

Hierna volgend  
artikel is  
afkomstig uit:

**Doelstelling van  
De Levende Natuur**

Het informeren over ontwikkelingen in onderzoek, beheer en beleid op et gebied van natuurbehoud en natuurbeheer, die van belang zijn voor Nederland en België.  
De artikelen zijn vooral gebaseerd op eigen ecologisch onderzoek, ervaring of waarneming van de auteurs.

De Levende Natuur verschijnt 6x per jaar, waaronder tenminste één themanummer.

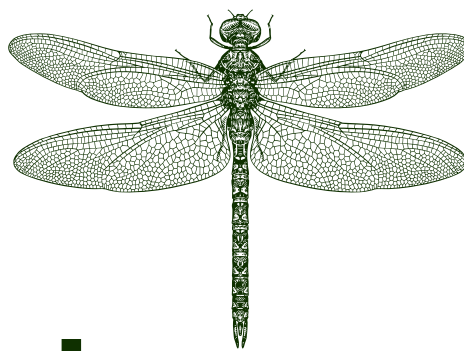
**U kunt zich abonneren  
via onze website:**

[www.delevendenatuur.nl/  
lezersservice.php](http://www.delevendenatuur.nl/lezersservice.php)

**of deze bon opsturen naar:**

Abonnementenadministratie  
De Levende Natuur  
Antwoordnummer 7086  
3700 TB Zeist

Tel. 085 0407400  
[administratie@delevendenatuur.nl](mailto:administratie@delevendenatuur.nl)



# De Levende Natuur

Vakblad voor natuurbehoud en -beheer

**Ja, ik wil graag een abonnement op De Levende Natuur**

naam: \_\_\_\_\_  
adres: \_\_\_\_\_  
postcode: \_\_\_\_\_  
woonplaats: \_\_\_\_\_  
telefoon: \_\_\_\_\_  
e-mail: \_\_\_\_\_

**Ik machtig De Levende Natuur om het  
abonnementsgeld af te schrijven van rekening:**

bank/giro: \_\_\_\_\_  
naam: \_\_\_\_\_  
plaats: \_\_\_\_\_  
datum: \_\_\_\_\_ handtekening: \_\_\_\_\_

**Graag aankruisen:**

- proefabonnement:** € 13,- (drie nummers)
- particulier:** € 38,- (NL + B), overige landen: € 45,-
- instelling/bedrijf:** € 60,-
- student/promovendus:** € 13,50\*

*\* (max. vier jaar; graag kopie college- of PhD kaart bijvoegen)  
Na vier jaar gaat dit abonnement automatisch over in een regulier abonnement.*

**De prijsontwikkeling kan het stichtingsbestuur dwingen de tarieven  
aan te passen. Tevens bent u gerechtigd om uw bank opdracht te geven  
het bedrag binnen 30 dagen terug te boeken.**

# Ecosysteemherstel door vijf jaar oude Marker Wadden

## SAMENVATTING

De ecologische kwaliteit van het Markermeer is sinds de aanleg van de Houtribdijk sterk achteruitgegaan. Die Houtribdijk weer weghalen is geen optie, al was het maar omwille van de 'ecosysteemdiensten', zoals de waterhuishouding. In 2016 is een alternatieve aanpak gekozen: uit de zachte sedimenten van het kunstmatige Markermeer is een archipel van vijf eilanden aangelegd: Marker Wadden. Het Markermeer kreeg daarmee weer geleidelijke land-waterovergangen, verschillende waterdiepten en beschutting tegen golven en sedimentophoping. Dit artikel beschrijft de eerste resultaten. Het voedselweb wordt 'van onderaf' hersteld door de primaire productie via algen te verbeteren, waar ook hogere planten en dieren van profiteren. Dit project illustreert hoe herstel van ecosystemen in meren kan worden bereikt met behoud van bestaande ecosysteemdiensten.

