

# Metten is weten

## Twintig jaar B-WARE

In ruim twintig jaar tijd is Onderzoekcentrum B-WARE uitgegroeid tot een zelfstandig opererende organisatie in het werkveld van natuurherstel en -ontwikkeling. In dit themanummer van *Landschap* blikken we terug. Wat hebben we de afgelopen twintig jaar bijgedragen aan het Nederlandse natuur- en waterbeheer? Ook kijken we vooruit naar de uitdagingen die voor ons liggen.

B-WARE staat voor Biogeochemical Watermanagement and Applied Research on Ecosystems. Aan de wieg van B-WARE stond prof dr. Jan Roelofs, die het onderzoekcentrum in 2002 oprichtte als spin-off van de toenmalige afdeling Aquatische ecologie en Milieubiologie van de Radboud Universiteit Nijmegen. Dit deed hij samen met prof. dr. Bert Hennipman (Universiteit Utrecht), die ervaring had met het opzetten van een bedrijf. Er waren twee aanleidingen voor de spin-off: in de eerste plaats kwamen er steeds vaker vragen van beheerders en beleidsmakers over milieuproblemen en natuurherstel die niet in de lopende onderzoeken konden worden ondergebracht. In de tweede plaats waren er te weinig mogelijkheden om getalenteerde onderzoekers een vaste baan binnen de afdeling te bieden. Het doel was toegepast onderzoek vanuit een wetenschappelijke basis, om het functioneren van natuursystemen beter te begrijpen en advies te geven over natuurontwikkeling en -herstel. Ruim twintig jaar na dato houdt B-WARE zich hier nog steeds mee bezig.

### Onderscheidende aanpak

B-WARE doet toegepast onderzoek naar de biogeochemische en ecologische basis van natuursystemen, in een vaak sterk door mensen beïnvloede

omgeving. Meestal is een concreet probleem de aanleiding om onderzoek te doen, zoals de achteruitgang van leefgebieden en/of die van specifieke soorten, of waterkwaliteitsproblemen zoals blauwalgenbloei. Uitgangspunt van B-WARE is dat biogeochemische processen van grote invloed zijn op het functioneren van systemen. Een beter begrip van deze processen draagt bij aan het kiezen van de juiste beheer- of herstelmaatregelen. Een voorbeeld is de grote invloed van biogeochemische processen in de waterbodem op de waterkwaliteit van watersystemen (zie Smolders et al., dit nummer).

B-WARE heeft tot nu toe ruim 2.500 verschillende projecten uitgevoerd in het kader van herstelbeheer, in diverse natuurgebieden in nagenoeg heel Nederland (figuur 1A, groene en blauwe punten). Het gaat hierbij om zowel terrestrische als aquatische systemen in zand-, heuvel-, duin- en kust-, laagveen-, zeeklei-, rivieren-, beekdal- en cultuurlandschappen en in (grote) wateren. Ook wordt regelmatig onderzoek uitgevoerd in meer kunstmatige systemen zoals drinkwaterbekkens, zandwinplassen, helofyten-filters, (stads)vijvers of sloten. In de beginjaren van B-WARE werd veel onderzoek gedaan aan verzuurde systemen zoals vennen en heischrale graslanden en naar fosfaatproblematiek in bodem- en water. In de



## Waarom onderzoek laten uitvoeren door B-WARE?

**Staatsbosbeheer:** “Wij benaderen B-WARE vaak met vragen over natuurontwikkeling. Bijvoorbeeld bij functieverandering van verdroogde, vermeste en intensief gebruikte percelen. Wat kun je dan qua natuurontwikkeling bereiken, vanuit de bodem gezien? Dat zijn de projecten waar het na uitvoeren van onderzoek en maatregelen bijna altijd beter wordt. Andere vragen gaan bijvoorbeeld over meer complexe gebieden die al natuurgebied zijn en waar bepaalde problemen aan de oppervlakte komen die een relatie lijken te hebben met bodem-, water- of waterbodemkwaliteit.”

