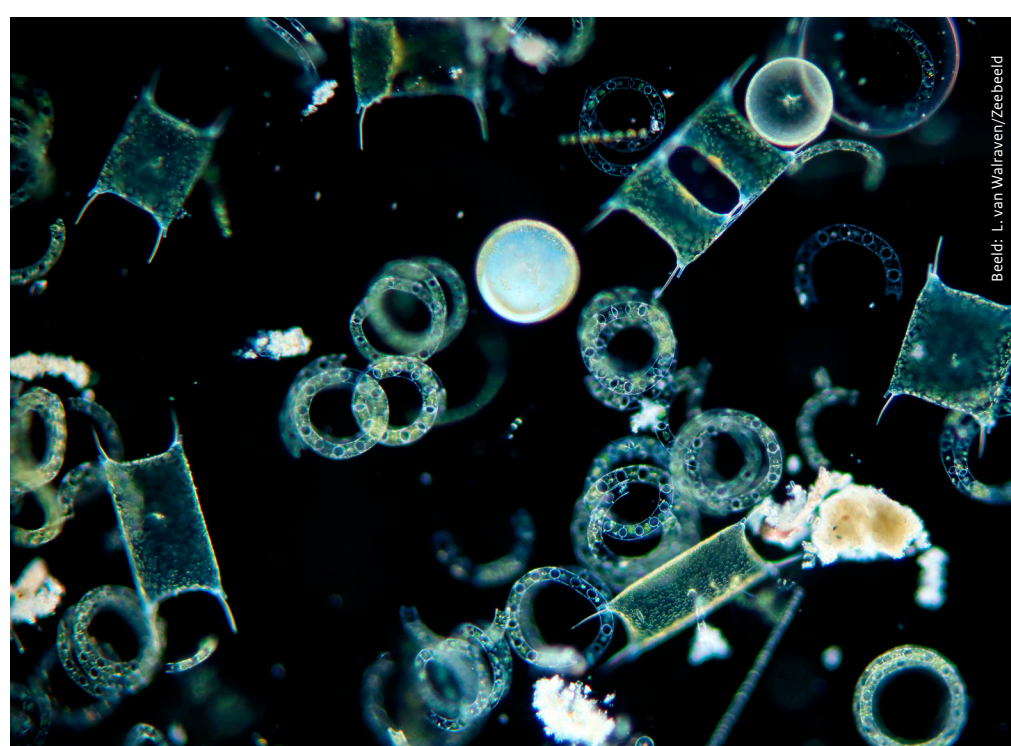
Walcheren (20 km uit de kust): Belgische windparken, nutriëntenstromen.

Smart Maintenance

Smart Maintenance binnen DEM richt zich op het beter plannen van onderhoud op basis van data en voorspellingen. Door condition-based of predictive maintenance toe te passen, kan nauwkeuriger worden bepaald wanneer onderhoud nodig is. Dit draagt bij aan het verlenen van onderhoudsintervallen en stilstand te beperken. Het Data Management Systeem dat voor DEM wordt ontwikkeld, zal sensordata analyseren om uitval vroegtijdig te signaleren.

DEM en de ontwikkeling van AQUASYS

DEM wil het AQUASYS-project ondersteunen op het gebied van geavanceerde meet- en analyse-technieken voor aquatische ecosystemen. In september 2024 diende een consortium onder leiding van Naturalis, met NIOO en NIOZ als mede-initiators, een voorstel in. Later sloten de Universiteit Twente, de Universiteit Leiden (LICAS en CML) en de Universiteit van Amsterdam zich aan. DEM wil als co-funder financieel en materieel bij aan de realisatie van AQUASYS bijdragen.



Diatoms nabij Scharendijke.

TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN

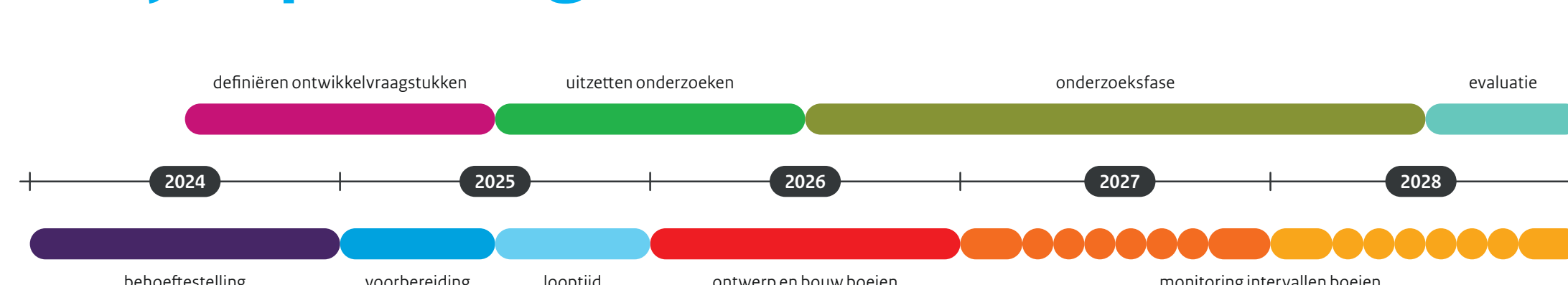
AQUASYS wil innovatieve methoden voor waterkwaliteitsanalyse en ecosysteemmonitoring ontwikkelen. De focus zal liggen op:

- Plankton-imaging:** Geavanceerde beeldherkenning voor de identificatie en kwantificatie van planktonpopulaties.
- Verticaal meten:** Sensoren voor uitgebreide waterkwaliteitsmetingen in de waterkolom.
- eDNA-analyse:** Moleculaire technieken om biodiversiteit en soortensamenstelling in aquatische ecosystemen te monitoren.

- Smart Maintenance:** Slimme onderhoudssystemen voor efficiënter en duurzamer beheer van meetapparatuur.

Deze technologieën zullen worden ontwikkeld met het oog op brede toepasbaarheid en een hoge mate van technologische volwassenheid. Dit zou toekomstige implementatie binnen Rijkswaterstaat mogelijk moeten maken en bijdragen aan nauwkeuriger en efficiënter ecologisch onderzoek.

Projectplanning



- 10/2023** Opdrachtverstrekking van de EU aan Nederland: project in de planvormingsfase.
- 12/2023** Goedgekeurde projectbrief, opdrachtverstrekking van LVVN aan RWS: project in de voorbereidingsfase.
- 09/2024** Goedgekeurd PID met definitieve behoeftstelling, meetmethoden en projectaanpak: project gaat over in de realisatiefase.
- 10/2024 - 2025** Voorbereiding en uitvoering van inkooptrajecten (Europese aanbestedingen), gunning en opdrachtverlening.
- 2026** Bouw en ingebruikname van de meetstations op zee, start van de onderzoeksprojecten.
- 2027 - 2028** Uitvoering van metingen op zee en afronding van de onderzoeksprojecten.