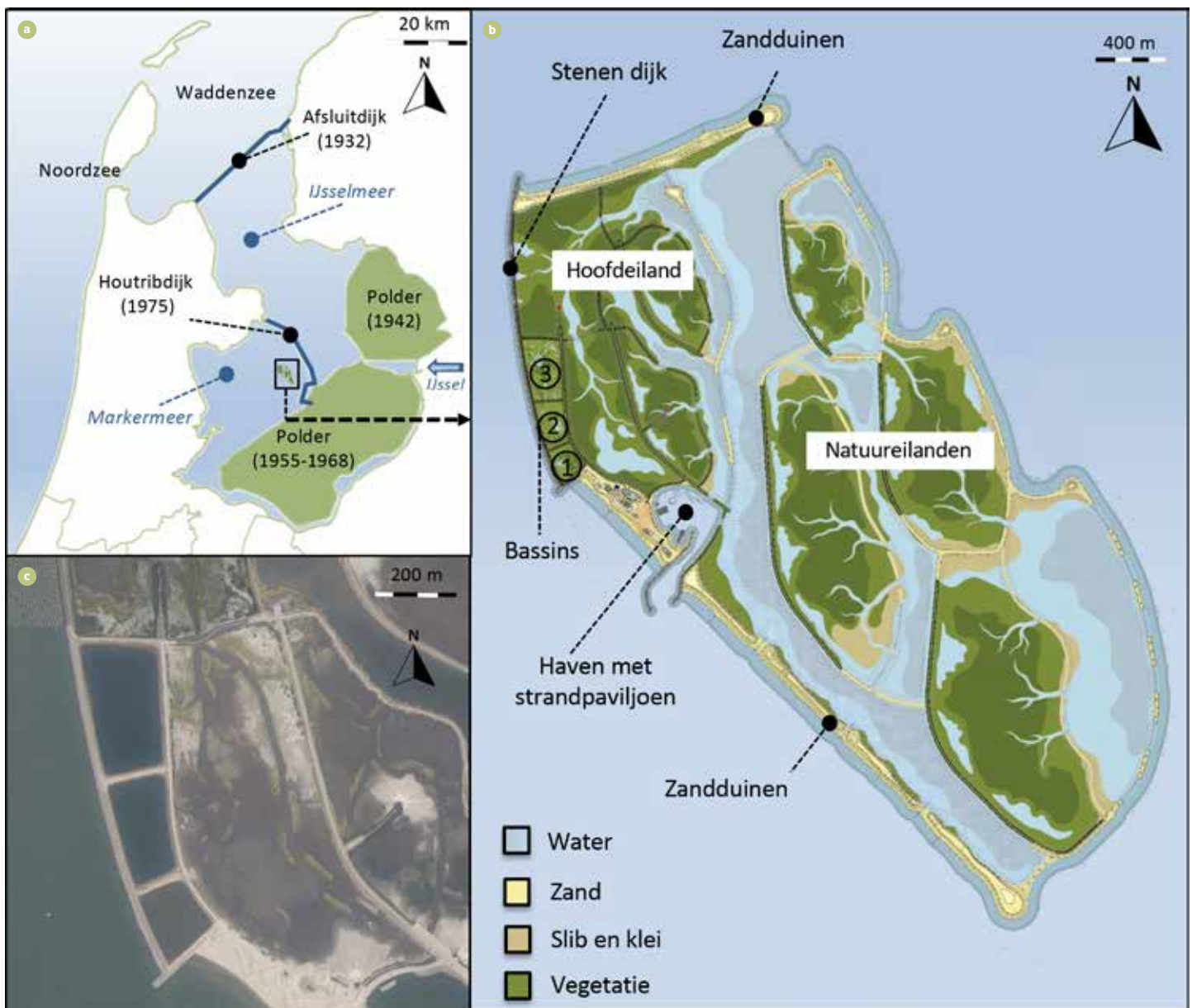
Tekst **Casper van Leeuwen, Ralph Temmink, Hui Jin, Yvonne Kahlert, Bjorn Robroek, Matty Berg, Leon Lamers, Marloes van den Akker, Roel Posthoorn, Annemiek Boosten, Han Olff & Elisabeth Bakker**

