



foto Ralph Temmink

1

# Nabootsen van de natuur

## Afbreekbare aardappelmatjes ondersteunen ecosysteemherstel

Wetlands die worden gedomineerd door planten, zoals kwelderplanten, zeegrassen en veenmossen, leveren belangrijke leefgebieden met een hoge biodiversiteit en veel belangrijke ecosystemendiensten. Wereldwijd is het oppervlak van deze systemen afgelopen eeuw echter gehalveerd door menselijke activiteiten zoals veranderd landgebruik, drainage of overexploitatie. Herstel is extra lastig omdat deze ecosystemen afhankelijk zijn van biobouwers die langzaam hun omgeving veranderen, waardoor deze geschikter wordt voor hun vestiging en overleving. In een vierjarig onderzoek bekeken we de mogelijkheid om vestiging van biobouwers met biologisch afbreekbare matrixstructuren te vergroten en versnellen en zo natuurherstel een kickstart te geven.

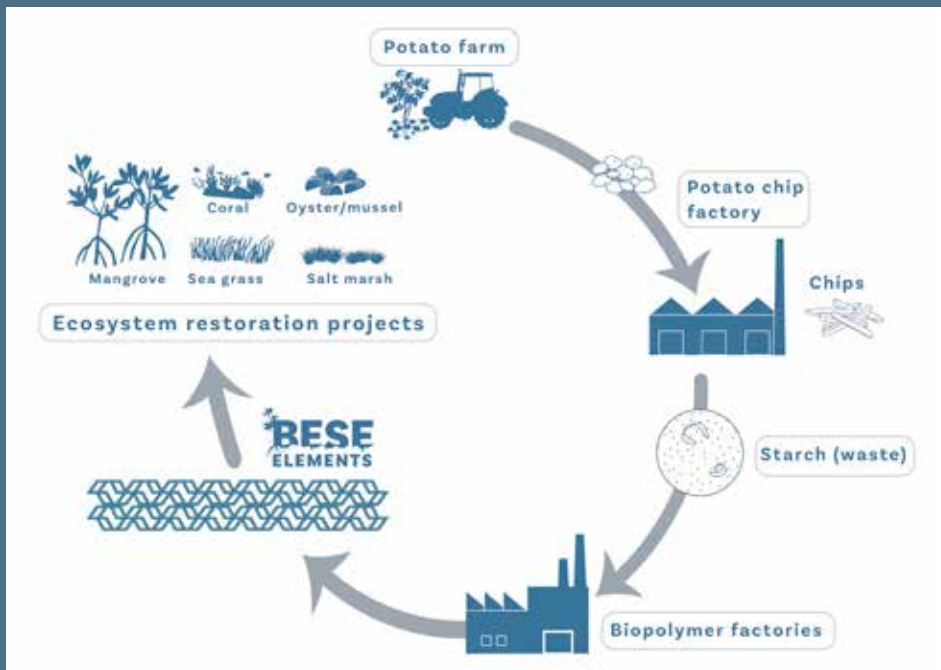
— Karin Didderen<sup>1</sup>, Ralph J.M. Temmink<sup>2,3,5</sup>, Wouter Lengkeek<sup>1,2</sup>, Tjisse van der Heide<sup>2,3</sup>, Leon P.M. Lamers<sup>2</sup>, Tjeerd J. Bouma<sup>3,5</sup>, Greg S. Fivash<sup>3</sup>, Marjolijn J.A. Christianen<sup>4</sup> (1 Bureau Waardenburg/ BESE, 2 Radboud Universiteit, 3 NIOZ, 4 WUR 5 Universiteit Utrecht)

> Ondanks het toenemende besef van het belang van wetlands voor biodiversiteit en mensen, is een groot oppervlak aan wetlands de afgelopen eeuw verloren gegaan of aangetast. Herstel van deze systemen is moeilijk, omdat ze vaak gedomineerd worden door biobouwers. Biobouwers zijn organismen die hun omgeving veranderen in hun eigen voordeel en dat van anderen. De vestigingskans van deze soorten is afhankelijk van facilitatie en de eigenschappen van biobouwers die deze ecosystemen domineren (afbeelding 1). Het idee om tijdelijke hulpstructuren in te zetten voor natuurherstel ontstond in het veld. Op een kale zandplaat in een estuarium hebben jonge kwelderplantjes of jonge mosselen het zwaar door de continue aanval van golven en stroming.