**Natuurpunt:** “Het uitstrooien van maaisel na ontgronden was tien jaar geleden nogal een taboe in Vlaanderen; dat vond men floravervalsing. Ik ben meer van de Nederlandse mentaliteit dat je ook moet durven uitproberen - na goed vooronderzoek. Daarin heeft B-WARE voor ons een grote rol gespeeld. We hebben het vrij breed toegepast: we hebben bijvoorbeeld ook via zaad individuele soorten ingebracht. We zijn daar zeer tevreden over en zien dat het zeker bijdraagt tot herstel. Onze aanpak heeft ook anderen geïnspireerd en daarmee is enige koudwatervrees de wereld uit geholpen.”

**Limburgs Landschap:** “B-WARE is een pionier. Ze hebben veel onontgonnen gebied verkend en leren kennen. B-WARE zit op de abiotiek, de bodemchemie en is van vroeger uit vooral gespecialiseerd in flora. Maar andere aspecten zijn ook van belang, bijvoorbeeld de effecten op insecten. Er zit nog een heel ander systeem aan vast. Gelukkig zoeken ze samenwerking met andere partijen en vice versa, waardoor ze in de rapportages ook bijvoorbeeld het fauna-aspect meenemen.”

loop van de jaren kwam er ook steeds meer aandacht voor onderzoek in gebieden waar mogelijk nieuwe natuur ontwikkeld kan worden, vaak op (voormalige) landbouwgronden die grenzen aan natuurgebieden (figuur 1A, oranje punten).

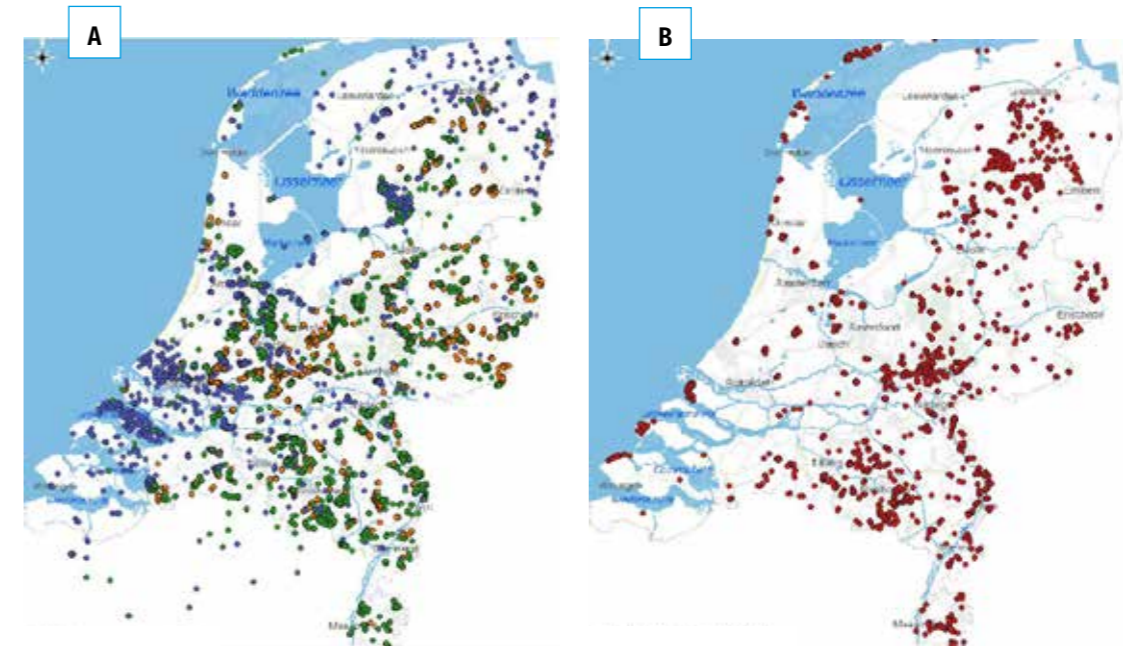
De diversiteit aan onderzoeksprojecten heeft niet alleen geleid tot veel nieuwe inzichten over sturende processen en effecten van bepaalde beheermaatregelen, maar ook tot een enorme verzameling van (referentie)data (o.a. de database GRIP, figuur 1B; zie ook Brouwer et al., dit nummer) en een uitgebreid archief met gedroogd bodemmateriaal. Behalve in Nederland doet B-WARE ook onderzoek in België en Duitsland; en incidenteel in andere landen binnen en buiten Europa.