**V**eel zoetwater-ecosystemen worden ingericht ten behoeve van de waterveiligheid, de drinkwatervoorziening, commerciële visserij en recreatie. Dit verhoogt hun functionaliteit voor mensen, maar gaat vaak ten koste van de biodiversiteit en ruimte voor natuurlijke processen. Het Nederlandse Markermeer is een voorbeeld van een door mensen sterk beïnvloed ecosysteem. Door de aanleg van de Afsluitdijk voor de waterveiligheid rond de voormalige Zuiderzee in 1932 ging veel natuurlijke dynamiek in dit voormalige estuarium verloren. Het water van het nieuwe afgesloten meer werd binnen enkele jaren zoet en delen van de voormalige Zuiderzee werden ingepolderd. In 1975 werd de Houtribdijk aangelegd, waardoor het huidige IJsselmeer en Markermeer

ontstonden <sup>1a</sup>. In beide meren wordt de waterstand sterk gecontroleerd en is de oorspronkelijke natuurlijke dynamiek van de zoet-zout-overgang richting de Waddenzee verloren gegaan.

De afgelopen decennia is de ecologische waarde van met name het Markermeer steeds verder achteruitgegaan, wat waarschijnlijk komt door een afname van de primaire productie (aanmaak van biomassa door planten en algen), met consequenties voor het hele voedselweb (Noordhuis, 2014; Van Riel et al., 2019). Deze afname in productiviteit komt waarschijnlijk door een gebrek aan natuurlijke land-waterovergangen, slecht doorzicht door continue opwerveling van grote hoeveelheden fijn slib, lage beschikbaarheid van voedingsstoffen en een gebrek aan natuurlijke dynamiek die past bij een natuurlijk gevormd ondiep zoetwatermeer (Van Leeuwen et al., 2021). Klassiek herstel van de natuurwaarden van het Markermeer door terugkeer naar de voormalige Zuiderzee kan niet, vanwege de functie van het meer voor de waterveiligheid en als drinkwatervoorziening.

In 2016 is daarom een innovatieve vorm van integraal ecosysteemherstel in gang gezet: het verhogen van de natuurwaarden van het Markermeer – een ondiep zoetwatermeer dat is ontstaan door menselijke activiteiten – door de aanleg van een eilandgroep. Natuurmonumenten heeft in samenwerking met Rijkswaterstaat een archipel van vijf eilanden laten bouwen: Marker Wadden <sup>1b</sup>. Deze eilanden hebben als doel de primaire productie van het Markermeer te stimuleren door het toevoegen van een moeraslandschap met de nu ontbrekende karakteristieke elementen van natuurlijke meren: geleidelijke land-waterovergangen, variatie in waterdieptes, en luwten tussen de eilanden waar het door de wind opwervend slib kan bezinken. Hier presenteren we de ecologische achtergrond en eerste wetenschappelijke bevindingen van dit project.