De natuurlijke vestiging vindt plaats in de luwte van bestaande kweldervegetaties en mosselbanken, terwijl ze op een nieuwe en kale locatie direct wegspoelen. Hoe herstel je een ecosysteem als bij het verdwijnen van natuur ook de luwte is verdwenen en daarmee het geschikte vestigingsklimaat? Kun je de benodigde luwte, aanhechting en bescherming nabootsen met een tijdelijke structuur? Met deze vragen in ons achterhoofd startten we experimenten met biologisch afbreekbare structuren, BESE-elements®, in kwelders, zeegrasvelden en hoogvenen in Nederland, Zweden, Bonaire en de Verenigde Staten. Binnen de eerste reeks van experimenten lag de nadruk op de vraag of een afbreekbaar matje (zie kader) dat natuur nabootst iets oplevert voor natuur op een nieuwe locatie, in vergelijking met eenzelfde situatie zonder matje.

### Herstel van kwelders en zeegras

Het idee is dat een jong zeegras- of kwelderplantje door de nagebootste stengels of wortels beschermd kan opgroeien, net als in een natuurlijk systeem (afbeelding 2). Bij experimenten (foto 1 en 2) zagen we inderdaad dat geplant zeegras en kwelderplanten makkelijker overleven en beter groeien als de jonge plantjes beschermd worden door biologisch afbreekbare matjes. Tegen de tijd



Infographic: Marjke Stokkers

## Afbreekbare aardappelmatjes

Nederlandse mariene biologen hebben de aardappelmatjes uitgevonden en gepatenteerd. Deze zogenaamde BESE-elements® bestaan uit lagen die samen opbouwen tot een biologisch afbreekbare matrixstructuur. Het ontwerp combineert porositeit met een complexe structuur en bestaat uit losse lagen die stapelbaar zijn voor transport en vervolgens ter plaatse op elkaar kunnen worden geklikt. Een beetje zoals lego-steen-tjes: een eenvoudig ontwerp met oneindige mogelijkheden door lagen op elkaar te stapelen en matjes in verschillende vormen toe te passen. Samen vormen de aan elkaar geklikte lagen een complexe 3-dimensionale structuur, met een groot oppervlak en veel holtes. De hernieuwbare grondstof, Solanyl, is een biopolymeer met een zetmeelbasis, is biologisch afbreekbaar en niet giftig. Een van de grondstoffen, aardappelzetmeel, komt uit de reststroom van de patatfabrieken in Nederland.

De ontwikkelaars vinden het belangrijk dat materialen die we inzetten in de natuur en voor natuurherstel, niet achterblijven in de natuur en daarom op termijn afbreken. De modules dienen als startpunt: een tijdelijke structuur die aanhechting, stabiliteit en bescherming biedt voor organismen, zowel plant als dier. Na vestiging vormt de natuur zelf een structuur en is kunstmatige ondersteuning niet meer nodig. Tijdens deze ontwikkeling kan het materiaal langzaam afbreken en neemt de natuur het over.

Biologische afbraak is een ingewikkeld proces dat onderhevig is bijvoorbeeld temperatuur en zonlicht. Ter illustratie: een tafel van hout, een materiaal dat biologisch afbreekbaar is, kan eeuwen blijven bestaan in een woning, maar zal in een vochtige bosgrond snel wegrotten. Dit maakt dat we op locaties een

sterk wisselende afbreektijd van het materiaal zien. In een zoetwaterbron in Florida was het materiaal na 3 jaar afgebroken. In Nederlands buitenwater zien we dat het wellicht één of meerdere decennia gaat duren. Er is daarom sinds 2019 een tweede materiaalmix beschikbaar die sneller afbreekt, in circa 5 jaar. De afbraak gebeurt door micro-organismen en resulteert uiteindelijk in water en koolstofdioxide. De verrijking die door de afbraak zou kunnen optreden is verwaarloosbaar in het veld.

De matjes wonnen in 2020 de Jan Terlouw Innovatieprijs en in 2018 de Circulaire Innovatie Challenge van de Unie van Waterschappen. Het materiaal heeft bovendien diverse architecten en kunstenaars geïnspireerd en is onder andere tentoongesteld tijdens de NatureStructure expo van de Boston Society of Architects, met boekuitgave in 2020.