## Beperken en samenwerken

Het idee leeft soms dat B-WARE alleen de abiotiek op de standplaats onderzoekt, maar dat is een misvatting. We onderzoeken de fysisch-chemische samenstelling van bodem en water, maar ook hoe deze zich verhouden tot (micro)biologische processen, hoe deze weer van invloed zijn op soorten en wat dit dan betekent op systeemniveau. In de doorvertaling naar soorten richten wij ons vaak op vegetatie, omdat deze sterk afhankelijk is van standplaatscondities en planten op hun beurt weer voorwaarden voor andere soorten creëren.

Specialisatie heeft voordelen, maar aan bepaalde vragen van opdrachtgevers kunnen we niet goed invulling geven. Als er voor een onderzoeksproject expertise nodig is op het vlak van bijvoorbeeld dierecologie, fytoplankton, e-DNA, bodemleven of modellering van water- en/of stofstromen zoeken we samenwerking met gespecialiseerde partners.

B-WARE bevindt zich op de Campus in Nijmegen en deelt verschillende faciliteiten met de Radboud Universiteit. Met RIBES (Radboud Institute for Biological and Environmental Sciences) hebben we een structurele samenwerking op het vlak van onderzoek en onderwijs. Het toegepaste onderzoek van B-WARE is ook voor de universiteit van groot belang omdat het kansen biedt om nieuwe fundamenteel-wetenschappelijke inzichten te verifiëren en – de andere kant op – om nieuwe kennis uit fundamenteel onderzoek snel zijn weg te laten vinden naar de beheerpraktijk. Bij de toepassing worden ook vaak nieuwe kennislacunes ontdekt, die weer kunnen leiden tot nieuw fundamenteel onderzoek. Deze manier van werken en ontwikkelen geeft een belangrijke, maar voor de buitenwereld soms ook lastige dynamiek, waarbij de ‘waarheid’ van gisteren niet meer altijd de ‘waarheid’ van vandaag is. Het kennisveld is dan ook continu in beweging.



**Figuur 1** Overzicht van B-WARE-projecten. A: projecten op het gebied van natuurherstel in (semi)terrestrische systemen (groen), aquatische systemen (blauw) en natuurontwikkeling (oranje). B: projecten waarbij de koppeling tussen vegetatie en chemie is gemaakt (GRIP-database).

**Figure 1** Overview of B-WARE projects in the Netherlands. A: projects in the context of nature restoration of (semi) terrestrial systems (green), aquatic systems (blue) and nature development (orange). B: projects where both vegetation and chemistry were determined (GRIP database).

In 2023 zijn onderzoekcentrum B-WARE en de afdeling Ecologie een nieuw kennisinstituut gestart: ‘GEMCE’ (Greenhouse gas Emission and Mitigation Centre of Expertise). Binnen GEMCE wordt fundamenteel en toegepast onderzoek uitgevoerd naar de uitstoot van broeikasgasemissies en de rol van biogeochemische processen en natuurbeheer (zie Van Dijk et al., dit nummer). Waar mogelijk zoekt B-WARE ook aansluiting en samenwerking met Natuurplaza Nijmegen, een samenwerkingsverband van vijf sterk gespecialiseerde organisaties (RAVON, FLORON, SOVON, Stichting Bargerveen en de Zoogdierverseniging) dat zich bezighoudt met de ontwikkeling en verspreiding van toepasbare kennis voor natuurbeheer.

## Metten is weten!

Metten is weten: dat is ons adagium. Zonder gegevens

## Waarom heeft B-WARE de afgelopen twintig jaar een belangrijke rol gespeeld?

**Kennisnetwerk OBN:** “B-WARE heeft onder meer aan de basis gestaan van het vennenonderzoek. Twintig jaar geleden was het herstel van vennen urgent voor OBN. Intussen is er op dat vlak met succes heel veel gebeurd, zoals baggeren, inlaten van kalkrijk water of juist niet, hydrologisch isoleren, et cetera. Daar hebben OBN en B-WARE veel in betekend.”