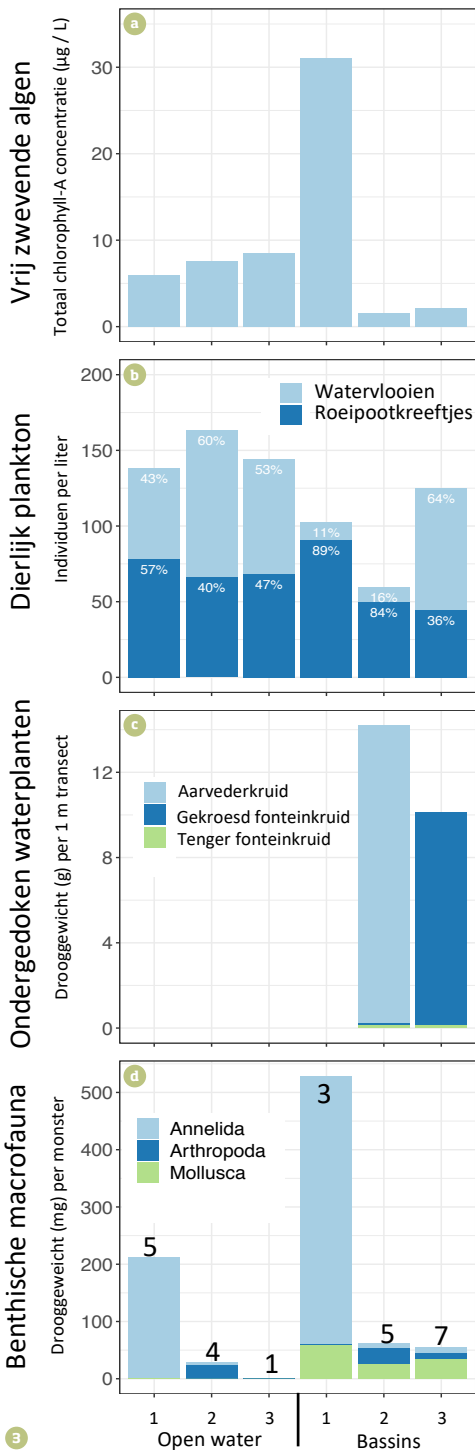
1

## Eerste observaties van een voedselweb in ontwikkeling

De eilanden van Marker Wadden zijn gebouwd door ringvormige dijken van enkele meters boven het waterniveau aan te leggen van diep weggezogen Pleistoceen zand van het Markermeer zelf. De ontstane compartimenten zijn gevuld met Holoceen slib en klei van ondiepere sedimentlagen <sup>1b</sup>. De archipel is aan de lijzijde beschermd door dijken van zand en stortsteen, maar aan de loefzijde meer open richting het meer. De geulen tussen de eilanden zijn met slib verondiept van 4 m (het open water plekke) naar variabel tussen de 1 en 4 m. Hierdoor is in vijf jaar tijd een mozaïek aan abiotische omstandigheden ontstaan van zo'n 1.000 ha <sup>2</sup>. Vijf jaar nadat het eerste stukje land boven het water uitkwam, blijkt dat de natuur snel profiteert van het nieuw gecreëerde gebied. Effecten zijn waarneembaar in alle lagen van het voedselweb, te beginnen bij de primaire productie door vrij zwevende algen. De verwachting was dat de primaire productie van algen zou toenemen door het tegen-

<sup>1</sup> (a) Menselijke aanpassingen in het voormalig estuarium van de IJssel in de vorm van dijken en inpolderingen, met de locatie van de nieuwe eilandengroep 'Marker Wadden'. (b) Marker Wadden, met bedijking aan de westkant ter bescherming tegen golven door de dominante zuidwestenwind, en een meer open structuur aan de oostkant. Het hoofdeiland is toegankelijk voor bezoek via een kleine haven en de vier natuureilanden staan in het teken van de ontwikkeling van de ecologie van het Markermeer. (Illustratie: Boskalis) (c) Satellietfoto van de drie bassins uit 2019, waarin onze metingen plaatsvonden (Satellietdataportal, 2021).

gaan van opwerveling van fijn slib. Als het slib zou bezinken, zou het water helderder worden, zodat primaire productie kon profiteren van meer beschikbaar licht. Of het doorzicht in de waterkolom al verbeterde was echter lastig te bepalen in de eerste jaren, omdat de werkzaamheden zelf zorgden voor tijdelijke opwerveling van slib. Die werkzaamheden hadden alleen geen effect op drie geïsoleerde bassins waarin we wel metingen konden doen <sup>1c</sup>. Deze bassins van elk 3 tot 4 ha groot zijn in 2016 aangelegd voor onderzoek naar bouwen met slib en zijn simpelweg een deel van het Markermeer, omgeven door dijken. Dit heeft geleid tot drie oorspronkelijke delen van het meer van 2-4 m diep, waarin de wind minder invloed had. Drie jaar nadat deze bassins aangelegd zijn, hebben we (op 24 mei 2019) de ontwikkelingen van deze drie bassins onderzocht en vergeleken met drie controlelocaties aan de andere kant van de bedijkte bassins in het open water van het Markermeer. We hebben de chlorofyl-A-concentraties gemeten als maatstaf voor de hoeveelheid vrij zwevende algen,



**2** Tijdlijn van de ontwikkeling van de Marker Wadden 2015-2021, met per jaar een satellietfoto (Satellietdataportaal), gecombineerd met een grondfoto ter illustratie (auteurs).