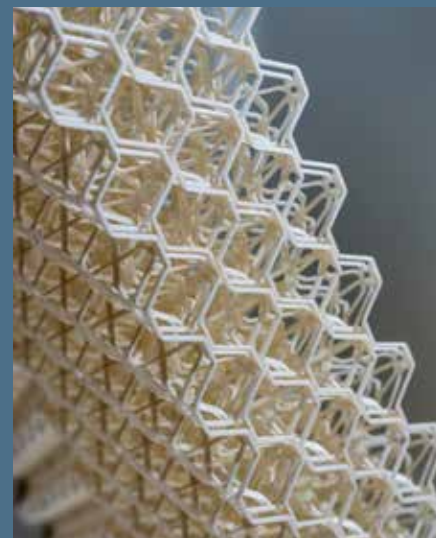


foto: Ido van Dongen

dat de plant dan groot en sterk genoeg is om zelf te overleven, breken de biologisch afbreekbare matjes weer af. Zeegrassen groeiden het best wanneer de matten ingegraven waren en daarmee hun wortelnetwerk nabootsten. Het wortelnetwerk stabiliseert de bodem waardoor het zeegras niet kan wegspoelen (afbeelding 3). De ingegraven matjes zorgden, net als een wortelnetwerk, voor een stabiele bodem. Kweldergrassen profiteerden juist het meest van nagebootste stengels, oftewel een structuur *boven* de bodem (afbeelding 3a). De structuur remde aantoonbaar een gedeelte van de stroming en golven af en zorgde voor sediment ophoping rondom de planten. Omdat de resultaten (afbeelding 4) vergelijkbaar zijn in zowel een tropisch als gematigd klimaat, kan het natuurherstelprincipe als algemeen bestempeld worden.

### Natuurlijke invang van zaden

Niet alleen jonge plantjes hadden baat bij het matje. Voor kwelderplanten in de pionierszone zagen we ook dat de matjes de invang en ontkieming van zaden verbeterde. De matjes hadden effect op de bodemstructuur en stimuleerden de vorming van stabiele, verhoogde sedimentplatforms. Dit resulteerde in de spontane vestiging van diverse kwelderpioniers in het volgende groeiseizoen. Zo bereikte zeekraal, een belangrijke pionierssoort, dichtheden tot 140 individuen per vierkante meter binnen de structuren, een 60-voudig hogere dichtheid ten opzichte van de omgeving. Ook diverse andere soorten die niet in de directe omgeving voorkwamen, zoals lamsoor, klein schorrekruid en gewone zoutmelde, wisten in de structuur te ontkiemen en zich te handhaven. Tot slot werden de planten in de structuur veel groter dan in de aangrenzende omgeving. Het succes van afbreekbare matjes voor de vestiging en overleving van kwelderpioniers kan dan ook worden toegeschreven aan de combinatie van vier factoren: 1) het ontstaan van een stabiel en verhoogd, goed gedraineerd sedimentplatform, 2) verbeterde zaadinvang, 3) hogere overleving en 4) hogere groeisnelheden van kwelderpioniers.

### Veenmos in drijvende structuren

Vegetaties met veenmossen herstellen in wateren die ontstaan zijn door veenextractie is niet eenvoudig. Door de relatief grote diepte, in combinatie met gebrek aan licht en koolstof in het water zijn de groeiomstandigheden vrijwel ongeschikt voor natuurlijk herstel. Om het herstel van veenmosvegetaties te bespoedigen, werden drijvende veenmosmatten nagebootst met biologisch afbreekbare matjes (foto 3). De matjes werden ingeplant met waterveenmos en gewoon veenmos en vergeleken met een controle zonder matjes. De pionierssoort waterveenmos groeide goed in deze structuren. Voor gewoon veenmos bleek de omgeving te nat. Door veenmossen dicht bij het wateroppervlak in de structuren te introduceren, werden tekorten aan licht en koolstof overbrugd. Daarnaast werd het effect van golven verminderd en werd zodoende veenmosgroei gestimuleerd. Tot slot zagen we dat de structuren fungeren als een kern van waaruit verlanding kan plaatsvinden: het veenmos groeit uit buiten de structuur

en ook diverse andere plantensoorten zijn op deze vegetatiemat gaan groeien (foto 4). Deze techniek kan dus een belangrijke rol spelen om de natuur te helpen vestigingsdrempels te overwinnen en een grotere mate van herstelsucces te behalen in gedegradeerde hoogveengebieden.