**Limburgs Landschap:** “Heel veel soorten van zwak gebufferde vennen die verdwenen waren, zijn weer teruggekomen, zoals pilvaren, moerashertshooi, oeverkruiden en vlottende bies. Daar heeft B-WARE aan meegewerkt. Die vennen zijn nu zo’n twintig jaar oud en nu komt de volgende fase van onderzoek: hoe houden we het mooi?”

**Natuurpunt:** “B-WARE is belangrijk geweest voor het herstel van kwetsbare verzuringsgevoelige habitats: heischraal grasland en blauwgrasland, zwak gebufferde wateren en laagveenplassen. Onderzoekers van B-WARE publiceren regelmatig in o.a. De Levende Natuur en zijn regelmatig op symposia. Dan merk je dat daar heel veel kennis zit.”



### Zou B-WARE landschapsecologische systeemanalyse (LESA) moeten gaan doen?

**Limburgs Landschap:** “Ik weet niet of B-WARE daar de expertise voor heeft. Ze zijn heel sterk in abiotiek en flora, daarmee hebben ze al belangrijke elementen voor het opstellen van een LESA in huis.”

**Kennisnetwerk OBN:** “Voor een goede LESA is het werk van B-WARE nodig. Je kunt het landschap pas goed in kaart brengen als je processen in de bodem en het water probeert te begrijpen. Maar die expertise moet voor een LESA door anderen worden aangevuld.”

**Natuurpunt:** “Je hoeft niet in alles specialist te zijn, maar je moet als onderzoeksbureau wel de overwegingen of risico's vermelden van bepaalde beheeradviezen en herstelmaatregelen. Als B-WARE bijvoorbeeld adviseert om 20 of 30 cm af te graven, moet je je als opdrachtgever realiseren dat je daarmee ook de hydrologie verandert. Het onderzoek van B-WARE alleen is voor ons niet leidend, het is voor ons onderdeel van een landschapsecologische benadering, waaronder de LESA.”

**Staatsbosbeheer:** “Wat B-WARE doet is heel relevant op het vlak van bodemkwaliteit, bodemchemie en hydrochemie. Maar om er echt landschapsecologie van te maken? Dan moet op zijn minst de hydrologische component er tegenaan worden gezet, en daar heb je ook anderen bij nodig. Dan kom je zo geleidelijk tot zo iets als een LESA.”

en zonder kwantitatieve analyse daarvan zijn inzichten en adviezen niet goed te onderbouwen. Onderzoekcentrum B-WARE is volledig ingericht en uitgerust om zelfstandig onderzoek uit te kunnen voeren, van bemonstering en analyse tot rapportage. In de prille beginjaren van B-WARE waren er geen of nauwelijks eigen materialen en middelen om onderzoek uit te voeren en was B-WARE afhankelijk van het instrumentarium van de universiteit. In de loop van de jaren is er veel geïnvesteerd in eigen onderzoeksfaciliteiten. Anno 2024 beschikt B-WARE onder meer over een goed uitgerust veldteam, een eigen laboratorium en onderzoeksfaciliteiten zoals klimaatkamers. Goede onderzoeksfaciliteiten zijn van groot belang om de betreffende natuursystemen goed te kunnen bemonsteren. We maken gebruik van veel verschillende technieken en methoden. Naast diverse gangbare methoden gebruiken we ook specialistische technieken zoals poreuze keramische cups om poriewater uit (water)bodems te verzamelen. Daarnaast beschikt B-WARE over geavanceerde meetapparatuur. De meest geavanceerde apparatuur wordt beheerd samen met het Gemeenschappelijk Instrumentarium (G.I.) van de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica (FNWI) van de Radboud Universiteit (zie referenties). Om een hoge kwaliteitsstandaard van meetgegevens te realiseren (en te handhaven) investeren we niet alleen in goede apparatuur, maar ook in een goede organisatie van processen en controles (zoals protocollen en ringonderzoeken waarbij meetgegevens van veel verschillende laboratoria met elkaar worden vergeleken).