**3** Observaties van de ontwikkelingen in de drie bassins en de drie controlelocaties in 2019 voor (a) vrij zwevende algen, (b) dierlijk plankton, (c) ondergedoken waterplanten en (d) benthische macrofauna (cijfers boven de kolommen geven het aantal soorten weer).

de dichtheden van dierlijk plankton groter dan 80 µm bepaald met fijnmazige netten, en waterplanten en benthische macrofauna bemonsterd om hun aanwezigheid en biomassa te bepalen. In de beschutte condities van de bassins veranderde het aquatische voedselweb aanzienlijk vergeleken met het open water **3a**. Bassin 1 verschoof naar een systeem dat nog meer gedomineerd werd door vrij zwevende algen dan het open water, waarbij het dierlijke plankton voornamelijk bestond uit roeipootkreeftjes en benthische macrofauna voornamelijk uit ringwormen. De primaire productie in dit bassin bleef sterk gedomineerd door vrij zwevende algen, waarschijnlijk omdat dit bassin het ondiepste bassin was (2-3 m) van de drie - waardoor ook minder wind nog steeds voor slibopwerveling kon zorgen **3b**. Daarentegen werden de iets diepere bassins (bassins 2 en 3, beiden 3-4 m diep) veel helderder, met lagere concentraties aan vrij zwevende algen, en verschoof de primaire productie relatief meer naar ondergedoken waterplanten, waaronder aarvederkruid, diverse soorten fonteinkruiden en kranswieren **3c**. In deze twee heldere bassins ontwikkelden zich met het blote oog waarneembare grote watervlooien die algen konden begrazen zonder daarbij door opwervend slib gehinderd te worden. Daardoor werd de hoeveelheid dierlijk plankton per hoeveelheid vrij zwevende algen veel groter dan in het open water **3b**. Met andere woorden, de primaire productie door vrij zwevende algen werd sneller opgenomen door het volgende trofische niveau. Recente bevindingen op de schaal van de hele Marker Wadden bevestigen dat de eilanden ervoor kunnen zorgen dat een groter deel van de primaire productie ten goede komt aan hogere trofische niveaus (Jin, 2021), wat het hele voedselweb van onderaf stimuleert. In de twee heldere bassins werd de benthische macrofauna relatief meer gedomineerd door geleedpotigen en weekdieren en waren veel larven van dansmuggen en waterslakken te vinden **3d**. Lokaal ontwikkelden zich hoge dichtheden van aasgarnaaltjes, die als voedsel kunnen dienen voor hogere trofische