### Nabootsen van de natuur als herstelmaatregel

Uit de diverse onderzoeken in verschillende typen natuur in binnen- en buitenland blijkt dat de vestiging, overleving en groei van biobouwers toeneemt op plekken waar eigenschappen van planten zijn nagebootst door bio-afbrekbare matjes. Het nabootsen van eigenschappen van de natuur kan de kans op succes van herstelmaatregelen sterk vergroten en biedt kansen voor opschaling en een brede toepassing in natuurherstel. Een belangrijke uitkomst is dat het concept in veel systemen vergelijkbaar werkt. Daarom is de toepassing inmiddels uitgebreid naar mosselbanken, oesterbanken, koraalriffen, mangrovebossen, (krans)wieren, onderwatervegetaties en natuurvriendelijke oevers (foto 5, 6).

Bij het nemen van herstelmaatregelen is maatwerk essentieel en daarbij is het van belang om specifieke eigenschappen van soorten in verschillende levensstadia mee te nemen, anders boots je de verkeerde eigenschappen na. Zo werkte het nabootsen van wortel- en stengelnetwerken goed

voor kwelder- en zeegrasvegetatie, maar niet voor ondergedoken waterplanten in laagveenplas- sen, waar herbivorie een belangrijke drukfactor was. Ook blijkt dat voor mosselen alleen het toevoegen van een aanhechtingssubstraat niet voldoende is als de jonge mosseltjes direct ten prooi vallen aan krabben. Het aanhechtingssubstraat moet in dat geval geïntegreerd worden met een bescherming tegen predatoren. Ook dit is een belangrijke uitkomst van het onderzoek en een conclusie die we niet hadden kunnen trekken zonder een internationale en interdisciplinaire aanpak. Tegelijkertijd hebben we geleerd dat de kans op succes locatieafhankelijk is en ook niet altijd werkt. Op locaties waar het te onstuimig is, bijvoorbeeld op open zee, is het nabootsen van de natuur niet voldoende en op locaties met te veel voedingsstoffen is eerst een systeemaanpak nodig voordat herstel met hulpstructuren nuttig is.

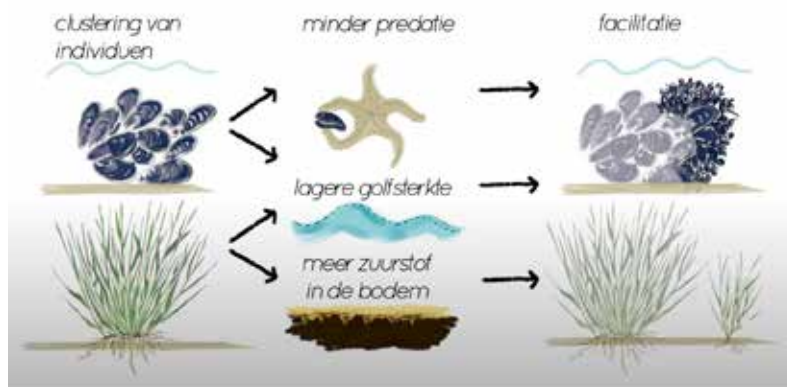
### Versnellen en opschaling

Het actief opstarten van natuur met biobouwers kan de tijd die nodig is voor natuurherstel sterk verkorten. Deze techniek is vooral interessant voor locaties waar passief natuurherstel geen oplossing is of te langzaam gaat. Na een eerste fase, gericht op het wel of niet toepassen van een hulpstructuur voor biobouwers in waterrijke systemen, zijn de belangrijkste vragen nu gericht op opschaling. Voor kwelders, mangroven en

schelpdierriffen is op dit moment de schaal van een tot enkele hectaren uitgerold, waarbij nieuwe vragen ontstaan: Hoe snel groeien planten en hoeveel hulpmateriaal heb je nodig om hectaren natuur op te starten? Hoe plaats je het materiaal in het veld met optimale effectiviteit? Kun je het materiaal en de vorm verbeteren? Zijn er effecten op andere soorten in de omgeving? Een ook andere toepassingen, bijvoorbeeld in tropische systemen, schelpdierbankherstel of de bebouwde omgeving, zijn onderwerp van onderzoek en monitoring (foto 7, 8).