### B-WARE in cijfers

In 2002 begon B-WARE met vier onderzoeksprojecten. De laatste jaren voert B-WARE jaarlijks circa 200 verschillende projecten uit, die variëren in onder-

zoeksinspanning, looptijd en projectbudget. Onze opdrachtgevers zijn partijen met een rol in het natuur- en waterbeheer of -beleid: overheden (provincies, gemeenten, waterschappen), Rijkswaterstaat, drinkwaterbedrijven en terreinbeherende organisaties (tbo's). Ook worden regelmatig onderzoeksprojecten uitgevoerd binnen de regeling OBN-natuurkennis (Kennisnetwerk OBN, ministerie van LNV, VBNE, BIJ12). B-WARE is in verschillende opzichten meegegroeid met de toename van vragen vanuit natuur- en waterbeheer. De capaciteit van de onderzoeksfaciliteiten is groter geworden en het aantal medewerkers is gegroeid van 2 in 2002 naar ruim 40 in 2024 - al werd in de periode 2013-2016 de groei wat geremd, onder meer door meer overheidsbezuinigingen op natuurbeleid (Buijs et al., 2014).

### Adviezen in de praktijk

De onderzoeksrapporten van B-WARE worden door de nadruk op scheikundige processen nog wel eens als ingewikkeld ervaren. Deze processen zijn echter de basis om de werking van systemen goed te kunnen doorgronden. In de rapporten wordt altijd een vertaling gemaakt vanuit de biogeochemische processen naar concrete adviezen die in de praktijk kunnen worden toegepast.

Over het algemeen worden de uitkomsten en adviezen goed ontvangen. In de praktijk is de uitvoering van voorgestelde maatregelen echter niet altijd haalbaar. Opdrachtgevers en beheerders moeten ook rekening houden met allerlei andere factoren op uitvoeringstechnisch, politiekmaatschappelijk, juridisch en financieel vlak. Voor verzuringsgevoelige systemen op droge zandgronden bijvoorbeeld is het met de hoge atmosferische stikstofdeposities in Nederland niet eenvoudig om praktisch toepasbaar advies te geven voor herstelbeheer (zie Weijters & Bobbink, dit nummer). In deze gevallen beschrijven

### Wat zijn sterke en/of minder sterke punten van B-WARE?

**Staatsbosbeheer:** “B-WARE begon al met de ecologische kennis, het overzicht en het commitment van de Radboud Universiteit. En dat is uitgebreid met tools voor het praktische werk, voor inrichtingsvraagstukken die altijd in weinig tijd moeten worden beantwoord. Dat is een hele krachtige combi. Er zijn natuurlijk meer instituten die zich hiermee bezighouden, maar het sterke punt van B-WARE is hun specialisatie in bodemkwaliteit en waterbodemkwaliteit, dat ze over goede analyse-apparatuur beschikken én goede keuzes maken in analysemethoden.”

**Kennisnetwerk OBN:** “Het onderzoek aan bodemchemie heeft zich de laatste vijf jaar meer ontwikkeld richting bodemleven. Dat bodemleven, daar valt voor B-WARE nog veel in te leren.”

**Limburgs Landschap:** “De schaal waarop je een advies inzet is van belang voor het succes. Het is in de praktijk niet altijd mogelijk om advies van B-WARE op grote schaal op te volgen. Zo adviseerde B-WARE diepkalken om verjonging van jeneverbes te stimuleren. Maar hoe pas je dat toe in de praktijk? Daar zijn wij als beheerders goed in. We hebben rond twintig tot dertig jeneverbessen tien gaten geboord, de bodem eruit gehaald, gemengd met de mineralen die in de bessen afwezig waren en vervolgens de grond terug gebracht. Het werkt: na een aantal jaren was in deze bessen een kwaliteitsverbetering zichtbaar en na tien jaar hebben we dit voorjaar veel verjonging gezien. Maar zoiets kun je niet op grote schaal toepassen.”

we de verschillende keuzes en opties uitgebreid, als uitgangspunt waarmee opdrachtgever en/of beheerder verder kunnen in de besluitvorming.