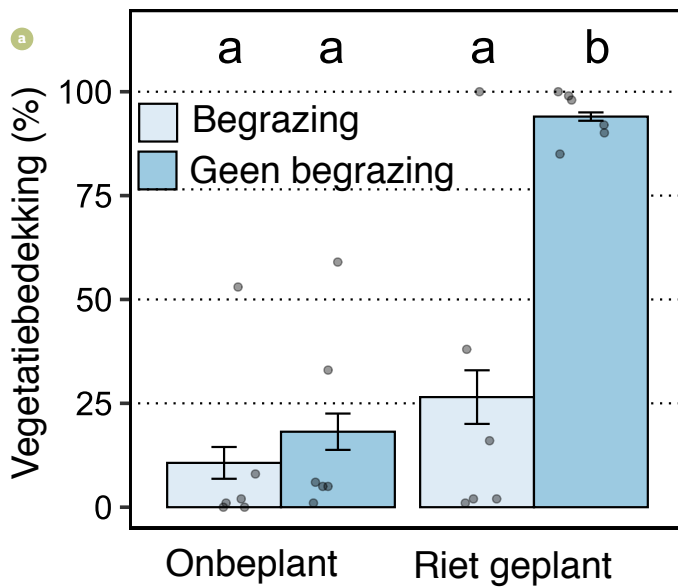


niveaus. Hoewel de bassins zich verschillend ontwikkelden, waarschijnlijk gerelateerd aan hun dieptes, laten deze vroege observaties zien dat het creëren van luwte tegen golven op het Markermeer binnen drie jaar grote effecten kan hebben op verschillende trofische niveaus in het aquatische voedselweb. Onze observatie in de bassins in 2019 dat waterplanten beschutte gebieden in het Markermeer snel kunnen koloniseren, komt overeen met de hogere dichtheden aan ondergedoken waterplanten aan de beschutte westzijde van het Markermeer dan in het geëxponeerde oosten (Vonk et al., 2019). Monitoring in 2020 tussen de eilanden van de Marker Wadden laat dan ook zien dat de onderwatervegetatie zich op diverse beschutte plekken goed begint te ontwikkelen. Van acht verschillende soorten ondergedoken waterplanten en vier soorten kranswieren zijn lage dichtheden aangetroffen. Dominante soorten zijn schedefonteinkruid, zittende zannichellia, gewoon kranblad en sterkranswier (Scirpus-Ecologisch-Advies, 2020). Voordat het Marker Wadden-project begon waren deze soorten amper te vinden in het oostelijk deel van het Markermeer (Vonk et al., 2019), waarschijnlijk door de combinatie van slecht doorzicht door opwervend slib,

4 Nieuw opgespoten land dat snel gekoloniseerd is door de pioniersplant moerasandijvie, met op de achtergrond vogelkijscherm 'Aalscholver'. (Foto: auteurs)

gebrek aan ondieptes en grote kans op ontworteling bij harde zuidwestenwind.

In de nieuw aangelegde moerassen binnen de ringdijken ontwikkelde zich al binnen één groeiseizoen vegetatie op de land-waterovergangen. Direct in het eerste jaar was vooral moerasandijvie dominant. Dit is een typische pioniersplant die makkelijk in ondiepe wateren kiemt en waarvan de zaden door de wind verspreid worden. Wilgen koloniseerden de drogere stukken land. Omdat het doel van het Marker Wadden-project was om een moeraslandschap te creëren in plaats van een wilgenbos, heeft Natuurmonumenten met hulp van vrijwilligers handmatig wilgen verwijderd. Tevens werd wilgenkieming beperkt door het beheer van waterniveaus tot 2020: door de waterstanden hoog te houden tijdens het seizoen waarin het wilgenpluis rondzweeft, werd de kieming van wilgenzaad deels voorkomen. Wortelstokken en zaad van riet en grote lisdodde werden actief geplant en gezaaid en beschermd tegen vraat van herbivoren. De combinatie van inplanten en bescherming tegen vraat van met name grauwe ganzen gedurende de eerste fase van vestiging bleken heel belangrijke randvoorwaarden voor succesvolle rietgroei (Temminck et al.,



2022) 5. Zonder bescherming tegen vraat in exclosures (afrastering) ontstonden lisdoddevelden waarin riet vrijwel ontbrak, terwijl in de natste delen helemaal geen riet of lisdodde overbleef. Inmiddels breidt riet zich langzaam uit vanuit de door exclosures beschermde kernen, voornamelijk op de iets drogere delen. Ook lijkt riet zich te hebben gevestigd in de kolonies van visdieven en kokmeeuwen uit de eerste jaren. Inmiddels zijn deze eerste kolonies verlaten en broeden deze kolonievogels elders op Marker Wadden, waarschijnlijk mede door de inmiddels hoog opgaande vegetatie, die hier voor een opvallend groot deel uit riet bestaat. De nieuwe eilanden bleken ook aantrekkelijk voor diverse vissoorten. Sportvisserij Nederland trof van 2018-2020 in totaal 22 vissoorten aan: drie stroomminnende soorten zoals winde, zes zoet-zout migrerende trekvissoorten zoals aal en spiering en negen soorten die in allerlei biotopen kunnen voorkomen, zoals blankvoorn, baars en pos. In lagere aantallen werden vier plantenminnende soorten gevonden, zoals snoek en kleine modderkruiper (Emmerik, 2020).