### Wereldwijde toepassing, kennis en inspiratie

In 2021 is de UN decade of Ecosystem Restoration gestart. De behoefte om natuurherstel te versnellen is daarmee internationaal onderstreept en de zoektocht naar technieken en principes krijgt hiermee een impuls. De afbrekbare matjes zijn inmiddels op vijf continenten in gebruik ten behoeve van natuurherstel. Vaak gaat het om locaties die het risico lopen om te verdwijnen door de toename van extreme weersomstandigheden in combinatie met het ontbreken van een natuurlijke buffer. Zo zijn toepassingen met mangrove herstel in Ambon (Indonesië, foto 9) en oester- rifierherstel in Florida gericht op het afremmen van de golven, waardoor het achterland beschermd blijft. De natuur herstellen en tegelijkertijd ken-



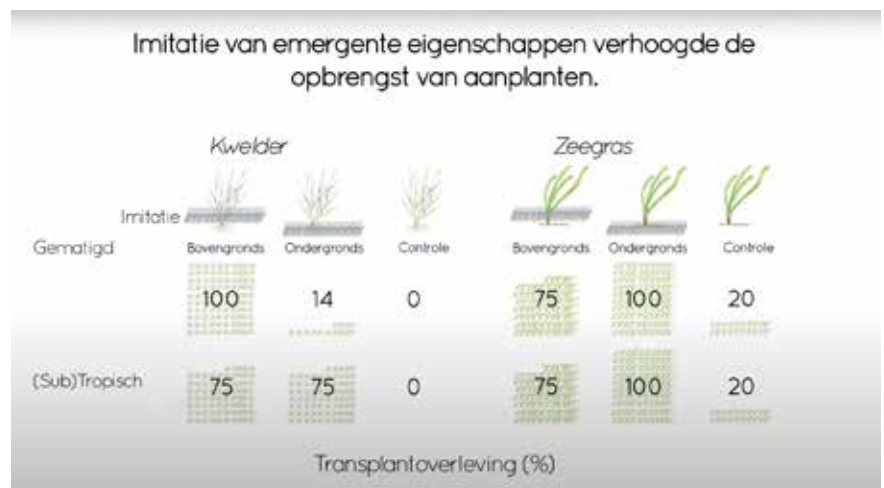
Afbeelding 1



Afbeelding 3



Afbeelding 2



Afbeelding 4



foto Ralph Temmink

foto Ralph Temmink

foto Ralph Temmink



bron Healthy Land and water

foto Linda Walters



foto Karin Didderen

bron Healthy Land and water

nis opdoen en uitwisselen, bewustzijn creëren, inspireren en van de natuur leren, zijn daarbij de belangrijkste uitgangspunten. De wereldwijde samenwerking en kennisuitwisseling met lokale partijen vormt de basis van het succes, voor zowel mens als natuur.

### Toepasbaarheid voor herstel van natuur in Nederland

Kunnen we de door biobouwers verbeterde omgeving nabootsen ten bate van ecosysteemherstel, en zo als het ware de natuur na doen? De onderzoeken laten zien dat er inderdaad mogelijkheden zijn om vestiging van biobouwers met biologisch afbreekbare matrixstructuren te versnellen en zo natuurherstel een kickstart te geven. Daarnaast hebben de onderzoeken tot veel nieuwe inzichten geleid die toepasbaar zijn op andere systemen en andere continenten. Uit het onderzoek volgt een paar concrete leerpunten die van toepassing

zijn op natuurherstel in de Nederlandse groene ruimte:

- Het is belangrijk om bij natuurherstel goed na te denken over de eigenschappen van de gewenste natuur en deze ten bate van natuurherstel gedeeltelijk na te bootsen met een hulpstructuur. Denk hierbij aan het stabiliseren van de bodem, het remmen van golven, stroming of wind, beschaduwing of drainage.
- De toepassing is niet beperkt tot de onderzochte systemen, maar kan ook een uitkomst bieden voor andere systemen. Met name in natuurtypen waar biobouwers een grote rol spelen en er een drempel is ontstaan voor spoedig passief herstel, kan deze techniek een uitkomst bieden en de hersteltijd verkorten.

In dit filmpje wordt uitgelegd hoe biobouwers te werk gaan: <https://tinyurl.com/biobouwers>

[k.didderen@buwa.nl](mailto:k.didderen@buwa.nl)



foto Wouter Lengkeek