### Kennisontwikkeling en -overdracht

B-WARE geeft sinds 2014 verschillende cursussen om kennis te verspreiden. Nieuw ontwikkelde kennis wordt gekoppeld aan de actualiteit en de vraag vanuit het werkveld. Op dit moment, voorjaar 2024, geven we de cursussen ‘Van landbouw naar natuur: handvatten voor ontwikkeling op systeem- en perceelniveau’, ‘Stikstofdepositie en natuur: effecten en herstelmaatregelen’ en ‘Waterkwaliteitsproblemen: de sturende rol van de waterbodem’. Ook dragen we bij aan onderwijs op de Radboud Universiteit en verschillende hbo-opleidingen. Daarnaast geven we

**Figuur 2** (pagina hiernaast) Emiel Brouwer en Fons Smolders, mede-oprichters en de eerste onderzoekers van B-WARE in 2002.

**Figure 2** (opposite page) Emiel Brouwer and Fons Smolders: cofounders and the first researchers of B-WARE Research Centre in 2002.



### Zijn de adviezen altijd haalbaar?

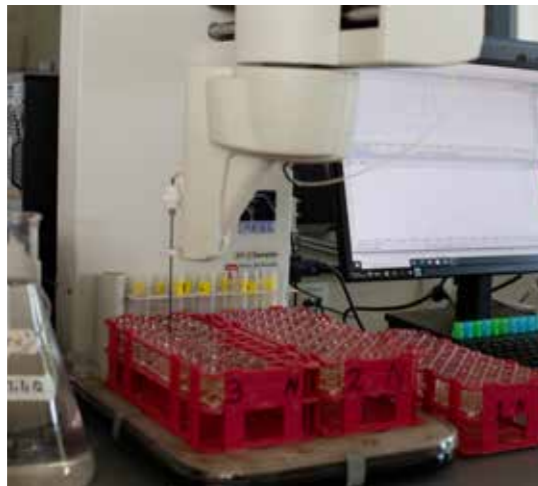
**Kennisnetwerk OBN:** “Bij het beheer van heischrale graslanden in Limburg zie je duidelijk de invloed van B-WARE. Onderzoek heeft geleid tot beter begrip waarom iets wel of niet werkt en wat je dus kunt doen. Zo heeft B-WARE in belangrijke mate bijgedragen aan het onderzoek naar de toepassing van steenmeel. Soms blijkt dat natuurherstel heel lastig is. We zitten soms aan de grenzen van onze mogelijkheden. Bij de heischrale graslanden is de verzuring zo ver gevorderd dat het moeilijk meer te herstellen is.”

**Staatsbosbeheer:** “Vernatting leidt tot ingewikkelde processen. Zo heeft vernatting goed uitpakkt voor bijvoorbeeld de grutto, maar in de sloten juist tot een behoorlijke verslechtering van waterkwaliteit geleid. Het valt niet allemaal in een keer perfect op zijn plek. Dan kun je eindelijk iets doen tegen de verdroging en dan neem je misschien iets te grote stappen. We hebben niet alle antwoorden gevonden, maar zijn wel verder gekomen.”

**Limburgs Landschap:** “De rapporten zijn geen eenvoudige kost. Het is heel veel bodemchemie. De wetenschapper is vooral een theoreticus, die soms heel diep op de materie ingaat en een beheerder is vooral met zijn handen bezig. Daar zit een behoorlijke kloof tussen en soms krijg je een advies waar je als beheerder niets mee kunt. Als het advies is om de grondwaterstand een halve meter te verhogen en je zit in agrarisch gebied, dan kun je dat wel willen maar dan gaat dat niet lukken. Dan zoeken we in overleg met elkaar welke mogelijkheden er wel zijn. We hebben in de loop der jaren geleerd om elkaars taal te spreken.”