De verhoogde productiviteit in het voedselweb van Marker Wadden zorgde voor een toename aan voedsel voor vogels. Daarnaast boden de eilanden veilige broedplekken zonder predatie van landzoogdieren. Binnen drie jaar werden daarom veel vogelsoorten op de Marker Wadden waargenomen. De waargenomen hoge insectendichtheden waren hoogstwaarschijnlijk aantrekkelijk voor soorten zoals de oeverzwaluw (met pieken van 20.000 doortrekkende individuen), die bovendien leek te profiteren van de afgekalfde zandduinen voor nestplekken. De slobend (pieken van 3.000) en kluit (pieken van 1.000) werden foeragerend gezien in de

## Dit project kan dienen als voorbeeld van een nieuwe vorm van ecosysteemherstel

5 (a) Percentage bedekking door moerasvegetatie na 1 groeiseizoen (september 2018), afhankelijk van beplanting met riet (wel of niet) en begrazing (wel of niet). Vegetatie ontwikkelde zich significant beter met beplanting en zonder begrazing (behandelingen met dezelfde letters verschillen niet significant van elkaar). (b) Illustratieve veldfoto van de behandelingen. Links een proefvak waar riet is aangeplant, rechts een proefvak waar ook riet is geplant, maar inmiddels weggegraasd door watervogels.

warme, productieve en ondiepe wateren waarin macrofauna in hoge dichtheden voorkwam. 2 % van de trekkende populaties zwarte stern en visdief bezocht de eilanden in de periode 2017-2019 (Van der Winden, 2019). Voor de bontbekplevier en de visdief werd meer dan 10 % van de landelijke populatie geteld. Veel van deze vogelsoorten waren eerder aanwezig op het Markermeer, maar in veel lagere aantallen. Sommige soorten zijn ook sinds lange tijd voor het eerst waargenomen. Zo hebben de lachstern en ijseend nesten met kuikens gehad – wat voor de lachstern al decennia geleden was en voor de ijseend het eerste vastgestelde broedgeval in Nederland betrof.

### De toekomst van innovatief ecosysteemherstel

Samenvattend hebben we al binnen enkele jaren een grote toename van soorten gezien op meerdere trofische niveaus, met een ontwikkeling van een simpeler voedselweb naar een rijker en complexer voedselweb met hogere diversiteit. De grotere verscheidenheid aan abiotische omstandigheden met variatie in waterdieptes, geleidelijke land-waterovergangen, variatie in sedimenttypes en mate van beschutting, bieden de mogelijkheid aan verschillende soorten om samen te leven. Marker Wadden

voegt daarmee nieuwe elementen toe die karakteristiek zijn voor ondiepe meren in gematigde zones, maar door het indijken van het Markermeer nauwelijks nog aanwezig waren.

Al kunnen we het dynamische, rijke estuarium van de Zuiderzee in Nederland niet herstellen, de ontwikkelingen op Marker Wadden lijken wel de biodiversiteit een stimulans te geven en natuurwaarden deels te herstellen. Om die reden kan dit project dienen als voorbeeld van een nieuwe vorm van ecosysteemherstel, waarbij de natuurwaarden van een gebied (deels) hersteld en verder ontwikkeld kunnen worden door ruimte te maken voor natuurlijke processen die passen bij het ecosysteem dat er ontstaan is door menselijke activiteiten. ■

## Literatuur

**Emmerik, W.A.M. van, 2020.** Vismonitoring Marker Wadden. Bilthoven.

**Jin, H., 2021.** Restoring aquatic food webs bottom-up: Improving trophic transfer through lake restoration project Marker Wadden. PhD thesis, Wageningen University & Research, Wageningen.

**Leeuwen, C.H.A. van, R.J.M. Temmink, H. Jin, Y. Kahlert, B.J.M. Robroek, M.P. Berg, L.P.M. Lamers, M. den Akker, R. Posthoorn, A. Boosten, H. Olf & E.S. Bakker, 2021.** Enhancing ecological integrity while preserving ecosystem services: Constructing soft-sediment islands in a shallow lake. *Ecological Solutions and Evidence* 2. doi.org/10.1002/2688-8319.12098.

**Noordhuis, R., 2014.** Waterkwaliteit en ecologische veranderingen in het Markermeer-IJmeer. *Landschap* 31:13-22.

**Riel, M.C. van, J.A. Vonk, R. Noordhuis & P.F.M. Verdonchot, 2019.** Novel ecosystems in urbanized areas under multiple stressors: Using ecological history to detect and understand ecological processes of an engineered ecosystem (lake Markermeer). *Freshwater ecosystems*, Wageningen Environmental Research, Wageningen.

**Satellietdataportaal, 2021.** SuperView Satellite - distributed by SpaceWill; Tripesat ©21AT\_2017-2018, distribution 21AT, Netherlands Space Office, www.beeldmateriaal.nl

**Scirpus-Ecologisch-Advies, 2020.** Waterplantenkaartering Marker Wadden.

**Temmink, R.J.M., M. van den Akker, C.H.A. van Leeuwen, Y. Thöle, H. Olf, V.C. Reijers, S.T.J. Weideveld, B.J.M. Robroek, L.P.M. Lamers & E.S. Bakker, 2022.** Herbivore exclusion and active planting stimulate reed marsh development on a newly constructed archipelago. *Ecological Engineering* 175:106474.

**Vonk, A., M. Verhofstad & H. van der Geest, 2019.** Ondergedoken waterplanten in het Markermeer: vragen en antwoorden. University of Amsterdam, Amsterdam.

**Winden, J. van der, 2019.** Ecologisch onderzoek Marker Wadden 2016 - 2019 Tussenrapportage fase 1.0. Utrecht.



6 Zicht vanuit vogelkijkhut 'De Steltloper', augustus 2021. Gradienten in abiotische omstandigheden zoals deze geleidelijke land-waterovergangen bieden ruimte aan veel verschillende soorten. (Foto: auteurs)

**Casper van Leeuwen<sup>1,2</sup>**  
c.vanleeuwen@nioo.knaw.nl

**Ralph Temmink<sup>2,3</sup>, Hui Jin<sup>1</sup>, Yvonne Kahlert<sup>4</sup>, Bjorn Robroek<sup>2</sup>, Matty Berg<sup>4,5</sup>, Leon Lamers<sup>2</sup>, Marloes van den Akker<sup>2</sup>, Roel Posthoorn<sup>6</sup>, Annemiek Boosten<sup>6</sup>, Han Olf<sup>4</sup>, Elisabeth Bakker<sup>1,7</sup>**

<sup>1</sup> Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW)

<sup>2</sup> Radboud Universiteit

<sup>3</sup> Utrecht Universiteit

<sup>4</sup> Rijksuniversiteit Groningen

<sup>5</sup> Vrije Universiteit Amsterdam

<sup>6</sup> Natuurmonumenten

<sup>7</sup> Wageningen University & Research

## SUMMARY

### A new form of ecosystem recovery through Marker Wadden

Lake Markermeer in the Netherlands is an example of a degrading aquatic ecosystem that cannot be restored to its original characteristics for socio-economic reasons, including water safety. The lake was created by closing off an estuary to protect it against floods, and therefore lacks elements that characterize natural lakes. The last decades the ecological quality of Lake Markermeer diminished, leading to the initiation of a nature-based solution in 2016: the construction of a five-island archipelago, "Marker Wadden", from the lake's soft sediments. The Marker Wadden-project used an engineering approach to add missing natural elements to the lake: gradual land-water transitions, heterogeneity in water depths, and shelter against windswept waves and sediment resuspension. This stimulated the food web bottom-up by improving primary production and trophic transfer of this productivity to higher trophic levels. This project illustrates how forward-looking development of lake ecosystems using a rewilding approach can be achieved while maintaining existing ecosystem services.