**Figuur 3** B-WARE beschikt over een eigen laboratorium en onderzoeksfaciliteiten.

**Figure 3** B-WARE has its own laboratory and research facilities.



regelmatig lezingen en publiceren we in nationale en internationale vakbladen. Voor medewerkers van B-WARE bestaat er de mogelijkheid om te promoveren op onderzoeken die zij vanuit B-WARE hebben uitgevoerd. Dit heeft tot nu toe geleid tot twee proefschriften (Van Diggelen, 2015 en Van Dijk, 2017) en verschillende zijn op dit moment in ontwikkeling. Prof. dr. Fons Smolders is behalve B-WARE-onderzoeker ook bijzonder hoogleraar Applied Biogeochemistry aan de Radboud Universiteit en begeleidt promovendi vanuit zowel B-WARE als de universiteit. Tot slot zijn verschillende medewerkers van B-WARE als gastmedewerker verbonden aan de afdeling Ecology van de Radboud Universiteit.

### Is het werk ooit klaar?

De missie van B-WARE is de natuur- en waterkwaliteit te verbeteren met kennisontwikkeling. Theoretisch betekent dit dat ons huidige werk grotendeels ophoudt op het moment dat de natuur in voldoende mate hersteld en beschermd is en voldoende robuust in relatie tot drukfactoren. We hopen dit punt te gaan bereiken, maar op dit moment zien we nog verschillende grote uitdagingen voor ons. De hoeveelheid milieuvreemde stoffen in onze (water) systemen, de uitstoot van stikstof en broeikasgassen, de stijgende zeewaterspiegel, bodemdaling en het verlies van biodiversiteit zijn helaas nog steeds actueel. De afgelopen decennia is ontzettend veel kennis ontwikkeld, is er bewustwording op gang gekomen en zijn tal van maatregelen genomen. Dat is positief, maar is nog niet voldoende. Er zijn meer maatregelen nodig om als maatschappij beter in balans te komen met onze natuurlijke leefomgeving. Gewoontes doorbreken (of beter gezegd: wennen aan nieuwe gewoontes) kost tijd, zeker als die gewoontes al tientallen of honderden jaren bestaan. Zoals het droogleggen, draineren en versneld afvoeren

van water, wat in Nederland al meer dan 1000 jaar de praktijk is. Met een veranderend klimaat en toenemende periodes van droogte is de uitdaging nu juist om méér water vast te houden. Dit vereist een andere manier van denken, land inrichten en (water) beheren. Er zijn gelukkig ook hoopgevende voorbeelden waaruit blijkt dat we als maatschappij ook snel iets kunnen bereiken, zoals de maatregelen

die in de jaren 1980 binnen relatief kort tijdbestek genomen werden om zure regen als gevolg van zwaveluitstoot tegen te gaan.

Wat de toekomst ons mag brengen weet niemand, maar zo lang het nodig is zullen wij vanuit B-WARE ons best blijven doen om met kennisontwikkeling bij te dragen aan behoud, herstel en ontwikkeling van onze natuurlijke leefomgeving.

### Summary

#### To measure is to know. Twenty years of B-WARE

Piet-Jan Westendorp & José van Diggelen

[applied research, biogeochemistry, nature restoration, water management](#)

B-WARE Research Centre was founded in 2002 and has developed into an independent organization focused on nature restoration and development. In this special issue we look back and wonder: what did we contribute to the Dutch nature conservation and water management over the past twenty years?

This article is an introduction on this special issue and gives insight into the main goals and functioning of our company, but also an external view was given by a few of our clients. Furthermore, we look ahead towards future challenges and opportunities.

### Literatuur

**Buijs, A., Mattijssen, T. & Arts, B. (2014).** “The man, the administration and the counter-discourse”: An analysis of the sudden turn in Dutch nature conservation policy. *Land Use Policy* 38, 676-684.

**Radboud Universiteit (z.d.).** Gemeenschappelijk Instrumentarium. Geraadpleegd mei 2024, van <https://www.ru.nl/fnwi/gi/faciliteiten-activiteiten/element-analyse/>

**Van Diggelen, J.M.H. (2015).** *Human impact on peatlands: from biogeochemical issues towards sustainable land use options.* PhD thesis, Radboud University Nijmegen.

**Van Dijk, G. (2017).** *Peatlands affected by biogeochemical stressors. Consequences of increased salinity and nitrate levels for biogeochemical cycling, microbiological pathways, ecohydrology and biodiversity.* PhD thesis, Radboud University Nijmegen.